INFORME FINAL

ANTEPROYECTO DEL PLAN DE ACCIÓN REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LA REGIÓN DE COQUIMBO

13 DE FEBRERO 2023

CENTRO DE ESTUDIOS AVANZADOS EN ZONAS ÁRIDAS

CEAZA

EQUIPO CONSULTOR[1]:

Jefa de Proyecto:	Dra. Laura Ramajo (CEAZA)
Expertos en Participación y Políticas Públicas:	Mg. Marcelo Olivares (IPP, UCN)
	Mg. Mario Jorquera (IPP, UNC)
Expertos/a en Amenazas Terrestres y Marinas:	Dr. Orlando Astudillo (CEAZA)
	Dra. Katerina Goubanova (CEAZA)
	Dra. Catalina Aguirre (UV)
	Dr. (C) Limbert Torrez (ULS)
	Mg. Lucas Glasner (CEAZA)
Expertos en Biodiversidad y Zona Costera:	Dr. Marcelo Rivadeneira (CEAZA)
	Dr. (C) Jeison Barraza (ULS)
Experto en Agua y Suelo:	Dr. Enrique Ostria (CEAZA)
Experto en Ciudad e Infraestructura:	Mg. José Luis Ortiz (ULS)
Experta/o en Mitigación:	Dra. Begoña Peceño (UCN)
	Dr. Bernabé Alonso (USevilla)
Expertas en Planificación Territorial y Gobernanza:	Mg. Claudia Alonso (CR2)
	Lic. Valentina Barrera (UChile)

Agradecimientos:
Para la construcción de este informe se contó con el apoyo y la experiencia del Dr. José Rutllant (CEAZA, UChile), Ivonne Etchepare (OSTIMAR S.A.), Belén Piña (investigadora independiente), David López (profesional SIG & RRSS, Consultor Ambiental Independiente), María Valladares (CEAZA), Simone Schauwecker (CEAZA), Álvaro Ayala (CEAZA), Álvaro Castro (IPP), Kyra Stegman (IPP), Renee Petit (IPP), Paula Schneider (IPP), Anneleé Villafaña (IPP), Kinga Halmai (IPP), las Organizaciones de Usuarios de Aguas de la Región de (Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes, Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta, Comunidad de Aguas Sistema Embalse La Paloma, Asociación de Canalistas del, Embalse Cogotí, Junta de Vigilancia del Río Illapel y sus Afluentes, Junta de Vigilancia del Río Choapa y sus Afluentes), y el Laboratorio de Prospección Monitoreo y Modelación de Recurso Agrícolas y Ambientales (PROMMRA).

[1] CEAZA (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas); UCN (Universidad Católica del Norte); UV (Universidad de Valparaíso); ULS (Universidad de La Serena); USevilla (Universidad de Sevilla); CR2 (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia); UChile (Universidad de Chile); IPP (Instituto de Políticas Públicas, UCN).

INDICE DE CONTENIDOS

Contexto nacional y regional

1. Plan del proceso participativo

1.1 Diseño y plan

1.2 Resultado de los talleres

1.2.1 Taller #1: Amenazas climáticas y sectores vulnerables

1.2.2 Taller #2: Potencial de reducción de gases de efecto invernadero

1.2.3 Taller #3: Análisis de riesgos y priorización de medidas de adaptación

1.2.4 Taller #4: Priorización e implementación de medidas de mitigación

1.2.5 Taller #4: Priorización e implementación de medidas de adaptación

1.2.6 Taller #6: Diseño de una estrategia de financiamiento

2. Caracterización del riesgo climático en la Región de Coquimbo[2]

2.1. Clima y amenazas climáticas (tendencias y proyecciones)

2.1.1. Variables atmosféricas y terrestres

2.1.2. Variables marinas y costeras

2.2. Exposición y vulnerabilidad al cambio climático

2.2.1. Densidad Poblacional

2.2.2. Edad

2.2.3. Ruralidad

2.2.4. Educación

2.2.5. Pueblos Indígenas

2.2.6. Migración

2.2.7. Economía

2.2.8. Empleo y pobreza

2.2.9. Uso de Suelo, zona costera y áreas protegidas

2.2.10. Infraestructura

2.2.11. Dependencia y cuidado

2.2.12. Biodiversidad terrestre y marina

2.3. Impactos observados y proyectados del cambio climático en la Región de Coquimbo

2.3.1. Biodiversidad (marina y terrestre) y zona costera

2.3.2. Ciudad, infraestructura, agua y suelo

3. Priorización de cadenas de impacto

3.1. Ciudad e Infraestructura

3.2. Agua y Suelo

3.3. Biodiversidad y Zona Costera

4. Inventario regional de emisiones de gases de efecto invernadero y forzantes climáticos de vida corta a nivel regional

4.1. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

4.2. Carbono Negro (CN)

5. Evaluación del potencial de mitigación de la Región de Coquimbo

---

[2] *Se notifica que las bases de la presente licitación tienen como título de este producto "Caracterización de la vulnerabilidad en la Región de Coquimbo". Sin embargo, el concepto de vulnerabilidad está basado en el AR4 del IPCC (2006), y aquí se presenta una caracterización del riesgo climático que es un análisis detallado de las amenazas, exposición y vulnerabilidad de los sistemas humanos y naturales de la región de Coquimbo al cambio climático (AR5 y AR6 del IPCC).*

6. Análisis de las medidas de mitigación y adaptación en planes sectoriales
7. Análisis de la integración del cambio climático en estrategia e instrumentos regionales
8. Evaluación de cadenas de impacto
9. Objetivos de Reducción de GEI
10. Portafolio de medidas de adaptación y mitigación
10.1 Mitigación
10.2 Adaptación
11. Medios de implementación
11.1 Mitigación
11.2 Adaptación
11.3 Estrategia de financiamiento (fuentes)
12. Portafolio con priorización de medidas de adaptación y mitigación
12.1 Mitigación
12.2 Adaptación
13. Fichas de medidas de adaptacion y mitigación
13.1 Mitigación (13 fichas)
13.2 Adaptación (12 fichas)
14. Anexo
14.1 Diagnóstico del riesgo climático de la Región de Coquimbo
14.2 Cadenas de impacto
14.3 Políticas territoriales
14.4 Referencias

Contexto nacional y regional

Chile ha avanzado en la consolidación de una Política Climática de Estado, que trasciende administraciones de gobierno, destacando como su instrumento principal y que engloba a toda la política climática, la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) (Ley 21.455) promulgada el 30 de mayo de 2022. En dicha ley, se establecen los Planes de Acción Regionales de Cambio Climático (PARCC), como uno de los instrumentos de gestión del cambio climático del país. Además, la elaboración de los PARCC se incluye como compromiso en la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) de 2022 y en la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile.

La LMCC incorpora la meta de carbono neutralidad a más tardar al 2050 y la resiliencia frente al cambio climático al 2050, y los instrumentos de largo, mediano y corto plazo así como la institucionalidad del cambio climático; promoviendo la incorporación de criterios de cambio climático en otros instrumentos de política pública (cómo por ejemplo, en la evaluación ambiental estratégica, el sistema de evaluación de impacto ambiental, los instrumentos de planificación territorial, entre otros); y estableciendo los sistemas de información necesarios para el seguimiento.

En cuanto a los instrumentos, la LMCC establece como paraguas la Estrategia Climática de Largo Plazo al 2050 (ECLP), que nos indica cómo avanzar hacia la carbono-neutralidad, estableciendo objetivos y metas para el mediano y largo plazo. Instaura también los planes sectoriales de adaptación y mitigación; los planes de acción regional de cambio climático (PARCC) para cada región del país; y los planes de acción comunales (municipales).

La ECLP, determina presupuestos sectoriales de GEI para cumplir con la NDC. En la LMCC se define que los sectores determinen, en sus planes de mitigación sectoriales, medidas costo efectivas y equitativas. Cada región tiene un rol fundamental para el cumplimiento de las metas nacionales y sectoriales, ya que es en cada territorio donde ocurre la implementación de las acciones de mitigación y adaptación. Sin embargo, las regiones tienen necesidades y características particulares por lo que traspasar metas nacionales y sectoriales directo a las regiones puede no ser costo eficiente ni equitativo. No obstante, se insta a las regiones a que se definan metas de mitigación apropiadas de acuerdo con el contexto de cada región.

En cuanto a la acción climática regional-local, la LMCC establece que los Comités Regionales de Cambio Climáticos (CORECC) tienen la misión de promover y facilitar un desarrollo bajo en emisiones de carbono y resiliente al cambio climático, a través de la elaboración de los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) como instrumento articulador y de la integración del cambio climático en otras políticas de planificación y desarrollo de cada región, integrando a los distintos sectores. Actualmente, la presidencia de los CORECC recae en cada gobernador/a de la Región elegido por votación popular.

En cuanto al cumplimiento de los compromisos y metas estipuladas en la NDC y ECLP con respecto a la elaboración de los PARCC, se ha avanzado en cuatro regiones pilotos (Atacama, O'Higgins, Los Ríos y Los Lagos) las cuales se encuentran, siendo el de la Regió de los Lagos recientemente aprobado por unanimidad por el CORECC de esta región. Los planes pilotos, al igual que el presente borrador de Anteproyecto parten analizando el contexto climático de la región en base a las amenazas, exposición y vulnerabilidad, para luego identificar y priorizar un conjunto de medidas de adaptación y mitigación adecuadas a la realidad regional, junto con aquellas asociadas a los medios de implementación.

Los PARCC son construidos de forma participativa y liderados por los CORECC de cara región, y se espera que estos planes constituyan una hoja de ruta a 10 años que permita implementar acciones climáticas concretas en el territorio alineadas con la agenda nacional de cambio climático. Estos PARCC y los próximos, generan sinergia con otros instrumentos de carácter regional, tales como, las Estrategias de Desarrollo Regional, los instrumentos de ordenamiento territorial, los instrumentos de política de sectores específicos, todos los cuales son fundamentales para definir proyectos o iniciativas que apunten a las metas de carbono neutralidad y la resiliencia frente al cambio climático a nivel regional, junto con identificar el financiamiento a escala regional.

Hasta la fecha, los cuatros PARCC, en el proceso de consulta pública, han incorporado el enfoque género mediante la aplicación de la "Lista de Chequeo para Integrar Enfoque de Género en los Instrumentos de Gestión de Cambio Climático", instrumento elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente con el apoyo del *NDC Support Programme*. Además, se está implementando el proyecto Género y Cambio Climático, que entre sus objetivos busca consolidar indicadores de género y cambio climático. Asimismo, en el marco de la actualización del Plan Nacional de Adaptación apoyado por el Programa *Readiness* del Fondo Verde del Clima y FAO, se espera desarrollar un estudio sobre la vulnerabilidad de los pueblos indígenas y guías de género para los análisis de vulnerabilidad. Esta información será un insumo para potenciar la inclusión del enfoque de género en los nuevos PARCC.

En 2021, la región de Coquimbo comenzó el proceso de elaboración del PARCC. En específico, ese año se inició un proceso de fortalecimiento del CORECC de la región, a través de la identificación de actores claves de la región, incluyendo contrapartes de cambio climático de instituciones públicas y de la sociedad civil. Bajo el CORECC de Coquimbo se conformaron subcomisiones de trabajo en temas de Biodiversidad; Agua y Suelo; Zona Costera; Ciudades e infraestructura.

En cuanto a la elaboración de insumos para la elaboración del PARCC de la Región de Coquimbo, se consolidó un repositorio climático regional don estudios y antecedentes técnicos proporcionados por integrantes de las cuatro subcomisiones y una base de datos con investigadores e investigadoras que trabajan en temas de cambio climático desde distintas áreas del conocimiento. Además, se realizó un análisis de las cadenas de impacto de la plataforma Atlas de Riesgos Climáticos (ARClim) en cuanto a su relevancia para la determinación del riesgo en sectores específicos de la región, a partir de lo cual, se realizó una consultoría que evaluó riesgos climáticos específicos para la región de Coquimbo, las cuales representan un insumo fundamental para el diagnóstico de riesgo climático de la región.

1. Plan del Proceso Participativo

1.1. Diseño y plan

La participación social se enfoca a que las personas puedan expresar sus necesidades para establecer las prioridades en la planificación, siendo un asunto transparente y un espacio de incidencia en procesos gubernamentales definitorios tanto de políticas públicas (Espinosa, 2009)[3] como programas y lineamientos de acción (en torno al cambio climático en este caso). La participación social se convierte en un mecanismo donde colectividades como individualidades tienen la oportunidad de intervenir en la resolución de determinadas preocupaciones y/o problemas públicos. En particular, el desarrollo de talleres participativos genera un espacio de diálogo en torno a una serie temáticas guía, las cuales mediante diferentes preguntas orientan el diálogo y sus formas de ser abordado, donde los participantes interactúan en torno a componentes discutidos, tanto en los grupos de trabajo como en el momento plenario.

Para hacer frente al objetivo de que el Anteproyecto del PARCC de la Región de Coquimbo se construya desde la participación se desarrollaron diversos talleres bajo la metodología de *focus group*, donde los participantes fueron asignados, según su experiencia, en cuatro grandes grupos similares a las actuales comisiones que forman el Comité Regional de Cambio Climático de la Región de Coquimbo (CORECC) ***(Fig. 1.1)***. La finalidad de esta separación fue identificar la información necesaria de manera más dirigida y en detalle apoyándose en la experiencia de cada uno de los integrantes del CORECC y otros actores participantes de los talleres (co-diseño y co-creación).

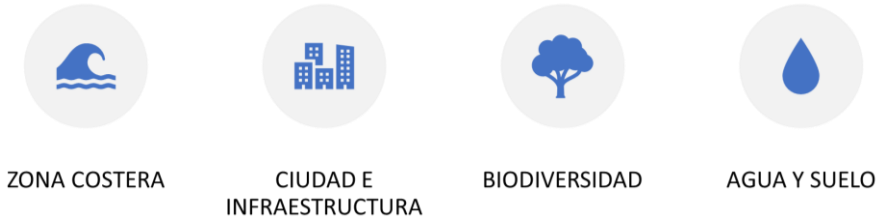


Figura 1.1*. Comisiones y grupos de trabajo del CORECC de la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

En el caso de los talleres relacionados con mitigación y reducción de gases de efecto invernadero (GEI), los y las participantes fueron agrupados bajo 5 categorías (grupos temáticos) más adecuados para cumpir con los objetivos de los talleres ***(Fig. 1.2)***.

Figura. 1.2. *Grupos temáticos usados en talleres relacionados con la mitigación al cambio climático en Región de Coquimbo.*

[3] *Espinosa, M. (2009). La participación ciudadana como una relación socio-estatal acotada por la concepción de democracia y ciudadanía. Andamios. Revista de Investigación Social, 5(10), 71-109. Extraído de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62811391004*

En términos generales, cada actividad participativa contó con dos momentos:

- Primer momento (instancia expositiva): corresponde a una exposición donde se presentará y contextualizará el proyecto y objetivo del taller, así como los avances de talleres anteriores o diagnósticos específicos si fuera necesario.
- Segundo momento (instancia participativa tipo *focus group*): luego de esta exposición, llevará a cabo una metodología participativa de tipo Taller que permite a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla, tal como se argumentaba anteriormente.

Para cada taller se generaron grupos de 5 a 10 participantes que fueron divididos en los diferentes grupos temáticos planteados anteriormente ***(ver Figs. 1.1, 1.2)***. Los y las participantes de los talleres fueron acompañados por un integrante del equipo de trabajo y moderadores/as con amplia experiencia que se hicieron cargo de la entrega los materiales, de la explicación de la actividad, los objetivos, y de tomar apuntes de lo discutido para la posterior sistematización.

Los talleres se desarrollaron en etapas siempre precedidas por un "momento 0" donde el monitor(a) solicitó a los participantes a un delegado(a) que compartía las conclusiones en el plenario, así como los planteamientos más relevantes de lo discutido en los diferentes grupos ***(ver Fig. 1.3)***.

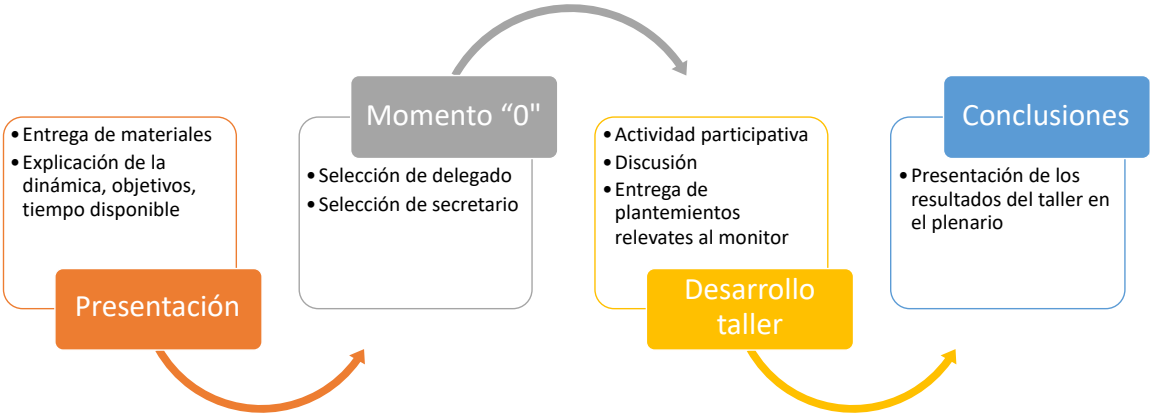


Figura 1.3. *Etapas de cada actividad participativa a ocurrir con integrantes del CORECC de la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Para la construcción del Anteproyecto del PARCC de la Región de Coquimbo se realizaron un total de 6 talleres participativos que abordaron diferentes temáticas relacionadas con los riesgos climáticos, y la adaptación y la mitigación al cambio climático ***(ver Tabla 1.1)***. La modalidad de los talleres fue virtual vía ZOOM (con excepción al primer taller que se desarrolló presencialmente en la ciudad de La Serena y las instalaciones del INIA). Para los talleres virtuales (5) se usaron herramientas online como *Jamboard, Menti*, entre otras. Por otro lado, para el taller presencial se usaron papelógrafos y diferentes materiales como *post-its,* plumones, etc.

Tabla 1.1. *Agenda de actividades participativas para la co-construcción del Anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Taller	Fecha y hora	Modalidad
Taller #1: Amenazas Climáticas y Sectores Vulnerables	13-10-22, 10:00h	Presencial
Taller #2: Potencial de reducción de gases de efecto invernadero	25-10-22, 11:00h	Virtual (ZOOM)
Taller #3: Análisis de Riesgos y priorización de medidas de adaptación	09-11-22, 10:00h	Virtual (ZOOM)
Taller #4: Priorización e Implementación de Medidas de Mitigación	29-11-22, 10:00h	Virtual (ZOOM)

Taller #4: Priorización e Implementación de Medidas de Adaptación	13-12-22, 10:00h	Virtual (ZOOM)
Taller #6: Diseño de una estrategia de financiamiento	20-12-22, 10:00h	Virtual (ZOOM)

1.2. Resultado de los talleres

1.2.1. Taller #1: Amenazas Climáticas y Sectores Vulnerables

Lugar: INIA, La Serena
Fecha: 13 de Octubre de 2022
Horario: 10:00 – 13:00h
Número de Participantes: 38 personas
Encargados de la actividad: Marcelo Olivares (UCN), Mario Jorquera (UCN), Laura Ramajo (CEAZA)
Apoyo al Equipo Consultor: Kyra Stegman, Álvaro Castro (IPP-UCN), Enrique Ostria (CEAZA), Katerina Goubanova (CEAZA), Orlando Astudillo (CEAZA), Claudia Alonso (CR2), José Luis Ortiz (ULS), Jeisson Barraza (ULS), Pilar Pérez (MMA), Emiko Sepúlveda y Valeska Sepúlveda (ECOLOQUIAL).

Análisis de la Asistencia:

El taller contó con la participación de 41 participantes.

- Sector:
  - Academia 13 participantes
  - Privado 0 participantes
  - Público 23 participantes
  - Sociedad civil 5 participantes
- Género:
  - Femenino 20 participantes
  - Masculino 21 participantes

Programa:

Hora	Actividad
09:30 – 10:00	Registro y Café
10:00 – 10:15	Bienvenida del Seremi de Medio Ambiente Leonardo Gros
10:15 – 10:30	Presentación de la actividad (Laura Ramajo-Marcelo Olivares)
10:30 – 11:15	Trabajo Grupal I (Identificación de riesgos)
11:15 – 11:30	Pausa para el café
11:30 – 12:00	Trabajo Grupal II (Identificación de sectores vulnerables)
12:00 – 12:30	Plenaria
12:30 – 12:45	Preguntas, Recomendaciones y Comentarios de los/las participantes
12:45 – 12:45	Despedida y Agradecimientos

Objetivo:

Caracterizar el riesgo climático y sectores más afectados ante el cambio climático, así como sectores críticos para la adaptación en la Región de Coquimbo.

Objetivos Específicos:

- Identificar los componentes del riesgo (amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa) en sistemas humanos y naturales en la región de Coquimbo.
- Identificar sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático.
- Identificar sectores críticos para la adaptación al cambio climático.
- Identificar fuentes de información.

Metodología General:

La actividad constó de tres grandes momentos:

- Momento Expositivo: Se presentó y contextualizó el proceso en que se enmarca el encuentro; siendo este el taller de inicio de la elaboración de la propuesta para la formulación del anteproyecto del Plan de Acción Regional de cambio climático de la Región de Coquimbo, mandatado por el Ministerio de Medio Ambiente.
- Momento Participativo: Se desarrolló una metodología colaborativa que permitió a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla sobre los riesgos del cambio climático, sectores más vulnerables y críticos para la adaptación y mitigación al cambio climático.
- Momento Reflexivo: Se desarrolló una plenaria donde se presentará un resumen de lo discutido en la actividad participativa

Etapas del Taller:

Etapa 1:	**Caracterizar los componentes del riesgo** Los(as) participantes dialogan en torno a las preguntas: • Amenazas e Impactos: ***¿Qué está pasando en la Región de Coquimbo en relación con el cambio climático?, ¿ha pasado antes?, ¿Desde cuándo está pasando?*** • Amenazas y Vulnerabilidad: ***¿Cuáles son las causas que lo provocan?*** • Acciones: ***¿Qué se está haciendo en la Región de Coquimbo para afrontar estos cambios?*** Las respuestas a estas preguntas aportaron a detectar la información que los integrantes del taller tienen de las amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa al cambio climático en la Región de Coquimbo. Las respuestas de los participantes fueron anotadas en *post-it,* las que luego serán seleccionadas de manera grupal, considerando los tres más importantes (del 1 al 3, donde 1 es el más importante). Dicha selección se incorpora a una matriz colectiva plasmada en un papelógrafo.
Etapa 2:	**Identificar sectores con mayor vulnerabilidad** Los(as) participantes dialogaron en torno a la pregunta: ***¿Cuáles son los sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático?*** Esta etapa fue trabajada desde un enfoque interseccional considerando aspectos urbanos/rural, intergeneracional, comunidades indígenas, factores de género y comunidades locales.
	Identificación de sectores críticos para la adaptación al cambio climático. Los(as) participantes identificaron los sectores críticos para la adaptación y mitigación en la Región de Coquimbo, considerando los componentes conversados tanto en la etapa 1 y 2, teniendo como principal criterio, atender a las preocupaciones y problemas públicos regionales.

Etapa 3:	**Plenario:** Un(a) participante designado expuso a los asistentes al taller las conclusiones de su grupo de trabajo, graficadas en el papelógrafo entregado a cada grupo.

Hallazgos:

La presentación de los resultados está dada, de acuerdo con la separación establecida en los grupos de trabajo, los cuales fueron articulados en torno a 4 cuatro temáticas, traducidos en la conformación de grupos según los intereses de los participantes a la actividad, mencionados anteriormente.

Zona Costera

Las situaciones problemáticas en torno a los componentes del riesgo en las zonas costeras se agruparon en tres temáticas. Todas consideran la **mezcla entre factores climáticos y factores de intervención humana directa**. A partir de la discusión se identifica en primer lugar y como el más importante: **los cambios que ha presentado, con mayor frecuencia en los últimos años, el comportamiento del mar.** Con esto se quiere apuntar a la presencia de marejadas producto de la llegada de fuertes vientos, la modificación de la composición de las aguas y la sobrecarga de factores asociados. En segundo lugar, se identifica un **impacto en las costas y la calidad del agua** producto de la contaminación producida por el tránsito poco normado de buques y barcos en la zona del puerto, cuyas causas se relacionan con la falta de un ordenamiento territorial eficiente y vinculante, falta de normativas eficientes y la poca regulación de la emisión de gases contaminantes directamente sobre las aguas. Y, por último, la evidente **afectación de los sectores productivos asociados al mar**; como la pesca, la acuicultura y el turismo, producto del mal manejo de la contaminación, la disminución de especies producto del cambio en las aguas y la extracción indiscriminada de recursos.

Las medidas para afrontar estos cambios que se identificaron en la discusión grupal, son transversales en los tres problemas identificados y dicen relación, en su mayoría, con la **investigación, trabajo y difusión** interdisciplinaria respecto del cambio climático, la transferencia de tecnologías y la organización comunitaria.

"No sé qué está pasando en la región que hay un desconocimiento del cambio climático porque todos estos factores antrópicos, la planificación territorial, la contaminación por residuos orgánicos e inorgánicos, sumado al cambio climático, es fatal. No se entiende la urgencia de tratar estos temas. Lo importante que es la educación respecto a estos temas".

"Está el factor ambiental también inducido por el efecto antrópico, está ejerciendo una presión en los sectores costeros y más la contaminación, porque sabemos que está el tema del calentamiento, de acidificación, de desoxigenación que está ya imponiendo restricciones al ecosistema marino, eso se sobrepone a ese impacto, es como una sobrecarga de lo que ya estamos observando por el cambio climático. El tema de la contaminación es algo más que se sobrecarga lo que hay como base".

Matriz de síntesis:

Componentes del riesgo			
¿Qué está pasando en la Región de Coquimbo en relación con el cambio climático? (AMENAZAS, IMPACTOS)	***¿ha pasado antes? ¿Desde cuándo está pasando? (IMPACTOS)***	***¿Cuáles son las causas que lo provocan? (AMENAZAS, SENSIBILIDAD)***	***¿Qué se está haciendo en la Región de Coquimbo para afrontar estos cambios? (CAPACIDAD ADAPTATIVA)***
Cambios en el mar (marejadas, modificación de los suelos y aguas, sobrecarga de factores)	Ha pasado antes, pero no con la frecuencia de los últimos años	• Captación de contaminación atmosférica • Aumento de surgencia por aumento de vientos • Inexistencia de planes de desarrollo pertinentes.	• Instancias de discusión interdisciplinaria. • Investigaciones sobre el impacto del cambio climático. • Instituciones públicas que aborden estas temáticas. • Transferencia de información tecnológica a sectores productivos • Organizaciones de comunidades para la captación de aguas.
Impacto en costas, calidad de agua, y fondo marino por falta de control en tránsito de buques y barcos.	A partir del Plan serena. Hace aprox. 15 años.	• Ordenamiento territorial deficiente. • Emisiones de contaminantes y residuos de buques. • Falta de normativas • Malas gestiones • Falta de coordinación • Leyes: 18.575 y 20.880	
Afectación de sectores productivos pesquero-turismo (Problemas con estructuras costeras, desaladoras, explotación de recursos, y disminución de especies)	Últimos 20 años.	• Falta de normativas en manejo de residuos en las zonas costeras. • Problemas en el manejo de actividades extractivas (ej: ostiones en Tongoy) • Cambios en las características del mar.	

Se identifican como sectores vulnerables, el sector asociado a las **actividades productivas, como el pesquero, acuícola y el dedicado al turismo**, como playas, restaurantes, hotelería costera, paseos en lanchas, catamaranes, etc. Y como zonas vulnerables, se señala específicamente aquellas donde encontramos **humedales y espacios protegidos**, por ejemplo, la bahía de La Herradura, Los Vilos y Guanaqueros.

Al identificar los sectores críticos para la adaptación, se hace una diferencia en la actividad productiva pesquera, considerando que la **pesca artesanal** se adaptará más lento que la industria, encontrando mayores dificultades frente a los cambios, pero la situación más dramática la viviría la **acuicultura** por ser más dependiente del territorio y contar con menos posibilidad de traslado.
Así mismo, dentro del **turismo** se cree que la hotelería poseería una mejor capacidad adaptativa que los demás servicios mencionados. Y respecto de los espacios geográficos específicos, se señala la **bahía de La Herradura, el sector del Panul y la comunidad de Guayacán**, donde la contaminación de empresas y la posible instalación de una planta desalinizadora (en el caso del Panul) los dejarían más expuestos y vulnerables frente a los efectos del cambio climático.

"Los ostioneros tienen serios problemas por temas del escenario que se vive hoy y esa es su fuente de ingresos, el ostión. Entonces antiguamente, hace décadas ellos vivían de eso y vivían bien. Hoy el escenario es distinto entonces cuál es la causa de ese cambio".

"Está vulnerable la infraestructura costera, portuaria y lo que tiene que ver con los emisarios, tiene que ver con los paseos, con las calles, con las residencias, todo".

Matriz de síntesis:

Caracterización de Vulnerabilidad	
Sectores más vulnerables al cambio climático ¿Cuáles son los sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático?	***Sectores críticos para la adaptación ¿Cuáles son los sectores más críticos?***
Sector pesquero	Bahía de La Herradura (comunidades de Guayacán y el Panul)
Humedales costeros (áreas protegidas)	Sectores acuícola y pesquero.
Turismo relacionado a la zona costera.	Puertos
Infraestructura costera.	Pesca artesanal
Sector Los Vilos y Guanaqueros.	

Ciudad e Infraestructura

Se identifica como uno de los principales problemas la **disminución de fuentes y aguas subterráneas**, lo cual genera cambios en la disponibilidad de esta. Además, han existido cambios ambientales en un corto tiempo, lo cual se evidencia, por ejemplo, en que actualmente no existe un marcado cambio estacional, según mencionan las personas participantes de este grupo, lo que puede ser entendido como un problema general.

Específicamente en lo que respecta a materias relacionadas a ciudad e infraestructura se encuentra un **crecimiento exponencial de las ciudades**, el cual ocurre desde 1990, según dan cuenta las personas participantes. Este fenómeno se encuentra relacionado con la migración campo-ciudad o rural-urbano. Y, además, se menciona la afectación a la infraestructura como: caminos, caletas y obras generales.

Al momento de abordar cuáles son las causas respecto a lo que está sucediendo en la Región de Coquimbo (amenazas, sensibilidad y capacidad adaptativa) se identifican diversas cuestiones transversales, como son la **falta de participación ciudadana, ausencia del estado y gobernanza local**, siendo esta una de las más importantes, además de la explosión inmobiliaria como una de las afectaciones de las ciudades e infraestructuras.

"Hay un problema de planificación, creo que esto es como… la base, la infraestructura de las ciudades, como pensamos las ciudades, actualmente no existen políticas públicas que digan ya: "tenemos que ir descentralizando" tenemos los centros, pero vamos generando sectores que tienen problemas de servicios básicos, como alcantarillado, acceso a agua potable, cosas más técnicas y básicos como servicios"

"Igual uno tiene que pensar que siempre que existe una obra va existir un impacto, un sector más beneficiado que otro, u otro afectado, eso es claro, es cómo lo manejamos. Hay otro factor que a lo menos exista, un panorama ideal es la participación ciudadana, también hay ciertos compromisos mucha gente se queja, pero no va, no opina…"

Matriz de síntesis:

<table>
<tr><th colspan="4">Componentes del riesgo</th></tr>
<tr><th>¿Qué está pasando en la Región de Coquimbo en relación con el cambio climático? (AMENAZAS, IMPACTOS)</th><th>¿ha pasado antes? ¿Desde cuándo está pasando? (IMPACTOS)</th><th>¿Cuáles son las causas que lo provocan? (AMENAZAS, SENSIBILIDAD)</th><th>¿Qué se está haciendo en la Región de Coquimbo para afrontar estos cambios? (CAPACIDAD ADAPTATIVA)</th></tr>
<tr><td>Disminución de fuentes y aguas subterráneas, cambios en la disponibilidad de agua. Cambios ambientales en corto tiempo, no existe un marcado cambio estacional.</td><td>Reducción de agua superficial desde 2014-2015</td><td rowspan="3">Transversales:
Falta de participación ciudadana.
Ausencia del estado y gobernanza local.
Intervención privada en resolución de problemas (Choapa).
Incertidumbre territorial para la toma de decisiones.
Explosión inmobiliaria que afecta la calidad de vida.</td><td>Lo realizado:
-No existen cambios visibles en la adaptación.
-Transferencia ambiental focalizada.</td></tr>
<tr><td>Crecimiento exponencial de las ciudades. Ordenamiento territorial, migración rural-urbana.</td><td>Desde 1990.</td><td rowspan="2">Por realizar:
-Adecuaciones domiciliarias para reutilización de aguas.
-Incorporación e incentivo de energías renovables no convencionales.
-Transferencia tecnológica hacia las comunidades.</td></tr>
<tr><td>Afectación sobre infraestructura como: Caminos, caletas, obras generales.</td><td></td></tr>
</table>

Respecto a los sectores más vulnerables ante el cambio climático, se identifica en la zona costera: **Bahías de la región, productivo pesquero, recolección de algas**. Para el caso de los asentamientos en **zonas**

más alejadas, como Combarbalá, Río Hurtado, existen dificultades respecto al abastecimiento de agua potable (urbano y rural) especialmente para el caso de los sistemas de agua potable rural, calidad de agua por turbiedad.

Otro foco relevante tiene relación con la **gobernanza de espacios y relación con el territorio,** especialmente lo que respecta a las políticas públicas, y la activación de un proceso descentralizado en la toma de decisiones, según comentan participantes del grupo.

"Zona costera, por las inundaciones, tsunami… otro de los sectores productivos, que hemos trabajado, con el gremio pesquero que principalmente son pequeños…"

"Por ejemplo, esa energía, la instalación es cara (energías renovables no convencionales) … tiene que ver con un cambio de paradigma, porque las casas que se construyen con subsidio tienen a lo más, un patio pequeño".

"Los sectores críticos son los mecanismos entre el estado central con la implementación del gobierno regional de turno, porque existen planes y programas para la electromovilidad, por ejemplo".

Matriz de síntesis:

Caracterización de Vulnerabilidad	
Sectores más vulnerables al cambio climático ¿Cuáles son los sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático?	***Sectores críticos para la adaptación ¿Cuáles son los sectores más críticos?***
Zona costera: Bahías de la región, productivo pesquero, recolección de algas.	Políticas públicas para la adaptación al Cambio Climático.
Asentamientos en zonas más alejadas. Combarbalá, Río Hurtado, abastecimiento de agua potable (urbano y rural), calidad de agua por turbiedad.	Estrategia Financiera frente al Cambio Climático (EFCC) en regiones.
	Adaptación a energías renovables no convencionales.
Sector salud, turismo, Gobernanza de espacios y relación con el territorio.	Campamentos y relación de desarrollo del territorio.

Biodiversidad

Todas las problemáticas identificadas poseen la cualidad de ser causadas por una mezcla entre factores de orden climático, por ejemplo: **sequía, aumento de temperaturas, pérdidas de recursos y debilitamiento de los filtros ambientales; con factores de directa intervención humana: contaminación, invasión y la fragmentación de los hábitat producto del crecimiento explosivo de proyectos inmobiliarios, viales y extractivos, sumado a la falta de leyes y fiscalización en la protección y conservación de dichos ecosistemas.**

En orden de prioridad, se ubicó primero, **los efectos de la migración campo-ciudad** (migrantes climáticos) producto de las condiciones del cambio climático, sobre los ecosistemas que deberían estar protegidos, en tanto que los contaminan, invaden y utilizan sus aguas, identificado con mayor claridad a partir del 2010. Segundo, la **afectación de la capacidad de carga de los ecosistemas**, producto de las pérdidas de suelo, la sequía, el manejo de los recursos hídricos, etc. Lo cual disminuye los recursos y espacios disponibles para sustentar las diferentes especies que allí habitan, esto desde el año 2000 en adelante. Y tercero, la **llegada de nuevas especies a la región**, principalmente aves y especies acuáticas, producto del debilitamiento del filtro ambiental, por ejemplo: medusas, fragata portuguesa, gaviotas peruanas y picaflor nortino, entre otros. También evidenciado con mayor claridad a partir del año 2000.

"Todo esto ocurrió porque no había leyes, no había normativas que protegieran, recién ¿Cuándo?… hace dos años salió la ley de humedales urbanos y lo mismo el tema del tendido eléctrico, pasan por cualquier lugar porque no se protege. Entonces si no hay normativa que lo proteja, no podemos hacer nada"

"Primero, lo que detiene a las especies es el filtro ambiental, cuando el filtro ambiental comienza a desaparecer, las especies invaden. Lo segundo, es que ya no encuentran los recursos a donde van, los alimentos."

"Está pasando que está haciendo mucho calor en la zona central, entonces está llegando mucha gente que se están yendo a sitios que tienen gran biodiversidad y la gente por desconocimiento (…) no sabe y eso empieza a afectar la biodiversidad de esa zona, las aves se empiezan a ir y así la cadena como va avanzando".

Matriz de síntesis:

Componentes del riesgo			
¿Qué está pasando en la Región de Coquimbo en relación con el cambio climático? (AMENAZAS, IMPACTOS)	***¿ha pasado antes? ¿Desde cuándo está pasando? (IMPACTOS)***	***¿Cuáles son las causas que lo provocan? (AMENAZAS, SENSIBILIDAD)***	***¿Qué se está haciendo en la Región de Coquimbo para afrontar estos cambios? (CAPACIDAD ADAPTATIVA)***
Migraciones Campo-ciudad producto del cambio climático (migrantes climáticos) se ubican y afectan espacios protegidos o de alta biodiversidad, contaminando e invadiendo.	Se evidencian las consecuencias de la migración climática sobre la biodiversidad en la región aprox desde el 2010	• Sequías, falta de regularización y saneamiento de las tomas. • Falta protección de ecosistemas y biodiversidad.	Transversales: • Vinculación con la comunidad científica. • Estudios especiales. • Mesas regionales. • Planificación territorial con enfoque en protección del medio ambiente. • Educación ambiental. • Difundiendo los ecosistemas que existen en la comuna.
Afectación de la capacidad de carga y protección de los ecosistemas.	Año 2000 aproximadamente	• Sequías y aumentos de temperaturas, sumado a las intervenciones humanas, como fragmentación de hábitat y aumento de proyectos extractivos y de infraestructura vial. • Falta de leyes y fiscalización de leyes que protejan sectores de prioridad ambiental.	
Llegada y migración de nuevas especies en la zona (aves y especies marinas)	Año 2000 aproximadamente	• Sequía, aumento de temperaturas, aumento temperatura del mar.	

Se considera que aquellos sectores que se encuentran más vulnerables al cambio climático son aquellos pertenecientes al **mundo rural y al turismo**. Esto debido a la disminución de disponibilidad de agua o sequía en el área rural, lo cual afecta a las actividades ganaderas y los ecosistemas que allí se encuentran como los xerofíticos en el área del secano, disminuyendo la cantidad y variedad de flora, insectos y animales en consecuencia. Surgen ejemplos específicos como la disminución de la reproducción y ejemplares de la **especie protegida Lucumillo**.

El área del turismo se considera como vulnerable y crítico a la vez, ya que el cambio en la temperatura del mar debilitaría la barrera ambiental natural de las aguas frías de la costa chilena permitiendo el ingreso de especies como la fragata portuguesa que ocasiona el cierre de playas y afecta directamente el turismo en todas sus expresiones. Lo mismo ocurriría con el turismo de avistamiento, hacia las zonas de Punta de Choros e Isla Damas ya que el cambio de temperaturas, salinidad y oxigenación del mar obligaría a las especies a emigrar.

Se hace hincapié en que la suma de las intervenciones humanas directas, como la agricultura de exportación y los proyectos viales, aumentan exponencialmente los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad, volviéndose críticos.

"Todo ese sector que vive de agua de pozo, de agua de camiones aljibe que si va a empezar a escasear el agua son los primeros que van a quedar en la lista hacia atrás"

"Los ecosistemas asociados a las formaciones vegetacionales xerofíticas porque finalmente al no haber disponibilidad de agua en sectores donde hay altas temperaturas (...) inmediatamente baja la presencia de flora, abejas, fauna, ósea hay una cadena que impacta inmediatamente a disponibilidad de esta microfauna o fauna menor que hablando con la gente te dicen que ya no los ven, hay otros roedores que ya no se ven, entonces el zorro ya le va a robar las gallinas a los viejos."

"También se puede recordar lo que pasó ahora con la fragata portuguesa que eso afecto ahora mucho la parte del turismo, las playas fueron cerradas por mucho tiempo, y eso también hace parte del cambio climático, afecta a las personas y afecta el turismo de la región, porque tenemos personas que viven de la zona turística. Porque aparecen especies que antes no aparecían o se van a mantener más en el tiempo"

Matriz de síntesis:

Caracterización de Vulnerabilidad	
Sectores más vulnerables al cambio climático ¿Cuáles son los sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático?	***Sectores críticos para la adaptación*** *¿Cuáles son los sectores más críticos?*
Espacio rural. En específico comunidades como Olla de Caldera, por la sequía o falta de disponibilidad de agua para surtir la biodiversidad.	Humedales costeros
La flora y fauna de los humedales y costas.	Valle interior de Rio Hurtado
El sector del turismo. Por el aumento de las temperaturas del agua, se ven afectadas las actividades de avistamiento de fauna marina y las playas con la llegada de medusas y fragatas portuguesas.	Desierto Los Choros. (desierto florido)

Ecosistemas Xerofíticos	Parque Fray Jorge y cordón Talinay.
Fauna menor (tamaño) en secanos Elqui-Limarí.	Sector turístico
Ruta Antakari. Por aumento de temperaturas y la baja en la presencia de niebla.	
Sector pesquero, alguero.	
Áreas y especies de flora protegida. Por ejemplo, la especie Lucumillo presenta menos frutos y menos reproducción.	

Agua y Suelo

Respecto a los componentes del riesgo, emergen como principal foco de atención en la **escasez hídrica,** como una de las principales preocupaciones, teniendo como principal manifestación tanto la **disminución de caudales, así como nieve y glaciares, lo cual se evidencia en un déficit de agua para la sobrevivencia humana debido, relacionado con el aumento de la demanda**. Siendo sus principales causas la agricultura de monocultivos, la acumulación de agua y la minería mediante la explotación de agua fresca.

Por otra parte, surge la **desertificación** como foco de preocupación, entendida esta como la erosión del suelo, teniendo como principal efecto la disminución de la cobertura vegetal. Se identifica que este fenómeno se encuentra pasando desde tiempos de la colonización, debido a la intervención antrópica, y que en el periodo de revolución industrial se acrecienta mediante la incorporación de ferrocarril. Se deja en antecedentes que ya en 1838, estudios realizados por Claudio Gay habrían dado cuenta de esta problemática.

Mientras que se evidencia un **cambio del uso de suelo evidenciado en lotes irregulares de parcelación.** Esto es debido, según lo discutido en el grupo, producto de vacíos legales, y por tanto, de una desregulación del ordenamiento territorial. Esto tiene como principal afectación, el uso de zona de riesgo, como bajadas de quebradas, por ejemplo. Respecto a las causas que lo provocan se identifica, principalmente a la **lentitud gubernamental al momento de regularizar o fiscalizar estos procesos.**

"Principalmente la escasez hídrica, lo que está pasando en el territorio, lo que nosotros vemos en el sector, también se debe al mal manejo caprino que ha tenido el territorio, donde las cabras dan depredando toda la pradera, por eso estamos llevando a nuestros crianceros a estabular, para controlar y proteger la pradera… el tema principal es la escasez hídrica".

"Si uno hoy día recorre la comuna de Canela, Espíritu Santo y esos sectores, no hay agua para la bebida, no estoy pensando ni siquiera en la agricultura… estoy pensando para la supervivencia de las personas en las cuencas pluviales, porque las cuencas pluvionivales de alguna forma tienen abastecimiento de agua… pero en esas cuencas no hay agua para la bebida, la tendencia actual es grave, existe una tensión social."

Matriz de síntesis:

Componentes del riesgo			
¿Qué está pasando en la Región de Coquimbo en relación con el cambio climático? (AMENAZAS, IMPACTOS)	***¿ha pasado antes? ¿Desde cuándo está pasando? (IMPACTOS)***	***¿Cuáles son las causas que lo provocan? (AMENAZAS, SENSIBILIDAD)***	***¿Qué se está haciendo en la Región de Coquimbo para afrontar estos cambios? (CAPACIDAD ADAPTATIVA)***
Desertificación: erosión del suelo (disminución de la cobertura vegetal)	-1838, estudios realizados por Claudio Gay. -Colonización bajo la intervención antrópica. -Revolución industrial mediante la incorporación del ferrocarril.	-Polución y Contaminación - Modelo Económico (Transversal). - Escasa pertinencia en normativa para zonas áridas.	- Programas de gobierno - Mesas de trabajo.
Escasez hídrica: Disminución de caudal, nieve y glaciares, déficit de agua para supervivencia humana, aumento de la demanda.	1987, 1997, 2017, marcan hitos de eventos extremos de precipitaciones con intermedios de sequía.	- Minería mediante la explotación de agua fresca. -Monocultivos.	Uso de aguas recicladas (minería).
Cambio del uso de suelo: lotes irregulares de parcelación.	1980 vacíos legales.	- Desregulación del ordenamiento territorial. Uso de zonas de riesgo. Lentitud gubernamental	- Artículo 117 - Presentar estudio fundado.

Al momento de caracterizar e identificar a los sectores más vulnerables ante el cambio climático en la Región de Coquimbo, se menciona **el secano, comunidades agrícolas, y sus actividades productivas (agricultura familiar campesina y ganadería caprina o crianceros)**. Por otra parte, las cuencas pluviales como Canela o Espíritu Santo, donde es vulnerable la biodiversidad, además de las quebradas intervenidas.

Dentro de los principales componentes identificados en el grupo de discusión, se identifica al **mundo rural como el sector más crítico**, indicado a la agricultura familiar campesina y sus distintas actividades productivas, el cual posee características territoriales socioculturales particulares, como el secano y las Comunidades Agrícolas. Considerando, además cuestiones estructurales como infraestructura, camiones aljibes y APR, siendo estas las más importantes.

"La pequeña agricultura… los micro productores son los más vulnerables como productores de queso de cabra, sector caprino o crianceros, el sector de la economía campesina es importante como tal".

"Si bien es cierto el secano describe un gran porcentaje de la región, hay un territorio que corresponde al 25% de la región que son las Comunidades Agrícolas… las que debieran tener atributos especiales, yo las separaría del secano, son cuestiones mucho más complejas… es un componente significativo con identidad propia, por lo tanto, es importante separarlo para identificar instrumentos".

"Dentro del territorio, las cuencas pluviales… ahí tenemos los grandes problemas de agua, tenemos los asentamientos de las comunidades agrícolas, porque no tiene más abastecimiento que de las precipitaciones, Canela puede ser un ejemplo".

Matriz de síntesis:

Caracterización de Vulnerabilidad	
Sectores más vulnerables al cambio climático ¿Cuáles son los sectores con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático?	***Sectores críticos para la adaptación ¿Cuáles son los sectores más críticos?***
Secano, Comunidades Agrícolas CCAA, y sus actividades productivas.	Mundo Rural: Infraestructura, personas, sectores productivos, camiones aljibes, APR.
Cuencas pluviales: Canela, Espíritu Santo	Pequeña agricultura familiar campesina, incorporación de tecnología.
Pequeña agricultura familiar campesina (agricultores y crianceros).	Ecosistemas de humedales y vegetación xerofítica.
Biodiversidad Quebradas intervenidas.	Campamentos. Regionalización: Sector político regional débil, gobernanza local mediante participación ciudadana.

1.2.2. Taller #2: Potencial de Reducción de Gases de Efecto Invernadero en la Región de Coquimbo.

Lugar: Vía Online, plataforma ZOOM
Fecha: 25 de Octubre de 2022
Horario: 11:00 – 13:00
Número de Participantes: 40 personas
Encargados de la actividad: Marcelo Olivares (UCN), Mario Jorquera (UCN), Laura Ramajo (CEAZA)
Apoyo al Equipo Consultor: Kyra Stegman, Álvaro Castro (IPP), Begoña Peceño (UCN), Bernabé Alonso (Usevilla), Pilar Pérez (MMA), Emiko Sepúlveda, David Sepúlveda y Cristina Guzmán (Ecoloquial)

Análisis de la Asistencia:

El taller contó con una inscripción de 103 personas, presentando una asistencia final de 62 personas, y se desprende el siguiente análisis:

- Sector:
  - Academia 8 participantes
  - Privado 5 participantes
  - Público 28 participantes
  - Sociedad civil 7 participantes
- Nivel territorial:
  - Comunal 8 participantes
  - Local 2 participantes
  - Nacional 5 participantes
  - Regional 33 participantes
- Género:
  - Femenino 17 participantes
  - Masculino 31 participantes
- Etnia:
  - Diaguita 2 participantes
  - Mestizo 1 participante
  - No se identifica 45 participantes

Programa:

Hora	Actividad
11:00 – 11:10	Bienvenida por parte del Seremi de Medio Ambiente Leonardo Gross
11:10 – 11:25	Etapa 0: Exposición – Emisiones de la Región de Coquimbo (Dr. Bernabé Alonso)
11:30 – 12:00	Etapa 1: Evaluación de potencial de Mitigación (30 min)
12:00 – 12:45	Etapa 2: Metas por sector (45 min)
12:45 – 13:00	Etapa 3: Plenaria (15 min)
13:00	Despedida y Agradecimientos (5 min máximo)

Objetivo:

- Analizar y evaluar el potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en la Región de Coquimbo.

Metodología:

La actividad constó de tres grandes momentos:

- Momento Expositivo: Se presentó y contextualizó el proceso en que se enmarca el encuentro; siendo este, la segunda etapa para la elaboración del anteproyecto del PARCC de la Región de Coquimbo. A modo de introducción se presentó un resumen del diagnóstico de emisiones y carbón negro, elaborado por el equipo científico lo que facilitó la realización de las preguntas del taller.
- Momento Participativo: Se desarrolló una metodología colaborativa que permitió a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla enfocándose en, evaluar el potencial de mitigación y analizar las medidas de mitigación en los instrumentos públicos ante el cambio climático.
- Momento Reflexivo: Se desarrolló una plenaria donde se presentará un resumen de lo discutido en el momento participativo.

Desarrollo del Taller

La jornada de trabajo se desarrollo en la **plataforma ZOOM**, mediante la conformación de grupos de trabajo divididos por 5 temáticas (sectores de emisiones, ***ver Fig. 1.2***). Los grupos estuvieron compuestos de 8 a 15 personas y fueron acompañados por un integrante del equipo consultor, quién explicó la dinámica y tomó apuntes de lo discutido en el grupo para la posterior sistematización, actuando como monitor.

Etapas del Taller:

Etapa 0:	**Exposición** Resumen del diagnóstico de emisiones y carbón negro para la Región de Coquimbo, elaborado por el equipo científico, además de las metas de mitigación a abordar.
Etapa 1:	**Evaluación del potencial de mitigación** Los(as) participantes dialogaron en torno a la pregunta: ¿cómo evalúa el potencial de mitigación ante el cambio climático en la Región de Coquimbo? Esta pregunta se hará en el contexto de: • Capacidad/es de los sectores privados. • Capacidad/es de los organismos públicos. Las respuestas de los participantes serán anotadas en plataforma virtual, las que luego serán analizadas de manera grupal, identificando las acciones en la materia.
Etapa 2:	**Metas por Sector** Para el desarrollo de esta etapa se presentarán en un listado las metas para cada sector definidas para cada uno de los grupos. **Potencial de Mitigación** En relación con cada meta de mitigación propuesta a nivel nacional ¿es factible realizarla a nivel regional? **Si la respuesta es positiva:** ¿qué tecnologías o proyectos están disponibles regionalmente para hacer reducir? ¿O estarán disponible a corto plazo? (hasta 8 años). **Si la respuesta es negativa:**

	¿Cuál es el cumplimiento que se podrá alcanzar regionalmente? ¿con qué tecnologías disponibles?
Etapa 3	**Plenaria** Un(a) participante designado expuso a asistentes al taller las conclusiones de su mesa, graficadas en el papelógrafo entregado a cada grupo.

Hallazgos:

Energía

Respecto del potencial de mitigación en la región con relación a las capacidades de los sectores público y privado se identifican capacidades en conjunto, a partir de la posibilidad de creación de **alianzas público-privadas** que permitan optimizar y disminuir el uso de energías en diferentes ámbitos, el grupo destaca el potencial de creación de un **tren eléctrico en la conurbación**, y el incentivo al **cambio de suministros de energía** en el transporte público y personal.

Como capacidades referidas exclusivamente al **sector privado** se señalan cinco grandes áreas: en el **sector residencial**, referido a acciones como reducir el consumo energético de edificios y condominios, y apuntar a proyectos inmobiliarios con suministros eléctricos sustentables (energía solar). En **infraestructura y construcción** con acciones referidas a diseñar y construir infraestructura con un consumo energético eficiente y reducido. **Disminuir el consumo de energías no limpias en las grandes empresas** o industrias de la región (agrícola, minera, portuaria). La necesidad de que los privados se responsabilicen ambiental y socialmente. Y, por último, **incentivar y activar el mercado de transporte eléctrico**.

Para el **sector público** las capacidades identificadas son referidas al potencial de mitigación del **consumo de energía en los edificios públicos** con acciones que apuntan a la optimización energética desde la construcción. La posibilidad de **fomentar la educación ambiental y un cambio cultural**. Establecer **programas de eficiencia energética** que consideren cambios de suministros energéticos en los servicios públicos y calles. Y la creación o difusión de fondos disponibles para planes y proyectos sobre energías renovables.

"Veo con mucho interés y a la vez preocupación el tema del desarrollo de la política energética a nivel nacional y especialmente acá en la región de Coquimbo, entendiendo que tenemos un potencial super grande en energías renovables y no convencionales que se han ido instalando aquí en la región, sobre todo pensando en temas de energía solar y eólica. Sin embargo, gracias a la exposición que hicieron me pude percatar de varias cosas que son bien interesante en base a las emisiones y los desafíos que se transforman en oportunidades"

"El sector privado tiene un potencial muy amplio en la mitigación del cambio climático ya sea en la parte de la construcción, infraestructura, también de la generación local ya sea por ejemplo en la agricultura generando energía para su propio consumo en los predios donde hay agricultura intensiva y ese mismo criterio lo podríamos llevar a la minera, a la industria portuaria, en general. Aprovechar el potencial que tiene la región, sobre todo en sol, para poder generar autoabastecimiento"

Matrices de síntesis:

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los sectores privados	***Acciones***
1.- Sector residencial	Reducir el uso o aumentar la eficiencia en el consumo energético de las piscinas (condominios)
	Apuntar a inmobiliarias con suministro eléctrico solar
2.- Infraestructura y construcción	Diseñar infraestructura para reducción de consumo energético.
3.- Disminuir el consumo de energías no limpias.	Generar energía local para su propio consumo
	Apuntar a la utilización de energías solares para el sector productivo.
4.- Responsabilidad social real	Cuidado medio ambiental
	Responsabilización sobre efectos contaminantes
	Recuperación de espacios
5.- Incentivar el cambio de energías en los transportes.	Instalación de puntos de carga para autos eléctricos
	Alianza con sector público para instalación de tren eléctrico aprovechando las líneas ferroviarias ya existentes.

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los organismos públicos	***Acciones***
1.- Potencial de mitigación de consumo de energía en edificios públicos	Apuntar hacia la optimización energética desde la construcción
	Abastecer con energía solar
	Sellar y aislar bien los edificios para volver eficiente y disminuir el consumo de energía para calefacción.
2.-Educación ambiental	Implementación de planes y programas educativos sobre energías renovables
	Educación ambiental en las escuelas
3.- Establecer programas de eficiencia energética	Instalación de energía solar y paneles
	Cambio en las luminarias
	Proyectos para abastecer regimientos con paneles solares
4.-Incentivar proyectos de reducción de consumo energético.	Poner a disposición fondos para financiar proyectos sobre energías renovables

En general, la percepción sobre las metas y sus plazos es **positiva**, aunque con algunas reservas. La opinión optimista se basa en que **en la región el 99% de la energía producida sería energía limpia,** correspondiendo el porcentaje restante a suministros de respaldo, por lo tanto, las emisiones del sector energía, por lo menos en su producción, son muy bajas y esto representaría una ventaja para el cumplimiento de estas metas respecto de otras regiones del país. También se considera posible el cumplimiento de estas metas pensando en proyecciones de **aumento en la producción de energías limpias en la región**, considerando el gran avance que ha ocurrido en los últimos diez años.

Sin embargo, se identifican también **barreras** que podrían afectar el cumplimiento de estas metas, por ejemplo, que **la región consume más energía de la que produce** (50% aproximadamente) por lo que depende de la red de suministro energético nacional o de otras regiones, y lo que significa que **no toda la energía que se consume en la región es limpia**. Además, se requeriría aumentar la producción de energías limpias, **contar con tecnologías de almacenamiento**, y aumentar la posibilidad en el mercado de la producción de **hidrógeno verde** como suministro para los grandes consumidores de energía de la región: la minería.

Finalmente, se considera que la gran **dispersión poblacional** y los extensos territorios rurales significarán una dificultad para el cumplimiento de metas como la utilización de combustibles bajos en GEI.

"Quizás nosotros en la región de Coquimbo tenemos muchas más posibilidades de acceder a esa meta que quizás otras regiones de Chile cuya matriz productiva o cuya matriz energética es más contaminante que la nuestra."

"Lo que es generación de energía en la región es alrededor de un 99% en base a energías renovables, el resto que se genera son centrales de respaldo (…) Entonces en ese sentido, la región produce casi el total de su energía en base a energías renovables. Lo que sí pasa es que consumimos más energía de la que se genera en la región, entonces si lo vemos desde ese punto de vista dependemos un poco de otras regiones o de lo que pase en el sistema eléctrico en general"

"El tema del hidrógeno verde, que ahí tenemos un tremendo potencial, pero es una industria que todavía no tiene los precios como para competir. Porque generar hidrógeno verde es al menos unas tres veces más caro que generar hidrógeno gris. El gran consumidor que tenemos en la región es la minera, entonces ahí podría entrar un poco a jugar el tema del hidrógeno verde."

Matriz síntesis:

Meta	***¿Es factible realizarla a nivel regional?***	
	Si la respuesta es positiva:	***Si la respuesta es positiva***
30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos respecto al 2007	La región tiene un mayor potencial, en comparación a otras regiones, para reducir los GEI al 2030.	Complejidad en la región para poder cumplir con esta meta pensando en el año 2030.
Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.	Pensando en términos del transporte público, mediante uso de energía eléctrica, puntos de carga y posibilidad de tren.	Un punto negativo es la dificultad de incluir las comunas alejadas a estas iniciativas de transporte eléctrico.
60% de las emisiones del sector energía en relación con el año 2018	Existe capacidad para seguir creciendo en energías renovables en la región, considerando cómo ha evolucionado en los últimos 10 años.	
	Existen tecnologías que se pueden implementar en la región	

	para la producción de energía limpia.	
35% de reducción de la intensidad energética del país, con respecto al año 2019		Se consume un 50% más de energía de la que se produce en la región.
75% de reducción de emisiones de contaminantes locales provenientes de la generación eléctrica	En la región prácticamente no existe generación de energías no renovables (aprox. 99%)	Un punto negativo que podría dificultar la obtención de la meta: se consume, en la región, más energía de la que se produce. (se depende demasiado de energías producidas fuera de la región)
	Se debería aumentar la emisión de energía renovable en la región.	
	Desarrollar tecnologías de almacenamiento de energía.	
	Implementar especializaciones y carreras en relación con generación de energías limpias e hidrógeno verde, en la región.	

Industria y Minería

El potencial de mitigación tal como fue abordado, da cuenta de las capacidades de los sectores **privados** para la mitigación. Donde para el caso del sector industria y minería se identifica principalmente los **recursos económicos** que facilitan la incorporación de medidas de mitigación. Se destaca, a su vez, la **acuicultura** donde se manifiesta que existe una mayor voluntad que capacidad de limitantes tecnológicos y de recursos.

Respecto a las acciones que aportan a la mitigación desde el sector privado, se plantea la necesidad de contar con **manejo adecuado de relaves** basado en una economía circular, así como la **incorporación de energías renovables**. Para el caso de la acuicultura se identifican diversas acciones que se llevan a cabo y que aportan como medidas de mitigación ante el cambio climático, como el **cambio de hidrocarburo líquido a gas**, cambio de refrigerantes, reducción de consumo de agua (hidro lavado), el tratamiento residuos líquidos por evaporación y la **reutilización de residuos sólidos** (flora fauna y restos orgánicos). Mientras que en la agroindustria se encuentran las **certificaciones** y la **eficiencia de uso de agua** mediante la incorporación de tecnología.

Respecto del **sector público**, se identifica como potencial la **incorporación de la adaptación energética**, encontrándose en una transición hacia la incorporación de energías renovables. Se destaca la importancia de una **política de gestión**, desde una mirada transversal más eficiente. Y por último, se señala el potencial a través de las normativas, dado que existen herramientas para sancionar, sujetas a perfeccionarse.

"Tenemos más voluntades que capacidades, la voluntad nace de la impronta propia de la actividad (acuicultura)… somos los más llamados a mitigar cualquier efecto en el medio ambiente marino o emisiones en la atmósfera. Tempranamente hemos realizado algunas cosas, como cambio de combustible… pero siempre los recursos económicos son limitados, la tecnología no está tan a la mano,

todavía tienen un alto precio, tampoco tenemos desarrollo de ingeniería que permita mitigar estos efectos, por eso insisto, más voluntades que capacidades técnicas para mitigar"

"En cuanto a las capacidades de los sectores privados, ahí podríamos hablar de infraestructura, de capacidades humanas, capacidad de investigación… capacidad de pasar de energías convencionales a energías renovables, adaptación que debería generar el sector minero… la incorporación de energías renovables".

"Ahora con la nueva mirada que tiene la política de gestión de cambio climático, donde la responsabilidad no se concentre, donde cada área del estado tiene una responsabilidad, para que la temática de cambio climático sea abordada de manera responsable y eficiente".

Matrices de síntesis:

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los sectores privados	***Acciones***
1.- Acuicultura: Mayor voluntad que capacidad de limitantes tecnológicos y de recursos. Declaraciones anuales y consumo a ventanilla única, pero faltan estudios de huella de carbono.	**Relaves,** manejo adecuado de relaves, basado en una economía circular. Acción deseada.
2.- Contar con mayores recursos económicos, lo que facilita la implementación de medidas de mitigación	**Acuicultura** Cambio de hidrocarburo líquido a gas, cambio de refrigerantes, reducción de consumo de agua (hidro lavado), tratamiento residuos líquidos por evaporación. Reutilización de residuos sólidos (flora fauna y restos orgánicos) Ostión, sumidero natural de CO2.
	Agroindustria: Certificaciones, eficiencia de uso, incorporación de tecnología, huella de carbono

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los organismos públicos	***Acciones***
1.-Adaptación energética Pasar a Energías Renovables.	**Plan de descontaminación** Bajar la información a la comunidad.
2.- Política de gestión CC Mirada transversal, más eficiente, cada ministerio tiene su rol, mayor sinergia.	**Reforestación.**
3.- Incentivos Financiamiento, subsidios.	**Política de gestión CC.**
4.- Normativa (capacidad potencial) Hay herramientas para sancionar, sujeto a perfeccionarse. Incentivar o sancionar.	**Modernización de leyes actuales** Sancionatorio en emisiones e incentivar acciones de mitigación o tecnología y potenciar sinergia intersectorial.

Respecto a la meta 1 del sector industria y minería referida a que el 100% de los grandes consumidores de energía industriales y del sector transporte deberán realizar un uso eficiente de la energía, se visualiza que en el mediano o largo plazo esta meta se podría cumplir, especialmente en relación con los recambios de vehículos de locomoción colectiva por alternativas (electromovilidad).

"Lo veo más a mediano y largo plazo… 2030 en adelante, en relación con el cambio de vehículos, a nivel nacional he escuchado del recambio de autos de locomoción colectiva con energía más eficiente… debería dar el salto y que el incentivo este orientado a la obtención de vehículos eléctricos".

La meta 2 sobre el 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector Industria y Minería al 2050 con respecto al 2018; se visualiza como una meta factible, ya que si el sector minero pesa más en las emisiones podría ser factible considerando su capacidad financiera.

"Personalmente lo considero factible siempre y cuando el mayor peso prorrateado de estas emisiones directas se los lleva al sector minero"

Matriz de síntesis:

META	***¿Es factible realizarla a nivel regional?***	
	Si la respuesta es positiva:	***Si la respuesta es negativa***
1.- 100% de los grandes consumidores de energía industriales y del sector transporte deberán realizar un uso eficiente de la energía.	Mediano largo plazo, en relación con los recambios de vehículos de locomoción colectiva por alternativas (electromovilidad).	
2.- 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector Industria y Minería al 2050 con respecto al 2018.	- Factible, si el sector minero pesa más en las emisiones podría ser factible por capacidad financiera Minería. -Proyección minera. No hay mayor inversión por parte de la minera. La industria tendría mayor proyección. -Considerar la proyección minera	

Transporte

El potencial de mitigación es evaluado como alto durante la discusión. Se destaca el potencial de posibles alianzas entre el sector público y privado, principalmente en la **búsqueda de alternativas a los medios de transporte público**, como un tren eléctrico que conecte la conurbación.

Desde el **sector privado** se identifica un gran potencial de mitigación al **incentivar el uso de vehículos eléctricos, personales y públicos**; generando diferencias en la oferta de los vehículos eléctricos que desincentive la preferencia por los vehículos convencionales. En este mismo sentido, se evalúa el potencial del sector privado para **incentivar el uso de otro tipo de transportes**, generando e **incluyendo en sus proyectos de construcción conexiones de ciclovías**. Además de acciones de mitigación por parte de las empresas como la **optimización del traslado del personal**; con buses de acercamiento, iniciativas de uso compartido de vehículos y/o cambiar a vehículos de traslado de tipo eléctrico.

Por parte del sector público el potencial se concentra en la **creación de políticas públicas en infraestructura y transportes públicos**, destinando parte de los impuestos al combustible a incentivar la electromovilidad, establecer licitaciones y planes de mejoras en la infraestructura del transporte público vigente para volverlo más eficaz. Además, considerar **cambios en las modalidades de trabajo presencial** a trabajo remoto o teletrabajo, con el fin de descongestionar y utilizar menos transporte. Por último, **concientizar sobre contaminación y uso de transportes alternativos** con capacitaciones y difusión de información, e incluir la **evaluación de transportes alternativos para cargas pesadas.**

"¿Cuál es la capacidad del sector privado? Es dar incentivos en el trabajo a usar transportes más renovables, generar más rutas de bicicletas, suena un poco iluso decir pucha cómo voy a obligar a todo este tema, pero de cierta forma al plantearse este problema del cambio climático y la reducción que hay que tener hay que buscar ideas así que sean como fomento al uso de transporte renovable que no solo tienen que ser eléctricos, puede ser caminar, la bicicleta, transportes en trenes."

"Es cierto los esfuerzos tienen que venir del sector público por dar un mejor servicio con el cual uno se motive al dejar de moverse en el auto privado que muchas veces es más caro (…) Igual hay que dejar el espacio y dejar en claro que las transformaciones no solo deben ocurrir de una forma tecnológica, sino que también por el querer cambiarse a un transporte más limpio."

"Creo que los esfuerzos van más por el lado de una implementación de un transporte público apropiado que en el fondo nos permita reducir un poco lo que es el parque automotriz particular que existe porque ni siquiera eso tenemos. Y junto con dotar con mayor infraestructura para el uso de la bicicleta y algunos transportes asociados al acercamiento a otros puntos que puedan generar menos emisiones."

Matrices de síntesis:

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los sectores privados	***Acciones***
1.- Incentivar el uso de vehículos eléctricos	Generar diferencias en la oferta de vehículos eléctricos y convencionales.
	Mejorar la oferta de puntos de carga y centros de distribución de autos eléctricos.
2.- Incentivar el uso de transportes renovables.	Generar más rutas de bicicletas.
	Innovación en empresas de transporte público optando por híbridos o eléctricos.
3.- Industrias y empresas grandes optimizan el traslado de personal.	Dotar de vehículos de acercamiento al personal
	Generar iniciativas de uso compartido de vehículos
	Empresas dotar de transporte con energías renovables.
4.- Alianzas con sector público	Tren eléctrico para la conurbación (público-privado)
	Gestión aumento de flota o frecuencia en transporte público.

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las...***	
Capacidades de los organismos públicos	***Acciones***
1.- Políticas públicas en infraestructura y transportes públicos.	Destinar una parte del impuesto específico del combustible para potenciar el uso de vehículos de electromovilidad.
	Establecer bases de licitación de organismos públicos para transporte de electromovilidad.
	Plan de mejoras para las condiciones de infraestructura para el transporte público.
2.- Cambios en formas de trabajo (que significan movilidad de personas no imprescindible)	Incentivar sistemas de teletrabajo para descongestionar el flujo vehicular.
3.- Concientización sobre uso de transportes públicos y alternativos.	Generar capacitaciones en empresas, colegios, etc. Para fomentar el uso de transporte público y alternativos.
4.- Evaluación alternativas en transportes pesados.	Incentivar disminución de uso de camiones y vehículos grandes, considerando metro tren.

En general **la posibilidad de cumplimiento de las metas se evalúa de manera positiva, pensándose a 20 años y considerando las herramientas tecnológicas que se tienen y que se pondrán en marcha dentro de los próximos años,** como la integración de 36 buses eléctricos para el transporte público en la conurbación y el mercado de autos eléctricos que crece de forma gradual.

Sin embargo, se llega a la conclusión de que para alcanzar estas metas **se requiere trazar objetivos y normas que funcionen en pos de disminuir las emisiones de GEI, sobre todo aquellas provenientes del sector empresarial, el cual no va a realizar estos cambios por sí mismo y por lo tanto, se deben normar o incentivar desde el estado**. Para esto se propone generar campañas de difusión y concientización de la población respecto de la contaminación causada por el transporte, implementar planes (como se está haciendo) de electromovilidad en transportes públicos, generar normas de transporte sustentable en las grandes industrias, planes y programas de turismo sustentable (en términos de traslados) y la actualización de las infraestructuras para transportes alternativos.

Finalmente se considera la situación de los sectores rurales, donde se volvería aún más dificultosa la reducción de emisiones por el transporte considerando que los factores de lejanía y la dispersión de la población serían barreras importantes a la hora de pensar alternativas a los vehículos convencionales.

"Más que hablar de cifras creo que impone una dificultad tremenda porque conlleva cambios de hábitos y también el hecho de adaptarse a un sistema que por sí solo no funciona bien, yo creo que gran parte de las personas tomamos la decisión de comprar vehículos particulares porque tenemos un sistema que no es eficiente. Significa una reestructuración de todo el sistema porque por sí solo un tranvía no va a solucionar una problemática".

"La historia lamentablemente nos dice que somos muy malos para reducir emisiones, pero la idea es dar el esfuerzo, tener la conciencia y aprovechar las instancias".

"El tema del privado al final va a ser una decisión de él mismo, a menos que haya una normativa que tenga una bajada a nivel pública que obligue, si no hay una normativa creo que debe tener un incentivo, porque el privado en el fondo te va a decir bueno que saco yo con esto, porque lo puedes explicar en

términos ambientales y no les interesa, pero se puede llevar a ámbitos económicos y ahí si le va a interesar."

Matriz de síntesis:

META	***¿Es factible realizarla a nivel regional?***	
	Si la respuesta es positiva:	***Si la respuesta es negativa:***
20% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector transporte con respecto al 2018.	Generando campañas de difusión sobre uso de transportes públicos o alternativos.	
	Implementando un plan de Transporte público de electromovilidad.	
	Normar el uso de transporte sustentable en 20% o más de proveedores de grandes industrias.	
40% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector transporte con respecto al 2018.	Generando norma que exija al 40% de proveedores de grandes industrias de uso de transporte sustentable.	
	Generando restricciones vehiculares en ciertas calles y aumentar la frecuencia de las revisiones técnicas.	
	Generando programas de concientización ambiental para la población	
	Fomentando turismo sostenible respecto al transporte.	
50% de reducción de emisiones de contaminantes locales provenientes del transporte en ruta (vehículos particulares, comerciales, taxis y transporte público urbano nacional).	Se puede realizar en la medida en que se tracen objetivos.	
	Evaluar e implementar un plan integral de actualización en infraestructura, maquinaria, campañas de cambios de hábitos en el transporte en la región.	

Construcción Residencial

En el **sector privado** se identifican tres áreas con potencial de mitigación; primero, la **organización sectorial referida a la creación de redes y convenios dentro del sector,** con acciones tales como potenciar el emprendimiento sustentable, negociar insumos de construcción y el uso de materiales que posean características de sustentabilidad. Segundo, **facilitar el acceso a medidas y construcciones sustentables**, incentivando el mercado residencial de viviendas eficientes tanto en lo energético como hídrico, construyendo más edificios y condominios con este enfoque y considerando opciones de financiamiento a través de subsidios, además de un cambio en la imagen que se ofrece de los jardines y fachadas, considerando priorizar especies nativas. Y tercero, el potencial de mitigación que se advierte como uno de los más importantes y necesarios, es la **capacidad de mejorar la gestión de los residuos de construcción,** esto teniendo en cuenta que la región de Coquimbo no cuenta con un vertedero o escombrera autorizada para este tipo de residuos por lo tanto el mayor potencial de mitigación aparece a la hora de poder gestionar, reutilizar y revalorizar dichos residuos.

Desde el **sector público** es donde se identifican las mayores potencialidades de mitigación, considerando que existen estrategias nacionales de construcción sustentable y lineamientos generales por parte de los ministerios, planes reguladores y estrategias de desarrollo regional que potencian el cuidado de medio ambiente pero, hacen falta planes de mitigación en construcción y certificaciones de construcción sustentable, entre otras cosas como la difusión proyectos, subsidios y ayudas económicas para adquirir viviendas con sustentabilidad o eficiencia energética o hídrica, los cuales a pesar de existir no estarían llegando a la población.

A partir de esto se identifican tres grandes potencialidades primero, **impulsar la construcción de viviendas sociales sustentables e impulsar el mercado de viviendas sustentables** en general, cuyas acciones consideran tanto la misma construcción de viviendas como la difusión de la existencia y las formas de acceder a ellas. Segundo, la **generación de proyectos con planificación e implementación de generación de energía distribuida y la creación de normas e incentivos** que inciten al sector privado a optar por métodos de construcción sustentables. Y tercero, un **cambio cultural necesario, a través de educación ambiental** tanto para el sector de construcción como para las personas en general.

"En el tema de construcción y de eficiencia hídrica y de materiales en la región hay varios actores muy comprometidos, pero está recién comenzando y el sector de la construcción es muy complejo de cambiar, mantiene prácticas que normalmente no son muy innovadoras, no es de rápido cambio, pero creo que finalmente que estas estrategias nacionales que existen, más la disposición y voluntad de las constructoras locales dan un potencial grande. El tema es que el rubro de la construcción es complejo en lo que es manejo de residuos, en lo que es adaptación en la forma de construir".

"El sector privado que construye debiera propender a arborizar y tener parques o residencias con más especies que sean nativas, de bajo requerimiento hídrico y que permitan también mitigar, y ahí viene el cambio conductual, porque finalmente el cambio conductual de yo elegir una vivienda más eficiente, con energía solar, tiene que ver con la capacidad de educación que tienen las personas al elegir".

Matrices de síntesis:

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los sectores privados	***Acciones***
1.- Organización sectorial	Conocer experiencias como ejemplo para desarrollo de proyectos sustentables
	Negociar insumos
	Potenciar acciones de emprendimiento sustentable en el sector.
2.- Accesibilidad a recursos y viviendas sustentables.	Incentivar el mercado residencial sustentable.
	Construir viviendas, condominios, edificios sustentables.
	Considerar opciones de financiamiento (subsidios) para este tipo de vivienda.
	Cambiar imagen de áreas verdes a especies nativas que favorezcan la mitigación.
3.- Gestión de residuos.	Reutilización y revalorizar los residuos de la construcción.
	Gestionar una escombrera en la región, no hay capacidad de manejo.

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los organismos públicos	***Acciones***
1.- Construcción de viviendas sociales sustentables	Difusión de información sobre viviendas sustentables disponibles.
	Construcción de casas sustentables
2.- Generación de proyectos y normas	Planificación e implementación de proyectos de generación distribuida
3.- Cambio cultural	Educación ambiental comunitaria acerca de la importancia de las construcciones con enfoque sustentable.

La percepción respecto de la posibilidad de cumplimiento de las metas presentadas es, en general, negativa o moderada. Esto por diversos factores; la crisis financiera en los servicios públicos y la condición y antigüedad de los edificios donde operan, el alto índice de carbonización que tiene el país, y los dos factores más relevantes; primero, **la alta dispersión y porcentaje de ruralidad** que posee la región lo cual dificulta la aplicación de políticas de sustentabilidad en la construcción así como también el cambio en la matriz energética y de transportes, y segundo, la **complejidad de realizar e incorporar cambios en el sector de construcción** el cual sería muy conservador y mantendría prácticas demasiado tradicionales tanto en el proceso de construcción como en el manejo de residuos.

Para optar a cumplir parte de estas metas, en un 20 o 30% dependiendo del caso, tendrían que realizarse **cambios a nivel normativo, generarse nuevas bases y lineamientos a partir de políticas públicas y estrategias regionales y fomentarse una mayor educación ambiental y difusión de los subsidios y fondos existentes para viviendas sustentables**. Esto exceptuando la meta número 4 referida a que un 30% de edificaciones cuenten con sistemas de control y gestión inteligente de la energía, meta que es considerada no aplicable a la región principalmente por su alto porcentaje de población rural y dispersión en el territorio.

"Tenemos condiciones y factores de inversión, el tema es la voluntad. Tenemos las inversiones, pero también tenemos que reducir los consumos porque de otra forma no podemos alinear el consumo, da igual si se mejora la eficiencia del transporte si seguimos consumiendo más, da igual que mejore la energía renovable si seguimos consumiendo más, tenemos una necesidad de consumir cada vez más y eso está relacionado con las políticas de eficiencia energética".

"Es muy difícil por la crisis financiera que tienen los servicios públicos, los edificios son tan antiguos que no te permite poder mejorar infraestructura y no se tiene ni siquiera el presupuesto para la mantención básica. Yo lo veo con desesperanza".

"En la minera pelambres claramente ahí está el gran consumo. Si Pelambres reduce su 12% estaríamos bajando de inmediato".

Matriz de síntesis:

Meta	***¿Es factible realizarla a nivel regional?***	
	Si la respuesta es positiva:	***Si la respuesta es negativa:***
100% de edificaciones públicas nuevas con consumo de energía neta cero.		Muy difícil, porque los edificios de organismos públicos son muy antiguos.
		Se podría pensar en un 30%
		Sería necesario realizar una línea base y mediciones para tomar decisiones.
El sector comercial, público, residencial, (CPR) al compromiso de reducción del 12% del consumo energético (proyectado al año 2020).	Existen las tecnologías y subsidios para mejorar la eficiencia energética. Aunque no llegan a la población.	
La reducción del 20% de gases efecto invernadero, tomando como base las emisiones proyectadas al año 2020		Tendría que estar condicionado por la matriz eléctrica, ya que Chile está muy carbonizado todavía.
		Condicionado por las políticas de eficiencia energética.
30% de las edificaciones cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.		Esta meta no es aplicable para la región, por la alta ruralidad en la zona y la dispersión de la población.
100% de hogares acceden a energía para satisfacer necesidades de calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos a partir de fuentes de energía limpia de bajas emisiones		Podría alcanzarse en un 20%. Considerando el uso de la energía solar. Disminución de uso de leña en la zona rural y reutilización de aguas grises.
100% de edificaciones nuevas, residenciales y no residenciales, son "consumo energía neta cero"		Podría pensarse en un 20%

Uso de Suelo

Los y las participantes determinan que este **sector privado posee una mejor capacidad de respuesta**, y que, para el caso de la agricultura extensiva, las medidas y **potencial de mitigación se encuentran condicionadas cuando está orientada a la exportación**, esto debido principalmente a las altas exigencias de los mercados actuales respecto a la inocuidad de los alimentos.

Para el caso del **sector público**, emergen desde la discusión, diversas necesidades que este sector debe abordar en sus quehaceres, como es una **alta necesidad de implementar instrumentos de planificación territorial**, que exista **diálogo y unificación** de las distintas normativas y en sus distintos planos: ya sean estos comunales, regionales, etc. Y la necesidad de **incorporar una mirada integral y desde los territorios**, y que deba existir un ejercicio mancomunado entre el sector público y privado que se encuentre normado para aumentar su efectividad.

"Es una ardua tarea, no olvidemos que la Región tiene a nivel nacional, es la top one en términos de degradación del territorio, más del 85% está en alguna categoría y se sigue deteriorando".

"Es difícil evaluar la región, sin embargo, el factor político es central respecto al potencial de mitigación del uso del suelo que podría tener esta región, creo que la definición de instrumentos de planificación acordes a la realidad actual, con lo complejo que son la conurbación, las ciudades medias de nuestra región, hacen que tengan que ser instrumentos precisos, con buenos diagnósticos, que permitan en futuro orientar las medidas de mitigación".

Matrices de síntesis:

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los sectores privados	***Acciones***
1.- Mejor capacidad de respuesta.	Exigencias de mercado para regular la mitigación.
2.- Condicionado cuando está orientado a exportación.	

Potencial de mitigación ***Evalúe el potencial de mitigación del cambio climático, en relación con las…***	
Capacidades de los organismos públicos	***Acciones***
1.- Factor Político (instrumentos acordes a la realidad actual).	Recarga de acuíferos y otras acciones vinculadas al manejo de agua (suelo-agua).
2.- Avanzando en la incorporación de comunidades en las medidas de mitigación (sectores rurales, procesos integrales).	Creación de un plan de conservación sumideros en áreas verdes.
3.- Criterio de mitigación adecuado para su efectividad.	Educación a futuro con proyección ante el cambio climático.

4.- Restauración hidrológica forestal, con comunidades agrícolas, generación de empleabilidad y asistencia a los ecosistemas en restauración.	Generar socio ecología real. Conservación del suelo.

En general las metas del sector agua y suelo **se consideran factibles**, para el caso de la meta 1 referida a que Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 $MtCO_2eq$ anuales, al año 2030; se plantea la importancia de diferenciar por cuenca y subcuencas en la Región. Por lo que sería factible si se territorializa en las características regionales, delimitando la caja de río e incorporando componente xerofítico.

"La meta es factible, el problema es que esa factibilidad hay que conceptualizar de acuerdo con la Región para no generar distorsiones, eso supone territorializar, no centralizar como está siendo ahora concebido".

Para el caso de la meta 2 y meta 3, mencionadas en el siguiente cuadro, estas son factibles de llevar a cabo desde la perspectiva de las personas participantes, siempre que se busque **forestar en zonas ribereñas, realizando una restauración a escala paisaje, transparentar y el uso de ganado caprino especialmente respecto al uso, manejo y sus impactos,** especialmente en la alta cordillera; de esta forma se viabiliza la recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal/o en áreas prioritarias de conservación.

Mientras que la meta 3 que busca reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2031, se considera factible de realizar a nivel regional mediante el **apoyo e incorporación de incentivos, fortalecimiento de los marcos normativos y las áreas de conservación**, por ejemplo.

"Es factible realizar un esfuerzo, pero apuntaba a que hecho de menos incentivos para… hay ciertos incentivos que se podrían implementar, pagos por servicios ambientales, pago por servicios ecosistémicos, no sé, hecho de menos incentivos por parte del Estado para propender a una mejora respecto al territorio".

"Fortalecer ciertas normativa y leyes para proteger nuestro territorio, como el Derecho real de conservación, actualmente existe esa ley, donde los privados pueden hacer conservación y pueden tirar áreas para la conservación de áreas boscosas importantes, con formaciones xerofíticas, falta un poco más de motivación".

Matriz de síntesis:

META	***¿Es factible realizarla a nivel regional?***	
	Si la respuesta es positiva:	***Si la respuesta es positiva***
1.- Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos, representando capturas de GEI en alrededor de 0,9 a 1,2 $MtCO_2eq$ anuales, al año 2030	-Diferenciar por cuenca y subcuencas en la Región. -Factible si se territorializa en las características regionales. -Delimitar caja de río -Incorporar componente xerofítico: CCAA, trabajo en materias de protección y restauración.	Se debe establecer una red de bienes nacionales de corredores biológicos.

2.- Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud preferentemente forestal/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 $MtCO_2eq$ anuales al 2030.	-Forestar zonas ribereñas -Restauración a escala paisaje. -Transparentar el uso de ganado caprino (uso y manejo y sus impactos). -Mecanismos compatibles tanto para la ganadería caprina como para los fines establecidos.	
3.- Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2031	-Incorporar incentivos por servicios ecosistémicos u otros. -Fortalecer lo legal, como áreas de conservación. -Incorporar el área de estudio, mediante política de levantamiento periódica de censo ganadero adecuada a la región.	

1.2.3. Taller #3: Análisis de Riesgos, Priorización y Medidas de adaptación

Lugar: Via online, ZOOM
Fecha: 9 de Noviembre de 2022
Horario: 10 – 12:30h
Encargados de la actividad: Marcelo Olivares, Mario Jorquera (IPP), Laura Ramajo (CEAZA)
Apoyo al Equipo Consultor: Kyra Stegman, Álvaro Castro (IPP-UCN), Pilar Pérez (MMA), José Ortiz (Ciudad e Infraestructura), Enrique Ostria (Agua y Suelo), Marcelo Rivadeneira/Jeisson Barraza Biodiversidad), Laura Ramajo (Zona Costera), Emiko Sepúlveda (ECOLOQUIAL).

Análisis de la Asistencia:

El taller contó con una inscripción de 108 personas, presentando una asistencia final de 73 personas entre los invitados y los equipos de trabajo (CEAZA, MMA y Ecoloquial). Con respecto a la caracterización de los asistentes (descontando los equipos de trabajo), se tuvo un total de 62 participantes, de los cuales 4 personas no rellenaron la información solicitada, tanto para la inscripción como para la asistencia. Del total de 58 personas con las que se cuentan con datos, se desprende el siguiente análisis:

- Sector:
  - Academia 6 participantes
  - Privado 7 participantes
  - Público 37 participantes
  - Sociedad civil 6 participantes
  - Otro 2 participantes
- Nivel territorial:
  - Comunal 11 participantes
  - Local 2 participantes
  - Nacional 9 participantes
  - Regional 36 participantes
- Género:
  - Femenino 24 participantes
  - Masculino 34 participantes
- Etnia:
  - Chango 1 participantes
  - Mestizo 1 participante
  - No se identifica 56 participantes

Programa:

Hora	Actividad
10:00 – 10:10	Bienvenida por parte del Ministerio de Medio Ambiente (MMA)
10:10 – 10:30	**Etapa 0:** Exposiciones: • Instrumentos de levantamiento de Riesgos (Laura Ramajo) • Metodología Participativa (Marcelo Olivares).

10:30 – 11:15	**Etapa 1:** Presentación y Análisis de los riesgos (Enrique Ostria, Jose Luis Ortiz, Jeisson Barraza, Laura Ramajo)
11:15 -11:45	**Etapa 2:** Acciones para disminuir los riesgos.
11:45- 12:15	**Etapa 3:** Priorización de los riesgos
12:15- 12:30	**Etapa 4:** Plenaria
12:30	**Despedida y Agradecimientos**

Objetivos:

- Realizar un análisis y localización de los riesgos y cadenas de impacto en la Región de Coquimbo.
- Identificar acciones y priorización de los riesgos y cadenas de impacto en la Región de Coquimbo.

Metodología General:

La actividad constó de tres grandes momentos:

- Momento Expositivo: Se presentó y contextualizó el proceso en que se enmarca el encuentro; siendo este, la tercera jornada participativa para la elaboración del anteproyecto del Plan de Acción Regional de cambio climático de la Región de Coquimbo[4].
- Momento Participativo: Previo al trabajo en cada grupo se desarrolló una presentación de los principales riesgos por sector identificados en los distintos instrumentos (ARCLIM, Adaptclim, PARCC). Una vez presentados, se llevó a cabo una metodología colaborativa que permite a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla enfocándose en los riesgos y cadenas de impacto ante el cambio climático en la Región de Coquimbo.
- Momento Reflexivo: Se desarrolló una plenaria donde se presentó un resumen de lo discutido en el momento participativo.

Desarrollo del Taller:

La Jornada de trabajo fue desarrollada en la **plataforma ZOOM** mediante la conformación de 4 grupos de trabajo (Zona Costera, Ciudad e Infraestructura, Biodiversidad, Agua y Suelo). Los y las participantes fueron acompañados por un integrante del equipo consultor y moderadores/as[5] a cargo de explicar la dinámica de la actividad, los objetivos, y tomar apuntes de lo discutido, solicitando grabar la sesión telemática. Durante el taller, se desarrolló un trabajo reflexivo grupal donde los comentarios serán sistematizados en un papelógrafo virtual en una plataforma (*Padlet*) destinada a ello.

Etapas del Taller:

Etapa 0:	**Exposición** Una vez conformados los grupos de trabajo, se procedió a presentar los riesgos para la Región de Coquimbo, los cuáles han sido obtenidos de distintos informes ARClim (36 riesgos), AdaptaClim (18 riesgos) y PARCC (11 riesgos).

[4] Se reforzará la idea del primer taller comentando que instrumento que este documento será elaborado por el Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) instancia liderada por el Gobierno Regional de Coquimbo.
[5] Cada moderador/a entregará al equipo encargado de las actividades participativas una minuta con los resultados para posteriormente generar una sistematización general del taller.

Etapa 1:	**Análisis de los riesgos** El trabajo grupal comenzó con una presentación de los riesgos por sector, realizado por miembros del equipo CEAZA. Los(as) participantes dialogan en torno a un conjunto de riesgos previamente identificados por cada grupo, bajo la pregunta: ***¿En qué comuna o lugar se manifiesta con mayor magnitud este riesgo?***
Etapa 2:	**Acciones** Una vez identificados los lugares donde se manifiestan los riesgos se consulta: ¿***Qué acciones visualizan para solucionar y disminuir estos riesgos?***
Etapa 3:	**Priorización de riesgos** Una vez ordenados en la matriz se procede a preguntar: ***¿Cuáles son los riesgos más importantes que identifican en la Región de Coquimbo? (priorizar los 3 más relevantes).***
Etapa 4:	**Plenaria** Un(a) participante designado expone a asistentes al taller las conclusiones de su mesa, graficadas en el papelógrafo entregado a cada grupo.

Hallazgos:

Zona Costera

Los riesgos asociados a la habitabilidad de las algas y moluscos se ubican espacialmente en el sector norte, Temblador, Despensa, las playas de La Higuera y Tongoy, respectivamente. Los sectores afectados se identifican como las actividades de extracción y otras actividades comerciales que dependen de ellas incluyendo el turismo, y las cadenas de alimentación de biodiversidad asociadas a dicho recurso. Las acciones propuestas en torno a las algas giran en torno a el **reforzamiento de programas de conservación, protección y fiscalización sobre las actividades de extracción en áreas de libre acceso**, mientras que para enfrentar los riesgos relacionados a los moluscos se propone **aumentar la investigación** considerando que los mayores riesgos se encuentran en cambios que puedan ocurrir en los sedimentos del fondo marino provocados por las marejadas o las bajadas grandes de ríos, además de evaluar la utilización de **herramientas y técnicas de la acuicultura para repoblar con cepas más resistentes**.

El sector del turismo asociado a las playas sería el más afectado en la zona costera, abarcando la Bahía de Coquimbo, Guanaqueros, Tongoy, y las playas de La Higuera, las cuales (especialmente la Bahía de Coquimbo) se verían expuestas e indefensas frente a las fuertes marejadas e inundaciones, de las que ya no pueden protegerse utilizando bancos de arenas que cada vez son más pequeños. De esta forma se propone **valorizar y diversificar las actividades y atractivos turísticos orientándose a la sustentabilidad**, **asegurar infraestructura costera adecuada** e incorporar a los **estudios y análisis la idea de la capacidad de soporte y un plan de manejo** de las zonas costeras.

De manera transversal se proponen acciones para enfrentar los riesgos en zonas costeras, como **mejorar y profundizar el conocimiento de la costa a nivel local a través de datos**, **monitoreos** y mareógrafos disponibles, **establecer las capacidades de carga** en las industrias de extracción existentes, y **manejar la pesca ilegal**.

"Necesitamos medir cual es el impacto que está teniendo hoy día, yo no sé si tiene que ver con el cambio climático, pero parece que el cambio climático también acelera la ambición por la extracción y por la depredación de los recursos y eso es algo que probablemente está en la base del problema, más que ser un efecto, es una causa directa a que incrementemos el impacto de los cambios climáticos o sus condiciones".

"Para poder establecer el riesgo, definir la capacidad de soporte que no es exactamente habitabilidad sino que por un lado es capacidad de soporte en términos de extracción para mantención, recuperación y sustentabilidad como de la interferencia que se va a producir ante la falta de un plan de manejo de borde costero, las diferentes especialidades tienen áreas que son claves para el manejo y es necesario reconocer las áreas buffer que permiten sustentar en el tiempo frente a esta tendencia del cambio climático sus áreas de conservación".

Biodiversidad

Respecto de los sectores y lugares donde se observan los riesgos presentados en el sector Biodiversidad y que se ven más afectados; en la categoría de **biodiversidad marina** se identifican lugares como las islas de la región, a saber, isla Choros, Damas, y bahías como Tongoy, Guanaqueros y La Higuera principalmente, donde se ven afectados los sectores del turismo especialmente aquel relacionado con los avistamientos de especies marinas y las actividades de extracción sobre todo artesanales. En estos mismos territorios se han identificado diferentes problemáticas relacionadas a los riesgos o efectos de ellos, como la disminución de especies residentes, cambios en las temporadas de avistamientos de especies móviles y la llegada de especies invasoras como por ejemplo la gaviota dominicana y el jote. Para enfrentar estos riesgos se proponen, a manera general, acciones orientadas a la **conservación, desarrollo de estrategias de manejo sostenible de los recursos, normar las actividades turísticas de avistamiento, proteger zonas de alimentación y generar corredores de protección que conecten las áreas ya existentes, estandarizar las metodologías de monitoreo de especies e involucrar e informar a la población**.

En el caso de la **biodiversidad terrestre**, los lugares identificados son las zonas cordilleranas y la reserva nacional la chinchilla en el caso de la fauna, y el valle de Limarí, Ovalle y Combarbalá principalmente respecto de los riesgos en la flora. Los sectores afectados varían entre el sector ganadero y agricultor. Los problemas identificados tanto para fauna como para flora, se relacionan con la falta de precipitaciones y el aumento de las temperaturas, lo que se ve reflejado en la falta de alimento para los felinos grandes, no solo el puma sino, el colocolo o el gato andino que han tenido que acercarse a la costa para conseguir alimento. Respecto a la flora, se hace hincapié en la necesidad de considerar las formaciones xerofíticas como bosques nativos en la región ya que presentan un alto riesgo de incendios. Las acciones propuestas para enfrentar dichos riesgos dicen relación con la **conservación, la creación de más áreas protegidas involucrando a los privados, generar corredores biológicos, identificar y estudiar zonas de alta potencialidad para la conservación biológica, normar actividades en bosques, y preparar a las comunidades** tanto educativamente como con herramientas e insumos para enfrentar un incendio, conociendo protocolos y generando redes directas con bomberos, por ejemplo.

"Hay mejores condiciones para las gaviotas y eso está yendo en detrimento de otras especies como los yuncos, como los pingüinos, porque las gaviotas depredan sobre las crías de estas especies".

"Respecto a la diversidad funcional, tal vez no se pueden independizar los factores como el cambio climático y la presión de sobrepesca, la captura de ciertos recursos, pero en el caso del loco si se han logrado identificar en algunos lugares, como en Chañaral, por ejemplo, que los tamaños del loco que están siendo cosechados cada vez se hacen más pequeños hay muchas razones y especulaciones respecto a cuál podría ser el factor determinante".

"Sobre los riesgos y amenazas en las formaciones vegetales, hay ciertos criterios que al parecer no se consideraron; como las formaciones xerofíticas… legalmente son consideradas bosques y ecológicamente son consideradas matorral, ahí creemos que eso merece una mirada más detallada porque en esos grupos y formaciones los riesgos se han evaluado y actualmente son muy altos, los riesgos de incendios forestales".

Ciudad e Infraestructura

En el caso del grupo de **Ciudad e Infraestructura**, los cambios en la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones y por el aumento en la frecuencia de sequías, es entendida por los participantes como una problemática regional, ubicada principalmente en los valles transversales. Centrando la conversación del grupo, principalmente en la identificación de problemas al respecto, por ejemplo, ningún embalse de la región presenta niveles para el consumo humano o que la disminución en niveles de agua en acuíferos afecta en su concentración. Ante lo que se plantean diversas actividades para su abordaje, las cuales se detallan más adelante en la matriz trabajada por el grupo, pero se orientan principalmente a **optimizar el recurso hídrico, es decir se debe normar las formas de riego y los tipos de cultivos o especies** que se pueden plantar según el territorio, asociado a **políticas de reconversión agrícola**.

Las inundaciones emergen como uno de los segundos riesgos priorizados por el grupo de trabajo, teniendo como principal lugar de afectación a nivel regional, particularmente localidades que quedan aisladas al momento de existir precipitaciones. Para el caso de inundaciones por desborde de ríos los lugares con mayor riesgo se identifican en el río Elqui, particularmente en la localidad de Marquesa debido a una instalación minera ubicada en la zona, lo cual conlleva a una relación causal de contaminación, así como el río Limarí, se identifica a su vez, como problemático la venta de terrenos ilegales que no permiten un ayuda estatal ante crecida de ríos e inundaciones. Mientras que el caso de inundaciones en zonas urbanas, los lugares afectados, se identifican en los principales centros urbanos, como son: Ovalle, Coquimbo, La Serena (Sector Puertas del Mar). Identificando, además, diversas problemáticas infraestructura no adecuada, nuevas parcelaciones (ilegales en ciertos casos) en sectores como Pan de Azúcar, no tienen planificación territorial. Las acciones en esta materia se encuentran en torno a la **planificación territorial, la educación y el mejoramiento de infraestructura**.

Los lugares que se ven afectados por el aumento de la presencia de medusas agua viva por aumento en la temperatura superficial del mar son: Bahía de La Herradura, Playa de La Serena, estando identificados en general las comunas costeras de Elqui y Choapa; siendo el sector turístico el más afectado por esta problemática. Respecto al aumento de presencia de fragata portuguesa por el mismo fenómeno se identifican lugares como Tongoy y Puerto Velero y sus playas aledañas. Indicando como principal acción para este riesgo el diseño de un **sistema de alerta temprana sobre presencia de medusas**. Los demás componentes del riesgo con sus lugares y acciones identificadas por el grupo de trabajo se pueden ver en las matrices anexadas a continuación.

"Ningún embalse en este rato desde el punto de vista de la formalidad tiene una reserva de agua para el consumo humano, esto se arregla en la base de los acuerdos, de la solidaridad, efectivamente cuando los embalses entran en un sistema de crisis, con un porcentaje de llenado menor… efectivamente las juntas de vigilancias tienen acuerdos con la sanitaria local y con algunos sistemas de APR y permitir algunas descargas que abastezcan el consumo humano".

Agua y Suelo

Uno de los principales riesgos identificados en el grupo **Agua y Suelo**, se encuentra estrechamente relacionado con las sequías hidrológicas, las cuales forman parte de una preocupación y problemática a nivel regional a nivel regional. Respecto a las principales acciones que emergen se encuentra la **protección de glaciares**, como una de las principales afectaciones se identifica el suelo como un factor importante, por lo que emergen diversas acciones en esa dirección como son la **regeneración de suelo (recuperación acumulación de agua), manejo sustentable de la tierra, recuperación de los suelos de alta cordillera**, mediante la protección a los glaciares, que entregan seguridad hídrica en momentos de sequías.

Por otra parte, el aprovechamiento de agua superficial de riego se entiende como una afectación principalmente en los valles transversales, entendidos estos como Elqui, Limarí y Choapa. En torno a este riesgo se propone **velar por el agua para consumo humano, así como adecuar los instrumentos públicos a realidad regional, donde la planificación debe ser desarrollada en base a la información disponible, para saber así la disponibilidad de agua como de sus flujos por cuenca.**

Respecto a la pérdida de área cultivable y cambios de la productividad de diversos cultivos, se identifican items de magnitud transversal como son: **recuperación de suelos, rotación de cultivos** y acordes a las condiciones climáticas de la Región que requieran menos agua, **promoción e implementación de la agricultura orgánica debido a la implementación de agro-químicos** y la pérdida de bio-reguladores, implementar **nuevas tecnologías de riego** según tipo o características de suelo y cultivo, **disminuir las áreas de cultivo**, entre otras detalladas en su respectivo cuadro de síntesis presentado a continuación.

"Yo creo que hay que considerar fundamentalmente todo lo que es alta y precordillera, ahí están los mayores recursos de biodiversidad florística, esa área alta es más sensible a nivel regional, y eso está ligado al suelo y está ligado a las políticas de suelo que deben realizarse… y eso tiene que ver además con la ganadería extensiva… porque toda esa zona además de abastecer de agua, la flora que da sustento a los recursos hídricos en toda la zona andina, es el área que está sufriendo hoy día mayor pérdida de flora".

"En las zonas altas son los lugares donde se está produciendo los grandes impactos del cambio climático, por lo tanto, la mirada por riesgo tiene que ser necesariamente por cuenca y eso de explicar de manera más fácil las acciones que hay que tomar a nivel de comuna, sobre todo partiendo por las zonas más altas, que tienen mayor responsabilidad".

"La adaptación de todos los cultivos de la agricultura, va a ir de la mano, ni siquiera de nuevas variedades, adaptarse a la Región, evitar el monocultivo, disminuir los cultivos que no son apropiados para la región, el cerezo… habrá que adaptarse a los cultivos similares… por ejemplo a los olivos o otros que se puedan ir plantando en el territorio, apuntar a la agricultura orgánica".

Matrices de Síntesis:

Zona Costera

Instrumento	Riesgo	Lugar o sectores donde se manifiesta	Acciones	Priorización	Transversales
PARCC	Cambios en la habitabilidad de *Lessonia trabeculata* debido al incremento en la temperatura del mar	**-Lugares:** Sector norte **-Sectores:** actividades y dinámicas sociales de extracción que aumentan la vulnerabilidad. **-Problemas:** aceleración de la explotación que amplifica la acción del cambio climático.	-Reforzar acciones de fiscalización que permitan disminuir y controlar la extracción en áreas de libre acceso, con financiamiento desde GORE o autoridades. -Generación de programas de conservación de áreas marinas.		**Acciones:** -Mejorar el conocimiento de la condición de la costa a nivel local (mejores datos, monitoreos y más mareógrafos) -Falta información para dar soporte a posibles acciones sobre cambios en placas tectónicas. -Establecer capacidades de carga en relación a industrias existentes (machas, huiros, actividades antrópicas como la agricultura de exportación) -Adaptación estableciendo capacidades de carga.
	Cambios en la habitabilidad de *Lessonia spicata* debido al incremento en la temperatura del mar				
	Cambios en la habitabilidad de *Lessonia berteroana* debido al incremento en la temperatura del mar				
	Cambios en la habitabilidad de *Macrocystis pyrifera* debido al incremento en la temperatura del mar				
	Cambios en la habitabilidad del Chungungo debido al incremento en la temperatura del mar				
AdaptaClim	Pérdida de desembarque artesanal de macha (*Mesodesma donacium)* por cambios en la temperatura superficial del mar	**-Lugares**: Tongoy, Temblador, Despensa, Choros. **-Sectores:** Cadenas asociadas al recurso, tanto comercial como ecosistemas. **-Problemas:** Interacciones con desarrollo de	Moluscos en general: -Aumentar investigación fisiológica/genética. -Uso de herramientas de acuicultura para repoblamiento con		
	Pérdida de desembarque artesanal de macha (*Mesodesma donacium*) por cambios en el régimen de surgencia				

		infraestructura y calidad de aguas. Hay que considerar que afecta más el oleaje y el movimiento del sedimento del fondo.	cepas de mayor resistencia.		-Participación de representantes ciudadanos y gobernanzas locales. -Manejar pesca ilegal. **Riesgos:** -Sobre-ocupación del espacio costero que interactúa con factores de riesgo que ya existen a propósito del cambio climático. -Falta de información para la toma de decisiones. -Falta de ordenamiento y planificación.
	Pérdida de producción acuícola del ostión del norte por cambios en la temperatura superficial del mar	**-Sectores:** actividades de extracción, consumo. **-Problemas:** efectos circunstanciales y eventos climáticos extremos.			
	Pérdida de producción acuícola del ostión del norte por cambios en el régimen de surgencia				
	Aumento de downtime en caletas de pescadores	**-Sectores:** interactúan con la pesca ilegal **-Lugares:** especialmente al norte de Punta Teatinos. **-Problemas:** mayor exposición a accidentes por marejadas.			
	Aumento de downtime en puertos estatales			**X**[6] Alto riesgo porque genera un efecto sobre área (intensidad de uso) en vista de falta de planificación.	
	Anegamientos de asentamientos costeros	**-Lugar:** Costa de la conurbación, bahía de coquimbo, entre Peñuelas y el Faro. **-Sectores:** afecta turismo, restoranes, infraestructura de la costa. **-Problemas:** No se puede acceder a arena para protegerse de las marejadas.	-Incorporar situaciones de anegamiento en oferta turística (que los botes puedas salir en nuevo escenario) -Mejorar gestión de riesgo de desastres. -Planificación territorial debe ajustarse a la ubicación de nuevas poblaciones, desde la costa 20 o 30 msnm.		

[6] X = priorizada/o durante el taller

		Quedan indefensos.			
	Pérdidas de atractivo turístico por erosión de playas	**-Sectores:** Turismo, restaurantes, especies locales. **-Lugares**: Playas de Bahía de Coquimbo, costa de la higuera. **-Problemas**: sobre extracción y uso de zona costera. Falta considerar la capacidad de soporte.	-Mayor valorización y diversificación de atractivos a partir de otros recursos turísticos en base a conservación. -Generar infraestructura y condiciones para uso sostenible. -Considerar idea de patrimonio turístico. -Planificación turística en contexto de cambio climático. -Asociar investigaciones a sector turístico.		
	Pérdidas de atractivo turístico en los destinos sol y playa		-Impulsar acciones de turismo sustentable: considerar resguardos, mayor información e infraestructura de soporte.		
	Pérdida de desembarque pesquero artesanal		-Protección de sistemas dunares como mejora de la capacidad adaptativa.		

Biodiversidad

Instrumento	Riesgo	Lugar o sectores donde se manifiesta	Acciones	Priorización
PARCC	Cambios en la habitabilidad del puma debido a la reducción en la precipitación	**-Sectores:** cabreros, trashumantes, ganaderos. **-Lugar:** Zona cordillerana, avistamientos zona costera. **-Cambios:** falta de precipitaciones y alimentos en cordillera obligan la bajada de los pumas a zonas costeras.	**-**Generar áreas protegidas privadas (por falta de áreas estatales) -Involucrar a la comunidad. **-**Generar corredores biológicos. **-**Identificar y estudiar zonas de alta potencialidad para la conservación biológica. **-**Manejo sustentable de matrices productivas en las zonas.	
	Cambios en la habitabilidad de la chinchilla debido a la reducción en la precipitación	**-Lugar:** reserva nacional La Chinchilla. **-Cambios:** recuperación de colonias en zonas aledañas a la reserva, desplazamientos.		
AdaptaClim	Cambios en la riqueza de especies marinas por aumento en la temperatura superficial del mar	**-Sectores:** Turismo de avistamientos, Pesca artesanal, capacidad adaptativa de las comunidades locales. **-Lugares:** La Higuera, Guanaqueros, Tongoy, Islas de la región (los Choros, Chañaral de aceituno, etc.) **-Problema:** Dificultad de monitoreo por gran cantidad de especies.	-Conservar -Desarrollar estrategias de manejo sostenible de los recursos naturales. -Diversificación de las actividades productivas. -Incorporar la variable de cambio climático en la normativa.	
	Cambios en la composición de especies marinas por aumento en la temperatura superficial del mar			**X** (afectado además por la extracción indiscriminada, afecta la pesca artesanal y la vida de las comunidades locales, poca capacidad adaptativa de las especies sin movilidad)
	Cambios en la diversidad funcional de especies marinas por aumento en la temperatura superficial del mar			
	Cambios en la ocupación espacial del pingüino de Humboldt por	**-Lugares:** Isla Choros, Isla Damas, Isla Chañaral.	-Unir las áreas protegidas que existen, generando corredores protegidos.	

	aumento en la temperatura superficial del mar	**-Cambios:** disminución importante de población, cambio de ubicación (isla Chañaral a isla Choros) Llegada de Gaviotas dominicanas que depredan sobre sus crías.	-Proteger las zonas de alimentación. -Considerar los fenómenos que están ocurriendo en otros sectores y podrían tener un impacto negativo. -Educar e involucrar a las comunidades de manera que entiendas estos procesos de cambio. -Profesionalización en los avistamientos para evitar impactos antrópicos -Estandarizar las metodologías de monitoreo para poder comparar.	
	Cambios en la ocupación espacial de la ballena jorobada por aumento en la temperatura superficial del mar	**-Sectores:** Turismo de avistamientos. **-Lugares:** Punta de Choros. **-Cambios:** avistamientos en épocas no acostumbradas.		
	Cambios en la ocupación espacial del cachalote por aumento en la temperatura superficial del mar			
	Cambios en la ocupación espacial de la ballena azul por aumento en la temperatura superficial del mar			
	Cambios en la ocupación espacial del delfín nariz de botella por aumento en la temperatura superficial del mar	**-Sectores:** Turismo de avistamientos. **-Lugares:** Islas de la región. **-Cambios:** disminución en la población de delfines residentes en el sector.		
	Cambios en la ocupación espacial del Yunquito por aumento en la temperatura superficial del mar	**-Lugar:** sector Isla Choros, reserva pingüino de Humboldt. **-Cambios:** Aumento incipiente de número de individuos, incremento de áreas de reproducción. Llegada de gaviotas dominicanas que depredan sobre sus crías. Llegada de roedores que comen sus huevos (aves marinas en general)		

ARCLIM	Verdor en bosques nativos	**-Lugares:** Ovalle, Valle del Limarí, Combarbalá. **-Problema:** aumento temperaturas y sequía, no se consideran las formaciones xerofíticas como bosques nativos. -La vegetación está poniéndose más seca, amarilla.	-Generar acciones de restauración ecológica. -Generar coordinaciones interinstitucionales. -Sensibilización de las comunidades en todo nivel (Tomas de decisiones, sectores productivos, etc.) -Conservación de humedales. -Regulación de actividades productivas. -Regular el comportamiento de los operadores turísticos.	
	Incendios en bosques nativos			
	Pérdida de flora terrestre por cambios en precipitación			
	Pérdida de flora terrestre por cambios en temperatura			
	Verdor en plantaciones forestales			
	Incendios en plantaciones forestales		-Preparar a las comunidades, no sólo en términos educacionales, sino equiparles, con herramientas, comunicación y brigadas de bomberos. -Análisis territorial para identificar zonas de mayor riesgo.	**X** (mucha probabilidad de que ocurran, por las altas temperaturas pronosticadas, poca capacidad de enfrentarlos)
	Pérdida de fauna terrestre por cambios en precipitación	**Lugares:** Zona cordillerana, zona costera.	-Generar áreas de protección. -Involucrar e informar a la comunidad. -Desarrollo de la noción de conservación.	**X** (Por aislamiento ecológico de las áreas de alto valor en biodiversidad, falta de terrenos públicos para protección, falta de planificación territorial para enfrentar el riesgo)
	Pérdida de fauna terrestre por cambios en temperatura			

Ciudad e Infraestructura

Instrumento	Riesgo	Lugares o sectores donde se manifiesta	Acciones	Priorización
PARCC	Cambios en la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones	A nivel regional **Problema:** -Ningún embalse de la región presenta niveles para el consumo humano -Disminución en niveles de agua en acuíferos afecta en su concentración.	-Optimizar el recurso: qué se riega y cómo. -Análisis sobre especies plantadas según el territorio. -Análisis hidrológicos en el almacenamiento de embalses. -Reglas operacionales deben ser actualizadas y sensibilizadas respecto al nuevo escenario de disponibilidad hídrica.	Se priorizan en este grupo: 1.- Cambios en la capacidad de almacenamiento de los embalses, tanto por variaciones en las precipitaciones como aumento de la frecuencia de sequías. 2.- Inundaciones 3.- Aumento de la presencia de fragata portuguesa por aumento en la temperatura superficial del mar.
	Cambios en la capacidad de almacenamiento de los embalses por aumento en la frecuencia de sequías		-Plantaciones acorde al territorio. -Normativa sobre plantaciones agrícolas y que especies se cultivan (Paltos, por ejemplo) y técnicas de riego. -Políticas de reconversión agrícola. -Recuperación de aguas grises.	

AdaptaClim	Aumento de la presencia de medusas agua viva por aumento en la temperatura superficial del mar	**Lugares:** -Bahía de La Herradura, Playa de La Serena. -Comunas costeras de Elqui y Choapa. **Sector:** Turismo asociado a la costa.	- Sistema de alerta temprana sobre presencia de medusas.	
	Aumento de la presencia de fragata portuguesa por aumento en la temperatura superficial del mar	**Lugares:** -Tongoy -Puerto Velero (Playas del lugar)	-Sistema de alerta temprana sobre presencia de medusas.	
	Cambios en la continuidad de agua potable en los Sistemas Sanitarios Rurales (SSRs) por cambios en las precipitaciones	**Lugar:** Zonas de secano **Problema:** Mitigación mediante Abastecimiento por camiones aljibe.		
ARCLIM	Inundaciones	**Regional:** Localidades quedan aisladas por precipitaciones (Sistema APR).	-Planificación territorial actualizada. -Definir zonas de protección.	
	Inundaciones por desborde de ríos	**Lugares:** -Río Elqui - Río Limarí. -Elqui (Desde Pelicana hacia abajo) -Marquesa Instalación minera. **Problema:** Venta de terrenos ilegales no permite un ayuda estatal ante crecida de ríos e inundaciones.	-Educación y concientización sobre loteos irregulares, y, como pueden afectar posibles inundaciones (sin existir ayuda del Estado). -Retener agua en quebradas (optimizando el recurso y disminuyendo riesgo de aluviones).	
	Inundaciones en zonas urbanas	**Lugares:** -Principales centros urbanos: Ovalle, Coquimbo, La Serena (Sector Puertas del Mar).	- Mejorar conectividad de infraestructura en Islón y Los Choros ante inundaciones.	

		Problemas: -Infraestructura no adecuada. -Nuevas parcelaciones (ilegales en ciertos casos) en sectores como Pande Azúcar, no tienen planificación territorial. -Problemática transversal.	-Áreas expuestas (Quebradas, humedales) en parques de mitigación/áreas verdes de riesgo ante inundaciones. - Protección del Parque El Culebrón (existe organización comunitaria al respecto). -Instancias de dialogo entre organizaciones comunitarias y autoridades.	
	Pérdidas de atractivo turístico por incendios forestales	**Lugares:** -Valle del Elqui (Paihuano). -Monte patria. -Combarbalá. -Comunas cordilleranas. **Transversal:** Sector Agrícola es propenso a ser dañado por incendios forestales.	-Acciones de prevención y educación respecto a incendio forestales.	
	Disminución del recurso hídrico y eólico	**Sector:** Agrícola. Proyectos de energías renovables se realizan en suelos con potencial agrícola.	-Relación entre agricultura y energía fotovoltaica. -Mejorar tecnología de sistema de lavados en parques eólicas.	
	Impactos del cambio en radiación solar	**Observaciones:** Existe un incremento de proyectos de energía solar en la región. -Posible impacto (dentro de 30 a 40 años) sobre residuos asociados a la energía solar.		

	Impacto del aumento de temperatura sobre líneas de transmisión	No identificado.	-Transmisiones subterráneas. -Transmisión v/s consumo. -Proyectos sostenibles de energía circular y criterios de evaluación. -Economía circular. -Potenciar la minería urbana - Recuperación especies de interés a base de elementos electrónicos	

Agua y Suelo

Instrumento	Riesgo	Lugar o comuna donde se manifiesta	Acciones	Priorización
PARCC	Pérdida del potencial fotosintético de la flora Silvestre de la Región de Coquimbo por aumento en la frecuencia de olas de calor	**Lugares:** -Provincia de Choapa -Comuna de Vicuña -Al interior de la comuna de Canela -Pichidangui -Alta cordillera, ganadería extensiva lo genera. -Fondos de quebrada y cauces -Andacollo **Problema:** Afectado el lucumillo área entre el área costera entre Las tacas y la higuera		

	Pérdida del potencial fotosintético de la flora Silvestre de la Región de Coquimbo por aumento en la frecuencia de sequías	**Lugares:** -Al interior de la comuna de Canela -Pichidangui -Pre y alta cordillera, zona de humedales. Especificación: 1000 metros hacia arriba de la franja de la alta cordillera		**X** Identificado como principal riesgo y efecto a su vez de la sequía.
AdaptaClim	Pérdida de área cultivable de uva pisquera por aumento en la frecuencia de olas de calor	**Lugares:** - Salamanca -Comuna de Vicuña, Elqui. **Problemas:** Bajo precio, cambio de uso de suelo plantas fotovoltaicas, parcelaciones.		
	Pérdida de área cultivable de uva pisquera por aumento en la frecuencia de sequía		**Transversal Agricultura:** -Recuperación de suelos. -Rotación de cultivos, cultivos acordes a las condiciones de la Región. -Agricultura orgánica. - Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo. -Buscar alternativas de cultivos que requieran menos recurso hídrico. - Disminuir las áreas de Cultivo (priorizar calidad antes que cantidad).	
ARCLIM	Pérdida de productividad de cultivo de cerezo	**Lugares:** -Provincia del Choapa y Limarí **Problemas:** -Baja de precipitaciones, situaciones de riesgo climático. -Baja en la productividad, CC impacta en el suelo agrícola de uso intensivo -Suelo menos productivo, -Menor disponibilidad de agua, potencial productivo. - Riesgo de contaminación de acuíferos. -Aplicación de agroquímicos, pérdida de bio-reguladores.		
	Pérdida de productividad de cultivo de nueces			
	Pérdida de productividad de cultivo de almendro			
	Pérdida de productividad de cultivo de maíz			
	Pérdida de productividad de cultivo de trigo de bajo riego			
	Pérdida de productividad de cultivo de papa de bajo riego			
	Aumento de mortalidad prematura neta por cambio de temperatura	**Lugares:** Andacollo, debido a altas temperaturas (no se especifica ni aclaran casos).		

	Aumento de mortalidad prematura por calor			
	Aumento de mortalidad y morbilidad por olas de calor	**Lugares:** -zona sur de la región, Salamanca, Illapel. -Vicuña **Observación:** Afectan principalmente a la población en el área urbana.		
	Aumento del disconfort térmico	**Otro:** salud mental y relación de causalidad entre usos de agrotóxicos y enfermedades relacionadas.		
	Efecto de las islas de calor urbana	No identificado		
	Inseguridad hídrica domestica urbana	Salamanca e Illapel		
	Inseguridad hídrica doméstica rural	**Transversal:** Problemática regional, zonas de secano principalmente. **Problema**: agua potable rural se entrega principalmente por camión aljibes		
	Aprovechamiento de agua superficial de riego	Valles transversales.	-Velar por el agua para consumo humano. -Adecuar los instrumentos públicos a realidad regional. -Soberanía hídrica. -Tener claro los flujos de aguas por cuenca. -Planificación en base a la información disponible -Cautelar el agua como subsistencia antes que el agua para la agricultura.	

			-Modificar la política de inversión de entubación de agua.	
	Sequías hidrológicas	**Problema:** Decretos de escasez hídrica: extensión de agroindustria, pozos extracción ilegal de agua - Instrumentos en favor de la agroindustria expansiva.	**Transversal al grupo Agua y suelo:** -Regeneración de suelo (recuperación acumulación de agua) -Manejo sustentable de la tierra (reactivar, poner en valor y llevar a otras comunas). - Recuperar los suelos de alta cordillera. -Incorporar al suelo como riesgo. -Proteger a los glaciares, que entregan seguridad hídrica en momentos de sequías.	**X** Principal problema identificado. (Se remarca la acción de reconocer al suelo como riesgo, en particular).

1.2.4. Taller #4: Priorización e Implementación de Medidas de Mitigación

Lugar: Vía Online, ZOOM
Fecha: 29 de Noviembre de 2022
Horario: 10:00 – 12:30h
Encargados de la actividad: Marcelo Olivares, Mario Jorquera, Laura Ramajo
Apoyo al Equipo Consultor: Kyra Stegman, Álvaro Castro, Renée Petit, Kinga Halmai (IPP-UCN), Pilar Pérez (MMA), Begoña Peceño, Bernabé Alonso (Mitigación), Emiko Sepúlveda (ECOLOQUIAL)

Análisis de la Asistencia:

El taller contó con una inscripción de 59 personas, presentando una asistencia final de 64 personas entre los invitados y los equipos de trabajo (CEAZA, MMA y ECOLOQUIAL). Con respecto a la caracterización de los asistentes (descontando los equipos de trabajo), se tuvo un total de 45 participantes, de los cuales se desprende el análisis siguiente:

- Sector:
  - Academia 9 participantes
  - Privado 7 participantes
  - Público 35 participantes
  - Sociedad civil 4 participantes
- Nivel territorial:
  - Comunal 9 participantes
  - Local 3 participantes
  - Nacional 9 participantes
  - Regional 34 participantes
- Género:
  - Femenino 23 participantes
  - Masculino 32 participantes
- Etnia:
  - Mestizo 1 participante
  - No se identifica 44 participantes

Programa:

Hora	Actividad
10:00 – 10:10	Bienvenida por parte del Ministerio de Medio Ambiente (MMA)
10:10 – 10:30	**Etapa 0:** Exposiciones: • Presentación de medidas de mitigación (Begoña Peceño, Bernabé Alonso). • Metodología Participativa (Mario Jorquera).
10:30 – 11:15	**Etapa 1:** Identificar medidas y medios de implementación (adaptación y mitigación).
11:15 -12:00	**Etapa 2:** Priorización de medidas
12:00- 12:30	**Etapa 3:** Plenaria

12:30	**Despedida y Agradecimientos**

Objetivos:

- Identificar medidas de mitigación, y sus medios de implementación en la Región de Coquimbo
- Priorizar medidas mitigación al cambio climático en la Región de Coquimbo

Metodología General:

La actividad constó de tres grandes momentos:

- Momento Expositivo: Se presentó y contextualizó el proceso en que se enmarca el encuentro; siendo este, la tercera jornada participativa para la elaboración del anteproyecto del Plan de Acción Regional de cambio climático de la Región de Coquimbo.
- Momento Participativo: Previo al trabajo en cada grupo se desarrolló una presentación de los principales riesgos por sector identificados en los distintos instrumentos (ARCLIM, Adaptclim, PARCC). Una vez presentados, se llevó a cabo una metodología colaborativa que permite a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla enfocándose en los riesgos y cadenas de impacto ante el cambio climático en la Región de Coquimbo.
- Momento Reflexivo: Se desarrolló una plenaria donde se presentó un resumen de lo discutido en el momento participativo.

Desarrollo del Taller:

La Jornada de trabajo fue desarrollada en la **plataforma ZOOM**, mediante la conformación de grupos de trabajo. Para ello, se generaron grupos de 6 a 10 personas que fueron acompañadas por un integrante del equipo consultor, quién explicó la dinámica y tomará apuntes de lo discutido en el grupo, actuando como monitor. Los integrantes de cada mesa fueron divididos por 5 grupos temáticos (sectores de emisiones):

- Energía
- Industria y Minería
- Transporte
- Construcción Residencial
- Uso de Uso

Los integrantes del CORECC y participantes de los talleres fueron acompañados por un integrante del equipo de trabajo de la presente propuesta y moderadores/as que se hizo cargo de explicar la dinámica de la actividad, los objetivos, y tomó apuntes de lo discutido, solicitando grabar la sesión telemática. Durante el taller, se desarrolló un trabajo reflexivo grupal, donde los comentarios fueron sistematizados en un papelógrafo virtual en ***plataforma Padlet*** destinada a ello.

Etapas del Taller:

Etapa 0:	**Exposiciones:** • Presentación de medidas de mitigación (Begoña Peceño, Bernabé Alonso).
Etapa 1:	**Identificar medidas y medios de implementación (mitigación).** Los(as) participantes dialogan en torno a las preguntas: • ***Respecto al listado presentado ¿Cuáles son sus medios y/o mecanismos de implementación? (bajo que dispositivos o formas se llevan a cabo)*** • ***¿Cuáles son las medidas de mitigación que necesita la Región de Coquimbo? (objetivos de reducción emisiones regional traducidos en metas y resultados)*** • ***¿Identifica alguna otra medida que no aparezca en el listado presentado?***
Etapa 2:	**Priorización de medidas**

	Los(as) participantes priorizarán las medidas de adaptación y mitigación, las que estarán identificadas en tarjetas virtuales las que serán ordenadas en plataforma Padlet, justificando la priorización y su importancia.
Etapa 3:	**Plenaria** Un(a) participante designado expone a asistentes al taller las conclusiones de cada grupo.

Hallazgos:

Energía

A partir del trabajo realizado en el taller, en el sector **Energía** se priorizaron algunas medidas como **elaborar un plan de desarrollo comunal que contemple una educación ambiental y consumo sustentable, la promoción de las energías renovables para bajar la huella producida por el uso de otras energías, y la reducción del consumo energético por medio de la educación ambiental**, en todos los sectores y grupos etarios.

Respecto de las medidas presentadas, se propusieron medios o mecanismos de implementación como **minimizar las emisiones de la actividad portuaria (CAP), remediar la falta de datos técnicos y modificación de las normativas para exigir la construcción con energías renovables** y reducción de emisiones en el caso de la medida sobre la descarbonización del mix-energético. **Promover fuentes de energía renovables, generar incentivos para las empresas, diversificar la matriz energética** y buscar un cambio de actitud individual con acompañamiento de **educación ambiental** para la medida acerca de **crear y difundir fondos disponibles para planes y proyectos de energías renovables**.

Además, se propusieron nuevas medidas como **promover modos de construcción acorde a las necesidades de energía y agua del territorio**, modificar la imagen objetivo dentro de los instrumentos de **planificación regional o comunal apuntando a una visión sustentable**, **potenciar el sistema de certificación ambiental** y **mejorar la eficiencia energética y aislamiento térmico de edificios e infraestructura pública**, entre otros.

Como medidas necesarias específicamente para la región de Coquimbo se identificó la necesidad del **Plan de desarrollo comunal que contemple educación ambiental** (también priorizada), la necesidad de **disminución de consumo eléctrico** en general, **promover las energías renovables**, generar **herramientas que evalúen el impacto y generar un manual de compras verdes, sustentables.**

"El tema es la eficiencia, al final los problemas que tenemos con ineficiencias, mal uso de la energía o mal uso de los combustibles fósiles para generar energía, entonces lo primero que debemos tener es eficiencia y para tenerla necesitamos tener indicadores que nos permitan saber dónde estamos, si estamos usando la energía necesaria o estamos exagerando. Entonces todos esos indicadores conversan con los datos que se puedan dan desde la academia".

"En el gobierno regional vemos que en todo lo que es la etapa de pre-inversión que son las evaluaciones de la iniciativa de la inversión, debiesen contener un factor de combustible quizás más sostenible o sustentable en la elaboración de la iniciativa, por un lado, y también lo que pudiese ser la mejora de la eficiencia energética ya como parte de la evaluación en las inversiones públicas o de envergadura regional que se vayan a hacer".

Minería e Industria

Los participantes del sector **Minería e Industria** priorizan las tres medidas que les parecen más urgentes para la región; primero, la necesidad del **uso de energías renovables no convencionales** en todos los procesos incluyendo el transporte con miras al uso de una red de trenes eléctricos. Segundo, **mejorar la eficiencia de las energías convencionales y no convencionales** que ya se están utilizando, con el fin de reducir la contaminación proveniente de dichos procesos y considerando que se debe pensar en medidas diferentes dependiendo del proceso minero o industrial específico. Y tercero, **implementar los conceptos de la economía circular**, pensando en reutilizar tanto los residuos producidos en los procesos de producción como las aguas grises.

Por otra parte, se propone una segunda forma de priorización, diferenciando entre medidas a corto y largo plazo, donde se propone a corto plazo **la imposición de un porcentaje especifico de reducción de emisiones contaminantes para las mineras e industrias**, por ejemplo. Y a largo plazo, el **incentivo de investigaciones científicas y desarrollo de tecnologías** que permitan mejorar la eficiencia y reducir las emisiones.

Se identificaron, además, algunos medios para aplicar las medidas de mitigación propuestas en el listado, principalmente sobre aquellas medidas referidas a la incorporación de energías no renovables, mejorar la eficiencia energética y promover el uso de biocombustibles, para las cuales se propuso **generar una serie de incentivos, normativas y condiciones que promuevan la incorporación de las mineras e industrias a los acuerdos de producción limpia y les exijan reducir sus emisiones contaminantes**, por ejemplo; **incorporar normativas** que exijan la incorporación de las energías no renovables y la autogeneración de un porcentaje de estas en las mismas industrias, establecer **bases específicas para la generación y aprobación de proyectos que exija un cierto porcentaje de biocombustibles** y, en este mismo sentido, la necesidad de generar una **flexibilidad o diferenciación al entrar al sistema de evaluación de impacto ambiental dependiendo del tipo de combustible que se declare en el proyecto**.

Por último, se identifican algunas problemáticas, como que no se considere explícitamente en las medidas el recurso hídrico (tanto su captación, como la generación en la desalinizadoras y la reutilización de aguas grises), la falta de consideración explícita de los efectos que tienen estos megaproyectos en el uso y la calidad del suelo, produciendo su pérdida y finalmente la ausencia de actores del mundo privado en la discusión que puedan aportar su punto de vista y comentar cuál es la realidad de las medidas de mitigación en su sector.

"Otro punto es el tema compensatorio, a que me refiero con eso, por ejemplo, se pone un plan compensatorio con respecto a la cantidad de contaminación por polución que producen las mineras, entonces establecer una normativa donde exista una compensación también con la generación de dióxido de carbono u otros gases contaminantes que van hacia la atmósfera".

"No va solo con el usar los biocombustibles, sino que generar las condiciones para producirlos, para recolectar los residuos que lo generan, como se transporta esa energía o si queremos que las industrias utilicen parte de la energía de sus propios residuos, como en la agricultura porque creo que ahí están los principales residuos que pueden generar biocombustibles, creo que es una línea importante pero falta harto camino para que pueda ser más real".

"Los procesos y las etapas en la parte minera son variados, tenemos geología, minería, metalurgia…ósea básicamente en la parte mina está la utilización de equipos eléctricos, ya en la parte chancado es un poco más difícil tener un control de la parte energética que se utiliza ahí, bueno las mineras tienen controlada la cantidad de energía que se utiliza y la parte de eficiencia no sé qué tanto se podría aportar. Y la otra parte ya en finalización de producto no hay mucho, ahora en electrólisis ahí habría un tema de control de energía que puede utilizarse en cuestión de eficiencia, pero eso depende mucho de las mismas mineras".

Transporte

De las medidas de mitigación presentadas y propuestas por el grupo durante el taller se escogieron algunas como prioritarias para la región de Coquimbo, entre ellas se encuentran; primero, **generar más y mejores rutas para bicicletas y medios de transporte limpios**, segundo, **fortalecer y ampliar el transporte público pensando en la inclusión de un tren eléctrico**, y tercero, **generar incentivos locales o nacionales para el uso de autos eléctricos** acompañado de la aplicación de restricciones vehiculares a autos convencionales.

Se propusieron, durante el trabajo en grupo, medios o mecanismos para la aplicación de algunas de las medidas de mitigación presentadas, por ejemplo, la ampliación del terminal puerto en Coquimbo para pensar en un posible **inicio de red ferroviaria para incorporar trenes de carga**, **implementar buses eléctricos, corredores de transporte público y vías exclusivas para fomentar el transporte público**. Respecto de la generación de más rutas para bicicletas, se propuso la **creación de un plan maestro de ciclovías que contemple siempre una planificación al construir nuevas calles**. Por otra parte, se propuso **fomentar la educación ambiental** para provocar un cambio cultural, generando programas educativos comunitarios en los territorios y paseos peatonales en los centros de las ciudades. Otras medidas como **gestionar subsidios para que la locomoción colectiva opte por autos eléctricos, y gestionar un tren eléctrico de pasajeros para la conurbación** fueron discutidas en el taller.

Finalmente se propusieron algunas nuevas medidas de mitigación de carácter transversal como, **potenciar la producción y comercio locales con el fin de evitar el exceso de transporte de carga**, **asfaltar los caminos de mineras y generales**, en conjunto con el sector privado, usando sales, en lugar de agua para reducir las emisiones de polvo. Y otras medidas no transversales como **generar políticas públicas de maquinaria pesada de tipo eléctrico** e **impulsar mesas de trabajo y jornadas de discusión comunitarias, para levantamiento de necesidades de transporte y cuidado de medio ambiente.**

"La Serena no fue creada, no fue diseñada para el tipo de flota de vehículos que tenemos hoy día. Tampoco fue diseñada para transporte de personas como el que tenemos hoy día y menos para el sistema de transporte de cargas que tenemos hoy día, por lo tanto, me pregunto qué es lo que queremos, si queremos tener una ciudad más viva y menos estresada una de las primeras medidas que hay que poner es prohibición de ingreso de autos en el centro."

"Yo creo que poco a poco hay que empezar a cambiar el modelo productivo para potenciar lo que es de cada comuna, lo regional, para utilizar menos el transporte. A nosotras nos pasa con las compras, muchas veces ganan licitaciones incluso del sur de chile siendo que también hay productores acá, no todo es precio".

"Se hacen calles nuevas con ciclovías, pero también quedan cortas, es difícil llegar con el cuidado que deberían tener los ciclistas, ciclovías de verdad que sean tramos realmente largos, que te puedan llevar de Serena a Coquimbo de una zona de la Serena hasta el centro…"

Uso de Suelo

Para el caso del grupo que abordó **Uso de Suelo**, como temática, se identificó como medidas prioritarias: **urgencia en no perder capacidad de captura** en primer lugar, mientras que **restaurar ecosistemas**, especialmente lo que respecta a **forestaciones de zonas ribereñas** en segundo lugar, y luego se encuentra **restaurar ambientes en zonas urbanas y zonas agrícolas** de explotación en tercer lugar

Desde la conversación, emergen diversos puntos de vista respecto a la importancia de promover la **educación ambiental**, por área y temáticas, orientado a la comunidad, por otra parte, la importancia de la **adopción de tecnologías** emerge como un punto importante al momento de establecer los medios y mecanismos de implementación de tratamiento de usos de suelos agrícolas debido a orina y estiércol depositado por animales de pastoreo donde la adopción de tecnologías debe ser por parte de la comunidad. En este mismo sentido emerge como factor importante la **coordinación efectiva entre las distintas agencias estatales**, que puedan promover una intervención integral.

Particularmente respecto a los medios o mecanismos de implementación, se identifican algunos puntos transversales, como es la relación entre actores clave tanto de agencias estatales como ONG y otros, y se posiciona la moción de **la importancia de contar y crear herramientas legales que permitan su implementación y resguardo** en los casos necesarios. Particularmente se identifica la idea de **impulsar y fomentar la incorporación de especies nativas, en torno a la generación de planes de forestación**, que se planteaba como medida de mitigación.

Respecto a los principales medios y mecanismos que se buscan **implementar en torno a las Áreas Protegidas**, se debe abordar tanto en ámbitos públicos como privados, trabajo colaborativo. Así como **planificar y detener las parcelaciones**, se plantea la importancia que sea mediante bienes nacionales adecuando su marco normativo que permita **implementar y fiscalizar**. Para el caso de manejo de pradera a través de **la incorporación de especies forrajeras nativas**, en ella se identifica un doble propósito, siendo además de **conservación** (Programas de CONAF, INFOR Ampliar y difundirlo más).

Para el caso de **forestar zonas ribereñas, estas deben restaurar condiciones naturales**, en sectores altos (cordilleranos) y además propender a la **recuperación de las napas**. Mientras que en la restauración, se propone principalmente la **generación de nuevas técnicas de restauración de suelo, generar mecanismos de innovación, así como del manejo de suelo, regenerar la ecología de suelo (microorganismos).**

"Dentro de las medidas de mitigación, que puedo identificar, está la restauración de suelo, desde la ecología de suelo, que es un tema que se está implementando en los años recientes, de manera internacional… en agricultura se vienen aplicando mediante el compostaje, pero siempre desde la lógica de incorporar materia orgánica al suelo… Lo nuevo ahora no solo es entregar materia orgánica al suelo, sino desde una mirada de la ecología, que son los mismos microorganismos que trabajan en el suelo, desde una mirada de ecología…".

"El tema, soy secretario ejecutivo de la comisión hídrica acá en la delegación presidencial, la conformamos 10 servicios… primero, es importante lo que vienen planteando las mesas rurales campesinas que ellas tienen en 5 áreas de trabajo y lo digo súper importante porque ellos agrupan a un sinnúmero de organizaciones y porque en enero la ODEPA, va a actualizar la estrategia regional rural".

"Creo que la urgencia esta en que no perdamos capacidad de captura primero, y por otra parte hacer un esfuerzo grande en restaurar ecosistemas, particularmente todo lo que son las forestaciones de las zonas ribereñas y restaurar ambientes históricamente por la ocupación urbana, y la misma agrícola",

Construcción Residencial

Respecto a las principales medidas priorizadas en el grupo de **Construcción Residencial**, se encuentra: **incorporar energías renovables no convencionales** (ERNC) en instituciones de educación sobre ambiente y generar costumbre cultural-social, el **diseño e incorporación de subsidios** y falta de subsidios de continuación de subsidios **para la mantención o reparación de dispositivos (ej. panel solar)**, y así garantizar su continuidad.

Para el caso de **manejo de residuos y reciclaje**, se identifica una gran responsabilidad municipal al respecto, estableciéndose un gran énfasis en el rol que debe cumplir el municipio**,** siendo este agente uno de los principales responsables de su promoción y ejecución en los territorios regionales, los cuales cuentan con rutas de reciclaje, por ejemplo, lo que podría ser transformado en **política de Estado**, según lo plantean participantes de este grupo de trabajo.

Como medidas transversales aparece la necesidad de incorporar el **uso eficiente del agua, análisis de consumo mediante boleta u otros mecanismos que permitan regular el consumo**.

Para el caso de incorporar en el diseño de nueva infraestructura pública regional criterios de sustentabilidad, esta necesita el diseño de una estrategia de implementación, lo cual le permita **incorporar la sustentabilidad como pilar fundamental de la infraestructura pública.** Por otra parte, a modo general se plantea la moción de **incorporar energías no convencionales, así como resguardar la seguridad energética.**

Otro de los puntos relevantes abordados por el grupo, hace alusión a **generar reciclaje de las aguas residuales**, mediante la diferenciación de aguas grises y aguas servidas, para ello, falta una **política orientada a la diferenciación y su recuperación**, poniendo un especial énfasis en las aguas grises. Aguas tratadas de las plantas se disponen a cauces naturales u otros lugares sin reutilizar, debería utilizarse para áreas verdes, así como la **generación de estrategias, planes y proyectos para la implementación de aguas residuales en uso doméstico y áreas verdes**, mientras que, por otra parte, se plantea el **incentivar el uso de fertilizantes y detergentes orgánicos/biodegradables.**

"Bueno, respecto a lo que hace referencia a las personas que están en una zona muy rural y quema combustible para la energía, se deberían abordar alternativas al respecto"

"Al tener la oportunidad de ser institución de poner un énfasis en contar con normas, con instrumentos de que ya el Estado tiene que dar el ejemplo, y dejar cosas obsoletas… tiene que ser algo automático, viniendo desde el Estado… darle una responsabilidad en estas misiones, con el tema de los subsidios, si

partían un piloto donde el Estado o la municipalidad se pueden dar cuenta de las falencias de estos pilotos".

"Lo transversal como uso eficiente del agua, más allá que educación".

"Me quedo con políticas públicas con subsidio incorporar diseños sostenibles en la construcción y educación de despliegue… incorporar en las energías renovables no convencionales, instituciones y viviendas residenciales para la reducción de emisiones"

Matrices de Síntesis:

Energía

Fuentes Individuales	Medidas de mitigación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas medidas	Medidas Priorizadas
Industrias manufactureras y de la construcción (electricidad)	-Descarbonización de mix-eléctrico	-Minimizar emisiones de actividad portuaria (CAP) -Remediar falta de conocimiento de datos técnicos	-Promover modos de construcción acorde a las necesidades de energía y agua del territorio. -Modificar la imagen objetivo dentro de los instrumentos de planificación regional/comunal apuntando a una visión sustentable. -Mejorar la eficiencia energética y e aislamiento térmico de la infraestructura pública. -Cambio de paradigma, relacionado con el ordenamiento territorial y cambio en la matriz energética. -Que los excedentes de energía que se generen se deben inyectar al sistema. -Considerar estrategias de colaboración con otras regiones.	-Plan de desarrollo comunal que contemple una educación ambiental sustentable. -Disminución del consumo eléctrico. -Promover energías renovables para bajar la huella de otras energías. -Herramientas que evalúen el impacto. -Generar un manual de compras verdes, sustentables. -Reducción del consumo energético por medio de la educación ambiental en todos los grupos etarios.
	-Crear y/o difundir fondos o subsidios disponibles para planes y proyectos de energías renovables	-Promover fuentes de energía renovables -Política regional de energías. -Generar incentivos para las empresas. -Buscar alternativas para fortalecer la transformación en energía (diversificar la matriz) -Considerar que la región no tiene autosuficiencia energética.		
	-Promover tecnologías de almacenamiento de energía			
	-Adopción del hidrógeno verde como fuente de energía			
Consumo eléctrico comercial/Institucional	-Descarbonización de mix-eléctrico	-Modificación de las normativas para exigir la construcción con energías renovables y reducción de emisiones. -Promover el uso de energías renovables en todos los sectores productivos.		

	-Crear y/o difundir fondos o subsidios disponibles para planes y proyectos de energías renovables.	-Cambio en actitud individual -Acompañar con educación ambiental.	-Cosechas de energía solar para consumo en el hogar. -Potenciar el sistema de certificación ambiental. Financiamientos de fondo de protección ambiental. -Educación en el uso eficiente, con fortalecimiento por los mecanismos de educación. -Eco etiquetado -Aumentar el financiamiento que fortalece el Scam y otros mecanismos de fortalecimiento para educar a los jóvenes.	
	-Tecnologías de almacenamiento de energía.			
	-Adopción del hidrógeno verde como fuente de energía.			
Comercial/Institucional (electricidad)	-Descarbonización de mix-eléctrico.			
	-Crear y/o difundir fondos o subsidios disponibles para planes y proyectos de energías renovables.			
	-Tecnologías de almacenamiento de energía.			
	-Adopción del hidrógeno verde como fuente de energía.			

Minería e Industria

Fuentes individuales	**Medidas de mitigación**	**Medios o mecanismos de implementación**	**Nuevas medidas**	**Medidas Priorizadas**
Consumo eléctrico de la industria manufactureras y de la construcción	-Contar con un sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética en las empresas del sector.		-Incluir el concepto de economía circular en los procesos. -Promover la investigación científica y el desarrollo de tecnologías. -Considerar en las medidas propuestas el tema de gasto y reutilización del recurso hídrico. -Pensar en un sistema de compensaciones obligatorio dependiendo de los gases contaminantes que produzcan. -Exigir un porcentaje de reducción de gases específico y que cada minera evalúe la forma de lograrlo. -Promover incentivos desde el estado para lograr que los privados se sometan a los acuerdos de producción limpia.	-Incorporar sistemas de almacenamiento de energías renovables en las mismas industrias o mineras, para que les permita comprar grandes cantidades, por ejemplo, de energía solar y almacenarlas. -Pensar en medidas enforcadas también a la pequeña y mediana minería. Financiamientos, transporte, etc. Pensando en las particularidades de la región. -Aplicar marco conceptual de la ley 21455 para que los actores reunidos por sector que responsabilicen y tomen medidas al respecto. -Medidas respecto a la captación de aguas, pensando en las desalinizadoras.
	-Generar contratos de energía eléctrica del sector minero proveniente de fuentes renovables.			
	- Incorporar Energías renovables no convencionales (ERNC en adelante) en procesos mineros e industriales.	-Incorporar normativas legislativas que exijan incorporar las energías renovables. -Proponer que un porcentaje de la energía de las mineras o industrias debe ser autogenerada, y así poner un tope a la energía que pueden pedir el sistema.		
Camiones para servicio pesado y autobuses	-Generar planes de flota cero emisiones	-Pensar en una red de trenes para transporte de material, o un transporte más integrado		
Actividades de quema de combustibles por la minería (con excepción de combustibles y canterías)	-Mejorar la eficiencia energética de los procesos	-Implementar equipos eléctricos. (ya se usan en algunos procesos) -Las medidas deben enfocarse a cada proceso o gerencia por separado. -Ya se aplican medidas en el sector de transporte		

	-Fomentar la inclusión en la Ley REP de otros residuos no mineros, fuera de los siete residuos prioritarios.		-Incorporar la noción de la perdida de suelos producto de las actividades mineras o industriales actuales o probables (como Dominga) -Promover el avance y uso del hidrógeno verde.	-Políticas de reutilización de aguas grises. -Investigación y desarrollo de tecnologías.
	-Promover la generación de indicadores de circularidad en línea			
	-Promover el uso de biocombustibles.	-Promover las condiciones tanto tecnológicas como financieras para producirlo, transportarlo y utilizarlo.		
	-Incorporar ERNC en procesos mineros e industriales			
Refrigeración industrial debido a los gases de refrigeración en procesos industriales	-Mejorar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración y durante la hidrofluorocarbonado			
Actividades de quema de combustibles por otras industrias	-Crear mecanismos de eficiencia de procesos	-Impulsar la investigación científica y el desarrollo de tecnologías para cada proceso.		
	-Fomentar la inclusión en la Ley REP de otros residuos no mineros, fuera de los siete residuos prioritarios.			
	-Promover la generación de indicadores de circularidad en línea.			
	-Promover el uso de biocombustibles.	-Diferenciar el ingreso al sistema de evaluación ambiental. Dependiendo del tipo de combustible que se utilice. -Establecer bases específicas de aprobación de proyectos donde se exija una cierta cantidad de biocombustible.		

Refrigeración comercial debido a los gases de refrigeración en procesos industriales	-Mejorar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración y durante la hidrofluorocarbonado			

Transporte

Fuentes Individuales	Medidas de mitigación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas medidas	Medidas Priorizadas
Camiones para servicio pesado y autobuses	-Incorporar trenes de cargas	Ampliación del terminal puerto de Coquimbo como posible inicio de una red ferroviaria.	-Reducir y modificar el sistema productivo, y potenciar el comercio local. -Asfaltar caminos, en trabajo en conjunto con el sector privado, usar sales en lugar de agua para reducir emisiones de polvo. -Puertos de cabotaje insertados en la red de ferrocarriles. Modificar la ley existente sobre trayectos de barcos en distintos puertos.	-Contar con la infraestructura necesaria (vías y redes) para fomentar el transporte ferroviario. (de carga y transporte) -Mejorar el transporte de carga y potenciar vehículos eléctricos. (camiones, rutas, puertos) -Fortalecimiento de lo local, como prácticas y costumbres, y generar soberanías que eviten el uso excesivo de transporte. -Debatir localmente sobre la construcción del túnel Aguas Negras.
	-Generar planes de flota cero emisiones			
	-Generar flota de autobuses eléctricos			
	-Mejorar la oferta de puntos de carga y centros de distribución de autos eléctricos.			
	-Cambios en las modalidades de trabajo.			
	-Incentivos al uso de transporte público desde el sector público y privados.	-Fomentar el transporte masivo de pasajeros, implementando buses eléctricos. - "Corredores de transporte público" en Balmaceda. (tranvía) -Pista exclusiva de transporte público en Cienfuegos.		
Automóviles	-Generar diferencias en la oferta de vehículos eléctricos y convencionales.			
	-Mejorar la oferta de puntos de carga y centros de distribución de autos eléctricos.			

	-Generar más rutas de bicicletas.	-Construcción de ciclovías con planificación, siempre al construir calles. - "Plan maestro de Ciclovías" -Promover el uso de bicicletas como beneficio social y de salud.	-Generar políticas públicas de maquinaria pesada de tipo eléctrico. -Camiones de recolección de basura. -Actualizar la infraestructura para el transporte en la conurbación. -Generar mesas de trabajo y jornadas de discusión comunitarias, para levantamiento de necesidades de transporte y cuidado de medio ambiente.	
	-Fortalecer y ampliar el transporte público.	-Fomentar el transporte con buses eléctricos. -Tranvía -Pistas exclusivas de transporte público.		
	-Educación ambiental para el cambio cultural.	-Calles peatonales en centros urbanos -Generar programas educativos cívicos en relación con el uso del automóvil. -Programas de educación ambiental comunitaria en los territorios.		
	-Cambios en las modalidades de trabajo.			
	-Incentivos locales o nacionales al uso de vehículos eléctricos.	-Subsidio para locomoción colectiva/pública para incentivar el uso de autos eléctricos.		
	-Incorporar el Tren como medio de transporte.	Generar una red e infraestructura para el uso de una red ferroviaria.		
	-Restricción vehicular.	Restricción de ingreso de automóviles a centros urbanos.		
Camiones para servicio ligero	-Generar planes de flota cero emisiones			
Transporte de la Aviación de cabotaje (traslados nacionales)	-Fomentar el transporte por tren eléctrico	Gestionar un tren para pasajeros en la conurbación.		
	-Potenciar el desarrollo y producción de e-keroseno.			
Todo Terreno	-Promover el uso de Biocombustibles			
	-Generar procesos de cambio de flota.			

Uso de Suelo

Fuentes Individuales	Medidas de mitigación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas Medidas	Medidas Priorizadas
Pérdida anual de biomasa, uso de leña especies exótica	Forestar zonas ribereñas.	Transversales: -Relación entre actores clave: MMA, ONG. -Creación de herramientas legales.	Instalación de obras de conservación hidrológica y forestal. -Manejo de praderas con flora nativa.	-Urgencia en no perder capacidad de -Restaurar ecosistemas, forestaciones de zonas ribereñas, -Restaurar ambientes en zonas urbanas y zonas agrícolas (de explotación).
	Planificar y detener las parcelaciones.			
	Restaurar a escala paisaje.			
	Generar planes de Reforestación.	Impulsar y fomentar la incorporación de especies nativas.		
	Aumentar el reciclaje de la madera.			
	Certificar sector agrícola sobre eficiencia y/o huella de carbono.			
	Generar un Plan de conservación de sumideros en áreas verdes.			
	Crear más Áreas protegidas.			
	Crear red de corredores biológicos con bienes nacionales.			
	Generar un modelo de pagos por servicios ecosistémicos como incentivos a la conservación o restauración.			
Tratamiento de usos de suelos agrícolas debido a orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	-Incorporar el área de estudio, mediante política de levantamiento periódica de censo ganadero adecuada a la región.			
	Crear sistemas de biogás			
	Mejorar el almacenamiento y manejo del estiércol.	Adopción de tecnologías, programas de educación sólidos, que los proyectos sean adoptados por las comunidades.		
	Optimización del contenido de nitrógeno de la dieta del animal.			

	Generar certificaciones sector agrícola sobre eficiencia y/o huella de carbono.			
	Plan de conservación de sumideros de áreas verdes			
	Áreas protegidas	Se debe abordar tanto en ámbitos públicos como privados, trabajo colaborativo.		
	Crear red de corredores biológicos con bienes nacionales			
	Forestar zonas ribereñas, restauración a escala paisaje			
	Pagos por servicios ecosistémicos como incentivos a la conservación o restauración			
	Planificar y detener las parcelaciones	-Planificación mediante bienes nacionales. -Adecuación de marco normativo, que permita implementar y fiscalizar		
Fermentación entérica del ganado vacuno	Incorporar el área de estudio, mediante política de levantamiento periódica de censo ganadero adecuada a la región.	-Manejo de pradera a través de la incorporación de especies forrajeras nativas, doble propósito de conservación (Programas de CONAF, INFOR Ampliar y difundirlo más).	-Certificación de ganaderos.	
	Dietas ricas en almidón			
	Incorporación de lípidos dietéticos en las dietas.			
Fermentación entérica del ganado caprinos	Transparentar el uso de ganado caprino (uso y manejo y sus impactos)			
	-Incorporar el área de estudio, mediante política de levantamiento periódica de censo ganadero adecuada a la región.	-Realizar un manejo de las dietas (equilibradas), incorporarse a los crianceros y ganado caprino en la región. - Adopción de tecnologías.	-Manejo de praderas con flora nativa.	
	Dietas ricas en almidón			
	Incorporación de lípidos dietéticos en las dietas			

	Transparentar el uso de ganado caprino (uso y manejo y sus impactos).			
Aplicación de Urea	Urea procedente de efluentes de la ganadería	Generar mecanismos de economía circular. Incentivar la agricultura agroecológica.		
	Uso de inhibidores (ejemplo)			
	Minimizar el uso de urea			
	Certificaciones sector agrícola sobre eficiencia y/o huella de carbono			
Tierras convertidas en pastizales	-Forestar zonas ribereñas	Restaurar condiciones naturales, en sectores altos (cordilleranos). Recuperación de las napas.		
	Restauración	Nuevas técnicas de restauración de suelo, generar mecanismos de innovación. Manejo de suelo, regenerar la ecología de suelo (microorganismos).		
	Mecanismos compatibles tanto para la ganadería caprina como para los fines establecidos.			
	Certificaciones sector agrícola sobre eficiencia y/o huella de carbono	Regulación de las zonas agrícolas, y cuota de producción como de lo que se cultiva.		
	Plan de conservación de sumideros en áreas verdes			
	Áreas protegidas			
	Crear red de corredores biológicos con bienes nacionales	Recarga natural y artificial de acuíferos.		
	Forestar zonas ribereñas, restauración a escala paisaje			
	Pagos por servicios ecosistémicos como incentivos a la conservación o restauración			
	Planificar y detener las parcelaciones	Ordenamiento territorial.		

Construcción Residencial

Fuentes Individuales	Medidas de Mitigación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas Medidas	Medidas Priorizadas
Quema de combustibles para la obtención de energía en edificios residenciales	Diseñar edificios con calefacción solar.	-Existen subsidios de esta índole para vivienda, podría haber para edificios (paneles). -Creación de subsidio de mantención de servicio.		
	Mejorar la eficiencia energética de los edificios.	Diseños (arquitectónico) de edificios ecológicos junto a instituciones, diseñarlos para evitar calefacciones (municipio, se identifica como brecha que edificios antiguos, no se pueden intervenir).		
	Considerar opciones de financiamiento (subsidios) para este tipo de vivienda.			
Consumo eléctrico residencial	Incorporar suministro eléctrico solar en proyectos inmobiliarios.		-Lectura de boletas y etiquetas energéticas -Uso de manual de la casa verde (tips), desarrollo de software o app. Falta consumo de GAS (fuente/medida) -Regulaciones de calefón (tecnología), para disminuir consumo de gas según estaciones y necesidad -Fomentar reemplazo de electrodomésticos particulares.	
	Promover el sellado y aislamiento de edificios para disminuir el consumo de energía en calefacción.			
	Incorporar especies nativas en áreas verdes.			
	Considerar opciones de financiamiento (subsidios) para este tipo de vivienda.			
Consumo eléctrico comercial/Institucional	Incorporar suministro eléctrico solar en proyectos inmobiliarios.	**Transversales:**	-Identificar equipos con mayor consumo.	

	Promover el sellado y aislamiento de edificios para disminuir el consumo de energía en calefacción.	Manuales y principios de sustentabilidad Debería tener más énfasis en instituciones de índole pública o su adaptación. - Implementar estrategia climática a largo plazo tiene varias metas y objetivos específicos para la huella de carbono (apoyo de la ley).	-Priorizar su reemplazo. -Tiene importancia al ser "industria".	
	Incorporar especies nativas en áreas verdes.			
	Considerar opciones de financiamiento (subsidios) para este tipo de vivienda.			
	Incorporar en el diseño de nueva infraestructura pública regional criterios de sustentabilidad	Diseñando una estrategia de implementación.		
	Proyectos para regimientos e instalaciones de FFAA para generación de ERNC.	-Incorporando energías no convencionales. - Resguardar seguridad energética.		
Aire acondicionado móvil	Mejorar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración y durante la hidrofluorocarbonado	-Incorporar medidas de medición en el diseño de la vivienda, para evitar uso de aire acondicionado, Ej. edificios antiguos tienen gran altura.		
Disposición de residuos **X**	Promover el uso de composteras y vermicompostera.		-Visitas a centros demostrativos de reciclaje, podría haber más en puntos estratégicos. -Falta incentivo económico, es algo que hay que mejorar Municipios deben tener políticas internas de	
	Incorporar en Las instituciones públicas separado en origen y valorización de los residuos orgánicos que generan.			
	Lograr que todos los parques urbanos administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) valoricen			

	los residuos orgánicos generados, preferentemente en sus instalaciones.		reciclaje, acciones adoptadas en el mismo quehacer, que no sea solo mínimo.	
	Mejorar la gestión del reciclaje.			
	Educación ambiental para el cambio cultural. Mejorar la gestión municipal de manejo de residuos.	-Retiro debería hacerse desde las casas, separado a los otros residuos no orgánicos. -Es necesario fiscalización para que se cumpla -Bolsas de distintos colores, por ejemplo. - Debe ser un trabajo en conjunto, no solo un municipio, privado-publico junto a educación Ojo con la diferencia entre residuos de ciudades.		
Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticos	Incorporar el uso de energía solar en las instalaciones de energía sostenible			X
	Generar reciclaje de las aguas residuales	Diferenciación de aguas grises y aguas servidas, falta política orientada a la diferenciación y recuperarlas. Énfasis a aguas grises Aguas tratadas de las plantas se disponen a cauces naturales u otros lugares sin reutilizar, debería utilizarse para áreas verdes.	-Generación de estrategias planes y proyectos para la implementación de aguas residuales en uso doméstico y áreas verdes. - Utilizar fertilizantes y detergentes orgánicos/biodegradables	
	Educación ambiental para el cambio cultural			
	Sistemas descentralizados de depuración de agua.			

1.2.5. Taller #5: Priorización e implementación de medidas de adaptación

Lugar: Vía online, ZOOM
Fecha: 13 de diciembre de 2022
Horario: 10:00 – 12:30h
Encargados de la actividad: Marcelo Olivares, Mario Jorquera (IPP), Laura Ramajo (CEAZA)
Apoyo al Equipo Consultor: Kyra Stegman, Álvaro Castro, Kinga Halmai (IPP-UCN), Pilar Pérez (MMA), Claudia Alonso, José Ortiz, Jeison Barraza (CEAZA), Emiko Sepúlveda (ECOLOQUIAL).

Análisis de la Asistencia:

El taller contó con una inscripción de 69 personas, presentando una asistencia final de 54 personas entre los invitados y los equipos de trabajo. Con respecto a la caracterización de los asistentes (descontando los equipos de trabajo), se tuvo un total de 41 participantes, de los cuales 3 personas no rellenaron la información solicitada, tanto para la inscripción como para la asistencia. Por lo cual, son analizados los datos provenientes de 38 participantes.

- Sector:
  - Academia 5 participantes
  - Privado 6 participantes
  - Público 25 participantes
  - Sociedad civil 1 participante
  - Otro 1 participante
- Nivel territorial:
  - Comunal 11 participantes
  - Local 0 participante
  - Nacional 8 participantes
  - Regional 19 participantes
- Género:
  - Femenino 16 participantes
  - Masculino 22 participantes
- Etnia:
  - Chango 1 participante
  - Diaguita 1 participante
  - No se identifica 36 participantes

Programa:

Hora	Actividad
10:00 – 10:10	Bienvenida por parte del Ministerio de Medio Ambiente (MMA)
10:10 – 10:30	**Etapa 0:** Exposiciones: • Presentación de medidas de adaptación (Laura Ramajo). • Metodología Participativa (Marcelo Olivares).
10:30 – 11:15	**Etapa 1:** Identificar medidas y medios de implementación (adaptación).
11:15 -12:00	**Etapa 2:**

	Priorización de medidas
12:00- 12:30	**Etapa 3:** Plenaria
12:30	**Despedida y Agradecimientos**

Objetivos:

- Identificar medidas de adaptación, y sus medios de implementación en la Región de Coquimbo.
- Priorizar medidas adaptación al cambio climático en la Región de Coquimbo.

Metodología General:

La actividad constó de tres grandes momentos:

- Momento Expositivo: Se presentó y contextualizó el proceso en que se enmarca el encuentro; siendo este, la tercera jornada participativa para la elaboración del anteproyecto del Plan de Acción Regional de cambio climático de la Región de Coquimbo[7].
- Momento Participativo: Previo al trabajo en cada grupo se desarrolló una presentación de las medidas de adaptación identificadas a la fecha en el proceso del PARCC. Una vez presentados, se desarrolló una metodología colaborativa que permite a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla enfocándose en los riesgos y cadenas de impacto ante el cambio climático en la Región de Coquimbo.
- Momento Reflexivo: Se desarrolló una plenaria donde se presentó un resumen de lo discutido en el momento participativo.

Desarrollo del Taller:

La Jornada de trabajo fue desarrollada en la **plataforma ZOOM**, mediante la conformación de grupos de trabajo (Zona Costera, Biodiversidad, Ciudad e Infraestructura, Agua y Suelo). Para ello, se generaron grupos de 6 a 10 personas que fueron acompañadas por un integrante del equipo consultor, quién explicará la dinámica y tomó apuntes de lo discutido en el grupo, actuando como monitor.

Los integrantes del CORECC y participantes de los talleres fueron acompañados por un integrante del equipo de trabajo de la presente propuesta y moderadores/as[8] que se hacieron cargo de explicar la dinámica de la actividad, los objetivos, y tomará apuntes de lo discutido, solicitando grabar la sesión telemática.

Durante el taller, se desarrolló un trabajo reflexivo grupal, donde los comentarios fueron sistematizados en un papelógrafo virtual en **plataforma *Padlet*** destinada a ello. Durante el desarrollo del taller, el monitor(a) solicitó a los participantes seleccionar a un secretario(a) que tomó apuntes de la conversación; y un delegado(a) que compartió las conclusiones en el plenario, así como los planteamientos más relevantes registrados de su grupo al monitor/a del grupo de trabajo.

Etapas del Taller:

Etapa 0:	**Exposición** Exposiciones: • Presentación de medidas de adaptación (Laura Ramajo).

[7] Se reforzará la idea del primer taller comentando que instrumento que este documento será elaborado por el Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) instancia liderada por el Gobierno Regional de Coquimbo.

Etapa 1:	**Identificar medidas y medios de implementación (adaptación).** Los(as) participantes dialogan en torno a las preguntas: • Respecto al listado presentado ¿Cuáles son sus medios y/o mecanismos de implementación? (bajo que dispositivos o formas se llevan a cabo). • ¿Cuáles son las medidas de adaptación que necesita la Región de Coquimbo? • ¿Identifica alguna otra medida que no aparezca en el listado presentado?
Etapa 2:	**Priorización de medidas** Los(as) participantes priorizarán las medidas de adaptación, las que estarán identificadas en tarjetas virtuales las que serán ordenadas en plataforma Padlet, justificando la priorización y su importancia.
Etapa 3:	**Plenaria** Un(a) participante designado expone a asistentes al taller las conclusiones cada grupo

Hallazgos:

Zona Costera

Para el caso de zona costera la importancia de **contar con sistemas y mecanismos de monitoreo** se convierte en una de las principales preocupaciones del grupo que ha trabajado en la materia. Por lo que las medidas de adaptación que son parte de este componente han sido más discutidas por el grupo, entre los mecanismos de implementación de este componente destaca instalar medidores de temperatura que permita precisamente el monitoreo, **la importancia del trabajo asociativo mediante el vínculo entre academia y gremio pesquero** siendo este último entendido como un espacio local, relacionado con la ciencia. Se propone la instalación de un sistema de cámaras, que permita **mejorar no tan solo la seguridad y fiscalización,** sino, que a su vez, permita conocer la bahía en la cual se instala considerando cuestiones como productores vinculados al sector ya sean algueros o pescadores, teniendo información del ecosistema que permita profundizar en cuanto al conocimiento sobre la bahía, y por otra parte se destaca la importancia de la **vinculación de diversos actores públicos/privados/academia**.

Otra de las medidas importantes que han sido consideradas se encuentran las agrupadas en el componente de planificación territorial, teniendo como principales medidas el **mejorar la planificación territorial costera, como la gestión integral de la bahía.** Considerando para ello, como medidas de implementación el mantenimiento de drenes que desembocan en el mar, como además la **coordinación de servicios públicos y privados para realizar una estrategia de manejo de la bahía** (Delegación municipal, MOP, Armada), identificar aquellas medidas que actualmente afectan al borde costero y actualizar de acuerdo con los servicios/actividades que se realizan en la bahía, siendo estas principalmente las cuales van de la mano con el desarrollo de buenas prácticas en torno al uso de la bahía, así como la implementación de instrumentos zomo la zona de interés turístico, la cual permitiría, **mejorar un modelo de gobernanza** principalmente pensado esto para la bahía de la principal conurbación urbana regional, La Serena-Coquimbo.

"Acerca de las medidas que se han usado, en el caso de los humedales, en el caso de los drenes que menciona… vienen de Plan Serena".

"Quería aportar Planificación territorial existe el instrumento que es la zona de interés turístico, entonces, dando un poco la vuelta, este instrumento… podría ser aplicado en la avenida del mar, instrumento de planificación y gestión de un territorio que tiene un desarrollo de un interés turístico y tenemos un flujo importante, está reglamentado por ley, nos obliga que la gobernanza del territorio, permite tener monitoreo, cosa que no sucede en otros planes, podría ser una alternativa para la conurbación La Serena Coquimbo, tiene que nacer de ahí"…

"Algo importante es contar con un sistema de cámaras, no solamente para observar las marejadas, las olas, todo, complementado con la seguridad, en el humedal son zonas muy inseguras, el tránsito de vehículos, que permita fiscalizar, y conocer un poco más la bahía, cantidad de pescadores, algueros… se vincula la marejada o no, creo que un sistema de cámaras de vigilancia que no solo vigile que no se roben los autos, sino que el ecosistema… y que sirva de fiscalizar, ayudaría bastante a tener un control… complementado con una base de datos".

"Proteger el ecosistema costero, con todos sus componentes, porque siempre separamos los humedales de las dunas, y los humedales costeros son un hábitat, que lleva a otro, proteger el ecosistema y todos sus hábitats".

Biodiversidad

El trabajo del grupo se realizó en torno, principalmente a medidas relacionadas con la flora y ecosistemas de la región, lo que contrasta con las jornadas anteriores, así, se identificó una serie de medidas que se consideran necesarias para la región de Coquimbo, como lo son: la **protección del patrimonio natural y parques, realizar manejo de la expansión de las inmobiliarias en el territorio, revisar y buscar financiamientos para proteger las áreas verdes, confeccionar un plan regulador que permita identificar las áreas que necesitan y deben ser protegidas, así como la protección de los recursos hídricos y los humedales, todo esto acompañado de campañas educativas e informativas para la comunidad**.

Se propusieron medidas específicas dependiendo del componente, por ejemplo, para el componente educativo se consideraron pertinentes medidas relacionadas a la **creación de pequeños parques de conservación o aulas al aire libre donde se propicie el aprendizaje**, **la propagación y la conservación de especies nativas**, trabajando en conjunto con las municipalidades, colegios y organizaciones. A propósito del financiamiento se propone **generar un plan maestro de medio ambiente en cada comuna, con metas y objetivos anuales o periódicos que faciliten la postulación y obtención de fondos y financiamiento.** Para monitoreo e investigación crear centros de investigación estudiantil y bibliografía pertinente, además de la **creación de un banco de semillas para la conservación y propagación de la flora nativa.** Respecto de las políticas y programas, se debe destacar la insistencia en la necesidad de **fiscalización en las áreas que deben ser protegidas así como la urgencia por ofrecer medios de denuncia seguros que propicien la tranquilidad del denunciante y lo protejan frente a posibles amenazas.**

Finalmente, a raíz de todo lo anterior, el grupo realiza una priorización de las medidas de adaptación presentadas en el taller y las propuestas durante la jornada. Se identifican **como medidas urgentes la protección de todos los humedales y cuencas de la región, la restauración en todos los niveles de la flora nativa y su priorización en temas de ornamentación en las ciudades, y la educación de la comunidad sobre la flora y fauna de la región**. Lo que resumen como: "educar, propagar y restaurar con objetivos concretos y metas anuales"

"En Coquimbo nos queda muy poca naturaleza, y hay que trabajar en los parques, tenemos áreas verdes, ejemplo, el culebrón donde nace y el humedal están sufriendo, todas las semanas hay denuncias, de hecho, esta semana fue tvn para hacer la denuncia de extracción de agua donde nace el humedal, están cazando a las aves, la quema de las áreas verdes entonces, falta un plan de trabajo para proteger esas riquezas naturales."

"Hay que proteger, conservar y monitorear, porque qué pasa cuando hay un incendio, ¿hay algún registro, hay alguna reserva de semillas? Yo creo que poder hacer un pequeño banco de semillas comunal o municipal… porque no hay imágenes, no hay un registro real de las especies que había."

"Hay que hacer un trabajo en conjunto con los colegios, municipalidades y organizaciones que protegen el medio ambiente, nosotros en los años que llevamos dando la lucha para proteger el medio ambiente en la ciudad de coquimbo ya creemos que llegó el momento de que a los niños hay que llevarlos a las actividades pero no a limpiar, ese es un trabajo que los corresponde a la municipalidad y está el tema de la educación si ustedes le preguntan a los niños después de haber terminado la actividad que pájaros existen o el hábitat, no la conocen."

"Es complicado cuando se anda solo por los terrenos y ve los vehículos contaminando o extrayendo agua, acercarse a tomar las patentes es peligroso porque surgen las amenazas, ese es un tema que lo deben trabajar las autoridades y la municipalidad, la gente del sector tiene miedo de hacer las denuncias de quienes son los que destruyen, estamos preocupados."

Ciudad e Infraestructura

En la jornada de trabajo se propusieron medios o mecanismos para los componentes en general y para algunas medidas de adaptación en particular, por ejemplo, en el componente educacional surgieron mecanismos para medidas específicas, entre ellos; **Generar planes de acompañamiento tecnológico, ampliar los programas educativos sobre riesgos en el contacto con alguna especies marinas e insectos, la elaboración de un programa regional de educación ambiental,** etc.

En el componente de financiamiento encontramos medidas principalmente relacionadas al trabajo intersectorial, al igual que en el componente de investigación y monitoreo donde se propone el trabajo en conjunto con universidades en los estudios, por ejemplo, sobre cuencas, ampliar la participación comunitaria y aumentar la fiscalización para evitar loteos irregulares.

En políticas y programas, solo se propone **generar programas de financiamiento para mejoramiento de estructura antigua y, en el área de prevención, los medios propuestos apuntan a repensar y reestudiar la vialidad urbana y la forma en que se expanden las ciudades de la comuna.**

No se realiza una selección de las medidas de adaptación más necesarias para la región de Coquimbo, pero, del total de medidas presentadas en el listado y aquellas propuestas por el grupo, se realiza una priorización de cinco urgentes; Sobre educación se prioriza la **creación de planes de concientización hídrica domiciliaria**. Respecto de manejo; la generación de estrategias planes y proyectos para la implementación de aguas residuales en uso doméstico y áreas verdes. Para el componente social, se contempla la **generación de un mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional**. En políticas y programas, la necesidad de **recuperar las aguas grises y, por último, en prevención se prioriza mejorar la conectividad de infraestructura ante inundaciones**.

"Yo creo que una de las medidas más importantes que se utilizan o que se podrían utilizar es el trabajo intersectorial, soy una creyente de ello, no que no puede dar uno lo puede dar el otro y así de esa manera los que salen beneficiados es el territorio, la comunidad y las personas."

"Es super importante que además las universidades o los centros de investigación que existan en la región, se inscriban a los registros de consultoras del MOP porque así van a poder participar de las licitaciones y eso les va a generar bastante información paras las investigaciones futuras, a nosotros nos

sirve porque así va a generar investigación de la región y también en el punto de vista económico sirve para poder seguir levantando iniciativa de parte de las universidades porque son buenos los financiamientos de esos estudios."

"El área verde debemos redefinirla, regular con el tipo de especies, qué tipo de área verde es. En unos análisis que tiene el MINBU de área verde en la comunidad o área verde por persona, la avenida del mar está el mayor déficit aunque tienen tremenda playa, pero para las mediciones toda la avenida del mar tiene poco espacio público y para las mediciones eso baja calidad de vida entonces, yo creo que hay que redefinir lo que es el área verde para la zona, porque no podemos considerar área verde solo un espacio donde hay árboles exóticos y pasto."

Agua y Suelo

El grupo de agua y suelo se orienta como los demás grupos a abordar los medios y mecanismos de las distintas medidas de adaptación, las cuales han sido agrupadas por componentes de capacitación, conocimiento, educación, financiamiento, políticas, entre otras. Dentro de las medidas de adaptación que genera un mayor desarrollo de medios o mecanismos de implementación de encuentra el **fortalecimiento de organizaciones sociales que manejan sistemas de Agua potable rural (APR),** donde se propone, trabajar con encargados de acompañar y facilitar DOH, así como **contar con fuentes de financiamiento específicas que permitan generar programa de capacitaciones promoviendo el trabajo colaborativo entre distintas instituciones.**

En torno al componente de educación, que plantea como medidas la adopción de tecnologías por comunidades, mediante **programas de educación,** así como promover educación ambiental, por área y temáticas, orientado a la comunidad, son cuestiones de las cuales el grupo de trabajo realiza un mayor énfasis proponiendo su implementación mediante el incentivar el financiamiento de programas de educación, vínculo con otros servicios como el de salud, subdirección de servicios sanitarios del MOP, y especialmente en las postas, CESFAM y centros de atención

Mientras que, para las nuevas medidas identificadas, destacan las orientadas en torno al componente de conocimiento, como son generar un programa de gestión hídrica: estudios, medidas de implementación, generar big data de la información regional. Así como en protección, particularmente de suelo se levanta la moción de definir el territorio donde se realiza las distintas acciones, como la importancia de la creación de normativa de protección, para la generación de responsabilidad social empresarial.

"En el tema de conocimiento, en el tema de mapa de actores… Una de las medidas relevantes e importantes, para trabajar estos temas (se refiere a modo transversal) son las actividades de participación ciudadana, bueno obviamente que las trabajo MOP, las distintas divisiones cuando se presentan los proyectos y se hacen evaluaciones ex ante y ex post de los proyectos, entonces en este sentido, las actividades de participación ciudadana con actores relevantes, actores clave sobre todo en localidades rurales… es ir conociendo del conocimiento de los vecinos, del territorio".

"La definición de territorio sobre el cual uno va a actuar con respecto a cambio climático es tremendamente importante, y eso hay que definir si es uno, dos o más municipios, y eso va a depender si estamos en la cordillera o mediana cordillera… una vez que tenemos definido el territorio, la definición de quiénes están adentro y van a tener que participar de esto, porque es interés de todos, municipios, juntas de vecinos, la gobernanza del territorio".

Zona Costera

Componentes	Medidas de adaptación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas medidas identificadas
Conocimiento	Actualización de información sobre estadísticas pesqueras		
	Mejorar estadísticas pesqueras		
Género	Incorporar género de las variables		
Investigación y monitoreo	Evaluar y utilizar herramientas y técnicas de la acuicultura para repoblar con cepas más resistentes		Ampliación de monitoreo, que afecten a los recursos
	Investigar relaciones entre cambios en el entorno y el sector turístico		
	Investigar sobre riesgos de cambios que puedan ocurrir en los sedimentos del fondo marino provocados por las marejadas o las bajadas grandes de ríos.		
	Mejorar el monitoreo de la pesquería (socio-ecológico)		
	Mejorar y profundizar el conocimiento de la costa a nivel local a través de datos, monitoreos y mareógrafos disponibles	Instalar medidores de temperatura (monitoreo), vínculo entre academia y gremio pesquero (local/científico).	
	Generar sistemas de alerta frente a eventos extremos	Sistema de cámaras (mejorar seguridad, fiscalización) (Profundizar conocimiento sobre la bahía) (vinculación de diversos actores públicos/privados/academia)	
	Evaluar el impacto del cierre de puertos en la economía	Municipalidad apoya la diversificación de labores	
Manejo y conservación	Diversificación de actividad junto con estudios de capacidad de carga de las AMERBs		Legislación más participativa sobre planes de manejo, etc. Compartir investigación entre privados y agrupaciones
	Gestión integrada entre acuicultores artesanales e industriales (justicia)		
	Incorporar apoyo técnico para el manejo del		

	recurso		
	Manejar y/o fiscalizar la pesca ilegal	Aumentar dotación de armada para fiscalización	
	Proteger sistemas dunares como mejora de la capacidad adaptativa		
	Reforzar programas de conservación, protección y fiscalización sobre las actividades de extracción en áreas de libre acceso.	Visibilizar aún más la protección, poca existencia de letreros en costa	
	Incorporación de soluciones basadas en la naturaleza (co-cultivos con algas)		
	Valorizar y diversificar atractivos a partir de otros recursos turísticos en base a conservación.	-Acciones tendientes al cuidado de humedales y dunas. - Certificación a playas de acuerdo con equipamiento	
	Protección de humedales	Cierre de playas en épocas específicas.	
	Restauración de humedales	-Eliminar relleno, eliminar microbasurales. -Mantener ciclo hídrico, asegurar fuentes de agua -Restauración cuenca Río Elqui -Restaurar área desde donde se saca áridos -Reforestación de las riveras -Investigar estrategias de restauración	
Planificación Territorial	Mejorar la planificación territorial costera	-Mantenimiento de drenes que desembocan en el mar - Coordinación de servicios públicos y privados para realizar una estrategia de manejo de la bahía (Delegación municipal, MOP, Armada). -Identificar aquellas medidas que actualmente afectan al borde costero y actualizar de acuerdo con los servicios/actividades que se realizan en la bahía.	Gestión Integral de la Bahía
	Gestión integral de la bahía (Nueva)	-Buenas prácticas entorno al uso de la bahía.	

		- Instrumento de planificación/gestión "zona de interés turístico" reglamentado por ley, gobernanza del territorio con metodología de trabajo clara (municipios LS/Coquimbo). -Beneficios relacionados a buenas prácticas del uso de la bahía, buenas estrategias de manejo.	
Prevención	Asegurar infraestructura costera frente a eventos extremos y otras amenazas	Seguro social relacionado a afectaciones que puedan sufrir los usuarios de la costa	Mejorar comunicación entre diversos actores relacionados al borde costero
	Generación de un Sistema de alerta temprana por presencia de medusas	Forma más educativa de prevención	
Educación	Adopción de tecnologías por comunidades, mediante programas de educación	-Estrategias de ciencia ciudadana -Mayor educación en zonas costeras, colegios y agrupaciones -Planes de educación a los usuarios de la bahía	
	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientado a la comunidad	- En restaurantes de la costa, incluir acciones tendientes al cuidado de la costa, como materiales reciclables, información sobre aves silvestres - Señalética orientada a educar a la comunidad en sectores turísticos	
Financiamiento	Generar mecanismos de economía circular	Asegurar el bien común	Aumentar financiamiento en monitoreo
	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo		

Biodiversidad

Componentes	Medidas de adaptación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas medidas identificadas
Educación	Involucrar e informar a la población sobre biodiversidad y cambio climático	-Crear jardines o aulas al aire libre, de aprendizaje y propagación, generando también pequeñas plantaciones. -Trabajar en conjunto con municipalidades, colegios y organizaciones. No solo en labores de limpieza. -Dar a conocer la flora y fauna de la región a los y las jóvenes, en todos los colegios. -Triangulación con privados para ornamentar los espacios con especies nativas de bajo requerimiento hídrico.	-Realizar un plan regulador para identificar las áreas que se deben proteger, y conseguir financiamientos. -Realizar manejo de la expansión de las inmobiliarias con el fin de proteger las áreas verdes y ecosistemas. -Ampliar la cantidad de especies protegidas en la región -Incorporar la educación ambiental y prevención, en el currículum educacional. -Crear jardines, parques o aulas al aire libre con flora nativa. -Transmitir la información de forma más cercana, no tan académica. -Informar y reforzar los procesos de marcos legales
	Generar acciones de prevención y educación respecto a incendios forestales		
	Adopción de tecnologías por comunidades, mediante programas de educación.		
	Promover educación ambiental, por área y temáticas orientando a la comunidad.		
Financiamiento	Generar mecanismos de economía circular	-Crear un plan maestro de medio ambiente para cada comuna, que facilite las actividades y la búsqueda de financiamientos.	
	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo.		
Manejo y conservación	Desarrollar estrategias de manejo sostenible de los recursos	-Opciones de generar compensaciones en zonas del arbolado urbano, con pequeños núcleos de especies nativas para canalizar recursos. -Trabajo con autoridades en todos los temas -Fiscalizar delitos medioambientales otorgando seguridad a los denunciantes. En conjunto con PDI -Considerar también los humedales y vegas andinas en zona cordillerana no solo costeros. Pensarlos como áreas de conservación o santuarios de la naturaleza.	
	Normar las actividades turísticas de avistamiento		
	Proteger zonas de alimentación		
	Generar corredores de protección que conecten las áreas ya existentes		
	Generar acciones de restauración ecológica		

	Conservar de manera efectiva los humedales		y mecanismos de denuncias. -Considerar las vegas andinas cordilleranas -Crear bancos de semillas para proteger y restaurar. -Modificar ley de arbolados, privilegiando la flora nativa.
	Aumentar la extensión de áreas protegidas		
	Creación de nuevas áreas protegidas o figuras de protección en la zona donde habitan las especies comprometidas		
	Impulsar una política de cero construcciones industriales en zonas cercanas al paso o hábitat de las especies vulnerables.		
	Verificar las tallas mínimas para la extracción o pesca		
	Limitar actividades como pesca deportiva sobre aquellas especies claves en el ecosistema.		
Monitoreo e investigación	Estandarizar las metodologías de monitoreo de especies	- Proteger y monitorear un banco de semillas de especies nativas. - Crear centros de investigación estudiantil, sobre medios de propagación y riego. - Crear bibliografía y guías sobre medios de propagación y conservación de los que no tenemos registros.	
	Identificar y estudiar zonas de alta potencialidad para la conservación biológica.		
	Verificación constante y control de la contaminación de las aguas oceánicas.		
Políticas y programas.	Potenciar programas de acuicultura para la cría de alimento para las especies con más riesgo	- Que la ley de arbolado priorice la flora nativa. - Generar parques de especies nativas con información interactiva	
	Normar y fiscalizar actividades en bosques		

	Hacer vigilancia y control sobre las cantidades extraídas de pesca industrial y artesanal.	- Desarrollo en las zonas rurales de iniciativas, porque ellos tienen las semillas y las condiciones de espacio. - Hacer parte a las municipalidades y privados dueños de terrenos, para potenciar el cuidado de todos los humedales. - Hacer rondas en humedales y zonas protegidas, manejar el problema de amenazas hacia las personas que denuncian. - Realización acciones conjuntas con todos los sectores en torno a la fiscalización de quemas. - Modificar reglamentos para relocalizar las medidas de compensación en áreas más viables y cercanas - Promover la certificación de las empresas b y buscar financiamiento para proyectos de conservación de flora en espacios urbanos.	

Ciudad e Infraestructura

Componentes	Medidas de adaptación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas medidas identificadas
Educación	Adaptación de tecnologías por comunidades, mediante programas de educación.	Generar planes de acompañamiento tecnológico	-Uso de energía renovable como abastecimiento energético a servicios públicos (energía solar, eólica, biodigestor). -Adaptación de la oferta turística con relación a la población flotante por el turismo.
	Generar campañas educativas para conocer cómo actuar ante la picadura de estos organismos.	Ampliar programas educativos sobre riesgos de contacto con especies (medusas, insectos)	
	Planes de concientización hídrica domiciliaria	Realizar a través del Departamento de Medioambiente (mun. La Serena) periódicamente (colegios, CESFAM, etc) y vía redes sociales de forma permanente.	
	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientando a la comunidad.	-Realizar diagnósticos participativos sobre educación ambiental comunitaria para los territorios de la comuna. -Elaborar programa regional de educación ambiental.	
Financiamiento	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo.	-Aprovechar financiamiento de estudios para obras de mitigación. -Los instrumentos sectoriales adaptados al cambio climático, debe tener una bajada local.	
	Generar mecanismos de economía circular.	Trabajo intersectorial en ámbitos de educación, salud, etc.	
Investigación y monitoreo	Fortalecer estudios hidrológicos de cuencas y embalses.	-Integrar a Universidades de la región en realización de estudios hidrológicos de cuencas y embalses. -Las universidades y centros de estudios podrían inscribirse en registro de consultores del MOP. -Ampliar la participación comunitaria. -Mejoramiento de obtención de datos para proyección de caudales	
	Incorporación de modelación hidrológica para la proyección de caudales de cabecera.		
	Incorporación de modelos ajustados a escenarios de cambio climático.		
	Mejorar información para evitar loteos ilegales.	Aumentar la fiscalización municipal. -Generar plan de fiscalización en base a loteos ilegales. -Aumento de personal y recursos para fiscalización.	
Manejo	Generación de estrategias, planes y proyectos para la implementación de aguas residuales en uso doméstico.	-Reglamento de uso de aguas grises (proyectos urbanos nuevos). -Identificar mecanismos de uso de aguas grises en sector rural.	

		-Reutilización de aguas para áreas verdes. -Proyectos colectivos e individuales en temas de reutilización de aguas. -Generar programas de pilotaje e incubación para reutilización de aguas en trabajo con municipios. -Redefinir la concepción de qué es un área verde.	
	Implementar ordenamiento territorial que permita mejorar información para evitar loteos ilegales.		
Social	Instancias de diálogo entre organizaciones comunitarias y autoridades.	Que exista un subcomité de consejos técnicos de cambio climático, ampliado a participación comunitaria.	
	Generación de mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional.	Mesas territoriales y consejos consultivos con organizaciones sociales que entreguen información a la comunidad.	
	Promover e incentivar instancias de diálogo entre organizaciones y autoridades de carácter vinculante.		
Políticas y programas	Recuperar aguas grises	Generar planes transversales de financiamiento, apuntando a nuevas construcciones y adecuación de infraestructura antigua.	
	Generar política de reconversión agrícola y ordenamiento territorial rural.		
	Mejorar el sistema y mercado del reparto de agua.		
	Generación de una política de reconversión agrícola.		
Prevención	Mejorar la conectividad de la infraestructura ante inundaciones.	-Generar vías y conexiones de evacuación en planos reguladores intercomunales. -reestudio de la vialidad urbana. -incorporar y ajustar los planos reguladores ¿queremos ciudades más densas o extensas?	
Tecnologías	Incorporación de procesos de reutilización y/o recarga.		
	Incorporación de tecnologías de control y monitoreo.		
	Incremento de la capacidad de almacenamiento de agua.	-Priorizar la recarga de acuíferos por sobre los embalses. -Propiedad sobre el agua infiltrada.	
	Mejorar tecnología de sistema de lavados en parques eólicos.		
	Promover la utilización de fertilizantes y detergentes orgánicos biodegradables.		
	Búsqueda de nuevas fuentes de agua y uso sustentable.		

Agua y Suelo

Componentes	Medidas de adaptación	Medios o mecanismos de implementación	Nuevas medidas identificadas
Capacitación	Generar mecanismos de fortalecimiento de organizaciones sociales que manejan sistemas de Agua potable rural (APR).	-Servicios sanitarios rurales, encargados de acompañar y facilitar DOH. -Contar con fuentes de financiamiento específicas. -Generar programa de capacitaciones (distintas instituciones).	- Conocer el catastro de terrenos fiscales que cuenta la región, programar iniciativas de interés regional: tratamiento de aguas grises, Transferencia, otros
Conocimiento	Generar un mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional.	Mediante participación ciudadana, con actores relevantes en la implementación del conocimiento local.	-Programa de gestión hídrica: estudios, medidas de implementación. -Generar big data de la información regional.
	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo.		
	Entender las características y dinámicas de atributos funcionales de la vegetación silvestre que sirvan como predictores deservicios ecosistémicos.	Relevar los centros de investigación en el diseño e implementación de medidas.	
Educación	Adopción de tecnologías por comunidades, mediante programas de educación.	-Incentivar el financiamiento de programas de educación. -Vínculo con servicio de salud, y especialmente en las postas, CESFAM y centros de atención. -Vínculo con otras instituciones, Subdirección de servicios sanitarios rurales MOP	No se identifican
	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientado a la comunidad.		
Financiamiento (Economía)	Generar mecanismos de economía circular.	-Incorporar a la comunidad en el proceso. -Conciencia comunitaria, para generar procesos de intercambio, de reutilización (trabajo comunitario), sensibilizar la comunidad. -Vinculación con el componente educación. -Programa que cree un sistema de vinculación	

		con el municipio que es la entidad cerca de la comunidad. - Unificar criterios municipales.	
	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo.	-Valorizar las acciones que ya se realizan. -Coordinación de acciones y financiamiento entre las distintas instituciones públicas.	Incorporar en Programas de Proempleo, una línea de trabajo en torno a Cambio Climático: escasez hídrica y protección de suelo.
Políticas	Modificar la política de inversión de entubación de agua.	Modelo de gobernanza, como una acción transversal. Incentivo para la implementación de las políticas.	No se identifican
	Plan de eficiencia hídrica para cultivos tradicionales (riego + capacitación).		
	Cautelar el uso de subsistencia del agua antes que el agua para la agricultura.		
	Fortalecer organizaciones sociales que manejan sistemas de APR.		
Protección	Disminuir las áreas de Cultivo (priorizar calidad antes que cantidad).	Planes de cierre: regulación y recuperación de suelo.	
	Recuperar, restaurar y proteger ecosistemas silvestres de la Región, que considere el equilibrio agua-suelo-vegetación.	Mediante diversas estrategias de manejo de suelo.	
	Recuperar suelos	-Comprender como unidad viva. -Gestión del suelo, punto primordial para abordar el CC.	
	Proteger glaciares, que entregan seguridad hídrica en momentos de sequías.		
	Generar estrategias de recuperación de suelos: manejo, regenerar su ecología y microorganismos.	-Incorporando en actualización, Plan regional de desarrollo, de ordenamiento territorial, Planes Intercomunales, PLADECOs. -Incluir indicadores que permitan medir el impacto de la línea de trabajo CC. - Resguardar la recuperación de suelo en los procesos de reconversión productiva	-Definir el territorio donde se realiza las distintas acciones. -Creación de normativa de protección, para la generación de responsabilidad social empresarial.

	Promover la recarga natural y artificial de acuíferos. Conservación del recurso hídrico.		
Tecnología	Utilizar variedades de uva pisquera tardías o tempranas de acuerdo con las condiciones climáticas locales.	Reconversión productiva, transformar áreas en otro tipo de cultivos.	-Análisis de buenas prácticas en otras latitudes. -Búsqueda de alternativas, desaladora, tratamiento de aguas grises, agua del sur. Opciones de contar con agua.
	Incorporación de tecnologías para reducir las tasas de evapotranspiración (mallas u otros).		
	Aumentar la superficie de riego de precisión tecnificado de predios de uva pisquera.		
	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo.	Conversión de datos en información, capacidad de generar recopilación un big data.	
	Buscar alternativas de cultivos que requieran menos recurso hídrico.	Reconversión productiva, trabajo con distintas instituciones.	

1.2.6. Taller #6: Financiamiento para la implementación de medidas de adaptación y mitigación

Lugar: Vía online, ZOOM
Fecha: 20 de diciembre de 2022
Horario: 10:00-12:30h horas
Encargados de la actividad: Marcelo Olivares, Mario Jorquera, Laura Ramajo
Apoyo al Equipo Consultor: Kyra Stegman, Álvaro Castro, Kinga Halmai (IPP-UCN), Pilar Pérez (MMA), Begoña Peceño (UCN), Bernabé Alonso (U Sevilla), Emiko Sepúlveda (ECOLOQUIAL).

Análisis de la Asistencia:

El taller contó con una inscripción de 66 personas, presentando una asistencia final de 59 personas entre los invitados y los equipos de trabajo. Con respecto a la caracterización de los asistentes (descontando los equipos de trabajo), se tuvo un total de 44 participantes, de los cuales 1 persona no rellenó la información solicitada, tanto para la inscripción como para la asistencia. Por lo cual, son analizados los datos provenientes de 43 participantes.

- Sector:
  - Academia 5 participantes
  - Privado 7 participantes
  - Público 28 participantes
  - Sociedad civil 2 participantes
  - Otro 1 participante
- Nivel territorial:
  - Comunal 7 participantes
  - Local 1 participante
  - Nacional 14 participantes
  - Regional 21 participantes
- Género:
  - Femenino 18 participantes
  - Masculino 25 participantes
- Etnia:
  - Chango 1 participante
  - No se identifica 42 participantes

Programa:

Hora	Actividad
10:00 – 10:10	Bienvenida por parte del Ministerio de Medio Ambiente (MMA)
10:10 – 10:30	**Etapa 0:** Exposiciones: • Presentación de medidas de adaptación (Laura Ramajo). • Metodología Participativa (Marcelo Olivares).
10:30 – 11:15	**Etapa 1:** Identificar medidas y medios de implementación (adaptación).
11:15 -12:00	**Etapa 2:**

	Priorización de medidas
12:00- 12:30	**Etapa 3:** Plenaria
12:30	**Despedida y Agradecimientos**

Objetivos:

- Diseñar una estrategia de financiamiento para llevar a cabo la implementación de las medidas de mitigación y adaptación del Plan de Acción regional del Cambio Climático (PARCC) de la región de Coquimbo.

Metodología General:

La actividad constó de tres grandes momentos:

- Momento Expositivo: Se presentó y contextualizó el proceso en que se enmarca el encuentro; siendo este, la tercera jornada participativa para la elaboración del anteproyecto del Plan de Acción Regional de cambio climático de la Región de Coquimbo.
- Momento Participativo: Previo al trabajo en cada grupo se desarrolló una presentación de las medidas de mitigación y adaptación identificadas en el proceso del PARCC. Una vez presentados, se desarrolló una metodología colaborativa que permite a las personas entregar información de manera didáctica y sencilla.
- Momento Reflexivo: Se desarrolló una plenaria donde se presentó un resumen de lo discutido en el momento participativo.

Desarrollo del Taller:

La Jornada de trabajo fue desarrollada en la **plataforma ZOOM**, mediante la conformación de grupos de trabajo. Para ello, se generaron grupos de 6 a 10 personas, la cantidad de grupos a crear estuvo supeditada a la cantidad de asistentes a este último taller, quiénes fueron acompañados por un integrante del equipo consultor, quién explicó la dinámica y tomó apuntes de lo discutido en el grupo, actuando como monitor.

Los integrantes de cada mesa fueron divididos por grupos temáticos que agruparon las medidas identificadas, tanto para adaptación como mitigación:

Durante el taller, se desarrolló un trabajo reflexivo grupal, donde los comentarios fueron sistematizados en un papelógrafo virtual en **plataforma Padlet** destinada a ello. Durante el desarrollo del taller, el monitor(a) solicitó a los participantes seleccionar a un delegado(a) que compartió las conclusiones en el plenario, así como los planteamientos más relevantes registrados de su grupo. En la "Etapa 0" -previo al desarrollo del taller- se llevaron a cabo presentaciones que dieron cuenta de Estado de avance del proyecto (Laura Ramajo) y la metodología participativa (Mario Jorquera).

Etapas del Taller:

Etapa 0:	**Exposición** Exposiciones: • Presentación de medidas de adaptación (Laura Ramajo).
Etapa 1:	**Identificar fuentes de financiamiento.** A partir del listado presentado, tanto de medidas de adaptación como de mitigación, personas participantes dialogan en torno a las preguntas: • Desde su conocimiento: - ¿Qué instituciones/organizaciones podrían liderar y cuáles colaborar en la implementación de estas medidas?

	- ¿Qué fuentes o mecanismos de financiamiento se encuentran disponibles para estas medidas? (escala nacional, regional o comunal).
Etapa 2:	**Identificar medidas y medios de implementación.** Los(as) participantes una vez identificadas las fuentes de financiamiento discuten en torno a la moción de cuáles serían los mecanismos de implementación de las medidas Respecto al listado presentado: • ***¿Cuáles son sus medios y/o mecanismos de implementación? (bajo que dispositivos o formas se podrían llevar a cabo)*** • ***¿En qué política programa o proyecto se deberían crear o incluir esta(s) medida(s)?***
Etapa 3:	**Plenaria** Un(a) participante designado expone a asistentes al taller las conclusiones cada grupo

Hallazgos:

Medidas de Adaptación

Se trabajaron las medidas de adaptación en dos grupos. En ambos se trataron las medidas desde los componentes, por lo tanto, las fuentes de financiamiento, las propuestas de organizaciones líderes, y las políticas y programas propuestas responden más a los componentes que a una medida de adaptación en específico, exceptuando casos puntuales.

En general y a modo de resumen, se propuso recurrir a **financiamientos principalmente asociados a los ministerios de Medio Ambiente, Agricultura, Ciencias y Educación, al Gobierno Regional, las municipalidades, instituciones como CONAF, INDAP, CORFO, etc.** Además de la postulación a algunos fondos concursables identificados. Los liderazgos se asociaron principalmente al Ministerio de Medio Ambiente en conjunto con municipios, centros de estudios o alguna otra institución específica según fuese la medida presentada.

Se presentaron propuestas a propósito de la posibilidad de obtener financiamientos y cooperación por parte de CORFO pero para dicho propósito se necesitaba encontrar una orientación económica a algunas medidas, afectaciones, involucramientos de empresas o microempresas, con capacitaciones y otras actividades de protección y conservación orientadas a lo económico, principalmente a través de lo agropecuario y el turismo.

A continuación se presenta una descripción más detallada de lo propuesto para cada componente:

- Para el componente **I+D+I** se propone incluir una medida referida a aumentar la investigación en todos los ámbitos, buscando financiamientos del Ministerio de Medio Ambiente, fondos de investigación disponibles, ANID, Ministerio de ciencia y tecnología, fondos de protección ambiental, algunos privados desde las industrias chilenas, regionales como el GORE y otros de escala mundial como fondos disponibles desde el BM. Como líderes se propone principalmente al Ministerio de Medio Ambiente y diversos centros de investigación.
- A propósito del componente sobre **Conservación y Soluciones Basadas en la Naturaleza** se presentaron fondos específicos para algunas medidas, pero en general se propone buscar financiamientos asociados a: programas de recuperación de suelos degradados del SAG, planes de restauración de paisajes, FNDR, de la seremi de medio ambiente, municipalidades, GORE, y fondos de investigación asociados a CONAF. Como líderes y colaboradores se proponen al Ministerio de

Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente, FAO, CONAF, INDAP, SERNAGEOMIN, en conjunto con universidades, academia y agrupaciones de regantes, crianceros y juntas de vigilancia.

- Para **Planificación Territorial** se proponen fondos asociados a GORE, Ministerio de obras públicas y FNDR principalmente. Mientras que se propone a los municipios, el GORE y la seremi de medio ambiente como principales responsables. En el caso de Educación, capacidades y difusión se propone recurrir a fondos de ciencia publica, el Ministerio de Medio Ambiente y CORFO, con liderazgos asociados a una alianza entre el Ministerio de Medio Ambiente y de Educación.
- Finalmente, para los componentes **de Política y Gobernanza, Monitoreo y Fiscalización, e Inversiones y/o infraestructura crítica,** se proponen financiamientos desde el gobierno regional, el ministerio de medio ambiente, las municipalidades e INDAP, y como posibles responsables o líderes se identifican al gobierno regional, la Seremi de Medio Ambiente, centros de estudios de universidades, la dirección marítima y meteorológica, etc.

"También las universidades o como el nivel terciario de educación porque bueno, por una parte, está la educación como capacitación a la comunidad, pero también a nivel regional se debe seguir avanzando en armar programas de postgrado o diplomados que tengan relación con cambio climático y con adaptación"

"En el punto de uso del suelo los grupos de crianceros son un grupo importante en la región, quizás contactarse con las agrupaciones para que puedan ser ponderadas también porque mucha de su actividad tiende a erosionar, entonces puede que tenga ese nexo y se puede hacer un buen trabajo ahí."

"El GORE y también la seremi de medio ambiente, no es por sobre cargarlos, pero yo sé que trabajan en conjunto y podrían apoyar ahí al gobierno porque tienen un conocimiento más específico de qué actores podrían estar involucrados, pero yo también concuerdo en que tiene que ser el GORE quien lidere el reunir a todos los actores."

Matriz de Sintesis:

Componente	Medidas	Fuentes de financiamiento	Organizaciones líderes y colaboradores	Políticas, programas o proyectos	Medios o mecanismos de implementación
I+D+I	Mejorar y profundizar el conocimiento de la costa a nivel local Aumentar investigación	-ANID, Ministerio de medioambiente -Fondos de investigación con foco -Ministerio de ciencia y tecnología. -CRDP, FAO, Andes Valley -Fondos BM. -Inversiones de industrias chilenas. -Fondos de protección ambiental (FPA) -GORE	Ministerio de medio ambiente, centros de investigación, universidades. -SERNAPESCA -Directemar -MOP (colaborador) -Pueblo Chango/ CONADI -ONGs -INDESPA -CONAF	En proyectos y programas de la seremi de ciencias -en programas de recuperación de espacios y parques de CONAF	-investigando y replicando ejemplos de fuera del país.
Conservación y soluciones basadas en la naturaleza	Desarrollar e implementar estrategias de recuperación de suelos	Programas de recuperación de suelos degradados (SAG) -Plan nacional de restauración de paisajes -Fondo para el medio ambiente mundial -FNDR -Fondo ambiental de desarrollo	Min. Agricultura, Min. Medio ambiente. -FAO -CONAF -Municipios -INDAP -Universidades y academia -Agrupaciones de crianceros -Organizaciones regantes -SERNAPESCA -Comunidades -SERNAGEOMIN -Juntas de vigilancia	-Políticas de protección, sistemas de denuncias. -Proyectos de ministerio de medio ambiente. Políticas de arborización, etc. -Planes reguladores -Programas de reforestación	
	Conservar ecosistemas en la costa de manera multidimensional (restricciones, cambio cultural, otros)	Seremi de medio ambiente en conjunto con municipalidades y GORE.			
	Proteger todos los humedales y cuencas de la región	Ministerios de medio ambiente, The Nature Conservancy- america latina			

	Acciones de restauración en todos los niveles con flora nativa	Gobierno regional, concejales, etc. -CONAF (fondos de investigación del bosque nativo)			
	Protección de playas/ dunas	Ministerio de medio ambiente			
	Proyectos de adaptación o mitigación	CORFO, en desarrollo de prototipos y proyectos.			
Planificación territorial	Planificación costera y gestión integral de bahías	Gore, Ministerio de obras públicas, fondos FND, se pueden orientar a planificación territorial. Comisión de Uso de borde costero público- privada.	Municipales, GORE, Seremi de medio ambiente.		-Actualizar zonificación de uso de borde costero, considerando cambio climático. -Pensar en economía circular, mirando estrategias utilizadas fuera de chile.
	Estrategias y planes para la recuperación de aguas residuales en uso doméstico	Comisión hídrica, concesiones sanitarias, econssa			
Educación, capacidades y difusión	Educación ambiental y para la adaptación	Fondos de ciencia pública, Ministerio de medio ambiente, CORFO (siempre y cuando se oriente a alguna actividad económica o de difusión)	Ministerio de medio ambiente y de educación. -Min de educación y medio ambiente Lideran. -Colegios privados. -Servicio de salud -Dirección general de obras públicas -CORFO (cursos)	-Mesa para la sustentabilidad -Programas anuales de capacitación	Elaboración de planes de estudio con orientación regional.
Política y gobernanza	Mapa de actores y análisis de relación	Gobierno regional, FNDR	Gore,		

	respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional		Comisión de uso del borde costero Seremi de medio ambiente		
Monitoreo y fiscalización	Fortalecer el monitoreo y observación del océano	Ministerio de medio ambiente	Centros de estudio, universidades, encargados de zonas costeras -Gobernación marítima -SHOA -Dirección meteorológica de la Armada	Normativas que aborden la protección de biodiversidad y calidad de aguas	Utilización de plataformas colaborativas libres, para aportes y denuncias ciudadanas como apoyo a fiscalizadores. Adaptar experiencias internacionales al territorio Estandarizar medidas para establecer parámetros comparativos.
Inversiones y/o infraestructura crítica	Plan de eficiencia hídrica para cultivos incluyendo sectores urbanos y espacios públicos	GORE Municipalidades INDAP Fondos concursables en la comisión nacional de riego	Dirección de obras hidráulicas		
	Sistemas de alerta frente a eventos externos	ONEMI	ONEMI, Dirección marítima SHOA Dirección meteorológica de la armada Senapred	Existen programas Sistema de alarmas costeras.	
	Mejorar infraestructura ante inundaciones				

Medidas de mitigación

Las principales fuentes de financiamiento de las medidas de mitigación priorizadas en ambos grupos trabajados, han sido las que se han conversado en el marco del estudio, se enfocan como grandes tópicos, cuestiones relacionadas con la energía, el transporte, la construcción residencial minería e industria, así como el uso de suelo. Donde si bien la discusión es equilibrada hay cuestiones que generan mayor preocupación, reflejado este en el énfasis puesto en la conversación, ello se ve reflejado en la importancia del transporte y la transformación a electromovilidad o la incorporación de trenes tal como lo discute el grupo, tal como se podrá ver a continuación en el detalle de síntesis de los dos grupos trabajados de Mitigación.

Dado que el énfasis del Taller #6 se encuentra en las fuentes de financiamiento en este punto destacan para el caso de energía, instituciones, programas o fondos como son: Ministerio de Energía, Agencia de Sostenibilidad Energética, Empresas eólicas (Estudios de impacto ambiental incorporan formas de financiamiento), Proyectos Explora ANID para el caso de educación. Mientras que para el caso de uso de suelo destacan diversas fuentes de financiamiento como ODEPA mediante el programa recuperación de suelos, CONAF, FIA con programas orientados a comunidades rurales y particularmente a comunidades agrícolas de la región, Instituto Forestal

Una de las fuentes de financiamiento reiterada refiere a Proyectos GEF FAO que permite financiamiento de diversos programas, así como el Banco Interamericano de Desarrollo, instituciones que podrían aportar con fuentes de financiamiento en diversas medidas de mitigación discutidas.

Por otra parte, como un punto importante de análisis en torno a los mecanismos de implementación, aparecen dos puntos recurrentes en otras participaciones ciudadanas, a saber, el municipio como un anclaje territorial fundamental al momento de realizar las bajadas de información como la relación con la comunidad, y por otra parte, la importancia de las alianzas principalmente entre las distintas agencias estatales como además, las alianzas con el mundo privado y otras instituciones, organizaciones u otros, siendo relevante la gobernanza territorial para su implementación.

"Departamento de medio ambiente de municipio… la red de salud en todas sus formas, en toda su red de prestación, es una red que tiene mayor profundidad y llega a los lugares mas pequeños, entonces si bien los municipios, los dptos. De medio ambiente pueden tener los contenidos, se ha visto que ese es un canal super, el canal de mayor difusión para hacer educación".

"Muchas cosas no pasan más allá de recomendaciones, no podemos nosotros mismos (Gobierno Regional) construir el panel fotovoltaico en la edificación, lo tiene que hacer otro servicio, podemos recomendar a la consultora, también nosotros mismos no lo tenemos puesto en nuestras bases administrativas de los contratos, que las empresas tengan de algún modo huella de carbono…que se les avise a las empresas que van a ser mejor evaluadas y cuenten con políticas de innovación en estas temáticas, hasta ahora lamentablemente no son factores que permitan de algún modo evaluar, entregar el contrato una empresa o a otra, solo son recomendaciones, esperemos que pronto sean criterios para que las empresas adjudiquen".

"Mencionar que el ministerio de energía trabaja en varios de estos ámbitos, de hecho hay divisiones, tenemos una parte que se encarga de educación, otro que se encarga de la implementación de energías renovables, y también una división de políticas, en temas de educación hemos trabajado cada vez con más fuerza, se hacen capacitaciones con las municipalidades para llegar a las distintas Juntas de vecinos y organizaciones y dar charlas de eficiencias energéticas, ferias, seminarios… temas de energías renovables, también para autoconsumo, hay convenios con agricultura para proyectos a través de la ley

de fomento al riego, casa solar, hay programas que están buscando financiar, proyectos de pequeñas empresas también, también con las políticas de eficiencia energética, la ley de generación ciudadana, tenemos estrategias de electromovilidad y también estamos conversando con el gobierno regional , de algún programa que vaya con apoyo".

Matriz de sintesis:

Componente	Medidas de mitigación	Fuentes de financiamiento	Organizaciones líderes y colaboradores	Políticas, programas o proyectos	Medios o mecanismos de implementación
Energía	Campañas de educación a nivel comunal para un uso eficiente de la energía	-Ministerio de Energía -Agencia de sostenibilidad y cambio climático. -Agencia de sostenibilidad energética -Empresas parques eólicos (RSE) -Municipalidades rurales, de acuerdo con la disponibilidad de programas existentes — -Academia MMA Adriana Hofmann — -Divisiones de educación y política del MMA -Empresas eólicas (Estudios de impacto ambiental incorporan formas de financiamiento). -Proyectos Explora ANID	-Liderado por municipios, desde la realidad comunal (certificación ambiental municipal, MMA, GORE, Capacitación e infraestructura, Fondos privados) -Universidades a través de talleres Depto. Medioambiente Municipalidad de Coquimbo / Red de Salud (CESFAM, COSAM, etc.).	-Quiero mi barrio, incluir financiamiento en esta línea. -Implementar en mallas curriculares el fomento de uso de energías renovables.	-Certificación ambiental, genera el compromiso mediado por Unidad de medio ambiente a nivel comunal. -Programa País Eficiencia Energética. Capacitaciones orientadas a gente adulta en industrias. -Ferias científicas que se realizan en diversas comunas. -Organizaciones comunitarias a través de proyectos (DIDECO, COSOC).
	Políticas y acciones para la autogeneración de energía y el desarrollo de proyectos de ERNC	-Agencia de eficiencia energética -Agencia de sostenibilidad energética (programas energéticos).	-Trabajo multisectorial e interdisciplinario GORE, sector privado para parques ERNC, gobernación regional.	MINAGRI y MMA Acompañamiento en transferencia e incorporación tecnológica de FIA y FIC.	-Servicios con instrucciones de autoconsumo en edificios públicos para empresas constructoras. -Programa Barrios comerciales

					SERCOTEC.
Minería e industria	Uso de ERNC como fuente en el transporte de la minería y la industria		SERNAGEOMIN		Programa Huella Chile. ISO 50.001 implementación.
	Mayor eficiencia de procesos y uso de ERNC	Sercotec PYMES CORFO	Agentes operadores Corfo (Asoex, Gedes, otros).		
	Potenciar la economía circular con foco en la reutilización de residuos y aguas grises				
Transporte	Más y mejores ciclovías y transporte limpio		Liderado por municipios. liderando grupo de trabajo con Min. Energía y MMA. Sinergias entre Min Transporte, MINVU, Min Energía		-Ministerio de Transporte para el desarrollo de ciclovías y transporte limpio, canalizado por municipalidades. -Instrumentos de deudas existentes como bonos verdes facilita la implementación de medidas específicas. -Planes de mitigación

					sectoriales.
	Fortalecer y ampliar el transporte público, considerando trenes eléctricos		MOP con licitación 2023 sobre tren eléctrico		Instrumentos de deudas existentes como bonos verdes facilita la implementación de medidas específicas.
	Incentivos para autos eléctricos y restricciones vehiculares a autos convencionales	BID	Municipios.	Creación de área metropolitana	-Empresas premian a trabajadores que usan medios de transporte sustentables. -Implementar Programa Mi Taxi Eléctrico.
	Potenciar puntos de carga automóviles eléctricos	BID	Iniciativas apoyadas por Min. Transporte y Energía.		-Trabajo con privados para aprovechar lugares estratégicos de la ciudad para instalación de puntos eléctricos, -Terminales de buses pueden ser espacios de puntos de carga
Uso de suelo	Urgencia en no perder capacidad de captura: disminuir deforestación, reforestar, recuperar suelos, otros.	ODEPA programa recuperación de suelos			-Plan regulador PRC Plan regulador intercomunal,

	Restaurar ecosistemas, especialmente de zonas ribereñas	Proyectos GEF FAO	SIRDS a cargo de INDAP	Decreto 701 sobre restauraciones Ley 20.283 sobre bosque nativo, que incluye instrumentos de fomento	definición de áreas protegidas, áreas verdes, etc. en sectores urbanos. -Planes de Desarrollo de Comunidades Agrícolas, en los sectores rurales, secano. -Instituto Forestal a través de contrato con Minagri con programas de investigación de suelos degradados. -Programas de resolución de calificación ambiental (mecanismos de compensación para restauración de áreas degradadas). -INIA. Se deberían articular las medidas con la educación (curriculum del Mineduc).
	Restaurar ambientes en zonas urbanas y zonas agrícolas de explotación	-CONAF -FIA con programas orientados a comunidades agrícolas AFC. -Instituto Forestal a través de contrato con Minagri con programas de investigación de suelos degradados. -Proyectos GEF FAO	Comunidades Agrícolas liderando el proceso.	SIMEF (partió como GEF ejecutado por INFOR, actualmenteprograma del Minagri).	
Construcción	Potenciar la economía circular con foco en la reutilización de	Créditos verdes Banco Estado	MOP, CCHC,	FNDR	Regulador-gobierno a través

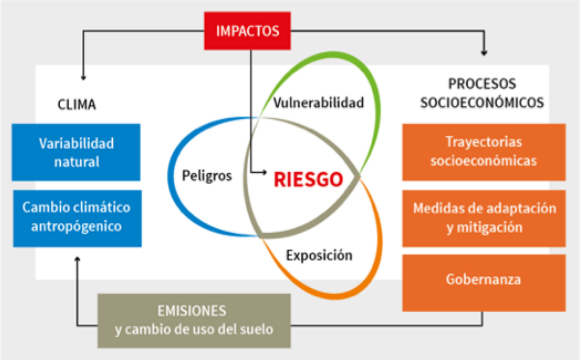
	residuos y aguas grises.		municipalidades	FIC FIA	de diversos instrumentos (planes, políticas, etc.) debe generar incentivos al mundo de la construcción
	ERNC en instituciones de educación como cambio social-cultural	Programa Campus Sustentable (homologo Estado verde) que promueve sustentabilidad y reducción de huella en instituciones.			Replicar proyecto educación Reciclaje de aguas grises piloto de Ovalle, con FNDR
	Subsidios para la instalación, reparación y/o mantención de dispositivos (ej. Paneles solares)	-MINVU- Quiero Mi Barrio y pequeñas localidades (Programas). -Implementación de subsidios para incentivar la instalación, que vaya disminuyendo en el tiempo (símil con experiencia Alemania). -Programa Casa Solar. Funciona(ba) en 19 comunas del país. Actualmente se está licitando en la región. -CORFO a través de subsidios a empresas -Programa de Emergencia Habitacional con vivienda industrializada puede incorporar ERNC.	Alianza privado-municipal (como agencia, levantar fuentes privadas de financiamiento).		Viviendas sociales que incorporen obligatoriamente dispositivosde ERNC
	Manejo de residuos y reciclaje, fortaleciendo el rol y capacidades de los municipios	Programa de educación asociados a humedales.	Instituciones que gestionan residuos deben impulsar campañas educacionales que promuevan el entendimiento de los residuos		Educación orientada a la recirculación

2. Caracterización del riesgo climático en la Región de Coquimbo

El incremento en la presencia de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera a nivel global está generando cambios sin precedentes en el clima del planeta (IPCC, 2021)[9]. Los impactos que genera el cambio climático son múltiples, y ya afectan múltiples sistemas naturales y humanos, donde los **riesgos climáticos (probabilidad a sufrir un impacto negativo en presente o futuro cercano) son resultados de interacciones dinámicas entre las amenazas climáticas (peligros), la exposición y la vulnerabilidad** (IPCC, 2014)[10].

Los últimos resportes del IPCC (AR6) determinan que el aumento de la temperatura global del planeta y del océano, los cambios en los patrones de precipitaciones, la subida del nivel del mar, el aumento en la frecuencia y magnitud de los eventos extremos como marejadas, entre otros, ya han impactado y seguirán impactando todos los sistemas naturales y humanos del planeta generando efectos en cascada, y la aparición de nuevos riesgos e impactos no registrados a la fecha (IPCC, 2022)[11].

Sin embargo, existen importantes diferencias en los impactos del cambio climático al comparar territorios, sectores y/o comunidades humanas (**vulnerabilidad**) lo que genera también diferencias en el número de personas, recursos y bienes, especies, ecosistemas, infraestructuras, patrimonio cultural, social y económico, entre otros que se encuentran en riesgo de sufrir algun impacto negativo (**exposición**).



La evaluación de los riesgos, así como de cada uno de sus componentes es clave y urgente. Esto genera una necesidad de identificar que factores que aportan a la **sensibilidad o susceptibilidad** (es decir, el grado en el cual un determinado sistema natural o humano es positiva o negativamente afectado) así como que factores están presenten en relación a las **capacidades adaptativas** tanto de los sistemas humanos como naturales (es decir, la habilidad que tienen los diferentes sistemas, las instituciones, las personas u organismos para ajustarse al cambio, responder o incluso tomar ventaja)[3]. Esta información es clave a la hora de identificar y evaluar sectores/grupos humanos más impactados y vulnerables al cambio climático (presente y futuro), así como medidas de adaptación al cambio climático.

A continuación, se presenta una caracterización del riesgo climático de la Región de Coquimbo en términos de sus amenazas climáticas, exposición y vulnerabilidad. Para el caso especifico de amenazas climáticas, se presentan proyecciones futuras de cambios en las condiciones atmosféricas, terrestres y marino-costeras

---

[9] *IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. In Press.*

[10] *IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.*

[11] *IPCC, 2022: Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.*

de la Región de Coquimbo para un horizonte cercano (2035 - 2065) bajo un escenario de altas emisiones (RCP8.5). Por otro lado, la caracterización de la exposición y vulnerabilidad se basa en la revisión y análisis de bases públicas y literatura.

2.1. Clima y amenazas climáticas

La Región de Coquimbo es un territorio que se encuentra entre el sur del desierto de Atacama hasta el norte de las zonas templadas del centro de Chile, cuya estación húmeda es la invernal. Según la clasificación de *Köppen-Geiger*[12], **la región cuenta con dos grandes áreas climáticas: zona de climas secos (~67%) y zona polar (~26%), siendo esta última ubicada en la Cordillera de los Andes**. Dentro de la zona de climas secos domina el clima tipo desierto (~36%), que se ubica desde la provincia de Elqui hasta el centro de la provincia de Limarí; seguido del clima tipo estepa (~31%), ubicado desde el centro de la provincia de Limarí hasta la provincia de Choapa. En áreas más pequeñas y acotadas, principalmente en el interior de las provincias de Limarí y de Choapa, se encuentran también los climas templados y de nieves (~4%) ***(Fig. 2.1)***. La Región de Coquimbo se caracteriza, además, por ser afectada por aire fresco y húmedo de origen oceánico, por lo cual, la costa y los valles cercanos a esta zona suelen experimentar una alta frecuencia de nubosidad baja y nieblas.

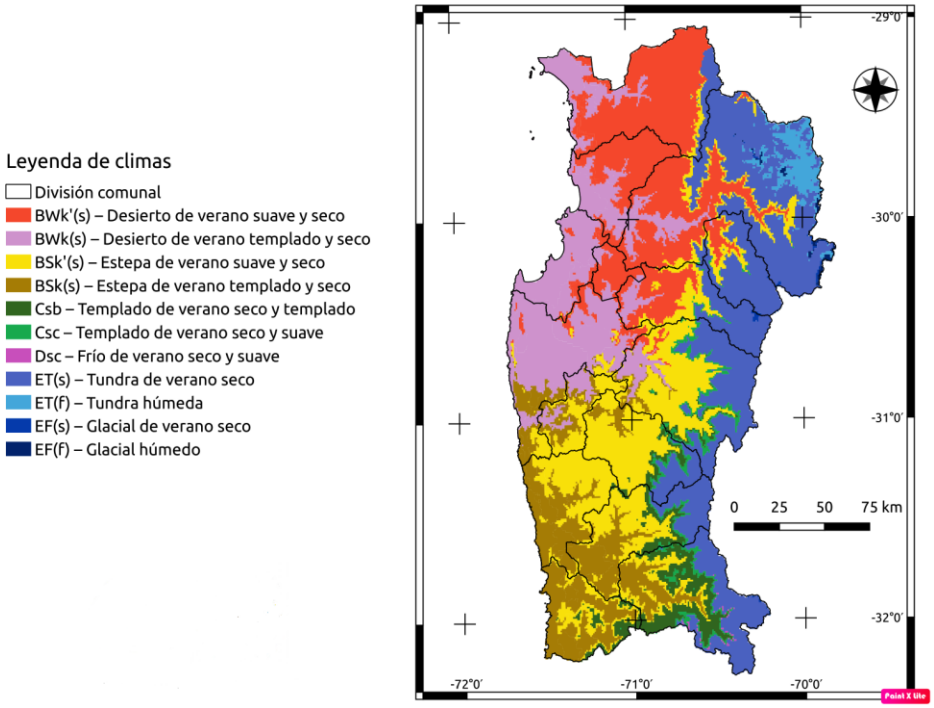


Figura 2.1. *Clasificación climática de la región de Coquimbo (Fuente: CEAZA/CEAZAMet; Autor: Meteorólogo Luis Muñoz Leyton)*

[12] *Köppen, W., 1900: Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt (Intento de clasificación climática en relación a las distribuciones vegetales.) Geogr. Zeitschrift, 6, 593-611, 657-679.*

La condición de clima semi-arido de la región se debe a la presencia del Anticiclón del Pacífico Sur (APS) que inhibe el desarrollo vertical de nubes en su área de influencia, y restringe el paso de sistemas frontales desde el Pacifico y que dan el origen de las precipitaciones en la región. Debido a la ubicación más al norte del APS en los meses de invierno, el ciclo anual de precipitación en la Región de Coquimbo presenta un máximo bien definido en esta época del año y eventos menores en verano. La precipitación promedio aumenta del norte al sur, y en general debido a efectos orográficos, de oeste a este. A los 30ºS de latitud, la precipitación promedio anual aumenta entre 100mm en la costa hasta 160mm en la Cordillera de los Andes. Por otro lado, múltiples factores controlan el régimen de temperaturas de Región de Coquimbo destacándose el relieve de la Cordillera de los Andes y la influencia oceánica.

La temperatura y precipitación en la región de Coquimbo se caracterizan por una fuerte variabilidad interanual y decadal asociada a las oscilaciones climáticas naturales (es decir, no relacionadas al cambio climático). Entre estas oscilaciones se destacan por su importancia en el clima de la región *El Niño-Oscilación del Sur (ENSO)*, la *Oscilación Antárctica* y la *Oscilación Interdecadal del Pacífico*.

Las proyecciones climáticas futuras que entregan los modelos climáticos globales indican que el calentamiento global ha generado un desplazamiento de sistemas de presiónes atmosféricas de gran escala, incluido el APS hacia mayores latitudes lo que limitará aun más el aporte de precipitaciones de origen frontal en la zonas Norte-Central de Chile en el futuro. En relación a los cambios en la temperatura, se puede esperar a un calentamiento moderado en las zonas costeras debido al efecto "amortiguador" de la corriente oceanica fria de Humboldt, mientras que se espera un calentamiento más fuerte en la zona de los valles y la Cordilliera de los Andes.

A continuación, se presenta una descripción de variables atmosféricas, terrestres y oceanográficas, así como de potenciales amenazas que tienen impactos sobre los sistemas naturales como humanos de la Región. Para estas variables se hace un análisis de tendencias usando como período histórico de referencia aquel comprendido entre los años 1976 y 2005, y se generan proyecciones para un horizonte cercano (2035 - 2064) bajo un escenario de emisiones RCP8.5 (altas emisiones). Adicionalmente, se estiman indicadores de amenazas climáticas específicas que consideran umbrales que de ser superados podrían tener efectos negativos sobre las actividades productivas y no productivas realizadas en la Región de Coquimbo.

2.1.1 Variables atmosféricas y terrestres

2.1.1.1 Tendencias históricas

Aun cuando la Región de Coquimbo cuenta con pocas series de tiempo largas de temperatura del aire lo que hace complejo la tarea de obtener una perspectiva general de las tendencias observadas, a continuación se presenta el análisis de las tendencias de temperaturas máximas y mínimas diarias observadas en 8 estaciones meteorológicas que se distribuyen en la Región de Coquimbo y que cuentan con información que abarcan fechas entre los años 1979 y 2016.

En cuanto a **las temperaturas máximas, los datos muestran un calentamiento significativo entre 0,2 y 0,7ºC/década en los valles y en la Cordillera de los Andes de la Región de Coquimbo *(Fig. 2.2)***. De acuerdo a estudios previos (Falvey & Garreaud, 2009; Burger *et al.,* 2018)[13], existe un contraste

[13] Falvey, M., and Garreaud, R. D. (2009), Regional cooling in a warming world: Recent temperature trends in the southeast Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979–2006), *J. Geophys. Res.*, 114, D04102, doi:10.1029/2008JD010519. Burger F, B. Brock, A. Montecinos (2018). Seasonal and elevational contrasts in temperature trends in Central Chile between 1979 and 2015. Global and Planetary Change, 162, 136-147.

entre este calentamiento y un enfriamiento en la costa (la estación de monitoreo de La Serena muestra una tendencia levemente negativa, es decir, enfriamiento). Por otro lado, la coherencia en las tendencias se pierde al analizar **la temperatura mínima diaria**. Mientras que dos estaciones localizadas en Embalse La Laguna y La Tranquilla muestran una tendencia positiva y significativa en la temperatura mínima diaria de 0,2 y 0,3ºC/década, respectivamente (calentamiento, es decir aumento de temperaturas mínimas), 3 estaciones (Rivadavia, Embalse La Paloma y Las Ramadas) muestran una disminución de las temperaturas mínimas entre -0,2 y -0,5ºC/década, que junto al aumento de temperaturas máximas tiene como resultado en un aumento importante en el rango diario entre 0,4 y 1,1ºC/década de temperaturas que soportan estas zonas geográficas.

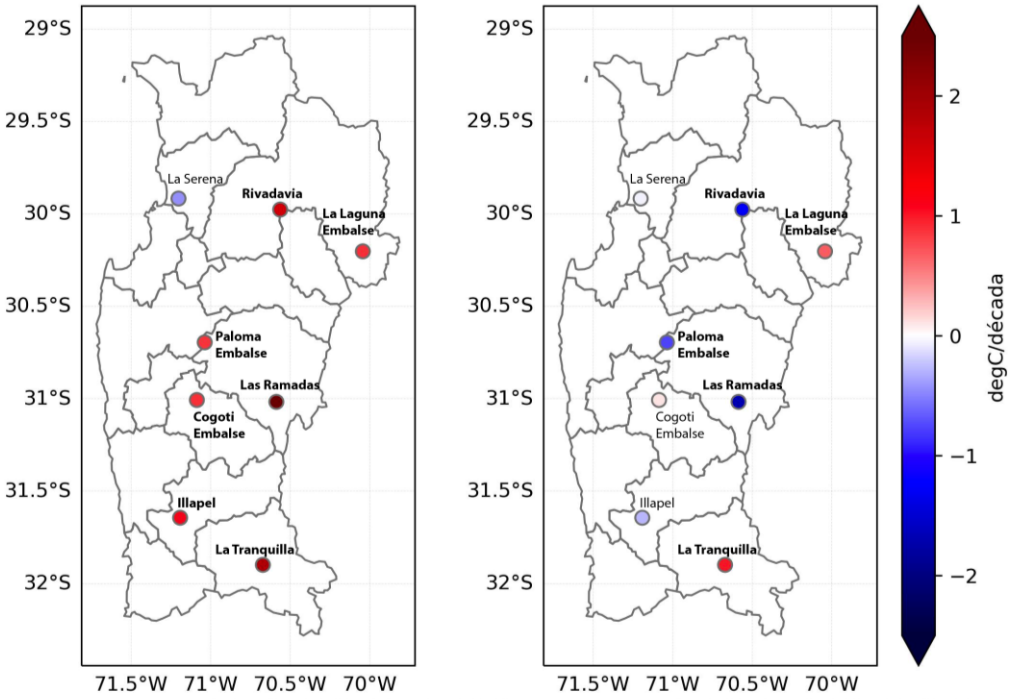


Figura 2.2. *Tendencias anuales en las temperaturas máximas diarias (izquierda) y mínimas diarias (derecha) para el periodo 1979-2016 en la Región de Coquimbo en ºC/década. Las estaciones con los valores significativas estadísticamente se indican en negrita. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos DHA.*

En relación a eventos extremos, el análisis de las temperaturas históricas muestra una tendencia general de calentamiento con un **aumento en la frecuencia de olas de calor y disminución de días con heladas *(Tabla 2.1 y 2.2)***.

Tabla 2.1. *Número de olas de calor calculadas para el periodo 1979-2016. Se indican los valores promedios y tendencias. Valores de tendencias en negrita son significativos estadísticamente. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DHA.*

Estación Meteorológica	Comuna	Altura (m.s.n.m.)	Olas de calor	
			Promedio	Tendencia
Illapel	Illapel	290	8.4	0.55
Embalse La Paloma	Monte Patria	320	11.7	0.26
Embalse Cogoti	Combarbalá	740	10.4	**1.39**

Rivadavia	Vicuña	820	15.9	0.57
La Tranquilla	Salamanca	1000	13.9	**1.35**
Las Ramadas	Monte Patria	1380	8.8	**3.83**

Tabla 2.2. *Número de días de heladas calculadas para el periodo 1979-2016. Se indican los valores promedios y tendencias. Valores de tendencias en negrita son significativos estadísticamente. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DHA.*

Estación Meteorológica	Comuna	Altura (m.s.n.m.)	Heladas	
			Promedio	Tendencia
Las Ramadas	Monte Patria	1380	2.1	-0.4
Embalse La Laguna	Vicuña	3160	118.2	-4.9

El régimen de precipitaciones muestra una tendencia negativa para el periodo comprendido entre 1979 y 2016 para la mayoría de estaciones analizadas. La tendencia promedio para las 35 estaciones muestran una **disminución de 14 mm por década**. Se destaca la presencia de 2 estaciones (La Serena y Tripache en la comuna de La Higuera) que muestran una tendencia levemente positiva. Sin embargo, es importante destacar que las tendencias a disminución de precipitaciones en la Región no son estadísticamente significativas principalmente debido a la fuerte variabilidad interanual que presentan las series analizadas ***(ver Fig. 2.3 y Tabla 2.3)***.

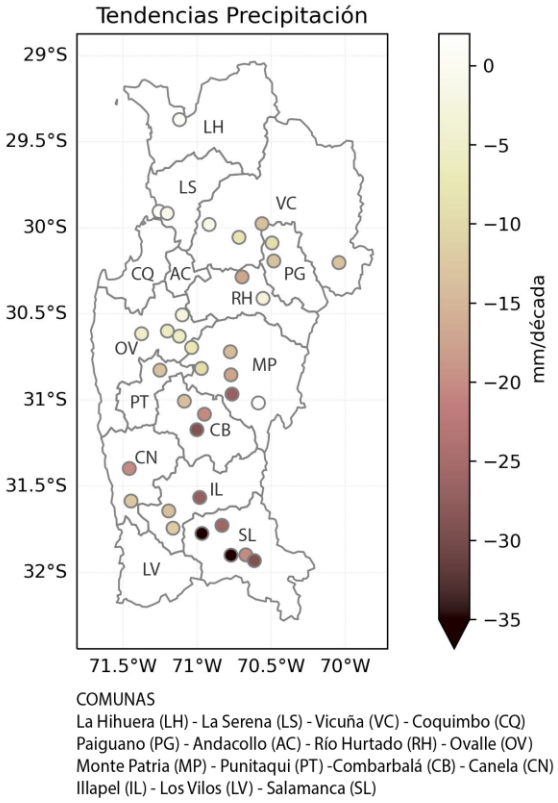


Figura 2.3. *Tendencias en la precipitación anual acumulada para el periodo 1979-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos DHA.*

Tabla 2.3. *Precipitación anual acumulada (promedio y tendencia) registrada en 35 estaciones meteorológicas distribuidas por la Región de Coquimbo ara el periodo 1979-2016. Se indican los valores promedios y tendencias. Valores de tendencias en negrita son significativos estadísticamente. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del DHA.*

Estación Meteorológica	Altura (m.s.n.m.)	Precipitación Anual Acumulada	
		Promedio (mm)	Tendencia (mm/ déca
El Trapiche	300	46.5	1.2
La Serena (Escuela Agricola)	15	87.3	1.4
Rivadavia	820	98.3	-13.9
Almendral	370	89.3	-0.9
Vicua (Inia)	730	95.1	-7.9
Monte Grande	1120	76.3	-9.0
La Ortiga	1560	140.4	-13.5
La Laguna Embalse	3160	159.3	-13.1
Hurtado	1100	127.5	-17.0
Pabellon	1920	153.3	-2.9
Recoleta Embalse	350	104.8	-2.3
Ovalle Dga	220	106.9	-5.8
La Torre	120	121	-5.0
Sotaqui	280	122	-5.6
Paloma Embalse	320	132.7	-7.3
Rapel	870	172.8	-14.3
El Tome	420	156.3	-9.2
Punitaqui	280	153.5	-13.4
Caren	740	182	-17.4
Tulahuen	1020	211.8	-26.7
Cogoti Embalse	740	167.4	-14.0
Las Ramadas	1380	329.2	6.4
Cogoti 18	840	173.7	-20.3
Combarbala	870	198.6	-29.0
La Canela Dmc	290	157.4	-20.2
Huintil	650	210.9	-27.2
Mincha Norte	50	171.6	-12.7
Illapel Dga	290	171.3	-13.9
San Agustin	1050	233.6	-25.8
Limahuida	300	176	-12.0
Salamanca	510	232.9	-36.7
La Tranquilla	1000	251.6	-20.4
Coiron	840	299.6	-49.5
Cuncumen	1100	258.7	-29.2
La Florida La Serena Ad.	142	83.5	-0.8

En relación a eventos extremos relacionados con las precipitaciones, **el número de días con precipitaciones intensas (>10mm/día) ha disminuido en promedio en la Región de Coquimbo *(Fig. 2.4)***.

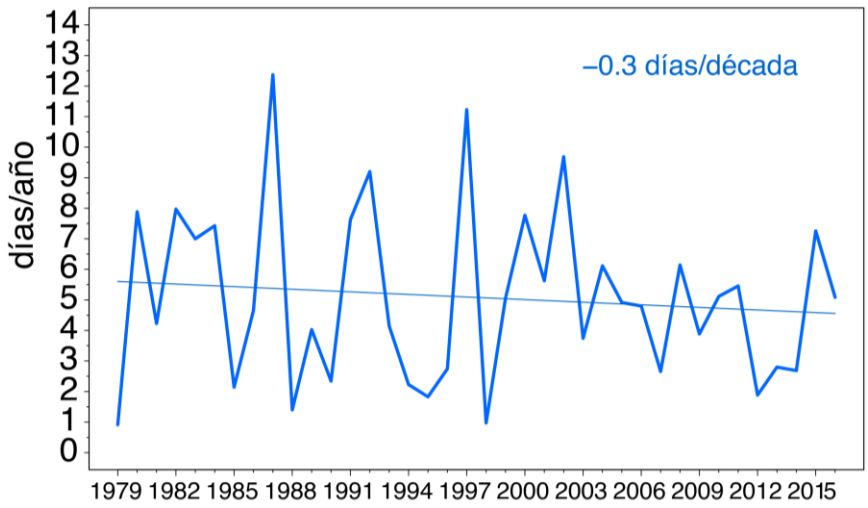


Figura 2.4. *Días con precipitación intensa (mayores a 10 mm/día) para el periodo 1979-2016. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos DHA (promedio de 35 estaciones).*

Sin embargo, al igual de precipitación total esta tendencia no es significativa estadísticamente. Cabe destacar que durante el último siglo en varias ocasiones se han registrado lluvias torrenciales en la región lo que ha generado grandes desastres, tales como **aluviones** en el valle del Elqui con eventos que superan 240mm de precipitaciones acumuladas (Rutllant et al., 2022)[14] ***(Fig. 2.5)***.

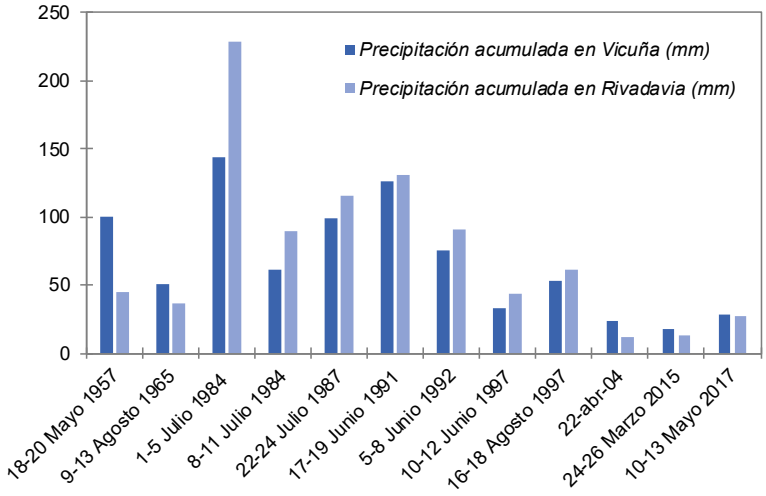


Figura 2.5*. Mayores eventos de aluviones cerca de Vicuña y Rivadavia (interior del valle Elqui) asociados a fuertes tormentas desde 1957 hasta 2017. Fuente: Elaboración propia a partir de datos en Rutllant et al., (2022).*

[14] *Rutllant J. , Rudloff V., Rondanelli R.(2022): Rainfall-induced landslides in the arid subtropical Andes (29-32°S) since the early 20th century. Under revision.*

El aumento de las temperaturas registrado en la Región de Coquimbo impactan importantemente los **glaciares**. El **glaciar Tapado, ubicado en la parte alta de la cuenca del río Elqui, ha perdido un 25.2%** de su área en el periodo comprendido entre 1956 y 2020 donde su balance de masa ha variado desde valores relativamente neutros (−0.04±0.08 m equivalente en agua, e.a.) en el periodo 1956-1978 hasta valores muy negativos (hasta −0.54±0.10 m e.a.) a partir de la primera década del siglo XXI (Robson et al., 2022[15]) ***(Fig. 2.6)***. Adicionalmente, el aumento de temperatura en zonas altas afecta la altitud de la isoterma 0°C, lo que ha favorecido el derretimiento de nieve (Souvignet et al., 2012; Schauwecker et al., 2022). Debido al aumento significativo de temperatura en zonas cordilleranas de la Región, **se proyecta un impacto en la superficie de glaciares de roca de la Región**, dado que su límite se encuentra generalmente en la isoterma 0° (Schaffer et al., 2020). Las consecuencias finales serían un aumento en la descarga y escorrentía de las cuencas y retroceso de los glaciares para la Región de Coquimbo (Souvignet et al., 2021).

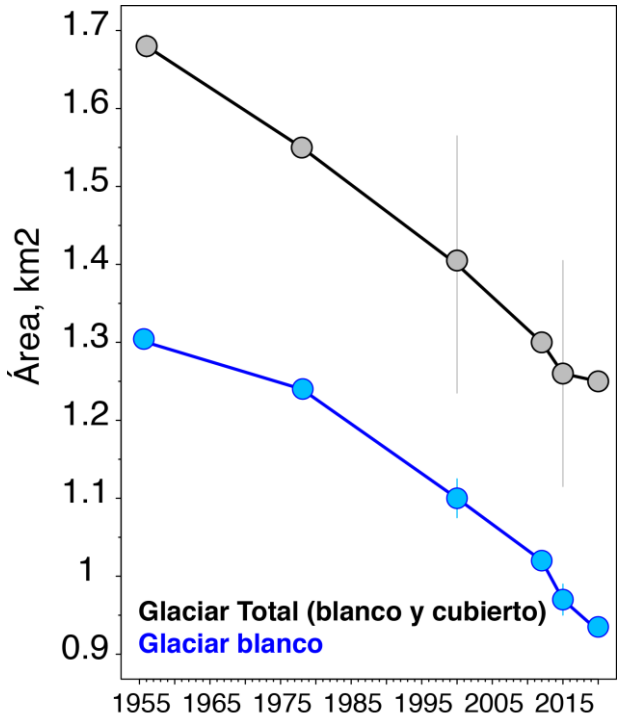


Figura 2.6*. Cambios en la área del glaciar Tapado entre 1955 y 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Robson et al., (2022).*

El estado del sistema hidrológico de la Región de Coquimbo se encuentra en una situación muy delicada debido a la diminución progresiva de precipitaciones durante últimas 3 décadas, y un prolongado episodio de sequía meteorológica desde el año 2010. Las tres principales cuencas de la Región de Coquimbo (Elqui, Limarí y Choapa) muestran tendencias similares, una diminución de caudales de los ríos desde 1980 ***(Fig. 2.7)***, lo que ha generado, por ejemplo, que en en julio de 2022 se declarara a la región como zona de escasez hídrica por el período de un año[16], además de de la declaración de 19

[15] *Robson, B. A., MacDonell, S., Ayala, Á., Bolch, T., Nielsen, P. R., and Vivero, S.: Glacier and rock glacier changes since the 1950s in the La Laguna catchment, Chile, The Cryosphere, 16, 647–665, https://doi.org/10.5194/tc-16-647-2022, 2022.*
[16] *https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/decretosZonasEscasez/Documents/DTR_109_2022.pdf*

Áreas de Restricción decretadas por la Dirección General de Aguas (DGA) y 34 Zonas de Prohibición con el fin de proteger las aguas subterráneas.

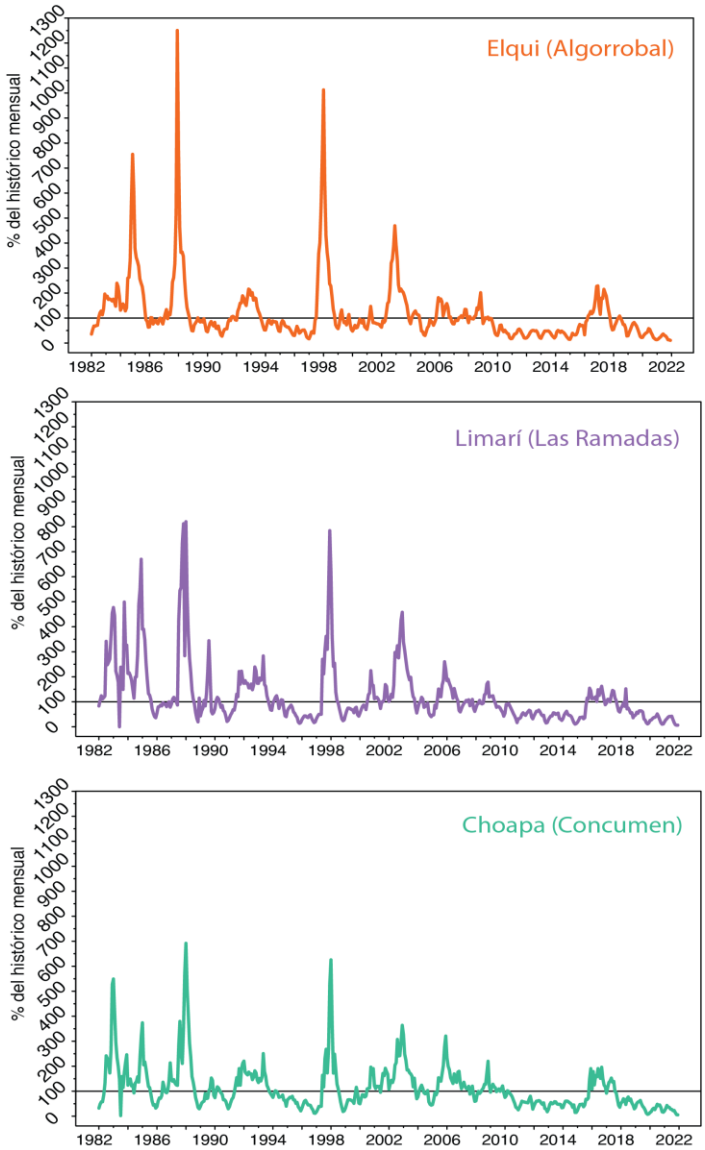


Figura 2.7. *Caudales de los ríos en tres provincias de la región de Coquimbo entre 1982 y 2021: Elqui (arriba), Limarí (medio) y Choapa (abajo). Fuente: Elaboración propia a partir de los datos DHA.*

2.1.1.2. Proyecciones climáticas

A continuación, se presenta un análisis de los cambios proyectados en la temperatura del aire con los indicadores asociados a olas de calor y días de heladas , así como para las precipitaciones con los indicadores precipitación promedia, precipitación acumulada, nieve acumulada, días con precipitación intensa. Los cambios se muestran para un horizonte temprano (2035-2064) bajo un escenario RCP8.5. Estas proyecciones son comparadas con el periodo presente (1980-2010). Las proyecciones promedio se muestran para el año completo ***(Fig. 2.8 y 2.9)***, así como para dos periodos del año relevantes para ciertos sectores; periodo invernal que corresponde al máximo de precipitaciones mayo-septiembre ***(Fig. 2.10)***, y

el periodo de crecimiento de vegetación salvaje y especies bajo cultivo (septiembre-marzo) ***(Fig. 2.11).***

Mientras que en el presente las temperaturas promedio anuales son más altas en las comunas costeras que en las comunas del sector cordillerano debido al efecto de altitud, las proyecciones futuras bajo un escenario RCP8.5 para un horizonte temprano (2035-2064) muestran, por el contrario, que **el aumento de las temperaturas será mayor en las comunas montañosas que en las costeras**. Las comunas de Los Vilos y Canela experimentarán un aumento moderado de la temperatura (entre 0,8 y 1,0ºC en promedio), mientras que para las comunas de Vicuña y Paihuano se esperan que las temperaturas promedio aumenten hasta 1,4ºC para el periodo comprendido entre 2035 y 2064 ***(Fig. 2.8)***.

En particular, la comuna de Combarbalá se caracteriza por poseer el máximo valor de las **olas de calor** en el presente (1980-2010). Está tendencia permanecerá en el futuro, esperandóse que esta comune presente hasta 7 días en promedio por año con condiciones de ola de calor. Por otro lado, la comuna de Paihuano experimentará igualmente un aumento importante en olas de calor (hasta 4 días/año), mientras que para el resto de comunas de la Región de Coquimbo, el aumento de días con condiciones de ola de calor variará entre 0 y 2,5 días por año ***(Fig. 2.8)***.

Los **días de helada** en las comunas del sector cordillerano tenderán a disminuir en el futuro. El máximo de disminución corresponde a la comuna de Paihuano (hasta 12 días/año menos de heladas para el horizonte 2035-2065) seguido por la comuna de Vicuña (disminución hasta 10 días/año en promedio) bajo un escenario RCP8.5 ***(Fig. 2.8)***.

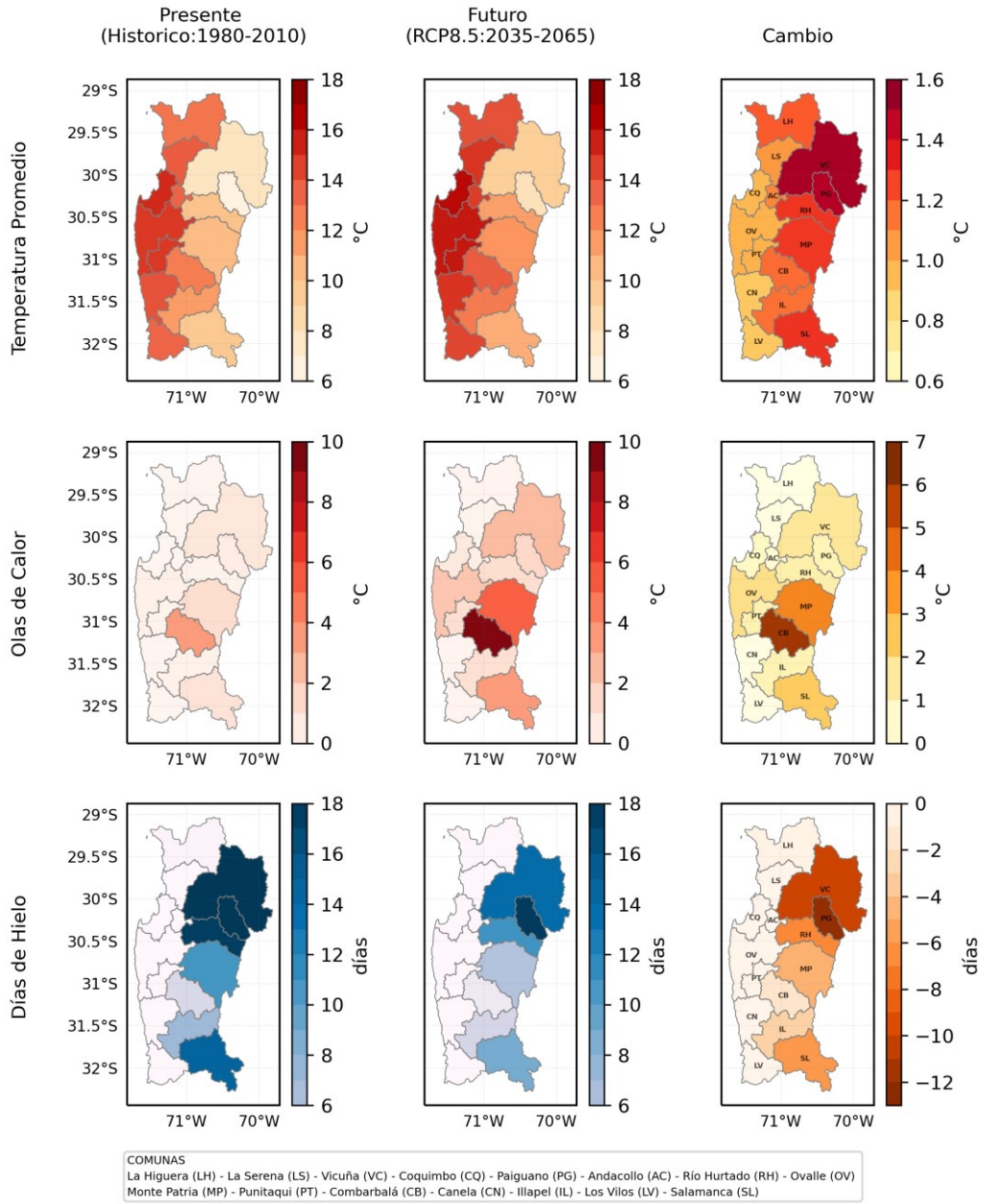


Figura 2.8. *Temperatura (arriba), olas de calor (medio) y días de hielo (abajo) promedios anuales. Las tres columnas de izquierda hacia derecha muestran el clima presente (1980-2010), el clima futuro (2035-2065, escenario RCP8.5) y los cambios respectivos. Olas de calor están definidas como el número de días en que la temperatura máxima diaria supera los 30ºC durante 3 o más días seguidos. Días de hielo corresponden al número de días en que la temperatura máxima es menor que 0ºC. Fuente: Elaboración propia*

En el futuro (2035-2065), todas comunas de la Región de Coquimbo experimentarán una disminución en las precipitaciones promedio donde los cambios más importantes, en términos del porcentaje respecto al clima presente, serán obsevados en las las comunas costeras (alrededor del 15% en Ovalle, Canela y Los Vilos). En términos de precipitación total acumulada, la reducción será más importante en el sur de la región (entre 40 y 45 mm/año en Illapel, Los Vilos y Salamanca) ***(Fig. 2.9)***.

Los cambios en la **nieve acumulada** para el futuro cercano en las comunas del sector cordillerano muestran un patrón heterogéneo (aumentos y disminuciones), sin embargo, las comunas de Paihuano, Monte Patria y Salamanca presentarán una reducción de hasta 25 mm/año de nieve acumulada ***(Fig. 2.9)***.

La disminución de precipitación promedio que se observaráen el futuro para la Región de Coquimbó incrementará los días con condición de sequía. El aumento de la sequía será más pronunciado en las comunas localizadas a lo largo de la costa de la zona norte (entre el 10 y el 12% de aumento de sequía). Las comunas de Illapel y Salamanca presentaran un aumento en la condición de sequía entre 8 y 9% el futuro ***(Fig. 2.9)***.

Se proyecta además una reducción del número de días con precipitación intensa (>10mm/día) para toda la región. En particular, en el sur de la región se disminuirán desde los 10 días/año a los 8 días/año ***(Fig. 2.9)***.

Las proyecciones para la estación invernal (mayo-septiembre) muestran una disminución general de las días humedos consecutivos que aumentan del norte al sur de la región (0,6 días en la Higuera; 1,3 días en Los Vilos) ***(Fig. 2.10).*** Los cambios en el número de días de precipitación intensa (>10mm/día) entre mayo y septiembre ***(Fig. 2.10)*** muestran un patrón muy parecido a los cambios proyectados para el año completo ***(Fig. 2.9),*** esto es debido a que las precipitaciones intensas ocurren principalmente durante el periodo inviernal.

Las proyecciones para la estación de crecimiento de vegetación (septiembre-marzo) muestran un aumento de olas de calor muy similar al año completo con el cambio máximo (entre 4 y 6 días) en las comunas de Combarbala y Monte Patria ***(Fig. 2.11).*** Al mismo tiempo, los cambios en el número de días calurosos son más importantes en Combarbala y Ovalle sobrepasando los 16 días, mientras que en Punitaqui y Coquimbo se superarán los 13 días ***(Fig. 2.11).***

Los cambios en días de hielo entre septiembre y marzo ***(Fig. 2.11)*** presentan patrones espaciales similares a los cambios para el año completo ***(Fig. 2.8)***.

La evapotranspiración potencial aumenta en toda la región con valores máximos en Combarbala y Vicuña (>0.3 mm), y valores míinimas en las comunas de Los Vilos y Canela (<0.2 mm) ***(Fig. 2.11)***.

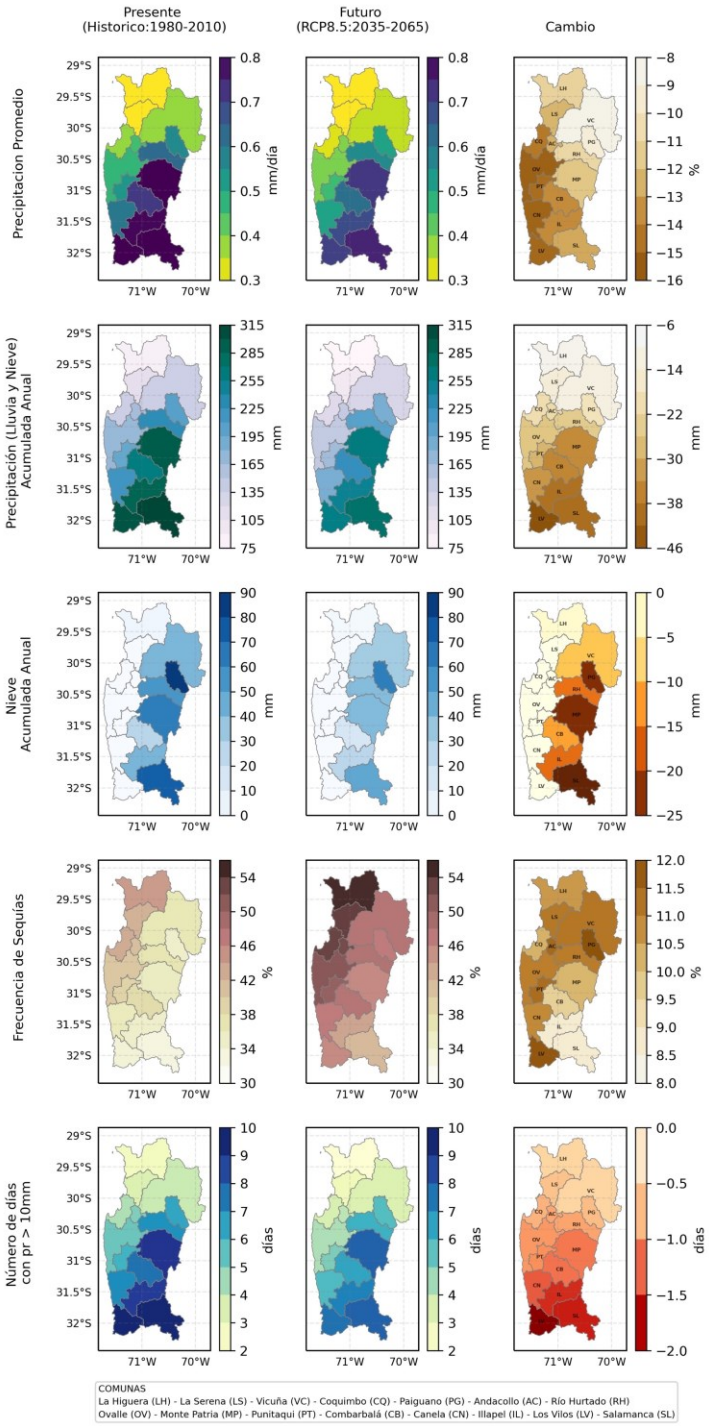


Figura 2.9. *De primera a la quinta fila: Precipitación promedio, precipitación anual acumulada, nieve anual acumulada, frecuencia de sequia y días de precipitación intensa. Las tres columnas de izquierda hacia derecha muestran el clima presente (1980-2010), el clima futuro (2035-2065, escenario RCP8.5) y los cambios respectivos. Precipitacion promedio para el clima presente y futuro se indica en mm/día, mientras que su cambio está indicado en términos relativos (porcentaje respecto al clima presente). Días de precipitación intensa corresponde a días en que la precipitación diaria supera los 10mm/día. Frecuencia de sequía esta definida como frecuencia de periodos en que la precipitación acumulada es menor al 75% del promedio de la precipitación acumulada en el periodo de referencia (1980-2010). Fuente: Elaboración propia*

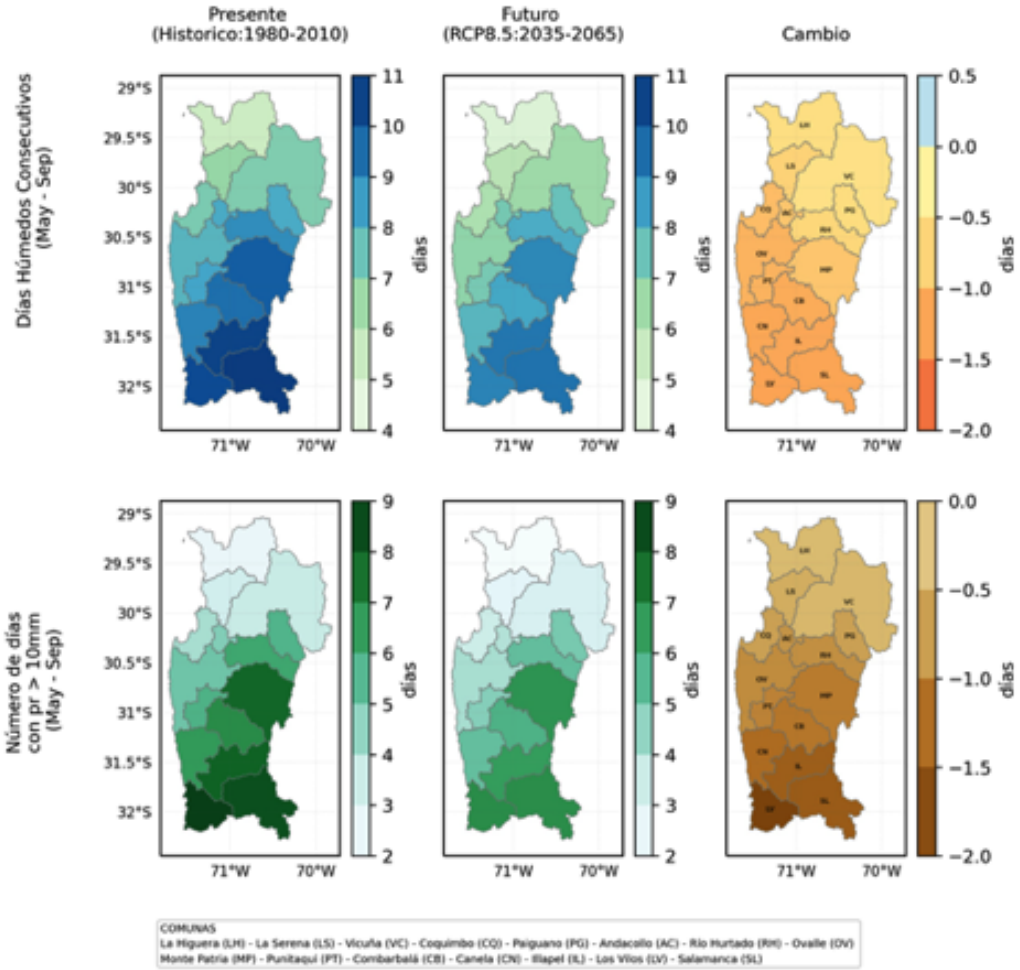


Fig. 2.10. *Días humedos consecutivos y días de precipitación intensa en el periodo invernal Mayo-Septiembre. Las tres columnas de izquierda hacia derecha muestran el clima presente (1980-2010), el clima futuro (2035-2065, escenario RCP8.5) y los cambios respectivos. Días humedos consecutivos corresponden al número máximo de días consecutivos en que la precipitación díaria supera 1mm. Días de precipitación intensa corresponde a días en que la precipitación diaria supera los 10mm/día. Fuente: Elaboración propia*

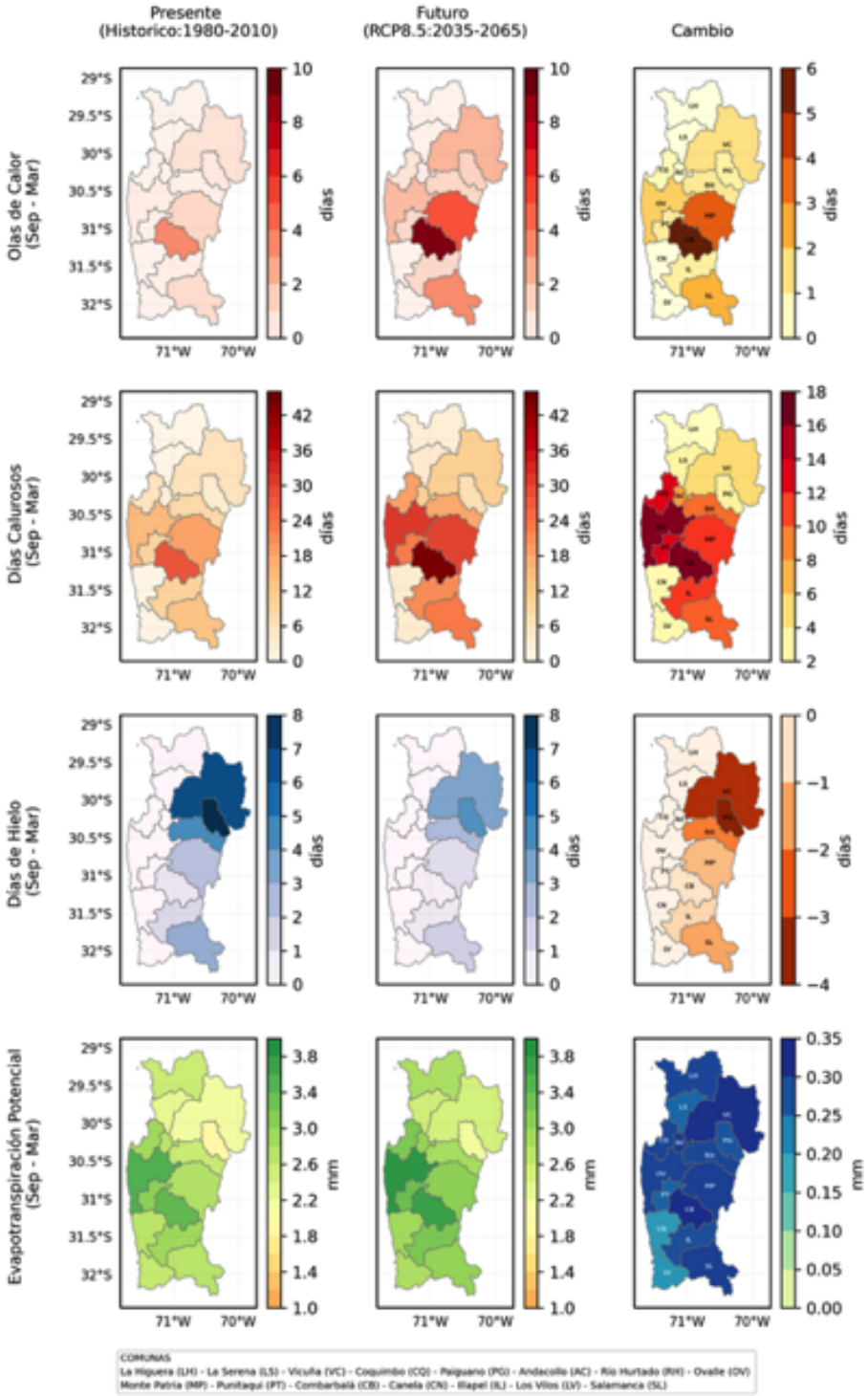


Fig. 2.11 *Olas de calor (fila 1), días calurosos (fila 2), días de hielo (fila 3) y evapotranspiración potencial (fila 4) promedios para Septiembre-Marzo. Las tres columnas de izquierda hacia derecha muestran el clima presente (1980-2010), el clima futuro (2035-2065, escenario RCP8.5) y los cambios respectivos. Olas de calor están definidas como el número de días en que la temperatura máxima diaria supera los 30ºC durante 3 o más días seguidos. Días calurosos son días en qué la tamperatura máxima supera 28ºC. Días de hielo corresponden al número de días en que la temperatura máxima es menor que 0ºC. Fuente: Elaboración propia*

2.2. Variables marinas y costeras

Las costas de la Región de Coquimbo, inmersas en el sistemas de surgencia de Chile y Perú, se encuentran bajo la influencia del Anticiclón del Pacífico Sur (APS), un centro de alta presión subtropical que induce un régimen semi-permanente de viento dirección sur que fluye en superficie hacia el ecuador a lo largo de la costa (Strub et al., 1998, Torres et al., 1999).

La presencia de vientos de componente sur activa el proceso de **surgencia costera**, un proceso oceanográfico que cumple un rol determinante en la temperatura de la costa de la región y la productividad de las aguas costeras. La surgencia transporta aguas superficiales mar adentro reemplazándolas por aguas repletas de nutrientes que ascienden desde el fondo de la plataforma continental oceánica. Estas aguas de surgencia se caracterizan adicionalmente por presentar baja temperatura y una pobre concentración de oxígeno. Por otro lado, la llegada de los nutrientes a la superficie oceánica iluminada por el sol da lugar al inicio de la producción de fitoplanctón, componente base de la cadena alimenticia e interacciones tróficas del ecosistema marino. Sin embargo, la magnitud de esta respuesta biológica depende de la duración e intensidad del pulso de viento sur y su posterior relajación, que en definitiva permite que la concentración de biomasa fitoplantónica alcance su máximo (Montecino *et al.,* 2006; Chaves *et al.,* 1995)[17]. Por lo tanto, la frecuencia e intensidad de los pulsos de viento favorable a la surgencia así como su relajación definen de este modo la productividad del ecosistema marino de la que dependen los usuarios de sus servicios ecosistémicos, en particular el sector acuícola y pesquero de la región de Coquimbo (Ramajo *et al.,* 2020, 2022)[18].

La intensificación del APS y del régimen de viento costero también inciden en el estado del mar acrecentando los parámetros del oleaje (altura de ola y frecuencia), y dando lugar a la ocurrencia de marejadas que ponen en riesgo la seguridad de las personas que navegan o trabajan sobre artefactos navales, dentro de la bahía y de paso reduciendo el tiempo de operación en el mar lo que impacta a los sectores productivos.

En el caso de la Región de Coquimbo, **las tendencias de viento superficial a 10 metros para el periodo histórico comprendido entre 1976 y el 2005 nos indican un incremento significativo en toda la región costera y oceánica.** El incremento en la magnitud del viento superficial ocurre desde la costa en el extremo sur de la región a 32°S hacia el norte y el oeste con valores máximos de 0,3 nudos/década ***(ver Figura 2.12).***

---

[17] *MONTECINO, V., PAREDES, M. A., PAOLINI, P., & RUTLLANT, J. (2006). Revisiting chlorophyll data along the coast in north-central Chile, considering multiscale environmental variability. In Revista chilena de historia natural (Vol. 79, Issue 2). SciELO Agencia Nacional de Investigation y Desarrollo (ANID). https://doi.org/10.4067/s0716-078x2006000200007*

Chavez, FP and Smith, SL. 1995. Biological and chemical consequences of open ocean upwelling. In: Summerhayes, CP, Angel, KC, Smith, RL and Aguirre et al: Insight into anthropogenic forcing on coastal upwelling off south-central Chile Zeitzschel, B (eds.), Upwelling In the Ocean:Modern Processes and Ancient Records, 149–169. New York USA: John Willey & Sons.

[18] *Ramajo, L., Valladares, M., Astudillo, O., Fernández, C., Rodríguez-Navarro, A. B., Watt-Arévalo, P., Núñez, M., Grenier, C., Román, R., Aguayo, P., Lardies, M. A., Broitman, B. R., Tapia, P., & Tapia, C. (2020). Upwelling intensity modulates the fitness and physiological performance of coastal species: Implications for the aquaculture of the scallop Argopecten purpuratus in the Humboldt Current System. In Science of The Total Environment (Vol. 745, p. 140949). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140949.*

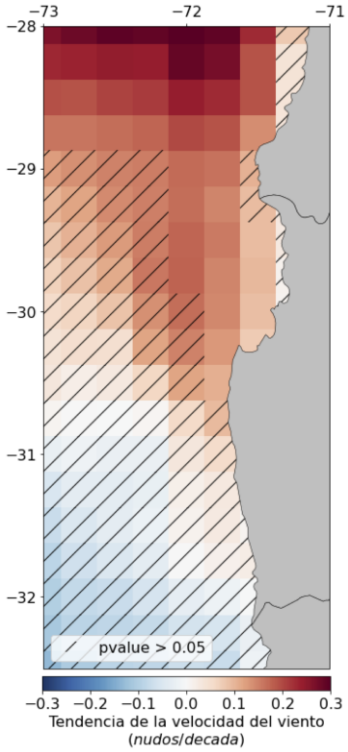


Figura 2.12. *Tendencia de la magnitud del viento promedio diario para el periodo histórico 1976-2005 basada en el re-análisis ERA5. Fuente: Elaboración propia*

En relación a la condición histórica del viento en superficie (a 10 metros) en el periodo 1976-2005 y su comparativa con las proyecciones de la circulación atmosférica en el periodo futuro 2035-2064, **los modelos proyectan un aumento de la velocidad del viento promedio diario en toda la Región de Coquimbo**. Este incremento que ocurrirá desde la costa hacia el oeste hasta alcanzar un máximo superior a 1.0 nudo en océano abierto a 73°W ***(ver Figura 2.13).***

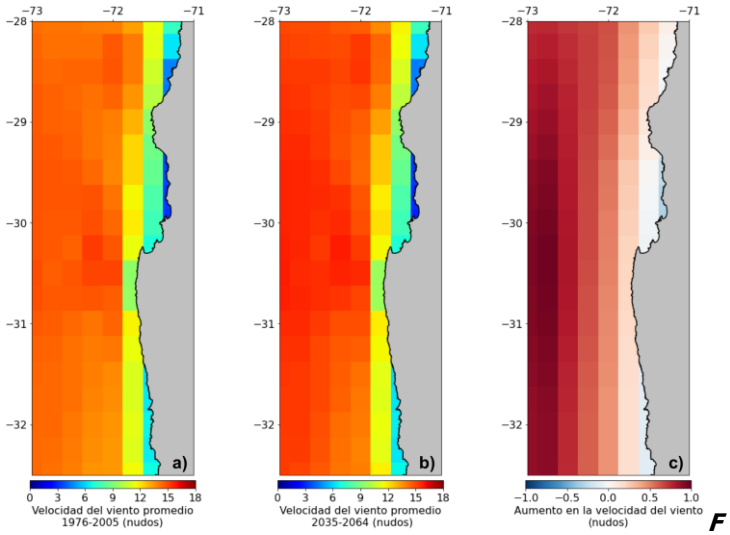


Figura 2.13. (a) *Magnitud del viento promedio diario para el periodo histórico 1976-2005 basada en el re-análisis ERA5. (**b**) Magnitud del viento promedio diario para el periodo futuro 2035-2064 basada en las proyecciones de modelos*

CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5, ***(c)*** *Cambio en la magnitud del viento a 10 m en el periodo futuro 2035-2064. Fuente: Elaboración propia*

Un indicador que mide el impacto del aumento en la magnitud del viento, consiste en la estimación del número de días con una magnitud de viento promedio diario mayor a 3 umbrales de velocidad del viento, es decir, **ráfagas de viento de 20, 25 y 30 nudos**. Estos rangos tienen un impacto negativo conocido sobre el estado del mar y el desarrollo de actividades productivas y portuarias (cierre de puertos) ***(Fig. 2.14, 2.15, 2.16)***. El relación al número promedio de eventos de viento por sobre los 20 nudos en cada año y comparando el periodo histórico con el futuro (2035-2064), los modelos estiman **un aumento generalizado en la ocurrencia de rafagas de viento de 20 nudos por año en el área costera y oceánica con un máximo de ~20 días de incremento por año en el margen oeste de la región a 73°W *(Fig.2.14)***.

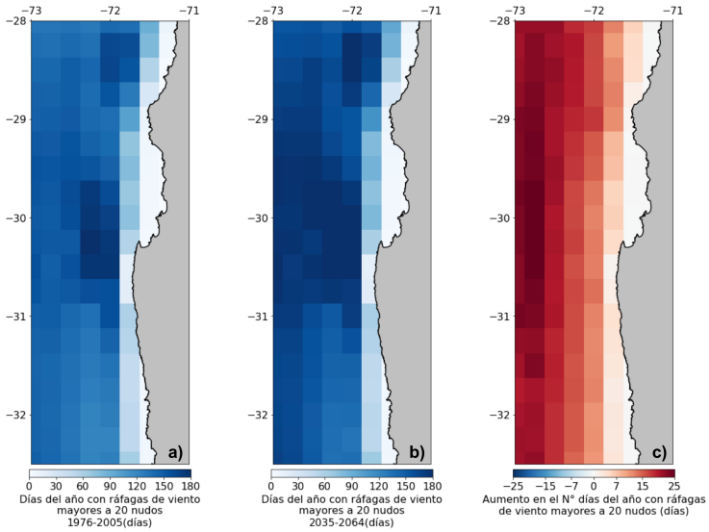


Figura 2.14. *Los mapas ilustran el número de días con viento promedio diario mayor a 20 nudos en* ***(a)*** *el periodo histórico 1976-2005 basada en el re-análisis ERA5.* ***(b)*** *en el periodo futuro 2035-2064 basada en las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5.* ***(c)*** *aumento del número de días con viento promedio diario mayor a 20 nudos en el periodo futuro 2035-2064. Fuente: Elaboración propia*

El relación al número de eventos promedio con rafagas de viento sobre los 25 nudos en cada año, se estima un incremento de hasta aproximadamente 15 días por año en el margen oeste de la región de Coquimbo a 73°W ***(Fig.2.15)***.

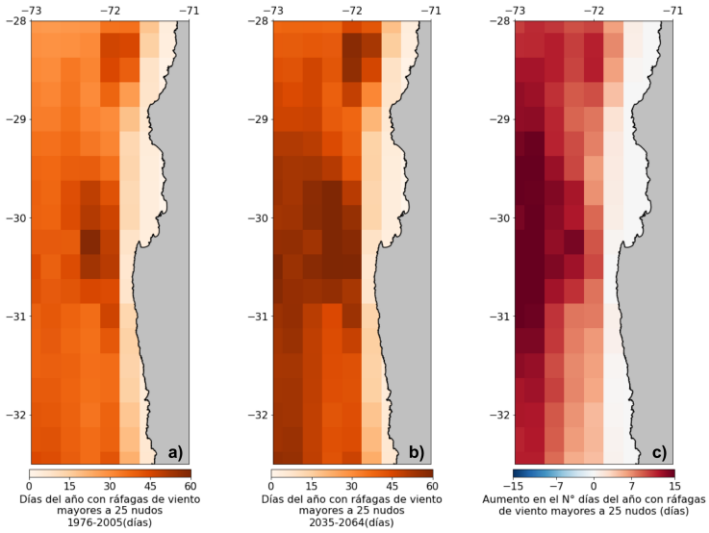


Figura 2.15. *Los mapas ilustran el número de días con viento promedio diario mayor a 25 nudos en* ***(a)*** *el periodo histórico 1976-2005 basada en el re-análisis ERA5,* ***(b)*** *en el periodo futuro 2035-2064 basada en las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5 y* ***(c)*** *aumento del número de días con viento promedio diario mayor a 25 nudos en el periodo futuro 2035-2064 (cambio en el número de días que se supera el viento con magnitud superiores a los 25 nudos). Fuente: Elaboración propia*

Por último, para ráfagas de 30 nudos, los datos muestran que actualmente no se registran episodios de viento de esta magnitud en la Región. Sin embargo, para el futuro cercano, los modelos estiman la aparición de ráfagas de viento (máximos de hasta ~10 días por año) por sobre los 30 nudos al oeste de esta franja costera y con mayor frecuencia en el extremo centro-sur de la región con excepción de los primeros 27 a 54 km de la costa ***(Fig. 2.16)***.

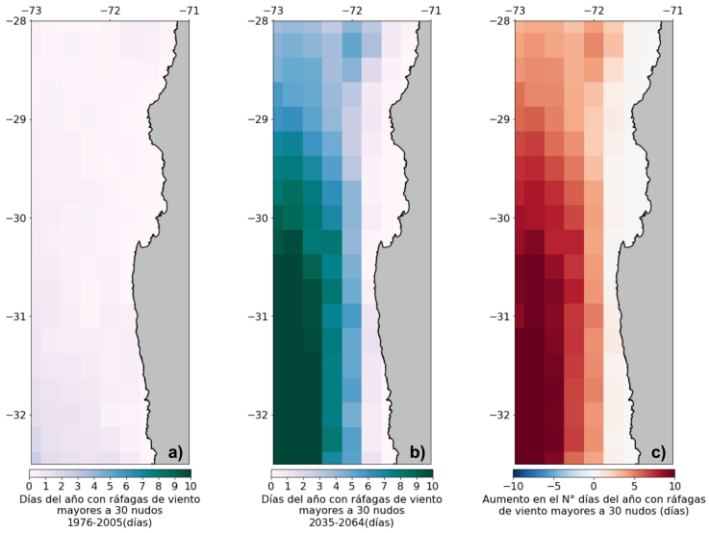


Figura 2.16. *Los mapas ilustran el número de días con viento promedio diario mayor a 30 nudos en* ***(a)*** *el periodo histórico 1976-2005 basada en el re-análisis ERA5,* ***(b)*** *en el periodo futuro 2035-2064 basada en las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5 y* ***(c)*** *aumento del número de días con viento promedio diario mayor a 30 nudos en el periodo futuro 2035-2064 (cambio en el número de días que se supera el viento con magnitud superiores a los 30 nudos). Fuente: Elaboración propia*

Por otra parte, el análisis de las predicciones de cambio climático en los sistemas de **surgencia**, obtenidas a partir de modelos acoplados del océano y la atmósfera bajo escenarios de calentamiento global, concluye que los sistemas subtropicales de altas presiones como el APS que fuerzan la dinámica de surgencia experimentarán un fortalecimiento y migración latitudinal hacia los polos (IPCC, 2021[4]).

En el caso del Pacífico Sudeste, se predice un incremento y reducción del forzamiento del viento a lo largo de la costa en Chile Central y Perú, respectivamente (Goubanova *et al.,* 2011; Belmadani *et al.,* 2014; Wang *et al.,* 2014)[19]. Estas proyecciones y tendencias ya han sido analizadas y diagnosticadas para el período reciente (Aguirre *et al.,* 2019)[20], constatándose un aumento en el número de eventos y días de viento sur intenso en invierno y una reducción en los meses de verano.

Para la Región de Coquimbo se proyecta un incremento del transporte de surgencia en el periodo futuro (2035 – 2064) a lo largo de toda la costa, siendo este incremento más pronunciado entre 32ºS y los 30.25°S. Se destaca que los centros más activos de surgencia en la Región son los sectores de Tongoy y Punta Lengua a de Vaca (30 – 30.5°S) y el Archipiélago de Humboldt e Isla Chañaral (28.5 - 29°S), ambos sectores reconocidos ampliamente por su alta productividad de las regiones de Coquimbo y Atacama, y por sustentar sectores como las pesquerías, acuicultura y turismo ***(Fig. 2.17 – Fig. 2.19)***.

---

[19] *Goubanova, K., Echevin, V., Dewitte, B., Codron, F., Takahashi, K., Terray, P., & Vrac, M. (2010). Statistical downscaling of sea-surface wind over the Peru–Chile upwelling region: diagnosing the impact of climate change from the IPSL-CM4 model. In Climate Dynamics (Vol. 36, Issues 7–8, pp. 1365–1378). Springer Science and Business Media LLC. https://doi.org/10.1007/s00382-010-0824-0*

Belmadani, A., Echevin, V., Codron, F., Takahashi, K., & Junquas, C. (2013). What dynamics drive future wind scenarios for coastal upwelling off Peru and Chile? In Climate Dynamics (Vol. 43, Issues 7–8, pp. 1893–1914). Springer Science and Business Media LLC. https://doi.org/10.1007/s00382-013-20

[20] *Aguirre, C., Rojas, M., Garreaud, R. D., & Rahn, D. A. (2019). Role of synoptic activity on projected changes in upwelling-favourable winds at the ocean's eastern boundaries. In npj Climate and Atmospheric Science (Vol. 2, Issue 1). Springer Science and Business Media LLC. https://doi.org/10.1038/s41612-019-0101-9*

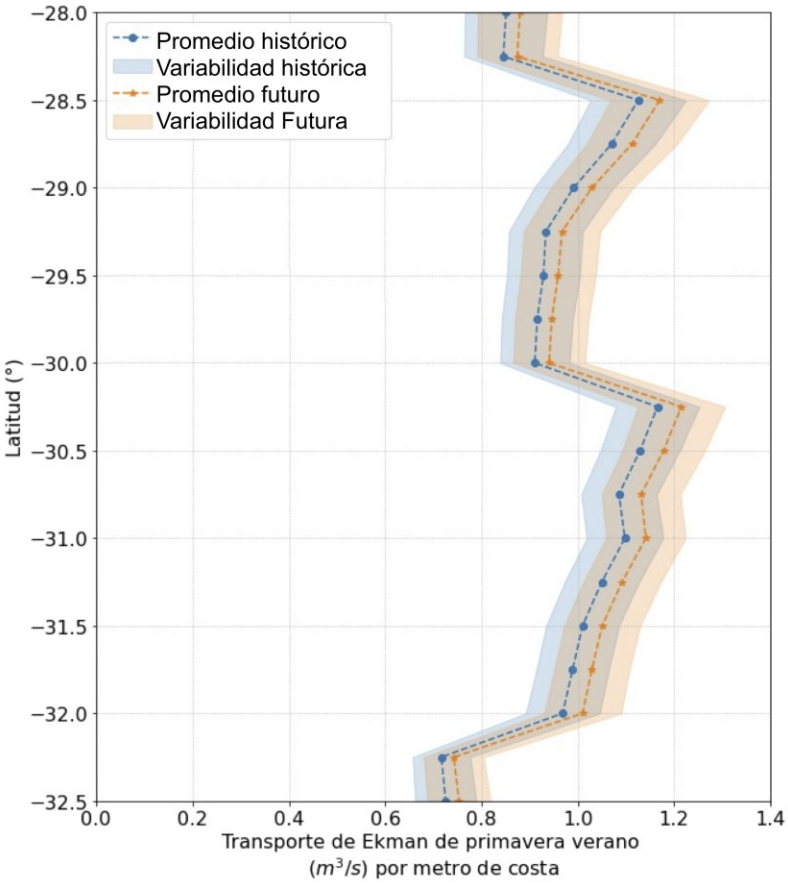


Figura 2.17. *Las curvas en el gráfico corresponden al índice de surgencia costera estimada a partir de la intensidad del forzamiento del viento sobre la superficie oceánica a lo largo de la costa de la región de Coquimbo. Este índice representa indirectamente el volumen hipotético de agua que asciende desde el fondo marino hacia la superficie, se le conoce como transporte de Ekman y se mide en unidades de m^3/s. La curva en azul corresponde al promedio de transporte de Ekman diario en el periodo histórico 1976-2005, basada en el re-análisis ERA5, por otra parte, la curva en amarillo corresponde a la proyección de transporte de Ekman para el periodo futuro 2035-2064 basada en las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5. Las bandas sombreadas en azul y amarillo representan la variabilidad del transporte de Ekman en los periodos presente y futuro, respectivamente. Fuente: Elaboración propia*

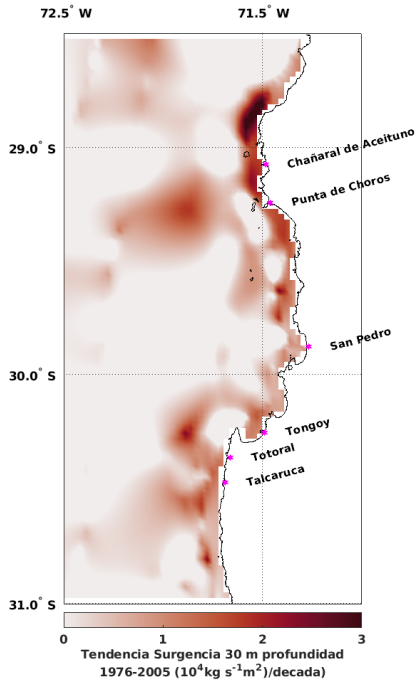


Figura 2.18. *Tendencia de la surgencia a 30 metros de profundidad para el periodo histórico 1976-2005. La surgencia se calculó a partir del transporte vertical de masa de agua estimado por el modelo regional oceanográfico CROCO. Fuente: Elaboración propia*

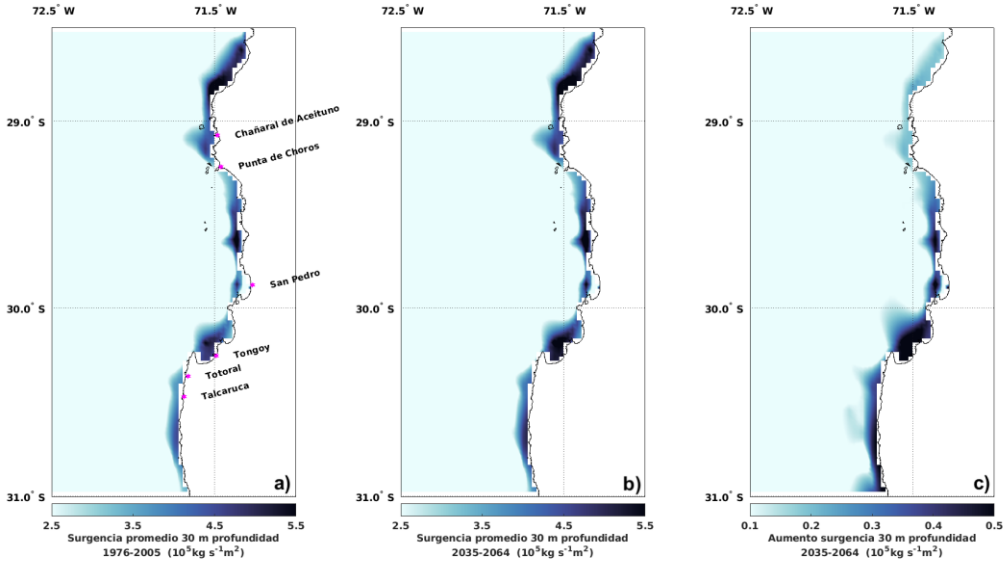


Figura 2.19. *Los mapas representan* ***(a)*** *la intensidad de la surgencia costera en el periodo histórico (1976 - 2005) estimada a partir del modelo regional oceanográfico CROCO,* ***(b)*** *la intensidad de la surgencia costera en el periodo futuro (2035 - 2064) a partir de las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5., y* ***(c)*** *el aumento en la surgencia costera en el periodo futuro en relación al periodo histórico. La surgencia ha sido estimada como el transporte vertical de masa de agua a una profundidad de 30 metros (cambio en la surgencia costera a 30m de profundidad). Fuente: Elaboración propia*

El aumento en la intensidad de las tormentas que se desarrollan sobre el Océano Austral, junto con la intensificación del APS y del régimen de viento costero inciden en el estado del mar acrecentando los parámetros del **oleaje** (altura de ola y periodo) y dando lugar a la ocurrencia de **marejadas** que ponen en riesgo la seguridad de las personas que navegan o trabajan sobre artefactos navales y reduciendo el tiempo de operación en el mar (*downtime*) e impactando a los sectores productivos.

Para la Región de Coquimbo, la altura significativa del oleaje para el período histórico comprendido entre 1986 y el 2005 nos indica una tendencia positiva. Es decir, durante **las últimas décadas la altura de las olas se ha incrementado en torno a 1 cm/década en la zona costera hacia el sur de la Región de Coquimbo, y en torno a 1.5 cm/década en la zona más al norte de la Región de Coquimbo *(ver Fig. 2.20)***.

Una comparación entre las condiciones históricas de la altura del oleaje en el periodo 1986-2005 y las proyecciones para mediados de este siglo, entre 2026-2045, muestran que **existirá un aumento de la altura de las olas de 10 cm en la zona costera al sur de 29°S, la cual se incrementa hasta aproximadamente 15 cm más hacia el norte *(ver Fig. 2.21)***.

El aumento en la altura del oleaje genera efectos sobre la infraestructura costera, la erosión de las playas y los tiempos de operación de los puertos, entre otros. El índice utilizado para medir el impacto del aumento en la altura del oleaje, consiste en la estimación del número de días por año en que se presenta un oleaje con una altura mayor a 2 m, ya que este umbral representa un estado del mar que dificulta las actividades productivas y portuarias ***(Fig. 2.23).*** **Las proyecciones muestran un incremento de los días con oleaje mayor a 2 m, entre 5 a 7 días por año para la Región de Coquimbo.**

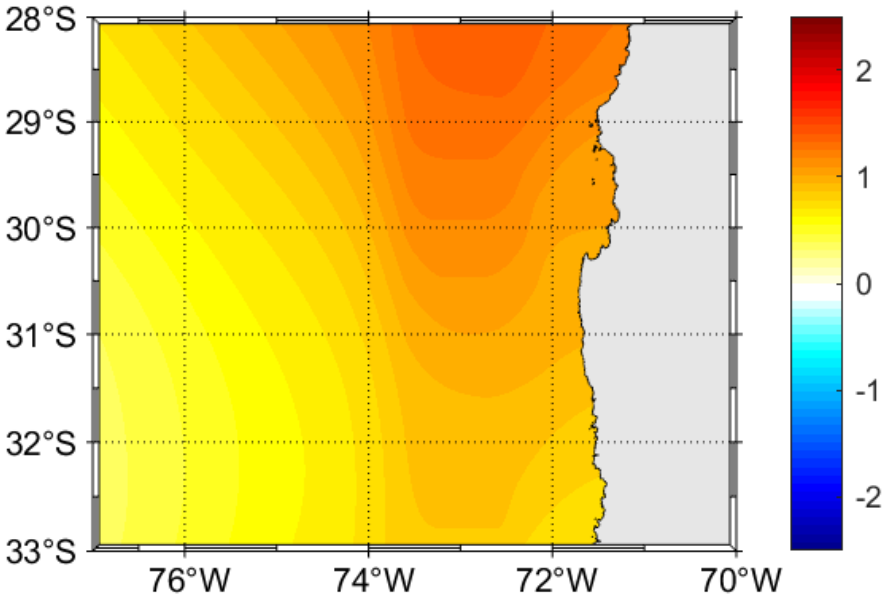


Figura 2.20. *Tendencia de la altura del oleaje (cm/dec) para el periodo histórico 1986-2005 basada en simulaciones del oleaje forzadas con el modelo CCMC-CM de la base de datos de CMIP5. Fuente: Elaboración propia*

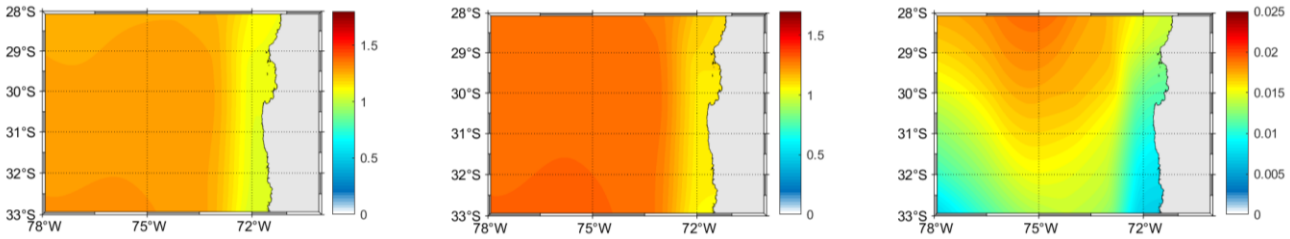


Figura 2.21. *Los mapas ilustran (izquierda) La altura significativa (metros) promedio para el periodo histórico 1986-2005 basada en el modelo CMCC-CM. (medio) La altura significativa (metros) promedio diario para el periodo futuro 2026-2045 basada en las proyecciones del modelo CMCC-CM de CMIP5 bajo un escenario de emisiones de gases de efecto invernadero RCP8.5. (derecha) Aumento de la altura del oleaje en el periodo futuro 2026-2045 (metros). Fuente: Elaboración propia*

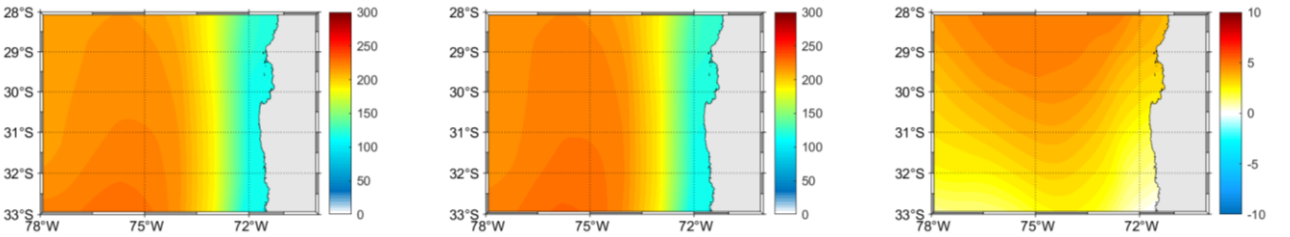


Figura 2.22. *Los mapas ilustran el número de días por año con oleaje mayor a 2 m en (izquierda) el periodo histórico 1986-2005 basada en el modelo CMCC-CM, (medio) en el periodo futuro 2026-2045 basada en las proyecciones del modelo CMCC-CM bajo un escenario de emisiones de gases de efecto invernadero RCP8.5, y (derecha) aumento del número de días por año con oleaje mayor a 2 m en el periodo futuro. Fuente: Elaboración propia*

Los modelos indican que en el futuro, las localidades de **Los Vilos, Coquimbo (Puerto de Coquimbo), La Serena (El Faro) y Punta de Choros *(Fig. 2.23)* mostrarán un aumento en la cantidad de días por año con oleaje de altura mayor a 2 metros.** Sin embargo, este cambio será menor (5-6 días por año) en las zonas costeras que se encuentran más protegidas del oleaje con dirección de propagación desde el suroeste, mientras que este aumento alcanza hasta 7-9 días por año en las zonas costeras que se encuentran más expuestas al oleaje desde el suroeste, como lo son las localidades de Los Vilos o Punta de Choros.

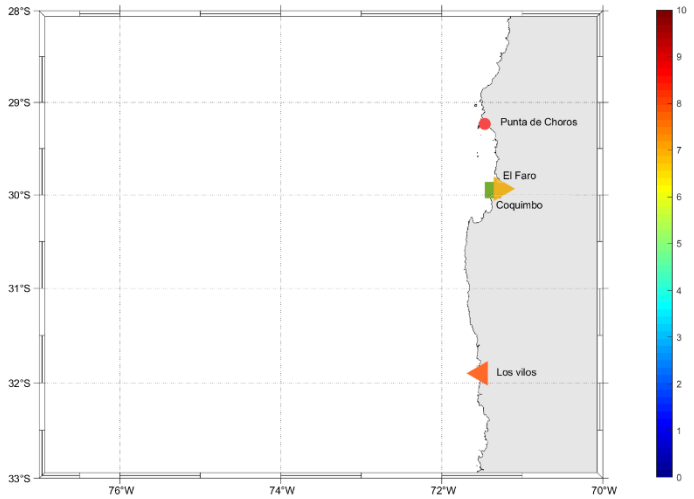


Figura 2.23. *Mapa con localidades que ilustran el cambio de número de días por año con oleaje mayor a 2 m en el periodo futuro 2026-2045 comparado con el periodo histórico 1986-2005 basada en el modelo CMCC-CM. Fuente: Elaboración propia*

2.2.4. Temperatura Superficial del Mar (TSM) y Temperatura a 30 metros de profundidad (T30)

La temperatura superficial y subsuperficial oceánica en los sistemas de surgencia subtropicales al igual que en el resto de los océanos, se proyecta que aumente entre 1,5 a 3,5°C para finales de siglo bajo un escenario de emisiones RCP 8.5 (Bograd *et al.,* 2023[21]). Por otra parte, la intensificación del viento en superficie y por ende la intensificación de la surgencia en los extremos sur de estos sistemas costeros como el caso de las costas de Chile central, incluyendo la Región de Coquimbo, podría mitigar en parte esta tendencia al calentamiento cerca de la costa e incrementar al mismo tiempo el gradiente de temperatura entre la región costera y el océano abierto. Estas proyecciones son consistentes con las tendencias actualmente observadas que no reflejan un calentamiento en los últimos 28 años (Seabra *et al.,* 2019[22]) para el sistema de surgencia de Chile y Perú.

Sin embargo, el forzamiento del viento no es el único factor que afecta la surgencia y el régimen termal costero. En efecto, el aumento del calentamiento en la capa superficial de la columna de agua oceánica ha inducido un incremento en la estratificación del océano desde el siglo pasado, este proceso desconectaría la surgencia de aguas de profundidades mayores a 100 metros del forzamiento del viento (Oyarzun *et al.,* 2021[23]) reduciendo el enfriamiento de la superficie y la mitigación del calentamiento oceánico a lo largo de la costa en el periodo futuro.

En el caso de la Región de Coquimbo, la tendencia de la TSM y la T30 para el periodo histórico 1976-2005 está de acuerdo con las proyecciones del estudio de Seabra *et al.* (2019), y exhibe una tendencia al enfriamiento de aproximadamente 0,1°C y 0,2 °C por década, respectivamente, lo cual puede explicarse por la tendencia al alza del forzamiento del viento y el aumento de la frecuencia e intensidad de la surgencia

---

[21] *Bograd, Steven J., Michael G. Jacox, Elliott L. Hazen, Elisa Lovecchio, Ivonne Montes, Mercedes Pozo Buil, Lynne J. Shannon, William J. Sydeman, Ryan R. Rykaczewski (2023). Climate Change Impacts on Eastern Boundary Upwelling Systems. Annual Review of Marine Science, 15:1*

[22] *Seabra R, Varela R, Santos AM, Gómez-Gesteira M, Meneghesso C, Wethey DS and Lima FP (2019) Reduced Nearshore Warming Associated With Eastern Boundary Upwelling Systems. Front. Mar. Sci. 6:104. doi: 10.3389/fmars.2019.00104*

[23] *Oyarzún, D., Brierley, C.M. The future of coastal upwelling in the Humboldt current from model projections. Clim Dyn 52, 599–615 (2019). https://doi.org/10.1007/s00382-018-4158-7*

costera ***(ver Figura 2.24).*** Por otra parte, el aumento creciente de la estratificación oceánica, producto del calentamiento anómalo de sus capas superficiales durante los siglos XX y XXI, y la consecuente reducción de la surgencia de aguas profundas invierten esta tendencia en el periodo futuro donde en definitiva se proyecta **un calentamiento homogéneo de la TSM y la T30 en toda la región de Coquimbo de aproximadamente 1,2°C en el periodo futuro 2035-2064 en relación al periodo histórico 1976-2005** ***(ver Fig.2.25)***.

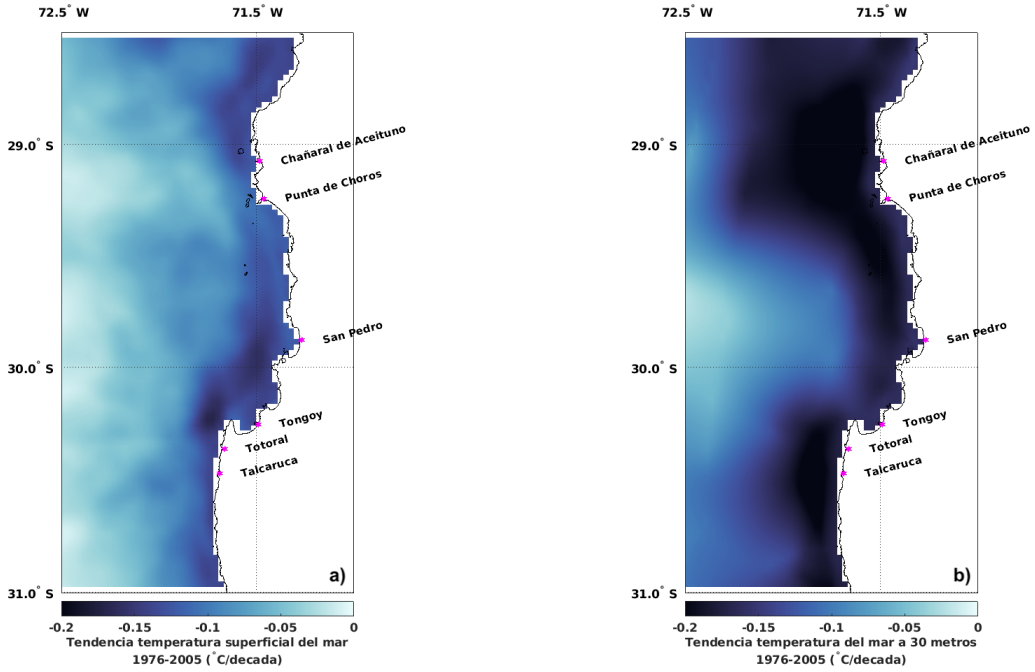


Figura 2.24. *Tendencia de* ***a)*** *Temperatura Superficial del Mar (TSM) y* ***b)*** *temperatura a 30 metros de profundidad del mar mensual (T30) para el periodo histórico 1976-2005. Los datos de TSM y T30 están basados en el modelo regional oceanográfico CROCO. Fuente: Elaboración propia*

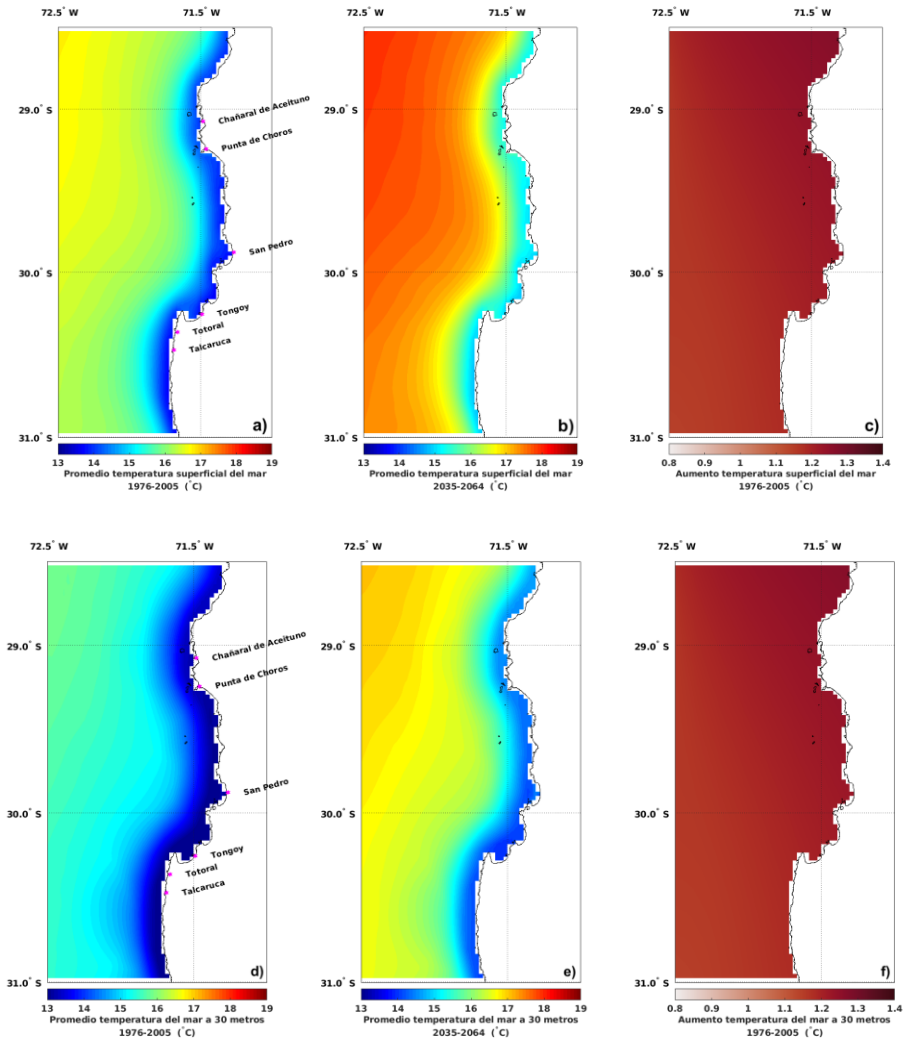


Figura 2.25. *Los mapas ilustran* ***(a)*** *la Temperatura Superficial del Mar (TSM) y* ***(d)*** *la temperatura a 30 metros de profundidad (T30) para el periodo histórico 1976-2005 basada en el modelo oceánico regional CROCO.* ***(b)*** *la TSM y* ***(e)*** *la T30 para el periodo futuro 2035-2064 basada en las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5.* ***(c)*** *la magnitud del aumento de la TSM y* ***(f)*** *en el periodo futuro 2035-2064 en relación al periodo histórico (cambio en la TSM). Fuente: Elaboración propia*

2.2.5. Olas del calor marinas

A fin de cuantificar el impacto del calentamiento de la TSM, se analiza el número de olas de calor marinas en los periodos histórico y futuro. Las olas de calor se definen como aquellos periodos en que la TSM supera localmente el umbral de temperatura correspondiente a la excedencia del percentil 90 del periodo histórico por un periodo consecutivo de 5 o más días.

El resultado del análisis que cuantifica el número total de olas de calor en la región oceánica y costera de Coquimbo para el periodo histórico (1076 - 2005) y futuro (2035 - 2064) ***(Fig. 2.26)***, indica que en el presente las olas de calor marina se concentran en la banda costera, no sobrepasando los 3 eventos por años en el periodo histórico. Sin embargo, el panorama cambia drásticamente **en el futuro cercano donde se espera que las olas de calor marina se dupliquen o tripliquen en la Región de Coquimbo**.

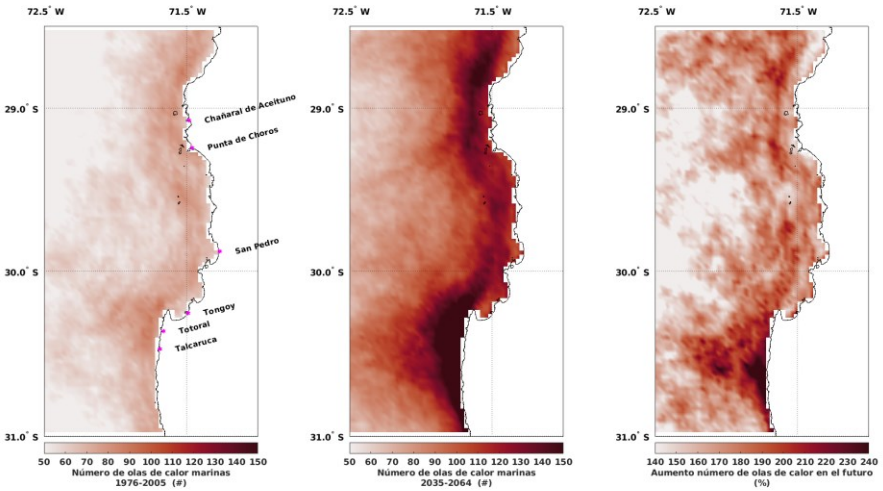


Figura 2.26. *Los mapas representan* ***(a)*** *el número de olas de calor marinas del periodo histórico (1976 - 2005) estimado a partir de la temperatura superficial del mar simulada por el modelo regional oceanográfico CROCO,* ***(b)*** *el número de olas de calor marinas del periodo futuro (2035 - 2064) a partir de las proyecciones de modelos CMIP5 bajo escenarios de emisiones de gases contaminantes RCP8.5, y* ***(c)*** *el incremento en el número total de olas de calor marina en el periodo futuro en relación al periodo histórico (cambio en el número total de olas de calor marina). Fuente: Elaboración propia*

2.2.6. Nivel del mar

El aumento del Nivel Medio del Mar (NMM) en la actualidad responde primariamente a la expansión térmica del agua como respuesta al calentamiento oceánico y el transporte o transferencia del agua continental hacia los océanos, en particular por el derretimiento de los glaciares continentales y casquetes polares (Church et al., 2010; Gregory y Lowe, 2000).

Las proyecciones de alza del NMM para la región oceánica y costera de la región de Coquimbo, provistas por el *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5; Church et all.,2013) y basadas en el ensamble de 21 modelos numéricos (ACCESS1-0, ACCESS1-3, CCSM4, CNRM-CM5, CSIRO-Mk3-6-0, CanESM2, GFDL-CM3, GFDL- ES-M2G, GFDL-ESM2M, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, IPSL-CM5A-MR, MIROC-ESM, MIROC-ESM-CHEM, MIROC5, MPI-ESM-LR, MPI-ESM- MR, MRI-CGCM3, NorESM1-M, NorESM1-ME, inmcm4) bajo el escenario de emisiones RCP8.5, proyectan una tendencia al alza del NMM de 6.2 cm/década para la región y Bahía de Coquimbo en el periodo 2035-2064 ***(ver Fig. 2.27a)***, con una elevación de 13.6 y 30.4 cm en los años 2035 y 2064, respectivamente, en relación al periodo comprendido entre 1986-2005 ***(ver Fig. 2.27 b y c)***.

Los resultados indican que para los años 2035, 2064 y 2099, el NMM para la Bahía de Coquimbo alcanzará los 106, 123 y 157 cm correspondiente a un incremento en relación al promedio histórico observado (92.5 cm) en el periodo 1986-2005 de 13.6, 30.4 y 64.5 cm, respectivamente.

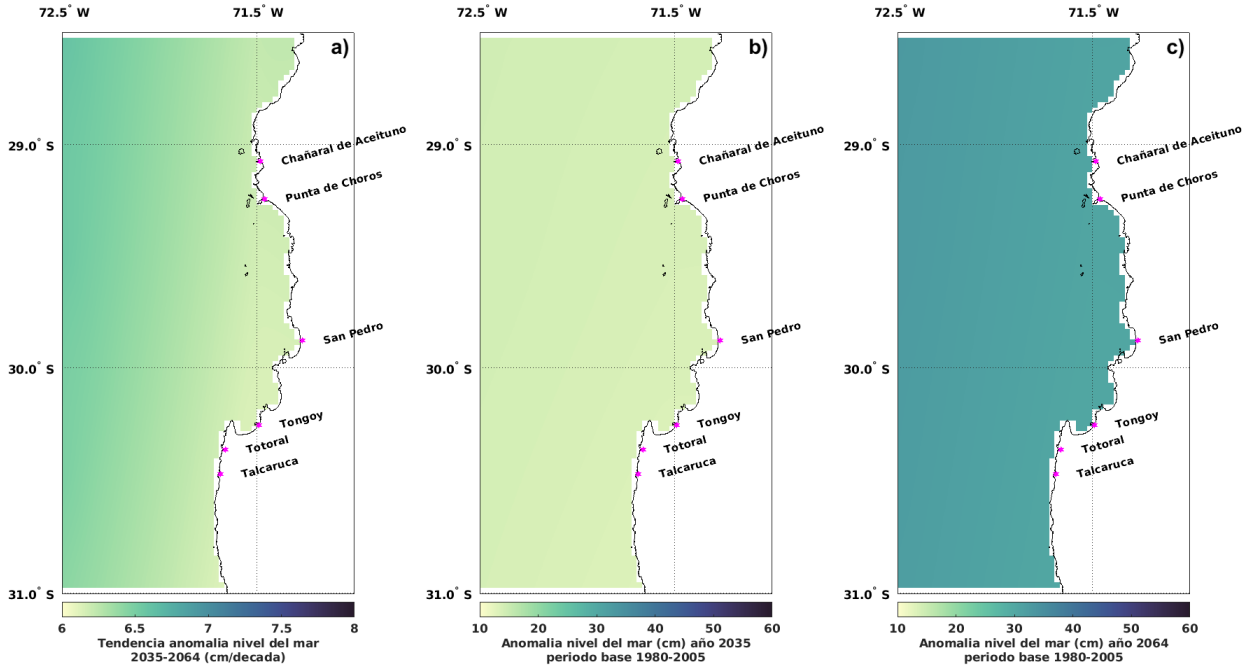


Figura 2.27. *Los mapas representan* ***(a)*** *la tendencia (cm/decada) al alza del Nivel Medio del Mar (NMM) en la región oceánica y costera de la región de Coquimbo para el periodo futuro (2035 - 2064) estimada a partir del ensamble de proyecciones de 21 modelos CMIP5,* ***(b)*** *la anomalia del nivel del mar en el año 2035 en relación al NMM durante el periodo 1986-2005 proyectada a partir del ensamble de proyecciones de 21 modelos CMIP5 RCP8.5, y* ***(c)*** *la anomalia del nivel del mar en el año 2064 en relación al NMM del periodo 1986-2005 proyectada a partir del ensamble de proyecciones de 21 modelos CMIP5 RCP8.5. Fuente: Elaboración propia.*

2.2. Exposición y vulnerabilidad al cambio climático

Para el análisis de exposición y vulnerabilidad al cambio climático de la Región de Coquimbo se describen, a través de múltiples indicadores, las diferentes dimensiones sociales, económicas y ambientales de territorio que aportan a aumentar o disminuir la exposición y vulnerabilidad de la Región de Coquimbo al cambio climático (***ver Anexo***). Este análisis tiene énfasis en destacar diferencias sobre dimensiones como el género, pobreza, edad, entre otros, de manera transversal con el fin de dar cuenta de las diferencias en exposición, vulnerabilidad e impactos que el cambio climático impone a diferentes grupos humanos y/o territorios. El ultimo reporte del IPCC sobre Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático ha relevado diferencias en la vulnerabilidad al cambio climático entre hombres y mujeres, grupos etarios, Pueblos Indígenas, ambientes y personas que habitan zonas rurales, entre otros (IPCC, 2022).

La Región de Coquimbo está ubicada en la sección meridional del extremo norte de Chile, conocido como "Norte Chico", entre los 29° 20′ y 32° 15′ de latitud sur aproximadamente. La Región de Coquimbo limita al Este con Argentina, al Oeste con la costa del Océano Pacífico, al norte con la Región de Atacama, y hacia el sur con la Región de Valparaíso, tiene una superficie de 40.579,90 km^2 que equivale al 5,37% del territorio nacional[24], y se caracteriza por tener el ancho mínimo del territorio nacional, con 90 km, a la altura de Illapel. Administrativamente, la región se divide en tres provincias: Elqui, Limarí y Choapa, y está integrada por 15 comunas, siendo la ciudad de La Serena la capital regional ***(ver Fig. 2.28).***

[24] https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region4

2.2.1. Densidad poblacional

Según los resultados del Censo 2017[25], la Región de Coquimbo tiene un total de 757.586 habitantes, representando un 4,3% de la población nacional[26], de los cuales 368.774 son hombres y 388.812 son mujeres.

La densidad poblacional de la región es de 18,7 hab/km^2, **donde la provincia del Elqui es la que concentra mayor cantidad de población y las comunas más pobladas *(ver Fig. 2.28)*** (Coquimbo (30,1%) con una densidad poblacional de 159,8 hab/km^2 y La Serena (29,2%)). Por otro lado, las comunas con menor población son La Higuera y Paihuano, ambas con 0,6% de la población de la provincia de del Elqui.

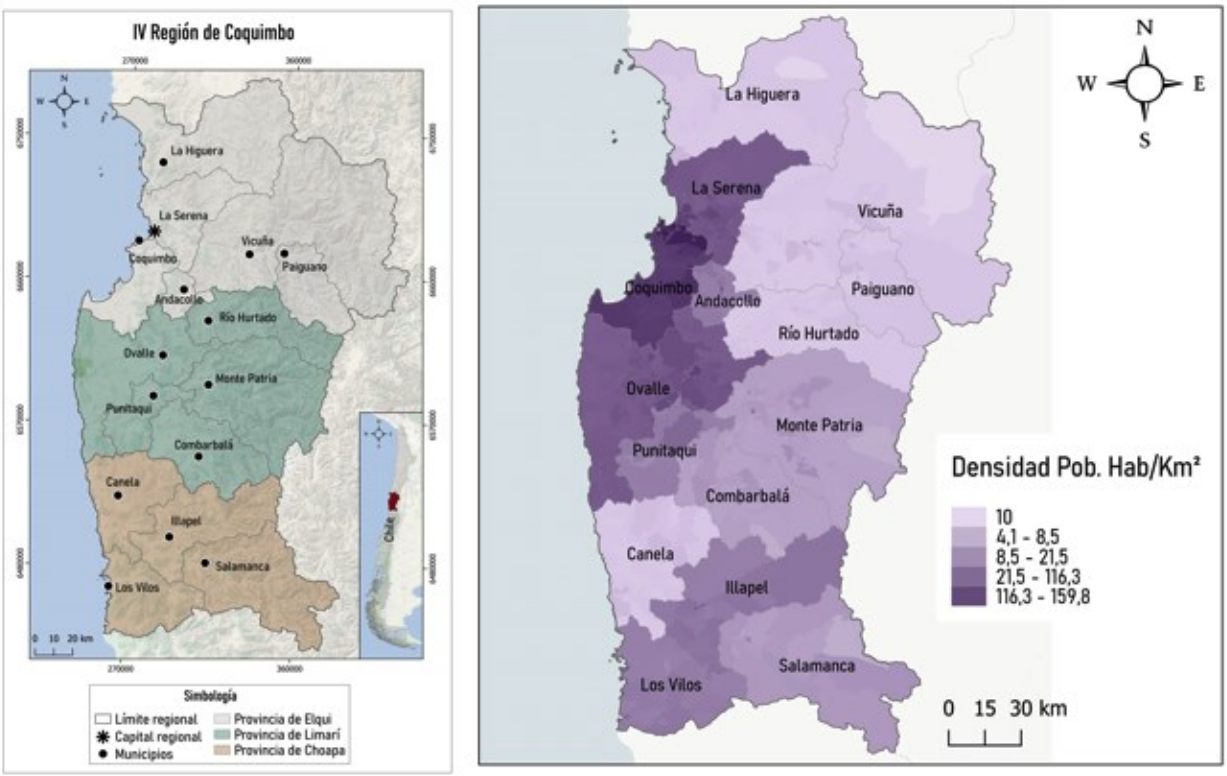


Figura 2.28. *(A) División Política- Administrativa de la Región de Coquimbo. Datos extraídos de Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile, IDE Chile. (B) Densidad Poblacional de la Región de Coquimbo. Datos extraídos de Instituto Nacional de Estadísticas Geodatos abiertos. Fuente: Elaboración propia.*

Las comunas que más hombres concentran, en relación a su población total, son Salamanca (53,5%) y La Higuera (52,7%). Por el contrario, Illapel tiene el menor porcentaje de hombres con 47,8%. Respecto al índice de masculinidad (relación entre la cantidad de hombres y mujeres en una población[27], mostrando así la proporción de habitantes hombres en una población), la región de Coquimbo tiene un índice de masculinidad de 94,8%, y las comunas que presentan mayor índice son Salamanca (115,2%), seguido por La Higuera (111,5%), Los Vilos (107,2%) y Canela (103,8%). **Las comunas con mayor índice de**

[25] https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/8973/Coquimbo.pdf
[26] http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R04
[27] *https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/8973/Coquimbo.pdf*

masculinidad se vinculan principalmente a actividades de minería, pesca y construcción. Las comunas con menor índice de masculinidad son Illapel (91,5%), La Serena (91,9%) y Ovalle (93%)[28].

2.2.2. Edad

Según el Censo 2017, la población de 65 años o más es de un 11,8% lo que supone un total de 89.543 adultos mayores en la Región, de los cuales 49.624 son mujeres y 39.919 son hombres[29]. Canela, Río Hurtado y Combarbalá son las comunas donde la población mayor a 64 años supera el 15,50%; por el contrario, Coquimbo, La Serena, y Ovalle son las comunas que tienen menor porcentaje de personas mayores de 64 años, encontrándose en el rango de 10,01% a 12%[30].

Al igual que a nivel nacional, **la población de la Región de Coquimbo está envejeciendo.** Al comparar datos del Censo 2002[31] y 2017, el porcentaje de población con 65 años o más incrementó desde un 8,4% de la población al 11,8%.

Por otro lado, del total de la población de la Región, 164.331 habitantes que representan **el 21,7% de la población corresponden a menores de 15 años,** de los cuales 83.860 son hombres y 80.471 son mujeres. Las comunas de La Higuera, Coquimbo, Punitaqui, Andacollo, Ovalle y Monte Patria presentan el mayor porcentaje de población menor, con más del 22%, mientras que las comunas de Paihuano, Río Hurtado, Combarbalá y Canela, presentan cifras menores, entre el 17% y 19%.

Según la información del Ministerio de Salud, en el 2019, **para la Región de Coquimbo la esperanza de vida tiene un promedio de 81,6 años**; en el caso de las mujeres, es de 84,3 años, mientras que para los hombres es de 78,9 años**.** En el año 2019, hubo en total 4,500 defunciones, de las cuales 2.400 corresponden a hombres, y 2.100 a mujeres. Defunciones por enfermedades del sistema circulatorio, para el año 2019 fueron 1.127, de los cuales 596 son hombres y 531 mujeres. En relación a las enfermedades del sistema respiratorio, en el 2019 hubo 527 defunciones en total, siendo 278 hombres y 249 mujeres[32].

2.2.3. Ruralidad

De las 15 comunas de la región, 12 de ellas son clasificadas como rurales[33], abarcando el 83,1% del territorio regional, mientras que La Serena, Coquimbo y Ovalle se catalogan como comunas urbanas[34]. En cuanto a la población total de la región, un 18,8% se cataloga como población rural[35,36]. En la provincia de Elqui predomina la población urbana, siendo las comunas de Coquimbo (94,2%), La Serena (90,8%) y Andacollo (90,6%) las que tienen mayor porcentaje, mientras que Paihuano y Río Hurtado son

---

[28] https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/análisis-demográficos/analisis-censo-2017---región-de-coquimbo.pdf

[29] https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/infograf%C3%ADas-regionales/2019/infograf%C3%ADa---adulto-mayor-abril-2019.pdf

[30] http://www.censo2017.cl/wp-content/uploads/2017/12/Presentacion_Resultados_Definitivos_Censo2017.pdf

[31] https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/infografías-regionales/2019/infografía---adulto-mayor-abril-2019.pdf

[32] https://informesdeis.minsal.cl/SASVisualAnalytics/?reportUri=%2Freports%2Freports%2Fe9928c9c-d555-40dc-b9e6-14497037c21a&sectionIndex=0&sso_guest=true&sas-welcome=false

[33] *Esta clasificación corresponde a la definición de ruralidad de la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNDR), la cual clasifica las comunas de Chile entre predominantemente rurales (185), mixtas (78) y predominantemente urbanas (82).*

[34] https://www.masvidarural.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-regional-Coquimbo.pdf

[35] *Zona rural INE: Asentamiento humano que posee 1.000 o menos habitantes, o entre 1.001 o 2.000 habitantes, con menos del 50% de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias.*

[36] https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/8973/Coquimbo.pdf

totalmente rurales ***(ver Fig. 2.29)***. Del total de la población urbana, un 51,9% son mujeres y un 48,1% son hombres, mientras que del total de la población rural un 50,3% son hombres y un 49,7% son mujeres.

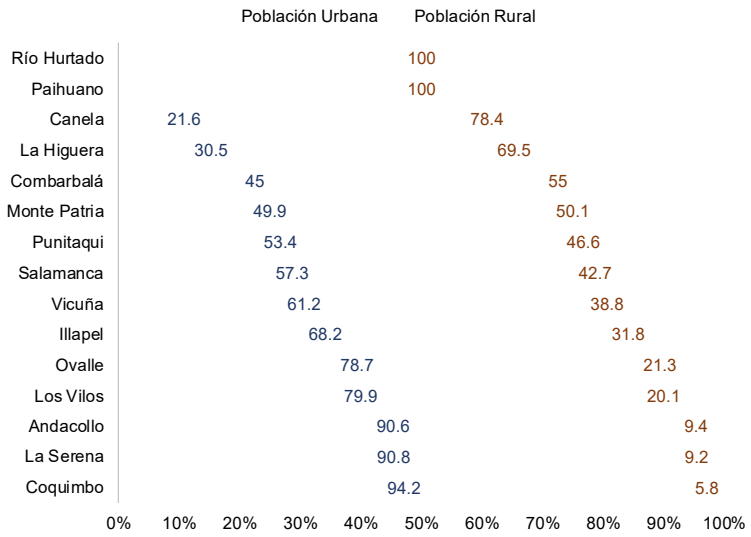


Figura 2.29. *Porcentaje de la población urbana-rural por comuna. Región de Coquimbo. Datos extraídos de Censo 2017[37]. Fuente: Elaboración propia.*

Del total de la población rural, 21.267 tienen 65 años o más, representando el 14,9%, de los cuales 10.748 son hombres y 10.519 son mujeres. En cuanto a la población menor a 15 años que habita en zona rural, esta representa el 19,6%, correspondientes a 27.961 menores, de los cuales 14.426 son hombres y 13.535 son mujeres[38].

2.2.4. Educación

En cuanto al **nivel educacional** de la población de 25 años o más, en relación al último año aprobado en educación, **el 28,1% tiene educación básica, el 46,8% educación media, y el 25,1% tiene educación superior**. Respecto a los años de escolaridad, la Región de Coquimbo tiene un promedio de 10,8, que es menor al promedio nacional (11,2); para el año 2017, el promedio de años de escolaridad para las mujeres era de 9,7,y de los hombres 9,5[39]. Las comunas con mayor promedio son La serena (11,9), Coquimbo (11,3) y Paihuano (10,4), mientras que las que están más bajo son Canela (8,2), Río Hurtado (8,5), y Monte Patria y La Higuera con 8,7.

2.2.5. Pueblos Indígenas

Según la información del Censo 2017, son **64.956 personas (3,5% de la población censada) las que se consideran pertenecientes a algún Pueblo Indígena u Originario en la Región, siendo los pueblos Diaguita (40,8%), Mapuche (38,4%) y Aymara (8,5%) los que concentran el mayor**

[37] https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/an%C3%A1lisis-demogr%C3%A1ficos/analisis-censo-2017---regi%C3%B3n-de-coquimbo.pdf
[38] *Bases de dato Censo 2017*
[39] https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/análisis-demográficos/analisis-censo-2017---región-de-coquimbo.pdf

porcentaje[40]. Del total de población que se considera perteneciente a un pueblo indígena, 32.402 son hombres y 32.554 son mujeres. En relación a los grupos de edad, 15.275 corresponden a menores de 15 años, mientras que 6.462 tienen 65 años o más.

Las comunas que tienen mayor porcentaje de pertinencia indígena en relación a la población comunal son Punitaqui (12,2%), La Higuera (11,6%), y Vicuña (10,8%). Por el contrario, las que menos concentran población perteneciente a pueblos indígenas son Canela (4,6%), Río Hurtado (6,2%), y Los Vilos y Andacollo, ambos con 6,3%[41].

2.2.6. Migración

Los datos del censo 2017 muestran que la población que declara haber nacido fuera del país corresponde a 14.741 habitantes, de estos, 7.381 son hombres y 7.360 son mujeres. En cuanto a los grupos de edad, 670 corresponden a adultos mayores de 65 años o más, 1.729 son menores de 15 años. Estos números, según datos del INE[42], tenderían a aumentar; la población migrante en la Región de Coquimbo estimada para 2020 es de 34.051, lo que representa el 2,3% del total de personas migrantes en el país, de los cuales 18.083 son hombres y 15.968 son mujeres, con un índice de masculinidad de 113,2%.

En cuanto al país de origen, se estima para el año 2020 que Venezuela es el principal país de origen en la región, representando un 30,4% de la población; le sigue "otros países", con 16,4%, luego Colombia, con 16,2% y Haití, con 14,9%.

A nivel comunal, de acuerdo a la información del Censo 2017, **en la provincia de Elqui reside el 78,5% de la población migrante, concentrada principalmente en La Serena (37,2%) y en Coquimbo (36,9%),** mientras que en Río Hurtado y Canela solo habita el 0,2% de la población migrante en la región. En relación al tamaño poblacional de cada comuna, Los Vilos tiene el mayor porcentaje de población migrante, con un 3,0%, seguido por La Serena (2,5%) y Coquimbo (2,4%).

2.2.7. Economía

En el ámbito económico, **la minería es el principal sector que aporta al PIB regional, con un 25%**, seguido por el sector servicios personales, con 14,3%, y el sector de servicios financieros y empresariales, con un 9,5%. En cuanto a la ocupación por sector económico, **los sectores con mayor porcentaje de ocupación son servicios sociales y personales (21,1%), comercio (17,9%) y el sector silvoagropecuario y pesca (11,4%)** ***(ver Fig. 2.30)***.

Las mujeres tienen alta presencia en los sectores de intermediación financiera (81,3%), servicios sociales y personales (71,6%), y hoteles y restaurantes (70,8%). La provincia de Elqui es donde predomina la ocupación de actividades económicas, exceptuando el sector silvoagropecuario y pesca, que se concentra mayoritariamente en la provincia de Limarí.

---

[40] *https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/análisis-demográficos/analisis-censo-2017---región-de-coquimbo.pdf*

[41] *https://www.masvidarural.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-regional-Coquimbo.pdf*

[42] *https://www.ine.cl/docs/default-source/demografia-y-migracion/publicaciones-y-anuarios/migración-internacional/estimación-población-extranjera-en-chile-2018/estimación-población-extranjera-en-chile-2020-regiones-y-comunas-síntesis.pdf?sfvrsn=3952d3d6_6*

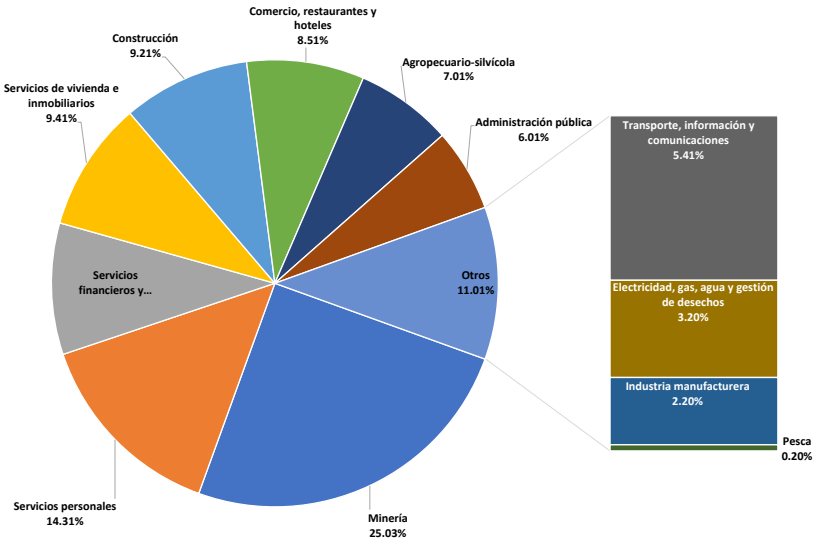


Figura 2.30. *Distribución de PIB por actividad económica, Región de Coquimbo. Datos extraídos de SENCE 2020[43], en base a Cuentas Nacionales 2018, Banco Central. Fuente: Elaboración propia.*

2.2.8. Empleo y pobreza

Según el Censo 2017, 308.084 habitantes de la región declaran trabajar, de los cuales 185.230 son hombres y 122.854 son mujeres. En cuanto a la población de 65 años o más, 16.981 declaran trabajar, lo que representa el 19% del total de la población mayor a 64 años. De estos, 12.023 son hombres y 4.958 son mujeres. En cuanto al sector productivo, el 18,8% de la población mayor a 64 años declara trabajar en el sector primario, un 4,6% en el sector secundario, y un 62,6% en el sector terciario.

La Región de Coquimbo tiene una mayor tasa de inactividad al comparar con cifras nacionales (total nacional = 35,3; total regional = 39,2), siendo Canela (51%), Punitaqui (47,1%), Combarbalá (45,8%) y Río Hurtado (45,3%) las comunas con mayor inactividad. Por el contrario, las comunas con mayor ocupación son Salamanca (62%), Los Vilos (61,8%) y Paihuano (61,4%). En cuanto a la situación de pobreza, el porcentaje total de la región también supera a la nacional; las comunas con mayor porcentaje de pobreza por ingresos son Punitaqui (25,2%), Canela (25,1%), y Monte Patria (21,4%), mientras que las comunas con mayor pobreza multidimensional son Canela (43,5%), La Higuera (40,3%) y Río Hurtado (40%), todas catalogadas como comunas rurales[44].

Por el contrario, **las comunas urbanas tienen menores porcentajes de pobreza tanto por ingresos como multidimensional.** Cruzando la variable pobreza con otras variables demográficas presentadas anteriormente, cabe destacar algunas comunas claves. En cuanto a comunas con mayor población de 65 años o más, estas son comunas que destacan en altos porcentajes de pobreza, por ingresos y muldimensional, como Canela y Río hurtado, que tienen alta inactividad. De este grupo etario, las comunas de Río Hurtado, Monte Patria y Combarbalá tienen más mujeres mayores que hombres, por una diferencia leve; no obstante, coinciden con ser comunas con altos índices de pobreza o inactividad.

[43] https://www.ccc.cl/wp-content/uploads/2021/02/OLR-C_informe_Reporte-regional-Coquimbo.pdf
[44] https://www.masvidarural.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-regional-Coquimbo.pdf

En relación a las comunas que concentran mayor población menor a 15 años, coincide con la comuna La Higuera, que tiene alto porcentaje de pobreza muldimensional, y por pobreza por ingresos se destaca la comuna de Punitaqui y Monte Patria. De acuerdo a las comunas con mayor promedio de años de escolaridad (La Serena, Coquimbo, y Paihuano), estas tienen los menores porcentajes de pobreza multidimensional, con 20,1%, 18% y 20,7% respectivamente, mientras que las que tienen menos promedio de años de escolaridad se destacan dentro de comunas con altas cifras de pobreza, tanto por ingresos como multidimensional: Canela, Río Hurtado, Monte patria y La Higuera[45].

De las comunas con mayor concentración de población perteneciente a pueblos indígenas, se destaca Punitaqui con alto porcentaje de pobreza por ingresos, y La Higuera, con alto porcentaje pobreza muldimensional. Y en relación a la población migrante, esta se encuentra mayormente en comunas urbanas, que tienen bajos porcentajes de pobreza.

2.2.9. Uso de suelo, zona costera y áreas protegidas

Respecto al uso de suelo de la región, un 75% de la superficie se encuentra cubierta por vegetación de tipo Pradera y Matorrales, debido a sus condiciones de aridez. Además, un 18,3% corresponde a áreas desprovistas de vegetación considerando dunas, playas y afloramientos rocosos, además del área sobre la cota 3.800 m.s.n.m donde existe el límite de vegetación para la región.

El uso agrícola alcanza un 3,3% de total de la superficie regional considerando la vocación minera de la región, cuya superficie abarca aproximadamente 16.794 hectáreas bajo la categoría de "Áreas Minera Industrial". Para el año 2011, según CIREN, la región contaba con 4.657 ha. de cuerpos de agua continentales y 61.692 ha. de humedales, además de 34.356 ha. de bosques. Finalmente, las áreas urbanas e industriales abarcan 14.409 hectáreas del total regional.

Por otro lado, según el Catastro Vegetacional del año 2014 realizado por CONAF, existen a escala regional un total de 61646,38 hectáreas de Bosques, 2709,82 hectáreas de Cuerpos de Agua, 11555,15 hectáreas de Humedales, 398,80 hectáreas de Nieves Eternas y Glaciares, 3025771,30 hectáreas de Praderas y Matorrales, 161959,36 hectáreas de Terrenos Agrícolas, 758229,21 hectáreas Desprovistas de Vegetación, 39360,92 hectáreas de Áreas Urbanas e Industriales y 16794,19 hectáreas de Áreas de Minería Industrial ***(ver Fig. 2.31 y Fig. 2.32).***

[45] https://www.masvidarural.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-regional-Coquimbo.pdf

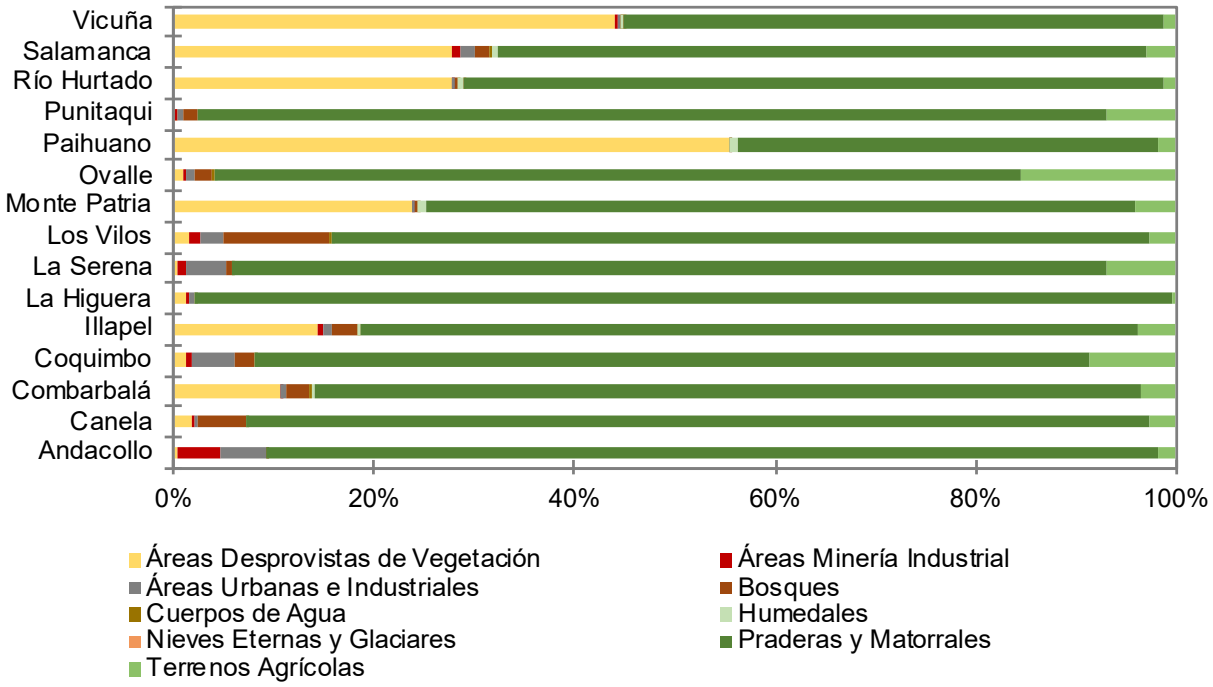


Figura 2.31. *Catastro vegetacional para todas las comunas de la Región de Coquimbo. Datos extraídos de CONAF. Fuente: Elaboración propia.*

En la región existen 4 áreas protegidas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres protegidas por el Estado (SNASPE), estas son: Parque Nacional Bosque Fray Jorge, en la comuna de Ovalle; Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, en la comuna de La Higuera; Reserva Nacional Las Chinchillas, en la comuna de Illapel; y Monumento Natural Pichasca, en la comuna de Río Hurtado[46] ***(ver Fig. 2.28)***.

[46] https://www.masvidarural.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-regional-Coquimbo.pdf

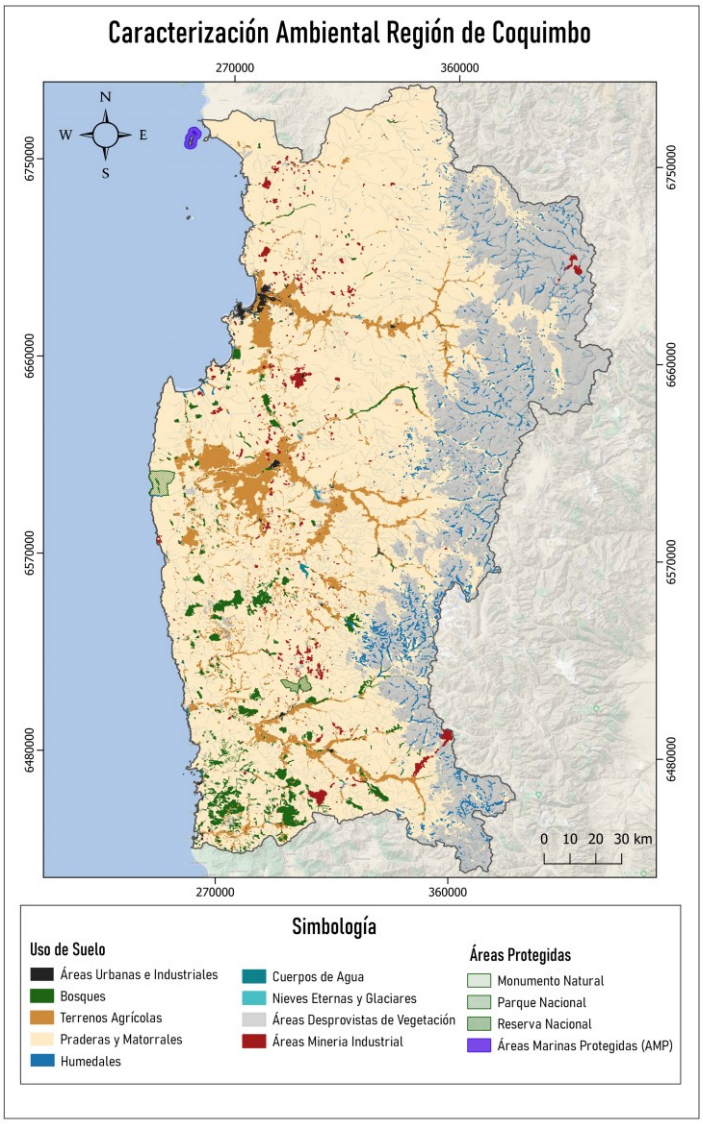


Figura 2.32. *Uso de Suelo y Áreas Protegidas de la Región de Coquimbo. Datos extraídos de Geoespaciales de Chile, IDE Chile. Fuente: Elaboración propia..*

2.2.10. Infraestructura

En cuanto a **viviendas**, en el Censo 2017, se registran un total de 308.608 viviendas en la Región de Coquimbo, de las cuales el 82% es particular ocupada, el 17,8% es particular desocupada y el 0,2% corresponden a viviendas colectivas. Del total de viviendas particulares, 237.912 son urbanas, y 69.932 son rurales. La comuna con mayor cantidad de viviendas son Coquimbo, que concentra 29% de las viviendas de la región, La Serena el 28,3% y Ovalle el 13,7%. Por el contrario, Paihuano concentra solo el 0,8% y tanto La Higuera como Río Hurtado tienen un 0,9%.

Un total de 63.102 del total de las viviendas se encuentran en zonas inseguras bajo la cota de inundación de 30 metros, de las cuales un 13,33% pertenecen a entidades rurales y un 86,66% a manzanas urbanas.

El **índice de Materialidad** (IM) ***(ver Anexo)*** para la región de Coquimbo, que da cuenta de las condiciones materiales de las viviendas, es del 78%, considerado como aceptable, pero por debajo a la cifra a nivel nacional (83,1%). Las comunas que tienen mayor porcentaje de IM aceptable son La Serena (87,7%), Coquimbo (84,9%) y Los Vilos (78,1%). Por el contrario, las comunas que tienen mayor porcentaje de IM irrecuperable, son Canela (9%), Río Hurtado (8,5%) y Punitaqui (8,1%).

Según el catastro realizado por el MINVU en 2019[47], **Coquimbo es la segunda región de Chile con el mayor porcentaje de ocupación de sitio en el país, con un 78%, y la tercera con mayor proporción (63%) de viviendas semiprecarias, es decir, viviendas con estructura frágil y sin terminaciones, como media agua o similar.**

Sobre las viviendas en condición de **hacinamiento**, que dice relación con el número de personas que alojan en la vivienda con la cantidad de dormitorios que esta tiene, la región de Coquimbo tiene 14,547 viviendas en hacinamiento, lo que representa un 6,4% del total regional. Las comunas que tienen mayor índice de hacinamiento de la región son Monte Patria con 9,3%, le sigue La Higuera con 8,4% y Vicuña con 8%. Las comunas con menor índice de hacinamiento son La Serena, con 5,2%, seguida por Paihuano y Los Vilos, ambas con 6%[48].

Estudios más recientes, muestran que existen **32 campamentos** en la región, equivalentes a 1.920 familias[49]. A su vez, existen 521 personas en **situación de calle**, para las cuales se requieren 506 viviendas. Las comunas que tienen entre 151 y 300 personas en situación de calle son La Serena y Coquimbo, mientras que Ovalle se encuentra en el rango de 76 y 150, y Vicuña, Monte patria, Illapel, Los Vilos y Salamanca, tienen entre 1 y 75[50].

Respecto a la **infraestructura costera**, la costa de la región tiene 33 caletas pesqueras, 18 puertos registrados, 2 estuarios, 113 Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), 15 Áreas Apropiadas para el ejercicio de la Acuicultura (A.A.A.), 6 plantas desalinizadoras y 23 puntos de emisarios sanitarios ***(Fig. 2.33)***.

[47] https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Caracterización-de-la-Situación-Habitacional.pdf
[48] https://regiones.ine.cl/documentos/default-source/region-iv/estadisticas-r4/análisis-demográficos/analisis-censo-2017---región-de-coquimbo.pdf
[49] https://ceschile.org/wp-content/uploads/2020/11/Informe%20Ejecutivo_Catastro%20Campamentos%202020-2021.pdf
[50] https://deficitcero.cl/pdf/Minuta_EstimaciondelDeficit.pdf

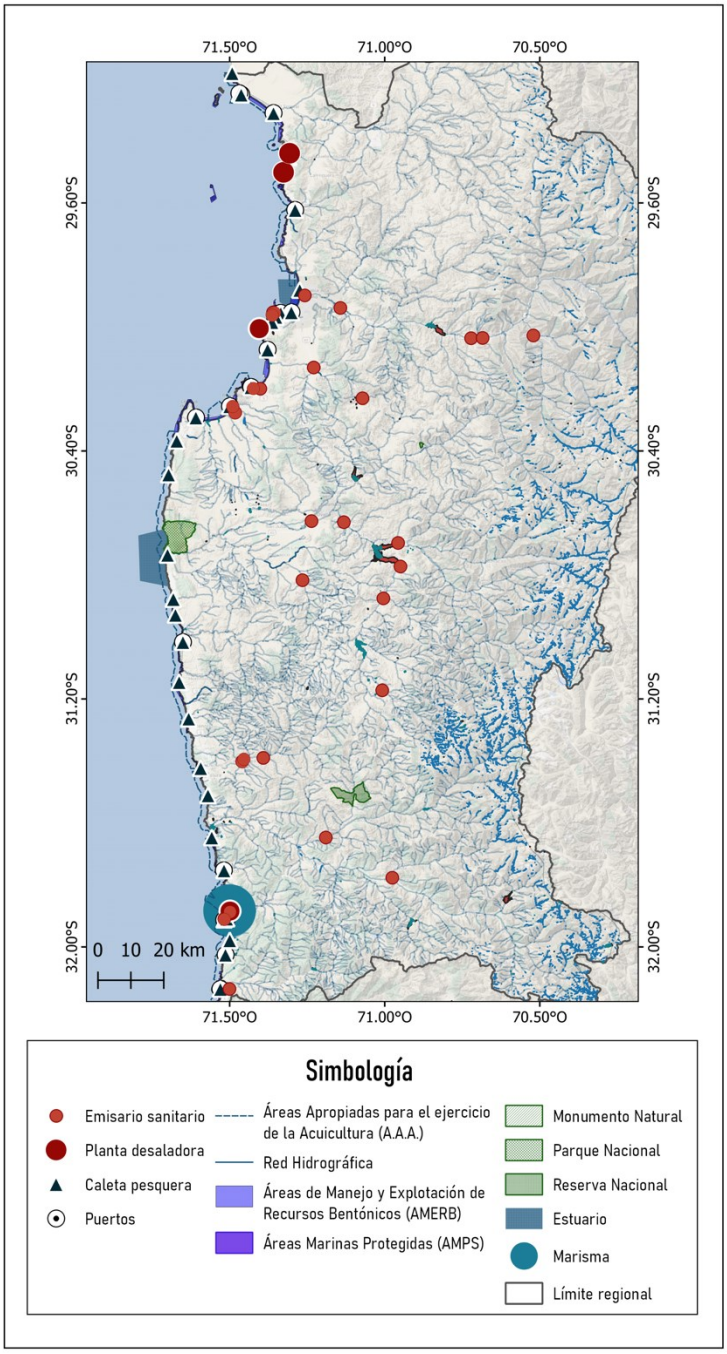


Figura 2.33*. Borde costero y distribución de emisarios sanitarios en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia con datos de IDE, Chile*

Respecto a los **elementos costeros expuestos a inundaciones *(Fig. 2.34, Fig. 2.35, Tabla 2.4),*** es posible encontrar 7 categorías diferentes de elementos en la Región de Coquimbo. Un 8,99% de elementos costeros corresponde a puntos de población que incluyen manzanas censales urbanas y entidades rurales, un 24,27% corresponde a elementos expuestos correspondientes a Biodiversidad correspondientes a Playas, Catastro de Bosque Nativo, Sitios Prioritarios para la Conservación, Áreas Protegidas, Zonas de Desertificación, Puntos de Varamientos, Humedales Costeros. **Los elementos costeros que registran**

mayor exposición corresponden a la categoría Infraestructura con un 60,19% siendo estos de tipo Red Vial, Obras de Borde Costero, Obras de Protección Costera, Terminales Marítimos, Puertos, Instrumentos de Medición Costeros, Plantas Desaladoras, Club Marinos, Estación del Nivel del Mar, Establecimiento de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y Puentes.

Respecto a la **infraestructura educacional**, al 2021 la región cuenta con 740 establecimientos educacionales entre educación parvulario, básica y media, y 43 establecimientos de educación superior correspondientes a 9 casas de educación técnico-profesional y 8 universidades de los cuales un total de 93 recintos se encuentran bajo la cota de inundación de 30 metros propuesta por SHOA, y 26 establecimientos de educación superior se encuentran dentro de la cota de inundación de 30 metros propuesta por SHOA distribuidos principalmente en las zonas urbanas de las comunas de Coquimbo y La Serena ***(Figura 2.34).***

Según el Ministerio de Salud, la **infraestructura sanitaria** de la región posee un total de 231 establecimientos considerando 3 recintos dependientes del Servicio Médico Legal, 2 establecimientos correspondientes a Gendarmería, 1 de Fuerzas Armadas, 160 dependencias municipales, 50 recintos de salud privados y 15 establecimientos pertenecientes al Servicio de Salud Público. Un total de 38 establecimientos se encuentran dentro de la cota de inundación de 30 metros propuesta por SHOA ***(Fig. 2.34)***.

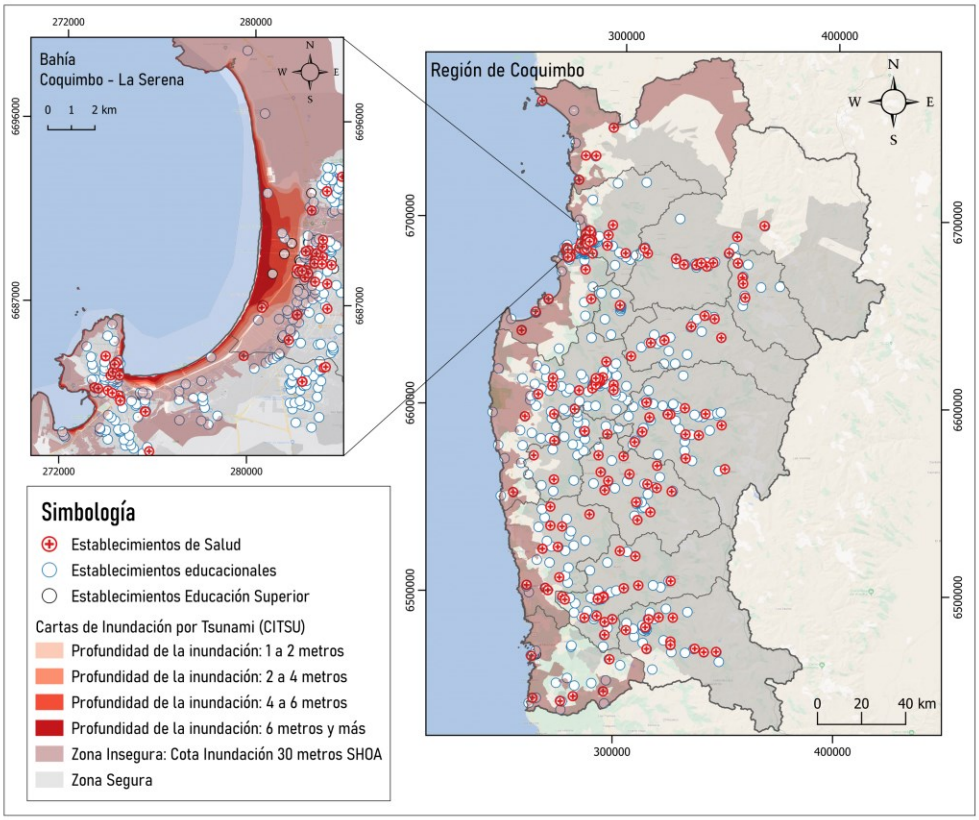


Figura 2.34. *Servicios básicos según cota 30 metros de Inundación. Datos extraídos de Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de La Armada- Chile. Fuente: Elaboración propia.*

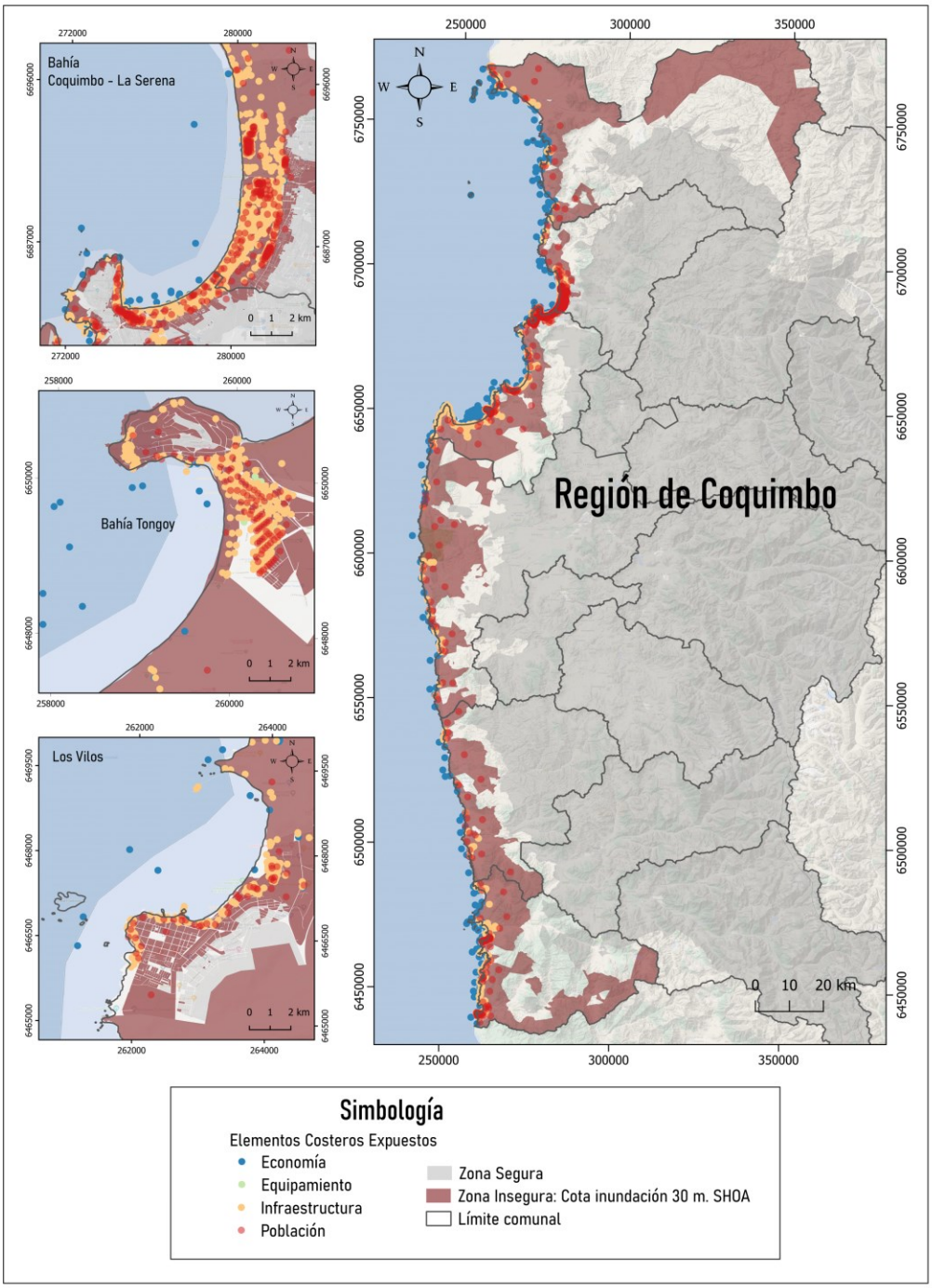


Figura 2.35. *Elementos Costeros Expuestos. Datos extraídos de Geoespaciales de Chile, IDE Chile. Fuente: Elaboración propia.*

***Tabla 2.4**. Catastro de elementos costeros expuestos. Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de IDE Chile.*

Tipo	Sub-tipo	Canela	Coquimbo	La Higuera	La Serena	Los Vilos	Ovalle
Economía	Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB)	7	29	22	5	30	20
	Atractivo Turístico	4	23	16	6	16	1
	Bien Nacional Protegido		1	1			
	Caleta pescadores	4	9	7	1	6	7
	Consesiones de Acuicultura	6	62	8	1	7	1
	Monumento Histórico				3		
	Rutas Patrimoniales		2		11	20	
	Área Apropiada para la Acuicultura (AAA)	4	6	40	10	11	7
Equipamiento	Bomberos		2	1			
	Educación		13	2	7	1	
	Policia		2	1	1		
	Salud		1	1			
Infraestructura	Astilleros		1				
	Cables Submarinos			1			
	Club Marino		1			1	
	Establecimiento de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)		25	20		4	
	Estación del nivel del mar		2			1	
	Infraestructura Sanitaria (SISS)		13	11		7	
	Instrumentos de Medición Costeros		3	1	6	2	
	Marina		2				
	Obras de borde costero		11	5		5	
	Obras de protección costera		7	1		3	
	Planta Desaladora			1			
	Puente	1	11	4		7	1
	Puerto		2				
	Red Vial	56	1815	1651		478	102
	Subestación		1				
	Terminales Marítimos		6			1	
Población	Límite Urbano		3	1	1	2	
	Manzana Censal	16	261	15	179	80	20
	Poblado	6	11	12	4	10	13
	Área Urbana Consolidada		3		1		

De acuerdo a la información del Censo 2017, respecto al **origen del agua**, en las áreas urbanas el 98,5% de las viviendas declara la red pública como su fuente de acceso al agua. Las comunas con mayor porcentaje de acceso a red pública, en áreas urbanas, son Vicuña (99,5%) y La Serena (99,2%). Las comunas con mayor concentración de viviendas que declaran distinto acceso, en áreas urbanas, son Canela (11%) y Punitaqui (8,4%). **Distinta es la situación en las áreas rurales, donde un 65,7% de las viviendas cuenta con suministro de la red pública, un 15,5% mediante camión aljibe, 13,1% por pozo o noria, y un 5,6% por río, vertiente, estero, etc.** En zonas rurales, las comunas que concentran mayor

porcentaje de acceso a la red pública son Río Hurtado (86,6%) y Paihuano (88,2%); las comunas que tienen mayor proporción de viviendas que no tiene suministro de la red pública, en zona rurales, son Andacollo (80,4%) y Punitaqui (58,9%).

Respecto a la infraestructura hídrica de la Región de Coquimbo, esta cuenta con 8 obras de almacenamiento de agua (embalses) con una capacidad total de 1.305 millones de metros cúbicos, representando el 10% de la capacidad de almacenamiento de Chile, además de tener la obra más grande destinada a riego, el embalse La Paloma ***(ver Anexo, Fig. 2.36).*** Además posee 215 estructuras de Servicios Sanitarios Rurales (SSR) y 4.192 grifos a lo largo de la región ***(ver Fig. 2.36)***

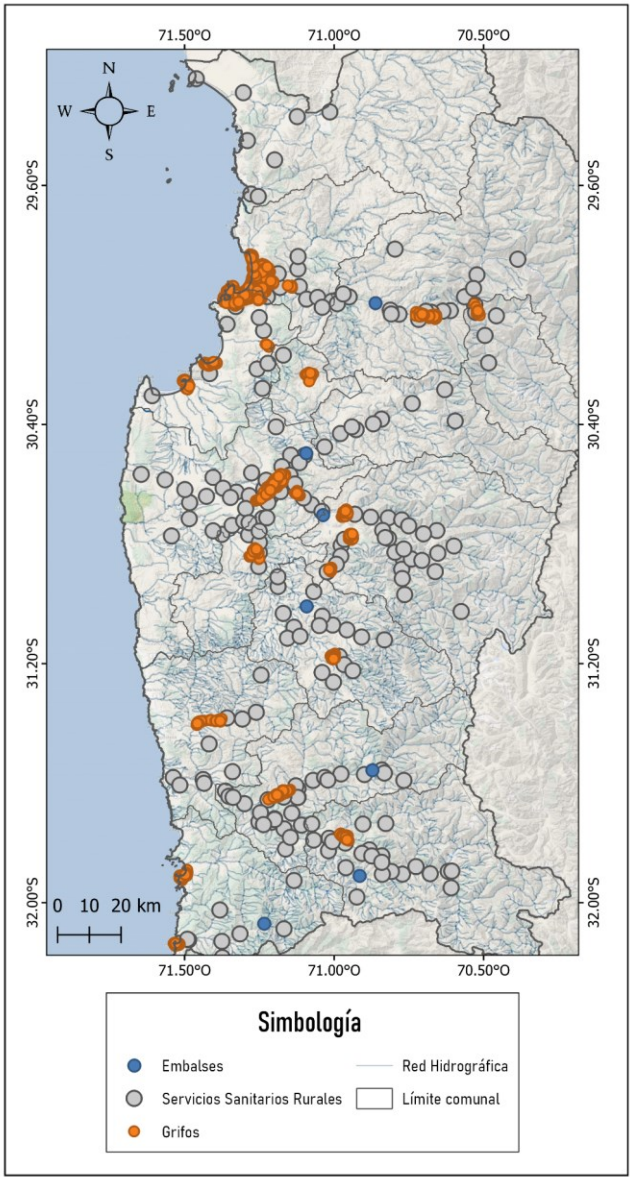


Figura 2.36. *Infraestructura hídrica – Región de Coquimbo. Datos extraídos de Geoespaciales de Chile, IDE Chile. Fuente: Elaboración propia.*

En relación al **suministro de energía eléctrica las 24 horas,** las comunas con mayor cantidad de viviendas sin acceso a este son Canela (11,2%), Punitaqui (7,7%) y Combarbalá (7,2%), a diferencia de La Serena y Coquimbo que presentan cobertura casi completa. Por último, en cuanto a la **conexión fija de internet**, la mayoría de las comunas tienen por sobre el 90% de las viviendas sin conexión, exceptuando La Serena, Coquimbo y Ovalle, los principales centros urbanos[51].

Según el Ministerio de Obras Públicas, la **infraestructura de conectividad *(ver Fig. 2.37)*** de la Región de Coquimbo cuenta con una **red vial** de 4.967,9 km, donde el 24,9% se encuentra pavimentada, 60,2% es de ripio y tierra y un 15% es considerada como solución básica. Dentro de esta red, se encuentran 172 **puentes** y una **red ferroviaria** con servicio de carga en estado operativa que tiene una longitud de 38 km, la cual cuenta con 7 estaciones desde Estación Romeral hasta Estación Guayacán. Respecto a la **infraestructura aeroportuaria** existen 23 aeródromos, siendo el aeródromo La Florida el principal conector aéreo de la región que alberga alrededor de 1.260.780 pasajeros anuales por vuelos nacionales.

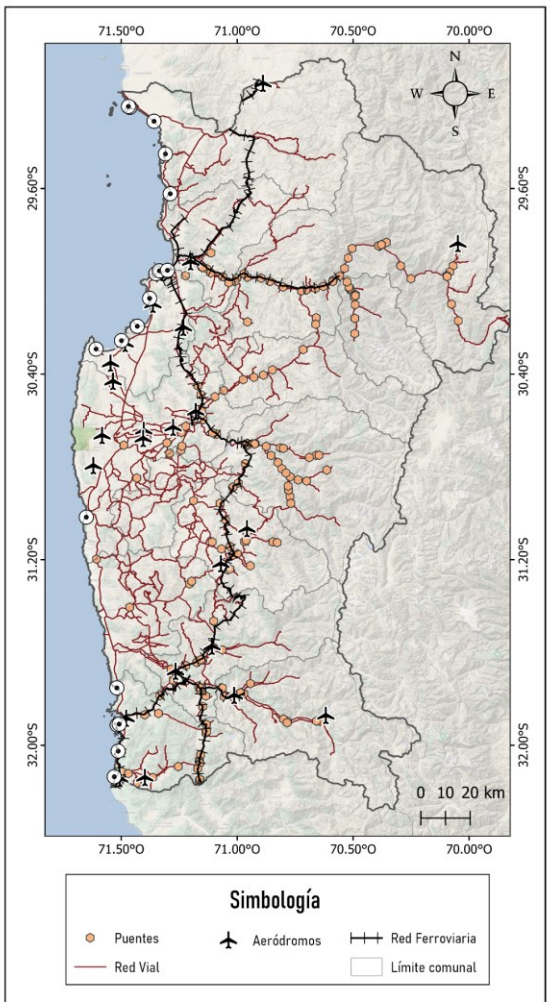


Figura 2.37. *Infraestructura de conectividad – Región de Coquimbo. Datos extraídos de Ministerio de Obras Públicas e IDE Chile. Fuente: Elaboración propia.*

[51] https://www.masvidarural.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/Ficha-regional-Coquimbo.pdf

La Región de Coquimbo posee mayor cantidad de depósitos de relaves a nivel nacional con un total de 385, 90 de ellos en Áreas de Restricción de aguas subterráneas y 111 en Zonas de Prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas. En la región existen 18 Áreas de Restricción y 35 Áreas de Prohibición. Según el catastro de relaves, tres de las cuatro comunas a nivel nacional con mayor cantidad de relaves en Chile pertenecen a la Región de Coquimbo (Andacollo, 121 relaves;, Illapel, 65 relaves; y La Higuera, 45 relaves) ***(ver Fig. 2.38)***

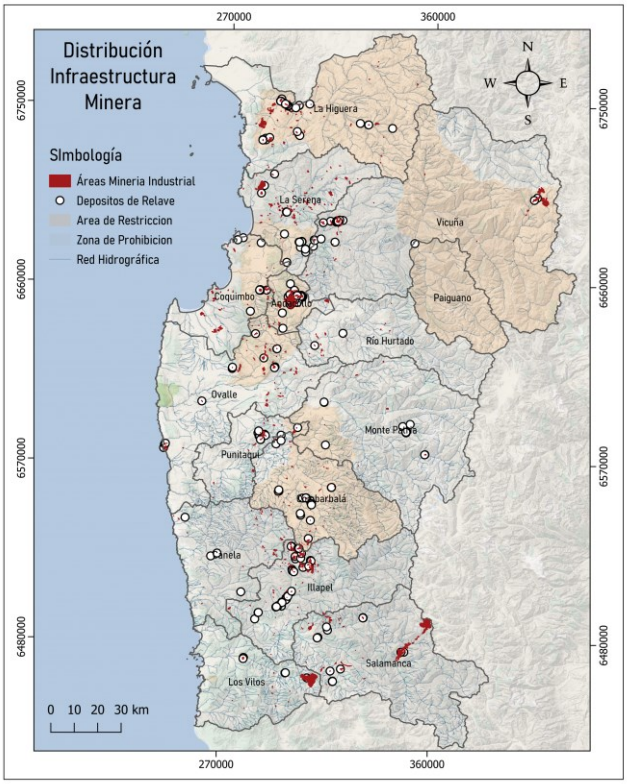


Figura 2.38. *Distribución Depósitos de Relave, Zonas de Prohibición y Áreas de Restricción de la Dirección General de Aguas – Región de Coquimbo. Datos extraídos de Geoespaciales de Chile, IDE Chile. Fuente: Elaboración propia.*

2.2.11. Dependencia y cuidado

El 19,6% de la población adulta (109.345 habitantes) en la Región de Coquimbo son personas en situación de discapacidad (PeSD), de los cuales un 12,6% corresponde a PeSD leve a moderada, y un 7% es PeSD severa. De la población adulta en situación de discapacidad, un 7,1% se encuentra entre 18 y 44 años, 17,4% entre 45 a 59, y un 42,7% tiene 60 o más años[52].

En consideración a los porcentajes de personas que representan los grupos etarios de mayores de 65 años y menores de 15 años, **la Región de Coquimbo es la región con mayor relación de dependencia total del país, con un 50,4%[53].** Esto está indicando que la Región de Coquimbo tiene el mayor porcentaje de personas dentro del total de su población que se encuentran en edades teóricamente inactivas y, por lo tanto, tienen dependencia económica. Las comunas con mayor índice de dependencia total son Canela (62%), Punitaqui (60,3%), Río Hurtado (59,6%) y Combarbalá (59,3%), mientras las que tienen índices

[52] https://www.senadis.gob.cl/pag/355/1197/ii_estudio_nacional_de_discapacidad
[53] http://www.censo2017.cl/wp-content/uploads/2017/12/Presentacion_Resultados_Definitivos_Censo2017.pdf

más bajos son Salamanca (47,4%) y La Serena (47,5%) ***(ver Fig. 2.39)***. Otro dato importante a destacar de este rango etario, es que el 38,1% de la población adulto mayor vive solo o acompañados por otro adulto mayor.

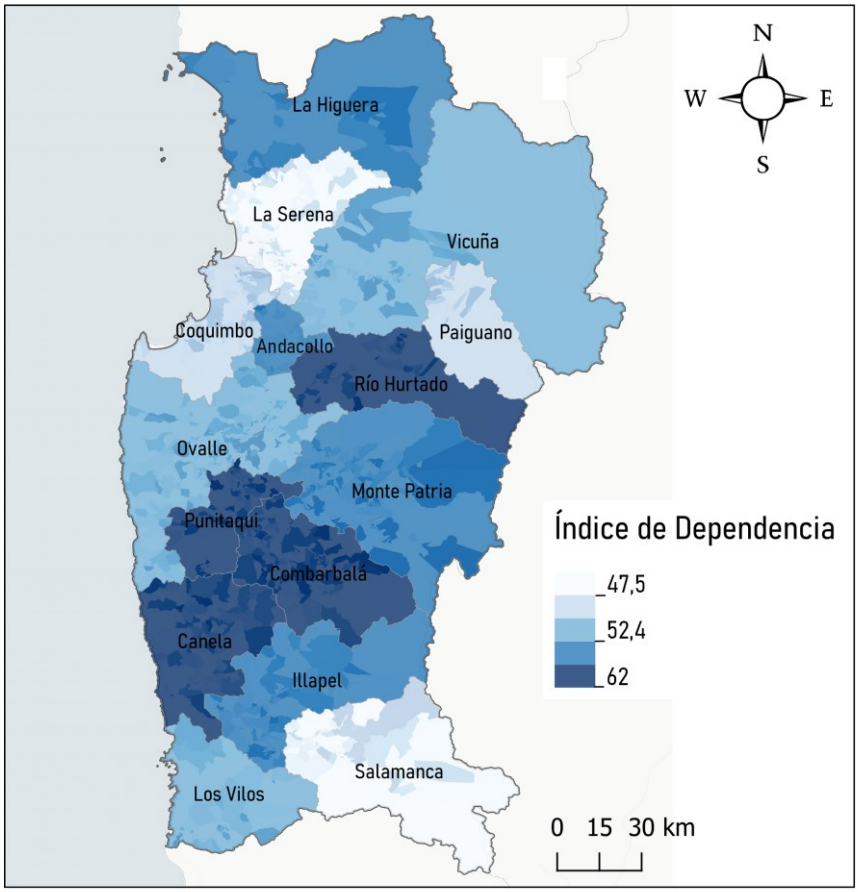


Figura 2.39. *Índice de dependencia de la Región de Coquimbo. Datos extraídos de Instituto Nacional de Estadísticas Geodatos abiertos. Fuente: Elaboración propia.*

2.2.12. Biodiversidad terrestre y marina

A pesar de su condición de semiárida (Montecinos *et al.*, 2016), **la Región de Coquimbo se encuentra dentro de las 25 áreas de mayor biodiversidad del mundo (*hotspot*), y concentra aproximadamente el 30% de las especies de plantas de la flora de Chile, con un alto grado de endemismo (Squeo *et al.,* 2001[54]).** En cuanto a la abundancia, predominan las formas de vida de hierbas y arbustos perennes xerofíticos, los que han desarrollado estrategias para poder crecer y desarrollarse en condiciones climáticas de escasez hídrica y variaciones importantes de temperatura (Squeo *et al.,* 2016[55]).

[54] Squeo, F.A., Arancio, G., Gutiérrez, J. R. 2001. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo.

[55] Squeo, F.A., Loayza, A.P., López, R.P., Gutiérrez, J.R. 2016. Vegetation of Bosque Fray Jorge National Park and its surrounding matrix in the Coastal Desert of north-central Chile. Journal of Arid Environments 126, 12 - 22.

Sin embargo, la Región de Coquimbo es una de las zonas con menos áreas protegidas del Estado, con una de las mayores tasas de degradación de suelos y pocas tierras de dominio estatal (Osorio, 2010[56]).

Este escenario ha sido propicio para el desarrollo de problemas ambientales, como por ejemplo el avance del desierto, el cual es consecuencia tanto de factores naturales (por ejemplo, la sequía), como por causa antrópicas como la deforestación, la extracción excesiva de recursos forestales, los incendios forestales, la sobrecarga animal, el manejo inadecuado e intensivo de los suelos (Osorio, 2010). Lo que profundiza los impactos que pueden sufrir las especies producto del cambio climático y el aumento de las temperaturas, sobretodo de aquellas taxa endémicos (e.g. aquellos que están restringidos a algún lugar geográfico específico) que pueden definirse como la biodiversidad única de una región que al tener un rango de distribución restringido tendrían mayores probabilidades de extinguirse (Cowling et al. 1995; Kerr 1997; Myers et al. 2000[57]). Puntualmente, uno de estos casos sensibles es la especie Chinchilla lanigera (Chinchilla de cola larga), la cual actualmente se encuentra en estado de "En Peligro" y cuya distribución histórica abarcaba desde 80 km al norte de Chañaral (III Región) hasta la provincia de Petorca (V Región). En la actualidad, esta especie solo existe cerca de Illapel (31°38'S, 71°06'W; probablemente el rango sur de su distribución original) en la Reserva Nacional Las Chinchillas y sus alrededores (Roach & Kennerley 2016[58]).

En cuanto al ambiente marino, la Región de Coquimbo se encuentra en una zona de transición biogeográfica marina (Camus 2001; Thiel et al. 2001[59]), de modo que los cambios en los rangos geográficos de las especies son más evidentes en otras zonas. Estudios de largo plazo revelan que los ensambles marinos estarían fuertemente regulados por la variabilidad interanual de las condiciones oceanográficas como El Niño y la Zona Mínima de Oxígeno (ZMO) (Thiel et al. 2007[60]).

Los sistemas marinos costeros de la región están co-dominados por praderas de macroalgas pardas ("huiros"), las que tienen un importante rol ecológico como estructuradoras de las comunidades marinas (Thiel et al. 2007). Los "huirales" tienen un importante rol ecológico en las comunidades marinos costeras y son considerados "ingenieros ecosistémicos", al ser estructuradores de los ecosistemas (Fragkopoulou et al. 2022) y constituir un refugio y alimento para una gran diversidad de invertebrados y vertebrados marinos (Vásquez & Santelices 1990; Hermosillo-Nuñez 2020)[61].

---

[56] Osorio, M. I. (2010). Análisis Socioeconómico De La Desertificación En La Región De Coquimbo. Revista Interamericana De Ambiente Y Turismo-Riat, 6(1), 45-52.

[57] *Kerr Jt (1997) Species Richness, Endemism, And The Choice Of Areas For Conservation. Conservation Biology 11: 1094-1000.*
Cowling R, E Witkowski, A Milewski & K Newbey (1995) Taxonomic, Edaphic And Biological Aspect Of Plant Endemism On Matched Sites In Mediterranean Australia And South Africa. Journal Of Biogeography 21: 651-664.
Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity Hotspots For Conservation Priorities. Nature, 403(6772), 853.

[58] *Roach, N. & Kennerley, R. 2016. Chinchilla lanigera (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T4652A117975205. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T4652A22190974.en. Accessed on 26 October 2022.*

[59] *Camus, P. A. 2001. Marine biogeography of continental Chile. Revista Chilena De Historia Natural 74:587-617.*

[60] *Thiel, M., E. C. Macaya, E. Acuna, W. E. Arntz, H. Bastias, K. Brokordt, P. A. Camus, J. C. Castilla, L. R. Castro, M. Cortes, C. P. Dumont, R. Escribano, M. Fernandez, J. A. Gajardo, C. F. Gaymer, I. Gomez, A. E. Gonzalez, H. E. Gonzalez, P. A. Haye, J. E. Illanes, J. L. Iriarte, D. A. Lancellotti, G. Luna-Jorquerai, C. Luxoroi, P. H. Manriquez, V. Marin, P. Munoz, S. A. Navarrete, E. Perez, E. Poulin, J. Sellanes, H. H. Sepulveda, W. Stotz, F. Tala, A. Thomas, C. A. Vargas, J. A. Vasquez, and J. M. A. Vega (2007) The Humboldt Current System of northern and central Chile: Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Pages 195-344 in R. N. Gibson, R. J. A. Atkinson, and J. D. M. Gordon, editors. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. Volume 45. CRC Press, Boca Raton, FL.*

[61] *Vásquez, J. A., and B. Santelices (1990) Ecological effects of harvesting Lessonia (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. Hydrobiologia 204:41-47*

El borde costero de la región de Coquimbo es habitado por una gran diversidad de aves y mamíferos marinos, residentes o visitantes, muchos de los cuales se encuentran en estatus de conservación de cuidado en el país o el mundo. Un ejemplo es el chungungo, el cual ha sido clasificado como una especie en peligro por la IUCN (Valqui & Rheingantz 2021[62]) cuyas máximas densidades poblacionales en el centro de Chile,

2.3. Impactos observados y proyectados del cambio climático en la Región de Coquimbo

Según los criterios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Chile es altamente vulnerable al cambio climático ya que presenta zonas costeras de baja altura, zonas áridas, semiáridas y boscosas, susceptibilidad a desastres naturales, zonas propensas a sequías y desertificación, áreas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas de montaña (Yañez et al., 2017). La región de Coquimbo a pesar de su condición de semiárida (Montecinos et al., 2016) se encuentra dentro de las 25 áreas de mayor biodiversidad del mundo (Myers et al., 2000). Sin embargo, la información para la región en términos de los impactos del cambio climático en la biodiverisdad marina es escasa.

2.3.1. Biodiversidad (terrestre y marina) y zona costera

En cuanto a sus océanos, a nivel nacional producto del cambio climático se preveé la acidificación de los mismos, variaciones en la temperatura y el nivel del mar, así como el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos, tales como marejadas, lluvias, El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), los cuales tienen un impacto directo sobre la producción primaria y secundaria, sobre los ciclos biológicos y su estacionalidad, sobre la distribución de los recursos pesqueros, y sobre la infraestructura de apoyo a las actividades pesqueras y acuícolas, que en última instancia repercuten en los beneficios de las comunidades dedicadas a la extracción de recursos pesqueros y actividades acuícolas en pequeña escala (IPCC, 2021,2022).

Entre los principales amenazas ya reportadas para la región de Coquimbo producto del cambio climático se tiene el aumento en la temperatura superficial del mar (TSM). En este sentido, los efectos de los **cambios en la TSM y la química oceánica** ***(ver sección 2.1)*** pueden alterar el funcionamiento fisiológico, comportamiento y las características demográficas (por ejemplo, la productividad) de los organismos, lo que lleva a cambios en la estructura de tamaño, el rango espacial y la abundancia estacional de las poblaciones de los recursos y especies de la región (Anger et al., 2003). La respuesta de los promedios anuales de TSM reportadas han sido de un calentamiento costero de alrededor de 0,1°C por año justo al norte de Punta Lengua de Vaca (30° S) para el periodo comprendido entre el 2003 al 2015 (Weidberg et al., 2020). Por otra parte, se reporta un **aumento de la producción primaria** que ocurre en las aguas superficiales de los sistemas de surgencia a lo largo de la corriente de Humboldt y las regiones de Chile Central (incluyendo parte de Coquimbo), esto seguido de un aumento en la sedimentación y descomposición en la columna de agua lo que a su vez consume el oxígeno disuelto y genera zonas con mínimo oxígeno subsuperficial y los problemas típicos asociados a procesos de **hipoxia** (Díaz & Rosenberg 2008; Yáñez et al., 2014). Estas **discontinuidades en los regímenes de afloramiento** tienen consecuencias de gran alcance en los ecosistemas pelágicos y bénticos de la Región de Coquimbo, incluida la dinámica de la población, el reclutamiento de larvas, la abundancia de adultos, el papel de las interacciones entre especies y la estructura genética y funcional de las comunidades bénticas que habitan las costas y el océano de la

Hermosillo-Núñez, B. B. (2020) Contribution of echinoderms to keystone species complexes and macroscopic properties in kelp forest ecosystems (northern Chile). Hydrobiologia 847:739-756.

[62] *Valqui, J. & Rheingantz, M.L. (2021) Lontra felina. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T12303A95970132. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T12303A95970132.*

región (Navarrete et al., 2005; Wieters et al., 2009; Tapia et al., 2014; Haye et al., 2014; Ramajo et al., 2020).

Adicionalmente, los centros de surgencia ubicados en la región han evidenciado condiciones de **acidificación del océano** (Punta Lengua de Vaca) que afectan de gran manera a aquellos organismos con conchas de carbonato como los moluscos y otros mariscos (Mayol et al., 2012; Bakun et al., 2015; Lagos et al., 2016). En este respecto, una de las grandes afectadas por estas situaciones es la **industria de la acuicultura** y las especies que cultiva como *Argopecten purpuratus* (ostión del norte) el cual es el bivalvo comercial de cultivo más importante con una producción de 18.781 toneladas (von Brand et al., 2006). Los estudios concluyen que las condiciones ambientales acidificadas impuestas por el afloramiento costero, en áreas donde actualmente se cultiva esta especie, determinarán la susceptibilidad y vulnerabilidad fisiológica, la calcificación, el crecimiento, metabolismo e integridad de la concha así como su mortalidad (Ramajo et al., 2016; Lagos et al., 2016). En juveniles *de A. purpuratus* se prevé que el aumento de la surgencia (pH bajo y oxígeno más bajo) puede comprometer la integridad de la concha y, por lo tanto, la clasificación mecánica realizada durante el proceso de aclareo de la industria de los ostiones (Lagos et al., 2016, Yáñez et al., 2014).

Las consecuencias de los cambios en las condiciones oceánicas mencionados anteriormente pueden extenderse hasta los 100 m de profundidad (Su et al., 2021) afectando tanto a ecosistemas como a poblaciones de especies y recuresos incrementando su mortalidad masiva, migraciones, cambios en la estrutura de las comunidades (Smale et al., 2019), así como la reducción de la **producción pesquera y acuícola** (Cheung y Frölicher 2020). El cambio climático impactará las poblaciones de peces, principalmente por cambios en los procesos fisiológicos y de comportamiento que impactan el crecimiento, la reproducción, la mortalidad y la distribución de las especies (Brander, 2010; Hare et al., 2010; Perry et al., 2005; Merino et al., 2012). Merino et al. (2012) ha pronosticado una pequeña disminución en las capturas potenciales de peces pelágicos en el ecosistema frente a Chile para 2050, lo que podría tener grandes implicaciones para las comunidades e industrias que dependen de estos recursos para su alimentación e ingresos (Roessig et al., 2004). Por otro lado, estudios recientes han demostrado los efectos del cambio climático en la **abundancia y distribución relativas de los recursos pesqueros como por ejemplo en las pesquerías de pez espada (*Xiphias gladius*) y la sardina común (*Strangomera bentincki*)**. Los resultados alertan de una disminución pronosticada para el pez espada del 6% y la sardina común con una reducción del 7%. Silva et al. (2015) alerta de una disminución aproximada de 3% en las capturas potenciales de peces pelágicos en Chile para 2050 debido al cambio climático (Silva et al., 2015).

Por otra parte, el aumento en la temperatura superficial del mar afecta otros grupos, como los equinoideos los cuales son herbívoros comunes de gran tamaño, eficientes y ecológicamente importantes en todos los sistemas marinos litorales (Vásquez & Buschmann 1997). Puntualmente **para la especie del erizo negro (*Tetrapygus niger*), se reporta una disminución en la abundancia de este especia con el aumento de la TSM** con impactos sobre las especies que los erizos consumen como *Macrocystis integrifolia* y *Lessonia trabeculata*, dos especies importantes para la región (Vega et al., 2005).

En cuanto a especies de mayor tamaño adaptados a las bajas temperaturas del agua como los **pingüinos de Humboldt** (*Spheniscus humboldti*) (Williams 1995), ante un escenario de aumento de temperaturas se ha reportado un aumento en las respuestas conductuales de las mismas, aumentando la distancia entre los individuos lo que resulta en poblaciones de aves "sobre-aisladas" cuando se encuentran en un ambiente terrestre cálido como el proyectado a futuro (Drent y Stonehouse 1971; Luna-Jorquera et al., 1997; Simeone

et al., 2004). A nivel trófico, al día de hoy dada la escasez de presas debido a la sobrepesca comercial de anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagas*), y condiciones oceánicas desfavorables como las que produce el ENSO (Oscilación del Sur de El Niño) (Culik et al., 1998) han generado bajas reproductivas que se refleja en sus tamaños poblacionales y el estatus vulnerable (Luna-Jorquera y Culik, 2000).

Por otra parte, a nivel de especies y teniendo en cuenta lo importante que el sector pesquería es para la economía nacional y regional, se ha reportado una redistribución global de especies marinas, especialmente en latitudes bajas (Cheung et al., 2010; Blanchard et al., 2012). Bajo el escenario de cambio climático, los modelos predicen una **disminución en la idoneidad del hábitat de muchas especies tal es el caso de la anchoveta** (*Engraulis ringens*), una especie pelágica costera que sustenta importantes pesquerías comerciales y que para las regiones marinas costeras, desde el límite norte (25°S) del área de estudio hasta Coquimbo donde una importante disminución de las capturas potenciales es esperada para el 2050 con todos los desbalances ecológicos y sociales que estos resultados pueden abarcar (Silva et al., 2018).

El cambio climático podría aumentar la probabilidad de **establecimiento e invasión de especies no nativas** influyendo en toda la comunidad (Ojaveer et al., 2015). Una de estas especies invasoras ya establecida en al región es la anémona de mar *Anemonia alicemartinae* que cuenta con una distribución desde el norte (18°S) hasta la costa centro-sur (36°S) de Chile y que se ha expandido aproximadamente 1.928 km en los últimos 50 años. Los estudios indican que la variación anual de la salinidad como la temperatura de la superficie del mar son los principales factores oceanográficos que han favorecido la presencia de esta anémona de mar a lo largo del ecosistema costero de la corriente de Humboldt generando conflictos con las especies nativas y planteando nuevos retos de investigación a futuro (Pinochet et al., 2019). Finalmente, en la costa norte-central de Chile (Coquimbo) se encuentran dos de las especies invasoras más exitosas en los sistemas marinos a nivel mundial (Rius et al., 2014), y actualmente están en proceso de expandir sus rangos de distribución a lo largo de toda la costa chilena, *Ciona intestinalis* (rango nativo no resuelto) y *Codium fragil* (originaria de Japón). El cambio climático afectará de manera diferente el éxito de invasión de ambas especies, en donde la depredación y posiblemente la exclusión competitiva pueden ralentizar el éxito de la invasión de *C. intestinalis*, que, en contraste con *C. fragil*, es consumida por muchos depredadores bentónicos del mdio. Por lo que, con base en estas consideraciones, el riesgo de invasión de *C. fragil* a lo largo de la costa chilena se hace sustancialmente mayor que el de *C. intestinalis* (Jofré-Madariaga et al., 2014).

A nivel de comunidades para la región de Coquimbo se ha reportado que cambios de temperatura en el largo plazo podrían afectar el reclutamiento y la abundancia de juveniles y adultos de los principales grupos estructuradores de **comunidades bentónicas** (algas, erizos de mar, estrellas de mar, cangrejos y gallinetas). Esto definitivamente podría cambiar la estructura y ecología dentro de las comunidades como las interacciones presa-predador tan fundamentales en los ecosistemas marinos de la región (Gaymer et al., 2010).

Estudios de marcaje-recaptura desde octubre de 1987 hasta octubre de 2000 en la "Reserva Nacional Las Chinchillas" sugieren que las condiciones climáticas son determinantes en la dinámica de las poblaciones de pequeños mamíferos en el Chile semiárido, donde el cambio en intensidad de las precipitaciones y el índice de la Oscilación del Sur (IOS) modulan las poblaciones de los roedores (Lima et al., 2002). Por otra parte, los estudios desarrollados en el Parque Nacional "Bosque Fray Jorge" indican que los cambios en las precipitaciones tienen efectos dramáticos sobre la abundacia de micromamíferos (Gutiérrez et al., 2010; Armas et al., 2019). A nivel de roedores, los cambios en el régimen de lluvias en el centro-norte de Chile

parecen estar influyendo en la dinámica regional y local, y ya han provocado cambios drásticos en el conjunto de pequeños mamíferos y, a su vez, en el alcance de los impactos de los herbívoros en la comunidad vegetal (Jaksic, 2001; Kelt y Meserve, 2014).

En la actualidad, la Región de Coquimbo se encuentra bajo los efectos de la mega sequía (Garreaud et al., 2017) lo que viene sumado a un incremento de la temperatura ***(ver sección 2.1)***. Estos cambios han generado la **pérdida o fragmentación de muchos hábitats y distribución de especies, entre ellos los de la especie endémica de reptil *Liolaemus lorenzmuelleri*** que ha visto reducido el area de su habitat y la fragmentación de este producto de la actividad minera (Lobos et al., 2016; Chávez-Villavicencio 2022). Para la lagartija *Gurthiu gaudichaudi*, especie endémica de ambientes costeros semiáridos del centro-norte de Chile se espera que el aumento de la temperatura genere impactos en sus tasas metabólicas llevando a esta especie a que explote un nicho trófico de baja energía que no satisfaga sus requerimientos nutricionales poniendo en peligro sus poblaciones (Donoso-Barros, 1966; Marquet et al., 1990; Cortes et al., 1994).

En cuanto a los mamíferos, por medio de modelos bioclimáticos se han evaluado los impactos potenciales del cambio climático sobre sus distribuciones, poblaciones, y hábitats (Mawdsley et al., 2009). Uno de estos trabajos identificó el nicho bioclimático del gato andino (*Leopardus jacobita*), especie que encuentra en peligro de extinción y es uno de los félidos más raros y menos conocidos del mundo con distribución en América del Sur (Brodie, 2009). Dado un escenario de aumento de temperatura, Argentina tuvo la representación más alta de climas adecuados para la presencia de esta especie y Chile la más baja, explicado dada la presencia de la Diagonal Árida que juega en contra de la distribución de esta especie para Chile (Marino et al., 2011).

Siguiendo con los mamíferos, para **la *Chinchilla lanigera* (chinchilla de cola larga), roedor endémico que habita áreas desérticas del norte de Chile (Jiménez, 1990), se ha reportado que ante un escenario de calentamiento global la especie presenta un alto riesgo de sufrir hipertermia sobre todo frente a temperaturas superiores a 30°C** (Cortes et al., 2000). Otro caso similar al anterior es del roedor subterráneo cururo (*Spalacopus cyanus)* especie muy sensible al estrés térmico (Nespolo et al., 2001) que no son capaces de regular su temperatura interna sobre los 32°C (Contreras, 1986).

Finalmente, **el cambio climático favorece la distribución de especies especies invasoras terrestres y acuáticas**. Una de estas especies es la rana africana con garras (*Xenopus laevis*), uno de los anfibios de mayor distribución en el mundo con un área invadida de aproximadamente 21.200 km^2 desde su naturalización en Chile a principios de la década de 1980 (Veloso y Navarro 1988; Lobos y Jaksic 2005). Esta especie, que actualmente compite con otras especies de anfibios y que además son vectores del hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* que produce quitridiomicosis (Weldon et al., 2004; Solís et al., 2010), es al día de hoy considerada una de las principales causas de la disminución y extinción global de los anfibios (Pounds et al., 2006). Puntualmente, para la Región de Coquimbo, los modelos climáticos predicen un aumento de la presencia de esta especie en areas cerca de la costa debido a cambios en los patrones de temperatura y precipitaciones (Lobos et al., 2013).

2.3.2. Ciudad, infraestructura, agua y suelo

La disminución de precipitaciones y el aumento de la temperatura del aire ha impactado sobre el número de días y noches más cálidas, tanto a nivel estacional y anual, especialmente en zonas cordilleranas de la Región. Por otro lado, el aumento de días cálidos en las zonas altas ha favorecido la ocurrencia de

precipitación líquida por sobre la precipitación sólida (Souvignet et al., 2012) ***(ver sección 2.1).*** A raíz de estos cambios, se obsrva en la Región de Coquimbo un **aumento en la descarga y escorrentía de agua desde las cabeceras de cuenca** (Souvignet et al., 2012) lo que ha generado un impacto negativo sobre la superficie de cobertura de nieve (Réveillet et al., 2020), y lo que a su vez ha tenido un impacto positivo en la cobertura y vigor de la vegetación altoandina (Salazar, A. 2022, comunicación personal).
Por otro lado, el aumento de temperatura en zonas altas afecta la altitud de la isoterma 0°C, favoreciendo el derretimiento de nieve (Souvignet et al 2012; Schauwecker et al 2022), mientras que, por el contrario, **el descenso de precipitaciones y aumento de temperatura ha generado la disminución del vigor de la vegetación silvestren en zonas costeras y valles** (Holmgren et al., 2006; Coll-Delgado et al., 2022).

A pesar de la tendencia a la disminución en precipitaciones, en la Región ocurren eventos de precipitaciones intensas de corta duración, consideradas extremas (Palma, 2019). Asociadas a un conjunto de fenómenos atmosféricos como el ENSO y ríos atmosféricos, se han identificado importantes impactos sobre el sistema suelo como **remociones de tierra y eventos aluvionales** (Valenzuela y Garreaud, 2019). Según los eventos aluvionales registrados a partir de 1957 a la fecha (Palma, 2019), principalmente entorno a Vicuña, los eventos de precipitaciones suelen alcanzar o superar en pocas horas la media anual de precipitaciones lo que impacta las quebradas, típicas de valles transversales, reactivándolas, provocando daño y destrucción severos en asentamientos humanos, y deterioro severo a la capa superficial de suelo por erosión en laderas, mientras que hacia zonas más bajas, se produce una acumulación de desechos, daño en la infraestructura vial y obras hidráulicas (Vergara Dal Pont et al., 2018).

Por el lado contrario, un fuerte estrés hídrico generado por períodos prolongados de escasa precipitación (González et al., 2018) impacta sobre la vegetación silvestre, y agroecosistemas, lo cual combinado con el aumento de temperaturas y el aumetno de la demanda de agua para uso humano e industrial ha generado una **disminución significativa en los volúmenes de escorrentía de aguas superficiales y profundidad de napas freáticas** (Souvignet et al 2012). Finalmente, el conjunto de extremos de precipitaciones evita y limita la recarga del agua pérdida de los acuíferos y favorece los procesos de erosión (Robertson et al., 2014).

Aunque la tendencia de disminución de precipitaciones durante el último siglo no es significativa ***(ver sección 2.1)***, se proyecta una disminución significativa de la humedad relativa del aire y del suelo (Salazar et al., 2016). Debido a la variabilidad climática inherente de la Región, **se proyecta que precipitaciones asociadas a eventos ENSO generen una respuesta positiva en la cobertura y vigor de la vegetación xerofítica, aliviando en parte el proceso de desertificación** (Gutiérrez et al., 2010). En particular, se proyecta un aumento de cobertura de la vegetación xerofítica de la Región de Coquimbo por sobre otros tipos vegetacionales más sensibles a sequía y altas temperaturas, como humedales y bosque esclerófilo de quebrada (Benavidez-Silva et al., 2021).

Para la Región de **Coquimbo se proyecta un cambio de uso de suelo con aumento de áreas urbanas, y una disminución de áreas agrícolas y naturales** (Melo y Foster, 2021). Esto podría tener un impacto sobre la infraestructura y salud humana bajo eventos de precipitación intensa y aluvionales. Por el contrario, bajo sequías prolongadas como la que ha afectado a la Región desde 2010, se proyecta una disminución significativa de la superficie de cultivos económicamente importantes como la uva de mesa, pisquera y cítricos (Pizarro et al., 2021). Bajo todos los escenarios posibles de cambio climático, la tendencia de disminución de precipitaciones proyecta un **impacto negativo sobre la superficie de cultivos de**

secano de la Región de Coquimbo, especialmente de trigo (Melo y Foster, 2021). En general, producto de la combinación de aumento de temperatura y disminución de precipitaciones, se proyecta una **disminución de empleabilidad para el sector agropecuario, así como un desplazamiento hacia el sur de la Región de Coquimbo** (Melo y Foster, 2021).

Para la Región de Coquimbo, se espera una disminución de los caudales disponibles y un cambio en la temporalidad de los caudales. La primera situación correspondería a un efecto directo de la reducción de las precipitaciones (líquidas y sólidas), mientras que la segunda sería resultado de la mayor tasa de derretimiento de nieve, a consecuencia del aumento de la temperatura. La ocurrencia de estos eventos podría implicar una **mayor probabilidad de períodos de escasez (ofertas incapaces de satisfacer la demanda) en las cuencas no reguladas y/o que la confiabilidad de los sistemas de almacenamiento se vea comprometida en aquellas cuencas que posean embalses** (Centro de Cambio Global UC, 2013).

De acuerdo a Pizarro et al. (2022), se debe tener en cuenta que la reducción del agua en la región se produce junto con un aumento de las actividades productivas (principalmente la minería y la agricultura), sectores que requieren miles de hectómetros cúbicos por año y que se espera que cambien en -2,5% y 71,2%, respectivamente para el año 2040. Al considerar los resultados en su conjunto, es posible señalar que la Región de Coquimbo se ha visto afectada por los efectos del cambio climático, reduciendo la cantidad de agua superficial disponible, sin embargo, la producción agrícola y minera en la Región son actividades que requieren enormes cantidades de agua, y en el caso de la agricultura se prevé que la **demanda hidrica aumente en la próximas décadas** (Pizarro et al., 2022). Según estudios realizados por la Dirección General de Aguas (DGA), el **escenario hídrico para la Región de Coquimbo seguirá siendo restrictivo dado que los usos domésticos, mineros e industriales se duplicarán y el uso agrícola crecerá en un 20%**. Estas proyecciones son preocupantes, considerando que esta región está ubicada en una zona de transición climática, altamente sensible a los cambios climáticos y con una marcada declinación pluviométrica, que podría continuar acentuándose en las próximas décadas (Melillán et al., 2014).

La **condición de aridez de la Región de Coquimbo se encuentra en incremento**, el desarrollo urbano acelerado y la dependencia socioeconómica en sectores que tienen una alta demanda de agua, como el turismo, agricultura y las operaciones mineras serían las más afectadas por los cambios en la disponibilidad de agua en volumen y temporalidad. Esta interfaz se vería afectada no solo por el bombeo futuro de aguas subterráneas, sino también por el cambio climático a través de cambios en la recarga de aguas subterráneas y el nivel del mar (Salinas et al., 2016).

3. Priorización de Cadenas de Impactos

A continuación, se presenta la estimación de un total de 11 nuevos riesgos (cadenas de impacto) para la Región de Coquimbo que abordan amenazas como la reducción de precipitaciones, aumento de olas de calor y el aumento en la frecuencia de sequías, así como el aumento de la temperatura superficial del mar. Estas amenazas, junto a indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa determinan un total de 11 riesgos climáticos para los sectores Agua y Suelo, Ciudad e Infraestructura, Zona Costera y Biodiversidad. Cabe destacar que bajo la misma metodología, la plataforma *ARClim* contiene datos y estimaciones de 36 riesgos climáticos para la Región de Coquimbo para 10 sectores, mientras que el Proyecto *AdaptaClim* estimó recientemente 18 nuevas cadenas de impactos en los sectores Ciudad e Infraestructura, Agua y Suelo, Zona Costera y Biodiversidad (ver Ramajo *et al.,* 2022[63]).

Tabla 3.1 *Riesgos climáticos y cadenas de impacto evaluadas para la presente consultoría.*

Ciudad e Infaestructura	
1	Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones
2	Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por aumento en la frecuencia de sequías
Agua y Suelo	
3	Pérdida del potencial fotosintético de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de olas de calor
4	Pérdida del potencial fotosintétic0 de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de olas de sequías
Zona Costera y Biodiversidad (terrestre y marina)	
5	Pérdida de habitabilidad de *Lessonia trabeculata* debido al incremento en la temperatura superficial del mar
6	Pérdida de habitabilidad de *Lessonia spicata* debido al incremento en la temperatura superficial del mar
7	Pérdida de habitabilidad de *Lessonia berteroana* debido al incremento en la temperatura superficial del mar
8	Pérdida de habitabilidad de *Macrocystis pyrifera* debido al incremento en la temperatura superficial del mar
9	Pérdida de habitabilidad del chungungo debido al incremento en la temperatura superficial del mar
10	Pérdida de habitabilidad del puma debido a la reducción de precipitaciones
11	Pérdida de habitabilidad de la chinchilla debido a la reducción de precipitaciones

3.3.1. Ciudad e Infraestructura

Nombre de la Cadenas de Impacto:

- ***Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones.***
- ***Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por aumento en la frecuencia de sequías.***

Justificación de la cadena seleccionada:

Informes del Panel Intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático (IPCC), confirman que los efectos del fenómeno asociado al calentamiento global ya ha generado algunos efectos en Chile. En esta perspectiva, el Gobierno de Chile, elaboró un Plan Nacional de Cambio Climático, en donde algunos aspectos más relevantes relacionados con el recurso hídrico y su impacto son la mayor probabilidad de sequías, períodos más breves de deshielos, cambios en los patrones de la hidrología, y mayor ocurrencia de inundaciones (Dirección de Obras Hidráulicas, 2010).

[63] *Ramajo, Laura; Goubanova, Katerina; Rivadeneira, Marcelo; Astudillo, Orlando; Ostria-Gallardo, Enrique; Valladares, Maria; et al. (2022): AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo.* https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20399202.v1

Desde el punto de vista del desarrollo del riego, en particular de la construcción de obras de embalses, interesan los efectos que el cambio climático pudiera tener sobre las precipitaciones y en el escurrimiento en río y quebradas. Estas se relacionan con el agua que los embalses podrán almacenar en la temporada.

De acuerdo a lo indicado en el Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático, en el país los eventos de sequía que se han experimentado entre las regiones de Atacama y la Araucanía se caracterizan por ser estacionales, y por efecto del cambio climático, en estas mismas regiones el déficit de precipitaciones anuales es de entre un 30% a 60% (Ministerio de Obras Públicas, 2017). Este déficit se traduciría en una reducción de los volúmenes producidos en las cuencas, traducido en una menor escorrentía y en un menor ingreso de volúmenes de agua a los embalses durante la temporada. En resumen, con los efectos del cambio climático, se puede esperar una menor disponibilidad de agua en las cuencas del país.

La Región de Coquimbo cuenta con 8 obras de almacenamiento con una capacidad total de 1.305 millones de metros cúbicos, representando el 10% de la capacidad de almacenamiento de Chile, además de tener la obra más grande destinada a riego, el embalse La Paloma. Las primeras infraestructuras de la región datan de alrededor de 1930, siendo los primeros los embalses La Laguna en la provincia de Elqui, Cogotí y Recoleta en la provincia de Limarí y Culimo en la provincia de Choapa (Universidad de La Serena, 2022).

En relación a la vulnerabilidad de estas obras frente a efectos del cambio climático, se han centrado en la seguridad hidrológica de estas obras. Lagos Zúñiga (2012) plantea que las proyecciones de incrementos de temperatura determinarían en mayor medida la vulnerabilidad en la seguridad hidrológica de obras hidráulicas frente al cambio climático, especialmente en cuencas cuya topografía determine que pequeñas variaciones de la elevación de la línea de nieve induzca importantes variaciones de área pluvial aportante.

La Región de Coquimbo ha experimentado 3 años consecutivos de déficit pluviométrico. Los años 2018, 2019 y 2020 (este último con los datos hasta el mes de noviembre) registraron déficits de 55,8%, 85,5% y 43,5%, respectivamente, siendo el año 2019 uno de los años más secos desde que existen registros climáticos en donde algunas localidades bordearon el 92% de déficit (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, 2020). El año 2020 fue un año con precipitaciones bajo lo normal desde los valles hacia la cordillera y gran parte del secano costero y costa de la Región finalizaron con valores dentro de los rangos normales (entre 27 y 154 mm), sin embargo, durante el año 2019 se observaron valores bajo lo normal en toda la Región (entre 10 y 58 mm) (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, 2020).

La capacidad de regulación de estas obras está asociada a la demanda de agua de las zonas de influencia, pero también de los volúmenes afluentes, resultantes del escurrimiento superficial de la cuenca de la cual el embalse capta el agua. Con esta dinámica las organizaciones que los administran deben satisfacer una demanda asociada a superficie agrícola y número de acciones del área que regulan. Bajo esta dinámica propia de cada territorio, el desarrollo de estas cadenas de impacto permitiría definir la vulnerabilidad territorial de estas obras, frente al impacto del cambio climático, y el aseguramiento de la disponibilidad de agua a nivel productivo.

Definición de la cadena:

Componente de riesgo	Indicador
Amenaza	• Cambios en las precipitaciones medias anuales • Aumento en la frecuencia de sequías
Exposición	• Porcentaje de almacenamiento al inicio de temporada • Porcentaje de almacenamiento al término de temporada • Porcentaje de almacenamiento en la época estival • Porcentaje de almacenamiento en la época invernal
Sensibilidad	Volúmenes afluentes promedio
Capacidad adaptativa	Modelos operacionales en base a escenarios de cambio climático
Riesgo	Riesgo en el abastecimiento de agua en las áreas de riego bajo influencia de los embalses
Escala espacial	Área de influencia de los embalses.

Metodología para el cálculo de indicadores de amenazas:

- *Amenaza 1 (A1): Cambios en las precipitaciones medias anuales bajo escenarios de cambio climático.*

  Para el indicador de amenaza se consideró el cambio proyectado en la intensidad de precipitación (promedio anual) para cada comuna de la Región de Coquimbo utilizando como escenario presente la serie temporal entre 1980 y 2010, y proyectando un escenario de emisiones futuras de GEI (RCP8.5) para el período 2035 – 2065.

  El cambio en las precipitaciones (déficit o incremento) (Δpp Anual) se estimó como:

  $$\Delta\, pp\ Anual\ (mm) = ((pp_{anual\ futuro} - pp_{anual\ presente})/pp_{anual\ presente}\ )*100$$

  , donde pp Anual futuro corresponde al promedio anual (2035 - 2065) de precipitaciones para cada comuna bajo el escenario de cambio climático RCP8.5, y pp Anual presente corresponde al promedio de precipitaciones actual (1980 – 2010) para cada comuna.

  La clasificación del nivel de amenaza fue determinada a partir de la variación porcentual de la precipitación en los escenarios presente y futuro para cada comuna. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de amenaza incrementales asociados a la reducción de la precipitación entre ambos escenarios.

Nivel de Amenaza	Reducción porcentual de la precipitación	Valor Normalizado
Muy Alta	Δ pp > 15.2%	0,8 – 1,0
Alta	14%< Δ pp < 15.2%	0,6 – 0,8
Moderada	11%< Δ pp < 14%	0,4 – 0,6
Baja	8%< Δ pp < 11%	0,2 – 0,4
Muy Baja	Δ pp < 8%	0,0 – 0,2

- *Amenaza 2 (A2): Cambio en la frecuencia de sequías.*

  Para el indicador de amenaza (cambio en la frecuencia de sequías) se consideraron los períodos en donde la precipitación acumulada anual, es menor al 75% del promedio de la precipitación acumulada en el período de referencia, o sea, la serie temporal entre 1980 y 2010. Este análisis se

realizó también en el escenario futuro con la misma serie temporal de referencia, pero proyectando un escenario de emisiones futuras de GEI (RCP8.5) para el período 2035 – 2065.

De esta manera se expresa la fracción de tiempo en donde la situación de sequía ocurre, expresada de manera porcentual.

Para el análisis, se consideró el cambio en la frecuencia de ocurrencia de los eventos entre un escenario presente y el escenario futuro.

El cambio en la frecuencia de sequías (disminución o incremento) (Δseq) se estimó como:

$$\Delta\, seq = (\%\, Eventos\ seq_{\ futuro} - \%\, Eventos\ seq_{presente})$$

La variación porcentual de los eventos de sequía, fue determinada para cada una de las comunas de la región.

Metodología para el cálculo de indicadores de exposición:

La exposición identifica a aquellas variables que dependen de alguna otra que tienen una condición de no controlable, y que afecta sobre esta. En este caso, los volúmenes disponibles dentro de los embalses dependen del agua que una cuenca puede producir, y esta a su vez, de las precipitaciones que se produzcan en los períodos invernales. De esta manera se ha relevado que la capacidad de almacenar y distribuir el agua se verá expuesta a esta condición en 4 períodos críticos de operación de los embalses, como lo son el inicio de temporada, término de temporada, y los almacenamientos en la época invernal y estival.

A partir de esto, el indicador de exposición estará compuesto por los siguientes índices:

- *Exposición 1 (E1): Porcentaje de almacenamiento al inicio de temporada.*
  Corresponde al volumen promedio almacenado en el embalse al inicio de cada temporada, de acuerdo a su operación. En la provincia de Elqui la temporada hidrológica comienza en septiembre (Álvarez y Norambuena, 2019), mientras que en Limarí y Choapa comienza en mayo (Vivanco, 2014). Este valor se obtiene del promedio de la sumatoria de los volúmenes almacenados al inicio de las últimas 11 temporadas (2011/12 - 2021/22).
- *Exposición 2 (E2): Porcentaje de almacenamiento al término de temporada.*
  Corresponde al volumen promedio almacenado en el embalse al término de cada temporada, de acuerdo a su operación. En la provincia de Elqui la temporada hidrológica finaliza en agosto, mientras que en Limarí y Choapa finaliza en abril. Este valor se obtiene del promedio de la sumatoria de los volúmenes almacenados al término de las últimas 11 temporadas (2011/12 - 2021/22).
- *Exposición 3 (E3): Porcentaje de almacenamiento en la época estival.*
  Corresponde a los volúmenes almacenados en el embalse durante el período estival, comprendido entre los meses de diciembre a marzo. Estos volúmenes responden a los eventos de deshielos o peak que se pueden producir por el incremento de la temperatura en este periodo. Además, son los que se encuentran disponibles para satisfacer las demandas máximas de agua en la zona de influencia ***(ver Anexo)***. Este valor se obtiene del promedio de la sumatoria de los volúmenes almacenados entre diciembre y marzo de las 11 temporadas (2011/12 - 2021/22).
- *Exposición 4 (E4): Volúmenes (m^3) promedio almacenados en la época invernal*
  Corresponde a los volúmenes almacenados en el embalse durante el período invernal, comprendido entre los meses de mayo a julio. Estos volúmenes pueden modificarse por los eventos de precipitaciones que se pueden producir en esta época. Los volúmenes que se almacenarán en este período, estarán disponibles para la época estival, en donde se incrementa la demanda. Este valor

se obtiene del promedio de la sumatoria de los volúmenes almacenados entre mayo y julio de las últimas 11 temporadas (2011/12 - 2021/22).

El resultado de estos indicadores, es expresado como porcentaje en función de la capacidad total del embalse según la siguiente formula:

$$Porcentaje\ Alm.per\ (\%) = \left(\frac{\frac{vol\ período\ año\ 1 + vol\ periodo\ año\ 2 + \cdots + vol\ periodo\ año\ 10}{10}}{capacidad\ del\ embalse}\ (m^3) \right) * 100$$

Nivel de exposición (E1- E4)	Porcentaje de almacenamiento en época estival	Valor Normalizado
Muy Alta	0% - 20%	0,8 – 1,0
Alta	20% - 40%	0,7 – 0,8
Moderada	40% - 60%	0,5 – 0,7
Baja	60% - 80%	0,3 – 0,5
Muy Baja	80% - 100%	0,0 – 0,3

La exposición se calculó a partir del promedio de los resultados de los cuatro indicadores. Dado la relevancia que estos tienen dentro de la operación de los embalses, se asignó la misma representación a cada uno para el cálculo, o sea, el 25% del peso total. La exposición se calculó como:

$$E = (E_1 + E_2 + E_3 + E_4) / 4$$

, donde E_1, corresponde al indicador de exposición *1;* E_2 *,* corresponde al indicador de exposición *2;* E_3, corresponde al indicador de exposición 3; y E_4 corresponde al indicador de exposición 4.

Metodología para el cálculo de indicadores de sensibilidad:

La sensibilidad identifica a aquellas variables que se ven afectadas por los efectos del cambio climático y son susceptibles de cambios frente a estas variaciones. De esta manera los volúmenes totales afluentes a los embalses serán sensibles a los cambios en las precipitaciones que se produzcan en la cuenca, ya que de ellas depende su incremento o permanencia dentro de la cuenca, entendiendo con ello también, los aportes que la cuenca puede generar a partir de las reservas que puedan existir en las partes altas de esta. A partir de esto, se usará un indicador de sensibilidad

- *Sensibilidad: Volúmenes afluentes promedio.*
  Corresponde a los volúmenes afluentes totales anuales promedio ingresados al embalse en un período de 11 años (período 2011/12 - 2021/22). La temporada hidrológica considera el período entre mayo y abril (provincias de Limarí y Choapa y entre septiembre y agosto (provincia de Elqui). Este valor se obtiene de la sumatoria de los volúmenes afluentes anuales totales, obtenidos del balance hídrico del mismo, o de la estación fluviométrica ubicada en la cola del embalse, de existir, en un periodo de 11 años.

$$Volumen\ \ afluente\ promedio\ (m^3)\ = \frac{vol\ total\ año\ 1\ +\ vol\ total\ año\ 2 + \ldots + vol\ total\ año\ 10}{10}$$

Nivel de Sensibilidad	Volumen afluente promedio (m^3)	Valor Normalizado
Muy Alta	$Vol_{promedio}$ < 25.000.000 m3	0,7 – 1,0
Alta	25.000.000 - 50.000.000	0,5 – 0,7
Moderada	50.000.000 - 75.000.000	0,3 – 0,5
Baja	$Vol_{promedio}$ > 75.000.000	0,0 – 0,3

Metodología para el cálculo de indicadores de capacidad adaptativa:
Para la estimación de la capacidad adaptativa se ha considerado un indicador relacionado la incorporación y actualización de nuevas variables dentro de las reglas de operación de los embalses. Dentro de este proceso se encuentra el uso de herramientas de modelación hidrológica y escenarios de cambio climático. La incorporación de estas herramientas permite de las organizaciones de usuarios de agua que administran los embalses puedan dispone de datos de manera anticipada que aportan a la gestión, en específico a la determinación de los volúmenes afluentes a los embalses, y con ello, a la determinación de las dotaciones a entregar en la temporada.

Un modelo o regla operacional será el conjunto de parámetros de decisiones que son aplicados para determinar la asignación del recurso hídrico en una organización de regantes (Álvarez y Norambuena, 2019).

Para garantizar una gestión eficiente y adecuada del recurso hídrico dentro de una organización, se construyen reglas operacionales que permiten planificar, aumentando la resiliencia y sustentabilidad del recurso hídrico en zonas áridas y semiáridas. La construcción de una regla, incluye el uso de criterios que son parte de la decisión de asignación y distribución que se realiza en cada temporada. El conjunto de criterios se basa en datos que describen el comportamiento hidrológico que caracteriza (Álvarez y Norambuena, 2019).

La capacidad adaptativa apunta a la identificación de una o más soluciones para reducir el impacto de los cambios en las amenazas. De esta manera, se trata de resolver una pregunta en específico con una respuesta genérica (si/no - posee/no posee). En este caso, se ha identificado que la capacidad adaptativa se relaciona con la existencia (posee) o inexistencia (no posee) de modelos operacionales que permitan adaptar la operación del embalse frente a cambios en sus zonas de influencia. A partir de esto, se asignó un peso diferenciado a cada respuesta, considerando la normalización de valores bajo el rango de 0 y 1. Será valor 1 aquel que posee alguno de los indicadores, mientras que será 0 aquel que no lo posea.

Nivel de capacidad adaptativa	Dispone de modelo operacional	Valor normalizado
Baja	No posee modelo	0,5 – 0,1
Alta	Posee modelo	0,0 – 0,5

Metodología para el cálculo del indicador de riesgo:
Para el cálculo del indicador de riesgo de la cadena de embalses y cambios en los volúmenes embalsados por disminución de las precipitaciones o cambios en la frecuencia de sequías, se realizaró una ponderación de representatividad de manera individual para cada componente del riesgo, la que será determinada basándose principalmente en el impacto que cada uno podría o tiene sobre la vulnerabilidad de cada obra.

Para el indicador de riesgo, se realizó una ponderación por peso individual de cada indicador de cada componente del riesgo (amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa). Los pesos asignados a cada uno, responden a la proporción que tendría la amenaza climática de disminución de las precipitaciones aumento en la frecuencia de sequías sobre la capacidad de almacenamiento de los embalses, la respuesta que estos tendrían frente a cambios en los volúmenes de agua disponibles en períodos específicos y la capacidad de incorporación de estrategias de operación que el abastecimiento de agua en el área de influencia de cada obra.

Las ponderaciones son:

- Amenaza: Corresponde al indicador de mayor peso dentro de la evaluación del riesgo, con una ponderación de 0,5 o 50%. La ponderación busca representar la relevancia que la disminución de las precipitaciones y el aumento en la frecuencia de la sequía sobre los volúmenes que estarían disponibles para embalsar. Esto porque las precipitaciones, están ligadas con la dinámica de escurrimientos superficiales y con los volúmenes de ingreso y que quedan disponibles en los embalses.
- Exposición: A este indicador se le ha asignado un peso de 0,3 o 30% de representatividad sobre la vulnerabilidad de los embalses. La operación de estos dentro de la temporada es sensible a la condición de inicio, ajuste y término de temporada, con lo cual se toman decisiones para la asignación de dotaciones a entregar. De esta manera, los volúmenes que pueden estar almacenados en estos períodos, estresan al sistema, y lo hacen sensible frente a cambios. Se han identificado de relevancia inicio y término de temporada hidrológica y los períodos estivales e invernales.
- Sensibilidad: A este indicador se le ha asignado un peso de 0,10 o 10% de representatividad sobre la vulnerabilidad de los embalses. Considera las variables que la organización encargada de la operación del embalse no puede controlar, y que dependen de la dinámica hidrometeorológica del territorio. De esta manera el embalse estará expuesto a los cambios en los volúmenes afluentes de lo que depende su almacenamiento, y que es variable en el tiempo y expone a los embalses.
- Capacidad de Adaptación: A este indicador se le ha asignado un peso de 0,10 o 10% de representatividad sobre la vulnerabilidad de los embalses. Este indicador depende de la capacidad que los equipos técnicos de las obras tengan, para incorporar dentro de sus decisiones de gestión, herramientas que aporten nuevos datos, como la modelación hidrológica con análisis de cambio climático. De esta manera, se podrán tomar decisiones con una menor incertidumbre y acotada a la realidad del territorio.

El indicador del riesgo será calculado mediante la agregación aritmética ponderada, la que se presenta en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{(A * w_A) + (E * w_E) + (S * w_S) + (CA * w_{CA})}{w_A + w_E + w_S + w_{CA}}$$

, donde R: Indicador de Riesgo, A: Indicador de Amenaza, W_A: ponderación para amenaza, E: Indicador de exposición, W_E: ponderación para exposición, S: Indicador de sensibilidad, W_S: ponderación para sensibilidad, CA: Indicador de capacidad de adaptación, W_{CA}: ponderación para capacidad de adaptación.

Clasificación de Riesgo	Valorización del Riesgo
Muy Alto	0,8 – 1,0
Alto	0,6 – 0,8
Moderado	0,4 – 0,6
Bajo	0,2 – 0,4
Muy Bajo	0,0 – 0,2

Fuentes de Información:

Componente del Riesgo	Indicadores	Fuente
Amenaza	• Cambios en las precipitaciones medias anuales bajo escenarios de cambio climático. • Aumento en la frecuencia de sequías	Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Ramajo et al., 2022
Exposición	• Porcentaje de almacenamiento al inicio de temporada. • Porcentaje de almacenamiento al término de temporada. • Porcentaje de almacenamiento en la época estival. • Porcentaje de almacenamiento en la época invernal.	Laboratorio de Prospección Monitoreo y Modelación de Recurso Agrícolas y Ambientales (PROMMRA). Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes. Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta. Comunidad de Aguas Sistema Embalse La Paloma. Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí. Junta de Vigilancia del Río Illapel y sus Afluentes. Junta de Vigilancia del Río Choapa y sus Afluentes.
Sensibilidad	Volúmenes afluentes promedio.	Laboratorio de Prospección Monitoreo y Modelación de Recurso Agrícolas y Ambientales (PROMMRA). Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes. Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta. Comunidad de Aguas Sistema Embalse La Paloma. Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí. Junta de Vigilancia del Río Illapel y sus Afluentes. Junta de Vigilancia del Río Choapa y sus Afluentes.
Capacidad adaptativa	Modelos operacionales en base a escenarios de cambio climático.	Laboratorio de Prospección Monitoreo y Modelación de Recurso Agrícolas y Ambientales (PROMMRA).

Resultados:

Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones

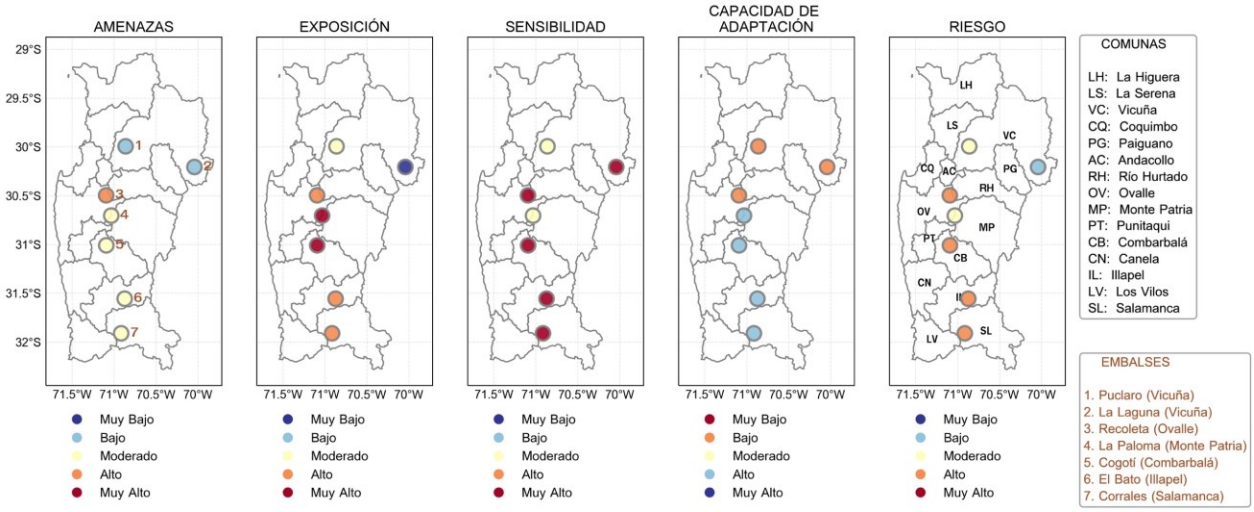


Figura 2.34. *Riesgo de embalses frente a "Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones en la Región de Coquimbo". Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

En general, 6 de los 7 embalses analizados presentan una clasificación de riesgo moderado a alto, a excepción del embalse La Laguna, en la cuenca de Elqui, el cual presenta un riesgo bajo. Estos 6 embalses se encuentran en las zonas medias de los valles de la región, por lo que variaciones en los caudales aguas arriba de ellos, condicionan de manera directa los volumen afluentes, y por ende los volúmenes embalsados. En el caso del embalse La Laguna, este se encuentra en un sector cordillerano, en donde no existen usos intensivos del agua, por tanto, todos los escurrimientos superficiales generados en la cuenca drenan a este. Las clasificaciones de riesgo obtenidas se relacionan también con las condiciones del territorio en donde los embalses están construidos, o sea, en 6 de las 15 comunas de la región, en donde la comuna de Vicuña posee 2 obras.

En cuanto al análisis de la amenaza (disminución de las precipitaciones), se observa una tendencia generalizada a la baja de las preciìtaciones en todas las comunas de la región, siendo más relevante estos descensos en las algunas comunas pertenecientes a las provincias de Limarí y Choapa (Ovalle, Canela, Los Vilos). Cambios en las precipitaciones a nivel de frecuencia, distribución y magnitud, podrían afectar de manera significativa la generación de agua en las partes altas e intermedias de las cuencas, limitando los escurrimientos de agua, y con ello los volúmenes afluentes a los embalses. De esta manera, los volúmenes afluentes a los embalses, y los embalsados, podrían solo estar condicionados a eventos de derretimiento de nieve, o al aporte que podrían generar los caudales basales de las cuencas, si estas son capaces de disponibilizarlo.

A nivel de exposición, en cada una de las variables (volumen inicio temporada, volumen fin temporada, volumen promedio estival y volumen promedio invernal) 6 de los 7 embalses están clasificados con exposición alta o muy alta, a excepción del embalse La Laguna. De esta manera se visualiza la relevancia que tienen los volúmenes almacenados a inicio y término de la temporada, y en las épocas de mayor y

menor demanda. En en el caso de los volúmenes a inicio de temporada, estos condicionarán la dotación o asignación de agua que será distribuida entre los regantes, y si bien, esta decisión depende también de las formas de operación de cada organización, podrán condicionarla y definir con ello si será una temporada restrictiva o normal. En cuanto a los volúmenes del período invernal, estos se relacionan con la capacidad que tendrá el embalse de almacenar agua proveniente de la generación de agua en la cuenca por precipitaciones, y además, de almacenar en períodos en donde la demanda de agua es menor. En este periodo también, se podrán realizar ajustes en el agua entregada, en función del comportamiento del invierno. En relación a los volúmenes estivales, serán aquellos que están disponibles para satisfacer el período de máxima demanda en las zonas de riego, y serán el resultado del agua producida en el período invernal. Finalmente los volúmenes de fin de temporada permiten comprender cómo fue la operación del embalse y cuál es su condición para comenzar una nueva temporada.

En general, en 6 de los 7 embalses, los volúmenes para cada condición promedian entre el 20% y el 50% de su capacidad de almacenamiento, a excepción del embalse La Laguna, que para cada análisis, su volúmen varía entre el 80% y 84%.

En relación a la sensibilidad, todos los embalses son sensibles al comportamiento de los volúmenes afluentes, ya que se relacionan con el agua que será almacenada durante la temporada. En general los volúmenes promedio afluentes por temporada a cada embalse, fluctúan entre los 17 y 124 millones de metros cúbicos, manteniendo las magnitudes y capacidades de generación de cada cuenca aportante. Los mayores volúmenes afluentes están en los embalses La Paloma y Puclaro, los dos más grandes de la región, y que tienen una mayor área de drenaje.

La adaptación en los embalses está ligada a los procesos que pueden realizarse para manejar la gestión de estos, principalmente en los modelos operacionales de estos. El uso de estos modelos operacionales buscan distribuir de la mejor manera el agua almacenada durante la temporada, buscando la máxima seguridad de riego en la zona de influencia de la obra. Estos modelos pueden ser estáticos desde su estructura, pero dinámicos en un interpretación. De esta manera, una adaptación que pueden tener las organizaciones que administran los embalses, es incorporar escenarios o actualizar estos modelos a las condiciones hidrológicas actuales de las cuencas, considerando que muchas de estas obras fueron diseñadas bajo otras dinámicas hídricas. Para este análisis se consideró relevante la incorporación de modelos operacionales actualizados con diversos escenarios, considerando como base escenarios de cambio climático.

En la región 4 de los 7 embalses analizados, disponen de una mejor capacidad de adaptación, ya que poseen modelos operacionales actualizados que consideran diversos escenarios para su operación. Los embalses Cogotí, Corrales y El Bato, no disponen de este tipo de modelos, haciéndolos menos adaptables a los cambios en la dinámica hídrica del territorio en donde están insertos.
Finalmente, a nivel de riesgo, 4 embalses se encuentran en condición de riesgo alto, 2 en condición de riesgo moderado y 1 en condición de riesgo bajo. De manera agrupada, 5 de los 7 con mayor riesgo se encuentran en las provincias de Limarí y Choapa (Recoleta, Cogotí, El Bato, Corrales y La Paloma), y 2 en la provincia de Elqui (La Laguna y Puclaro). De esta forma, estas provincias podrían verse afectadas a nivel de disponibilidad de agua desde estos embalses, para la producción agrícola y la seguridad de riego, en las zonas ubicadas aguas abajo y arriba de cada obra. Por tanto, podrían ver en riesgo la disponibilidad de agua en cantidad y oportunidad para la satisfacción de la demanda en esas zonas, y con ello, las actividades económicas del territorio que dependen de esta fuente hídrica de abastecimiento.

Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por aumento en la frecuencia de sequías

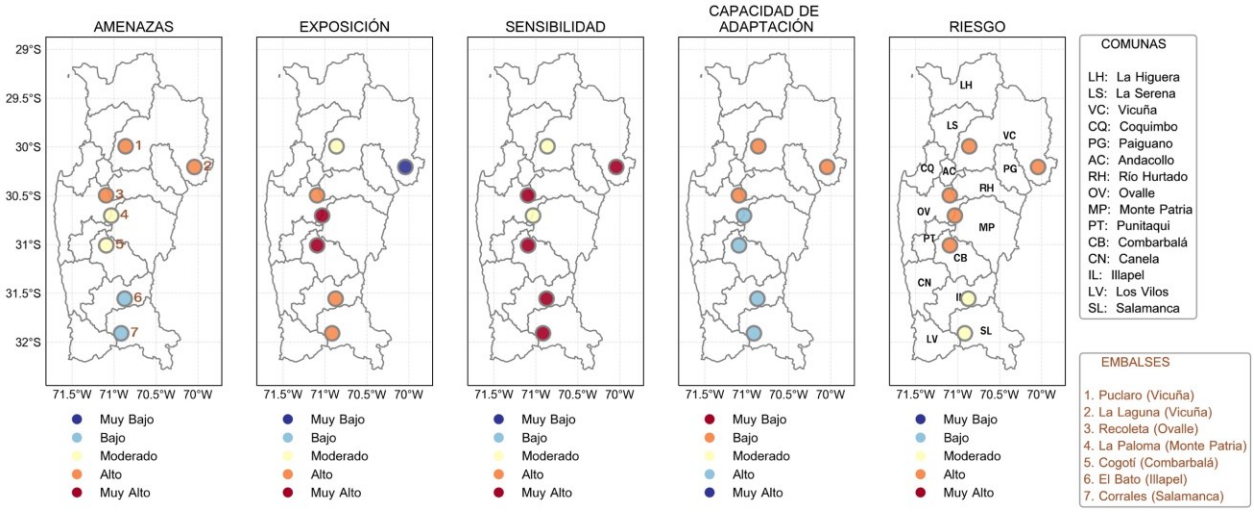


Figura 2.35. *Riesgo de embalses frente a "Pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses por aumento en la frecuencia de sequías en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

A partir de las ocurrencias de sequías como principal amenaza para los embalses de la región, se observa que 3 de estos presentan una amenaza alta (Recoleta, Puclaro y La Laguna), 2 una amenaza moderada (Cogotí y La Paloma) y 2 una amenaza baja (El Bato y Corrales). Se puede interpretar que aquellos en donde la amenaza es moderada y baja, ya se encuentran en condiciones permanentes de estrés, por tanto, un incremento de estos eventos no tendría un efecto relevante. En promedio, las variaciones en la frecuencia de sequía sería similar en todas las comunas de la región, promediando un incremento cercano al 12%. Algunas de las comunas de la provincia de Elqui como Paihuano y Vicuña incrementarían la ocurrencia de estos eventos, mientras que en comunas que ya se encuentran en condiciones de estrés (Monte Patria, Combarbalá, Illapel y Salamanca), estos cambios son menores con incrementos cercanos al 8%

En cuanto a exposición, 6 de los 7 embalses analizados presentan efectos considerados como relevantes a nivel de cada indicador (volumen inicio temporada, volumen fin temporada, volumen promedio estival y volumen promedio invernal). En su mayoría estos tienen una exposición moderada a muy alta, destacando dentro de ellos, los embalses Cogotí y La Paloma, ambos en la provincia de Limarí. El embalse La Laguna es el único con una exposición baja, atribuible principalmente a su ubicación dentro de la cuenca de Elqui (cabecera - cordillerano). Variaciones de relevancia en los volúmenes de almacenamiento en los períodos críticos de la operación de los embalses, podrían limitar los volúmenes disponibles para la asignación de dotaciones y además de condicionar la seguridad de riego que podrían entregar en el área de influencia.

En relación a la sensibilidad, todos los embalses son sensibles al comportamiento de los volúmenes afluentes, ya que se relacionan con el agua que será almacenada durante la temporada. Solo 2 de los 7 embalses presentan una clasificación moderada, y coinciden con aquellos que poseen una mayor área de drenaje, lo que les permite tener una capacidad de resiliencia mayor frente a cambios en los volúmenes afluentes. Además, estos embalses (Puclaro y La Paloma) tienen en sus áreas de drenaje otros embalses

que también pueden tener efecto de regulación sobre ellos, y su sensibilidad a cambios en los volúmenes afluentes.

A nivel de adaptación, esta, está ligada con la mejora en los procesos de gestión, y en específico con la operación y/o uso de los modelos operacionales bajo los cuales los embalses operan. El uso de estos modelos operacionales buscan distribuir de la mejor manera el agua almacenada durante la temporada, buscando la máxima seguridad de riego en la zona de influencia de la obra. Estos modelos pueden ser estáticos desde su estructura, pero dinámicos en un interpretación. De esta manera, una adaptación que pueden tener las organizaciones que administran los embalses, es incorporar escenarios o actualizar estos modelos a las condiciones hidrológicas actuales de las cuencas, considerando que muchas de estas obras fueron diseñadas bajo otras dinámicas hídricas. Para este análisis se consideró relevante la incorporación de modelos operacionales actualizados con diversos escenarios, considerando como base escenarios de cambio climático.

En la región 4 de los 7 embalses analizados, disponen de una mejor capacidad de adaptación, ya que poseen modelos operacionales actualizados que consideran diversos escenarios para su operación. Los embalses Cogotí, Corrales y El Bato, no disponen de este tipo de modelos, haciéndolos menos adaptables a los cambios en la dinámica hídrica del territorio en donde están insertos.

De esta manera se determinó el nivel de riesgo al cual están expuestos los embalses de la región, considerando los cambios en las frecuencias de las sequías. Todos los embalses se encuentran en riesgo, y en específico 2 con riesgo moderado (El Bato y Corrales) y 5 con riesgo alto (Recoleta, Cogotí, La Paloma, Puclaro y La Laguna). De esta manera, los territorios que están bajo las áreas de influencia de estas obras, y las actividades económicas que dependen del agua que disponibilizan podrían verse afectadas y en riesgo en la misma escala.

Conclusiones

La principal brecha podría estar asociada al fortalecimiento de los procesos que le permitan a los equipos que administran los embalses anticiparse al comportamiento hídrico de las cuencas, de manera de reducir la incertidumbre en la estimación de los volúmenes de agua que se generará en la temporada, y que podrían estar disponibles para ser almacenados. De esta manera, la incorporación de procesos de modelación hidrológica o de estimación de caudales basados en la hidrología histórica podría aportar a reducir esta incertidumbre en la operación de cada obra.

Se identifican además los siguientes desafíos:

- Se debe evaluar la incorporación de modelos de simulación hidrológica bajo escenarios de cambio climático como estrategia de adaptación frente a los cambios en los volúmenes producidos por las cuencas, de manera de anticiparse al comportamiento de cuenca, y reducir la incertidumbre para la toma de decisiones de gestión hídrica.

- Se debe potenciar el trabajo realizado por organizaciones a cargo de la administración de los embalses. Este proceso podría estar orientado a la implementación de infraestructura de monitoreo y control, que permita acceder a información relevante de manera oportuna para la decisiones de operación en cada área de influencia.

- Es necesario potenciar la disponibilidad y acceso de la información operacional de los embalses con una escala temporal suficiente, en actualización e historia. La disposición centralizada de esta información aportaría al desarrollo de análisis históricos y a la creación de estrategias para el apoyo operacional de estas obras.

Referencias:

Álvarez Latorre, P. A., & Norambuena Hernández, S. A. (2019). Manual de Operaciones - Regla Operacional Junta de Vigilancia del Río Elqui y sus Afluentes. Retrieved from Ovalle: https://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/147406

Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas. (2020). Boletín Climático Diciembre CEAZA. Retrieved from http://boletin.ceazamet.cl/images/boletin/boletin.ceazamet.2020.12.pdf

Dirección de Obras Hidráulicas. (2010). Infraestructura Hidráulica de Chile 2020. Retrieved from Santiago de Chile: https://snia.mop.gob.cl/sad/INF5258.pdf

Universidad de La Serena. (2022). BIG DATA de la Universidad de La Serena, Chile. Retrieved 7 September 2022, from https://bigdatauls.userena.cl/?page_id=3556

Vivanco, C. (2014). Operatividad del Sistema Paloma en base a criterios de asignación hídrica, aplicado al Modelo WEAP - Limarí. Universidad de La Serena.

2.3.2. Agua y Suelo

Nombre de la(s) Cadena(s) de Impacto:

- ***Pérdida del potencial fotosintético de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de olas de calor***
- ***Pérdida del potencial fotosintético de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de sequías***

Justificación de la cadena seleccionada:

Alrededor del mundo, los biólogos vegetales han presentado fuerte evidencia de que el cambio climático global está teniendo profundos impactos sobre los ecosistemas naturales, afectando recursos naturales, la economía global, y la salud humana (IPCC, 2013; Sage, 2019). Particularmente, existe consenso de que los efectos del cambio global han impuesto grandes y rápidas modificaciones espacio-temporales sobre un número de variables medioambientales que tienen repercusiones significativas en las funciones fisiológicas y metabólicas de las plantas (ej: intercambio de gases, fotosíntesis, relaciones hídricas). Este es un asunto de preocupación global, considerando que las plantas son claves en servicios ecosistémicos (de la Barrera et al., 2016), principalmente relacionados con: flujos de energía y producción de alimento (ej.: productividad primaria); reservorios de agua y regulación de la temperatura ambiente; producción de fibra, biocombustible y otros productos utilizados por los humanos.

Dada la importancia de las plantas, y en específico, el proceso de fotosíntesis que llevan a cabo, para el sustento de la vida terrestre y en el equilibrio de los ecosistemas, es fundamental maximizar nuestra comprensión de la resiliencia a nivel de planta-vegetación-ecosistema frente a las amenazas del cambio global (Flexas y Gago, 2018).

A pesar de su condición de semiárido (Montecinos et al., 2016), la Región de Coquimbo se encuentra dentro de las 25 áreas de mayor biodiversidad del mundo (*hotspot*), y concentra aproximadamente el 30% de las especies de plantas de la flora de Chile, con un alto grado de endemismo (Squeo et al., 2001). En cuanto a la abundancia, predominan las formas de vida de hierbas y arbustos perennes xerofíticos, los que han desarrollado estrategias para poder crecer y desarrollarse en condiciones climáticas de escasez hídrica y variaciones de temperatura (Squeo et al., 2016). Sin embargo, esta vegetación es sumamente frágil a

perturbaciones ambientales, ya sean climáticas o antropogénicas, debido a su crecimiento lento y largos períodos de latencia entre cada estación de crecimiento. Además, es posible encontrar ecosistemas de humedales, ribereños, de bosque esclerófilo y remanentes de bosque templado lluvioso. Estos últimos concentran mayor riqueza de especies, pero al mismo tiempo, presentan también mayor número de especies con problemas de conservación (ej: Fray Jorge, Combarbalá, Coquimbo, Los Vilos; ver Squeo et al., 2001).

Durante la última década, la vegetación silvestre de la Región de Coquimbo se ha visto sometida a un evento prolongado de **megasequía** (Araya-Osses et al., 2020; Fuentealba et al., 2021) sumado a una expansión de actividades humanas relacionadas a cría de ganado, loteo de sitios y ocupación inmobiliaria, generando deforestación, erosión y cambios en la acumulación de carbono orgánico del suelo (Squeo et al., 2016). Estos factores sumados a la prolongada escasez hídrica y presencia de eventos extremos de temperatura como **olas de calor** afectan el funcionamiento de las plantas, y en particular, a su capacidad fotosintética (Flexas y Gago, 2018) siendo lo anterior crítico para servicios ecosistémicos que entregan (Zhu et al., 2021). Dentro de los servicios ecosistémicos importantes que sostiene el proceso fotosintético de la vegetación silvestre, podemos indicar la regulación de la emisión de calor sensible versus calor latente y la regulación del balance hídrico y pérdida de agua por evapotranspiración (Flexas et al., 2015). A nivel ecosistémico, la magnitud y calidad de servicios ecosistémicos también depende de la cobertura de vegetación nativa, donde, por ejemplo, a menor cobertura de vegetación silvestre mayor es la cantidad de calor que retorna a la atmósfera y menor la evaporación de agua, lo que supone menor aporte hídrico a la atmósfera (Flexas et al., 2015). Lo anterior supone un aumento adicional de la temperatura, siendo esto un forzante para el proceso de desertificación, iniciando así un círculo vicioso (Sage, 2019).

Según lo expuesto, la importancia de la vegetación silvestre de la Región de Coquimbo no solo radica en la riqueza de especies que la hacen estar dentro de los *hotspot* de biodiversidad nacionales y mundiales, sino que también mantener su potencial fotosintético, proceso clave del ciclo del carbono, lo que a la larga sostendrá los servicios ecosistémicos mencionados anteriormente. Frente al peligro de disminución del potencial fotosintético de la vegetación silvestre, estarán en riesgo aquellos servicios o contribuciones de la vegetación a la regulación del clima local y flujos de materia y energía de los ecosistemas naturales.

El equilibrio ecosistémico y socioecológico de la Región de Coquimbo depende de servicios que presta la vegetación silvestre respecto a la productividad primaria, producto de la fotosíntesis. Además, el vigor y estado de salud de la vegetación silvestre sustenta procesos ecológicos, como el balance hídrico y energético, reservorio de germoplasma y productos naturales, hábitat de polinizadores y fauna silvestre (de la Barrera y Henriquez, 2017). Así, la vegetación silvestre es reconocida por diversos actores como prioritaria para evaluar el riesgo al cambio climático y global, así como su conservación (Sage, 2019). Dada la importancia de la vegetación silvestre para los diversos ecosistemas naturales, donde se encuentra inserta gran parte de la población rural de la Región, es relevante identificar los riesgos que suponen amenazas climáticas sobre su potencial fotosintético.

En específico, evaluar los riesgos de pérdida de la función fotosintética de la vegetación silvestre ante un aumento de sequías y olas de calor es clave para el sustento de los ecosistemas de la Región de Coquimbo, lo que ayudará a orientar planes y medidas de adaptación contra el cambio climático que minimicen los riesgos y/o sensibilidad y la vulnerabilidad de los ecosistemas naturales donde están presenten, así como los servicios ecosistémicos que prestan.

Definición de la cadena:

Componente de riesgo	Indicador
Amenaza	• Aumento de olas de calor con tres o más días con temperaturas ≥ 30°C • Cambio en la frecuencia de sequías con déficit de precipitación acumulada ≤ 75% de la media anual presente.
Exposición	Potencial fotosintético (vigor) de la vegetación silvestre durante la estación de crecimiento
Sensibilidad	Aridez
Capacidad de adaptación	• Tipo de Vegetación • Calidad del suelo
Riesgo	Pérdida del potencial fotosintético de la flora silvestre or aumento de olas de calor y sequías
Escala espacial	Comuna

Metodología para el cálculo de indicadores de amenazas:

- *Amenaza 1 (A1): Aumento de frecuencia de Olas de Calor entre septiembre y marzo con más de tres días seguidos con temperaturas ≥ 30°C.*
  De acuerdo a las proyecciones, se estima un aumento de la frecuencia de olas de calor (AOC) para el futuro cercano para la Región de Coquimbo (Barret et al., 2016; Ramajo et al., 2022). En ese contexto, se evaluó el aumento del número de tres o más días seguidos con temperaturas máximas ≥ 30°C entre el futuro cercano (2035-2065) y el periodo de referencia entre 1980 a 2010 (pasado reciente), durante la estación de crecimiento de la vegetación silvestre (septiembre a marzo). La fórmula para el cálculo es la siguiente:

  $$AOC = ((Xifut - Xipas)/Xipas),$$

  , donde *Xifut* es el valor mensual de días sobre 30°C del mes *i* en el período 2035-2065; *Xipas* es el valor mensual de días sobre 30°C del mes *i* en el período 1980-2010.

  Finalmente se calculó el valor promedio de aumento en días con olas de calor para cada comuna, y luego se normalizó aplicando el método mín - máx.

Amenaza (A1)	Aumento de frecuencia de olas de calor (días)	Valor normalizado
Baja	< 0,01	0,00– 0,25
Media	0,01 – 0,14	0,25 – 0,50
Alta	0,14 – 0,25	0,50 – 0,75
Muy alta	> 0,25	0,75 – 1,00

- *Amenaza 2 (A2): Cambio en la frecuencia de sequías con déficit de precipitación acumulada ≤ 75%.*
  Según la proyección en el escenario más crítico de emisiones de gases invernadero (RCP8.5), habrá un aumento de la frecuencia de períodos en que la precipitación acumulada sea menor al 75% del promedio de la precipitación acumulada entre el futuro cercano y el periodo de referencia entre 1980 a 2010 (pasado reciente; Ramajo et al., 2022). Bajo ese contexto, se evaluó el aumento de la frecuencia de sequías para cada comuna de la Región de Coquimbo según el umbral de 75% mencionado arriba. El valor promedio por comuna fue normalizado aplicando la metodología mín –

máx, definiendo el nivel de amenaza según los rangos normalizados entre 0 y 1, donde valores cercanos a 0 tendrían baja frecuencia de sequías, y cercanos a 1 muy alta frecuencia de sequías.

Amenaza (A2)	Aumento de frecuencia de sequía (%)	Valor normalizado
Baja	< 3,77	0,00 – 0,25
Media	3,77 – 4,99	0,25 – 0,50
Alta	4,99 – 6,08	0,50 – 0,75
Muy alta	> 6,08	0,75 – 1,00

Metodología para el cálculo de indicadores de exposición:

- *Capacidad fotosintética.* En general, un buen indicador de la capacidad fotosintética y vigor de la vegetación es su verdor (Rafique et al., 2016). Para poder evaluar este parámetro, se utilizó el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI por sus siglas en inglés), siendo este un buen proxy de la capacidad fotosintética, verdor, vigor y densidad de la vegetación captada por imágenes satelitales. Este índice presenta un rango que se mueve entre -1 a 1, donde valores cercanos a -1 indican bajo verdor y vigor, y valores cercanos a 1 indican lo contrario. Por ejemplo, para la vegetación de tipo pradera y matorral, predominante en la Región de Coquimbo, valores óptimos de verdor se mueven dentro del rango 0,2 a 0,3, mientras que valores más altos indican vegetación de tipo más templado o tropical, así como vegetación hidrófila (Zhang et al., 2016). Para la estimación del indicador de capacidad fotosintética se utilizó el índice NDVI promedio por comuna para la estación de crecimiento de la vegetación silvestre (septiembre a marzo) desde el 2000 hasta el 2021. Estos datos fueron provistos por CEAZA-Met (Red de estaciones meteorológicas: CEAZA-Met, Chile (ceazamet.cl)). Dado que los valores de NDVI corresponden a puntos específicos dentro de cada comuna, se calculó un factor de acuerdo a la proporción del área de vegetación silvestre respecto al área total de cada comuna. Para esto, se utilizó la información del Catastro Vegetacional CONAF (2021) (Sistema de Informacion Territorial - CONAF 2020). Por lo tanto, los valores de NDVI fueron estandarizados de acuerdo al valor de la proporción calculado para cada comuna, según la siguiente fórmula:

$$NDVI_C = NDVI * P_{Av/AT},$$

donde $NDVI_C$ es el valor de NDVI por comuna; $NDVI$ es el valor promedio de este índice de distintos puntos dentro de cada comuna; $P_{Av/AT}$ es el valor de la proporción entre la superficie de vegetación silvestre respecto a la superficie total de cada comuna. Posteriormente, se aplicó el método de normalización mínimo-máximo para transformar los valores de NDVI a puntuaciones entre 0 a 1. Para tal caso, valores más cercanos a 0 estarían asociado a baja sensibilidad, mientras que valores cercanos a 1 se relacionan con alta sensibilidad.

Exposición	Capacidad fotosintética	Valor normalizado
Baja	< 0,15	0,00– 0,25
Media	0,15 – 0,18	0,25 – 0,50
Alta	0,18 – 0,23	0,50 – 0,75
Muy Alta	> 0,23	0,75 – 1,00

Metodología para el cálculo de indicadores de sensibilidad:
La sensibilidad se determinó a través de un indicador compuesto por dos índices:

- *Aridez.* En los ecosistemas áridos y semiáridos, la disponibilidad de agua es el factor limitante para el desarrollo y productividad primaria de la vegetación (Huxman et al., 2004, Nakano et al 2008). En particular, las limitaciones fotosintéticas y respiración en plantas del árido y semiárido están relacionadas al funcionamiento bioquímico de las plantas en relación a la cantidad de agua y humedad del suelo (Nakano et al., 2004; Gibson and Rundel 2015). Por lo tanto, las plantas de ecosistemas desérticos han evolucionado modificaciones morfo-anatómicas y fisiológicas que compensan las limitaciones bioquímicas, por ejemplo, almacenando agua en sus tejidos, fijando CO_2 durante la noche para evitar pérdida de agua de sus hojas, etc (Gibson and Rundel 2015). Lo anterior apunta a maximizar la fotosíntesis en ecosistemas con baja disponibilidad de agua. Por lo tanto, se puede hipotetizar que un aumento en las condiciones de aridez aumentará la presión sobre los atributos fisiológicos que sostienen la fotosíntesis en ecosistemas áridos y semiáridos, poniendo en riesgo este proceso ante los escenarios futuros de cambio climático (Bachman et al., 2009).

  La disponibilidad de agua depende, entre varios factores, de la precipitación y temperatura ambiente. La razón entre la precipitación y temperatura ambiental permite estimar el grado de aridez que posee un lugar determinado (Carvajal et al., 2017).

  Para la estimación del índice de aridez a nivel comunal se utilizó la información de precipitación y temperatura contenida en los registros históricos de CEAZA-Met (Red de estaciones meteorológicas: CEAZA-Met, Chile (ceazamet.cl)) a partir de las estaciones meteorológicas que tiene desplegada en la Región de Coquimbo, para calcular el índice de aridez De Martonne (IarDM; Carvajal et al., 2017) por comuna durante el período 2010 - 2021, de acuerdo a la siguiente fórmula:

  $$IarDM = [\text{Precipitación (mm)}]/[\text{Temperatura (°C)} + 10]$$

  Para este índice, valores más cercanos a 0 indican condiciones más áridas, mientras que valores cercanos a 1 indican condiciones menos áridas.

  Finalmente, a los resultados obtenidos de la estimación de índice de aridez se aplicó el método de normalización mínimo-máximo para transformar los valores de IarDM a puntuaciones entre 0 a 1. Para tal caso, valores más cercanos a 0 estarían asociado a baja sensibilidad respecto al aumento de aridez, mientras que valores cercanos a 1 se relacionan con alta sensibilidad al aumento de la aridez.

Sensibilidad	Índice de Aridez (IarDM)	Valor normalizado
Muy Alta	< 0,26	0,75 – 1,00
Alta	0,26 – 0,43	0,50 – 0,75
Media	0,43 – 0,66	0,25 – 0,50
Baja	> 0,66	0,00 – 0,25

Metodología para el cálculo de indicadores de capacidad adaptativa:
La relación que existe entre el tipo de vegetación y los procesos involucrados en la mineralización del carbono y contenido de materia orgánica en el suelo (Post et al.,1982) son claves para la formación y calidad de los suelos. A la vez, suelos ricos en contenido de materia orgánica ayudan a retener agua y nutrientes comparado con suelos más arenosos, los cuales presentan mayor drenaje y baja disponibilidad de nutrientes (Bardgett 2005). Dado lo anterior, la capacidad adaptativa frente a las amenazas climáticas descritas anteriormente se determinó por medio de un indicador compuesto por dos índices:

- *Tipo de vegetación.* Estudios predicen que ecosistemas con alta biodiversidad y riqueza de especies serían más resilientes a los efectos del cambio climático, por lo que el llamado a la conservación y protección de la biodiversidad es una directriz para enfrentar el cambio climático (Oliver et al., 2015). Sin embargo, muchos componentes de la biodiversidad son altamente sensibles a los efectos de la variabilidad climática, lo que afectaría la capacidad de resiliencia de los ecosistemas (Mashwani 2020). Por lo tanto, los tipos de vegetación predominantes (Praderas y Matorral, Bosques, y Humedales; https://sit.conaf.cl/) que existen en las distintas comunas de la Región de Coquimbo son determinantes en evaluar la capacidad adaptativa frente a amenazas climáticas.

  Utilizando la información del Catastro Vegetacional CONAF (2021) (Sistema de Informacion Territorial - CONAF 2020), se determinó la proporción entre los distintos tipos de vegetación presentes en las comunas de la Región, según el uso de suelo indicado en el mismo catastro. En específico, dado que la vegetación dominante en la Región de Coquimbo es la de matorral xerofítico, la superficie que esta ocupa es varias veces mayor que la que ocupan los bosques y humedales. Por lo tanto, considerando su función respecto a sus requerimientos hídricos (Antunes et al., 2018), la proporción se calculó entre la superficie (hectáreas, ha) de vegetación xerofítica y la sumatoria de las superficies de ecosistemas de Bosque y Humedales, de acuerdo a la siguiente fórmula:

  $$P = [\text{ pradera y matorral (ha)}] / [\text{Bosques + Humedales (ha)}],$$

  siendo *P* la proporción de tipos de vegetación de cada comuna.

  La interpretación de esta proporción es que aquellas comunas con mayor presencia de bosques y humedales mostraron valores de proporción más bajos respecto a aquellas comunas con menor o nula presencia de estos tipos de vegetación. Posteriormente, los valores por comuna fueron normalizados usando el método de mínimo-máximo para transformar los valores de proporción comunal a puntuaciones entre 0 a 1. Dado que la dirección del rango normalizado es negativa, cada valor normalizado se restó a 1 para determinar el valor normalizado final, con dirección positiva, es decir, el tipo de vegetación menos xerofítica (bosques y humedales) se vería más afectada a eventos de sequía y/u olas de calor (valor normalizado cercano a 1), que el de tipo xerofítico (valores normalizados cercanos a 0).

Capacidad Adaptativa	Proporción Tipos de Vegetación	Rango
Baja	< 29	0,00 – 0,25
Media	29 – 60	0,25 – 0,50
Alta	60 - 116	0,50 – 0,75
Muy Alta	> 116	0,75 – 1,00

- *Calidad del suelo.* La calidad del suelo y los procesos físico y biológicos que ocurren en él son un factor importante en la respuesta de las plantas frente a condiciones climáticas adversas (Post et al., 1982). La formación del suelo depende de diversos factores físicos y biológicos que interactúan entre sí para definir sus características físico químicas (Pfeiffer et al., 2020). Además, la relación entre el carbono del suelo y el clima presentan una relación clave en el desarrollo y calidad del suelo (Post et al., 1982). Cabe destacar que dentro de las distintas formas que se puede encontrar el carbono orgánico en el suelo, se encuentra la biomasa microbiana, que desde hace ya un tiempo se ha estudiado e identificado su rol clave al interactuar con las plantas, beneficiándose mutuamente, especialmente bajo condiciones ambientales desfavorables (Sanaullah et al., 2011; Fortt et al., 2022). Por lo tanto, acá utilizamos como proxy de calidad del suelo para las comunas de la Región de Coquimbo el contenido de carbono orgánico (SOC por su sigla en inglés). Los valores se obtuvieron de la base de datos de ¨CHLSOC: The Chilean Soil Organic Carbon database" (Pfeiffer et al., 2020; OSF | CHLSOC: The Chilean Soil Organic Carbon database).

  En específico, se calculó el valor promedio de carbono orgánico del suelo para cada comuna, y posteriormente fueron normalizados a través del método mínimo-máximo para transformar los valores de proporción comunal a puntuaciones entre 0 a 1. Para tal caso, valores más cercanos a 0 estarían asociado a baja capacidad adaptativa por indicar suelos más pobres en cuanto a carbono orgánico, y por ende, indicador de menor calidad. Por otra parte, valores cercanos a 1 se relacionan con alta capacidad de adaptación debido a su mayor contenido de carbono orgánico, indicando mejor calidad del suelo.

Capacidad Adaptativa	Calidad del suelo según Carbono Orgánico	Rango
Baja	< 0,65	0,00 – 0,25
Media	0,65 – 0,74	0,25 – 0,50
Alta	0,74 – 0,92	0,50 – 0,75
Muy Alta	> 0,92	0,75 – 1,00

Metodología para el cálculo del indicador de riesgo:

*Pa*ra el indicador de riesgo de ambas cadenas de impacto (olas de calor y sequía) se realizó una ponderación por peso individual de cada indicador (amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa), de acuerdo a Ramajo et al. (2022). Los pesos asignados a cada índice responden a la proporción que tendrían las amenazas climáticas definidas más arriba sobre la capacidad fotosintética de la vegetación silvestre. Biológicamente, la vegetación silvestre, y en particular la de tipo xerofítica pueden resistir alzas en temperatura y períodos de bajas precipitaciones, aunque con umbrales de resistencia que aún faltan por comprender detalladamente (Gibson & Rundel, 2015).

Ante un eventual aumento de olas de calor, el ciclo de vida de la vegetación silvestre puede verse alterado (Bastos et al., 2018), así como sus procesos de reproducción y variabilidad genética, siendo el polen altamente sensible a temperaturas elevadas (Iovane & Aronne 2022). Por su parte, a pesar de la capacidad para crecer en ambientes semiáridos, una sequía prolongada sumada a baja disponibilidad del recurso hídrico es el factor limitante más importante para la productividad y vigor de la vegetación silvestre, especialmente en aquellos tipos de vegetación con mayor dependencia a las precipitaciones y disponibilidad de cuerpos de agua, como bosques y humedales (Antunes et al., 2018). Bajo juicio experto, se determinó que la proporción de pesos para cada índice, de acuerdo a las amenazas climáticas definidas en ambas

cadenas. La proporción del total de indicadores que determinan el riesgo hacen la unidad (1). Así, al indicador de sensibilidad (aridez) se le asignó la misma ponderación que las amenazas climáticas (0.3). A los indicadores de exposición y capacidad adaptativa se les asignó la misma ponderación (0.2) dada la interacción e interdependencia que poseen.

Las ponderaciones de cada índice son:

- Amenazas (A_1 = Aumento en la frecuencia de olas de calor; A_2 = aumento en la frecuencia de sequías). De acuerdo a la valorización definida, se asigna un peso de 0.3 a A1 y 0.3 a A2.
- Exposición: A este indicador se le asignó un peso de 0.2 sobre la vulnerabilidad de pérdida de potencial fotosintético de vegetación silvestre.
- Sensibilidad: A este indicador se le asignó un peso de 0.2 para, sobre la vulnerabilidad de pérdida de potencial fotosintético de vegetación silvestre.
- Capacidad Adaptativa: A este indicador se le asignó un peso de 0.3 sobre la vulnerabilidad de pérdida de potencial fotosintético de vegetación silvestre.

Utilizando el método de agregación ponderada, los riesgos para ambas cadenas se calcularon de acuerdo a la fórmula:

$$R = ((A * w_A)+(E * w_E)+(S * w_S)+(CA * w_{CA})),$$

donde R es el riesgo, A es la amenaza, E la exposición, S la sensibilidad y CA la capacidad adaptativa. Wa, We, Ws y Wca son las ponderaciones asignadas a cada índice, de acuerdo a las amenazas para los riesgos calculados según el aumento de la frecuencia de olas de calor o sequías.

Finalmente, los indicadores de riesgo quedan determinados por el rango de valores normalizados para el índice de riesgo por comuna.

Riesgo	Rango
Bajo	0,00 ≥ Riesgo < 0,25
Moderado	0,25 ≥ Riesgo < 0,50
Alto	0,50 ≥ Riesgo < 0,75
Muy Alto	0,75 ≥ Riesgo < 1,00

Fuentes de Información:

Componente del Riesgo	Indicadores	Fuente
Amenaza	• Aumento de olas de calor con tres o más días con temperaturas ≥ 30°C • Cambio en la frecuencia de sequías con déficit de precipitación acumulada ≤ 75% de la media anual presente.	Modelos Climáticos Globales (GCMs)
Exposición	Superficie con de vegetación silvestre (hectáreas) respecto a la superficie comunal total de la Región.	Catastro Vegetacional Conaf actualizado el 2021 (Sistema de Informacion Territorial - CONAF 2020)
Sensibilidad	Aridez	Red de estaciones meteorológicas: CEAZA-Met, Chile (ceazamet.cl)

Capacidad adaptativa	• Tipo de Vegetación • Calidad del suelo	Sistema de Informacion Territorial - CONAF 2020 OSF | CHLSOC: The Chilean Soil Organic Carbon database

Resultado:

Pérdida del potencial fotosintético de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de olas de calor

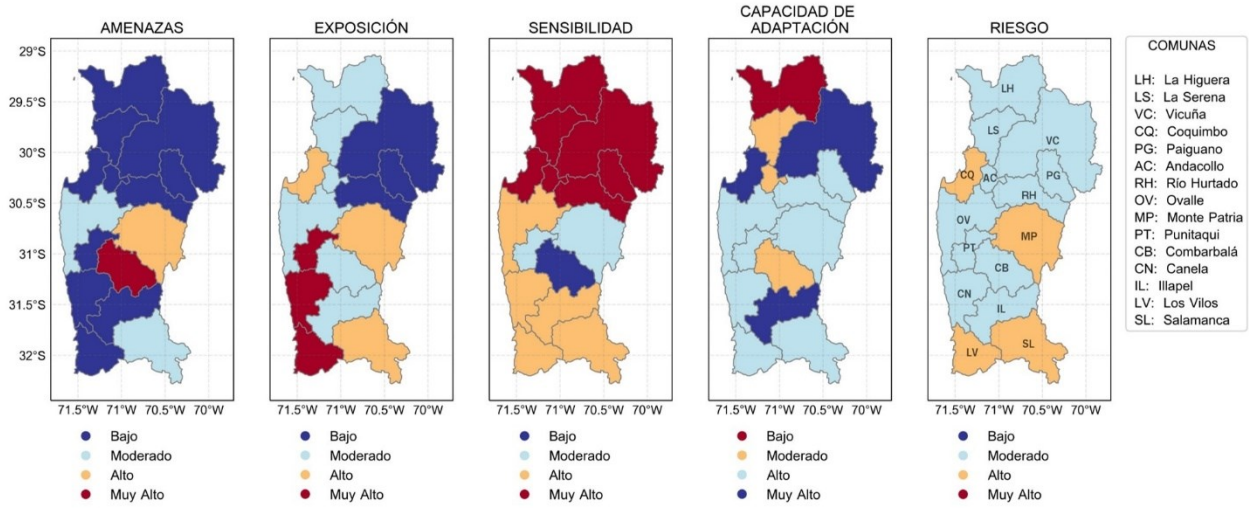


Figura 2.36. *Riesgo de "Pérdida de capacidad fotosintética de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de olas de calor". Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Ante la amenaza de aumento en días de **olas de calor** durante la estación de crecimiento de la vegetación silvestre, se observa que esta amenaza alta y muy alta para las comunas de Monte Patria y Combarbalá, respectivamente y bajo para el resto de las comunas.

De acuerdo al potencial fotosintético respecto a la superficie que ocupa la vegetación silvestre por el total comunal, las comunas de Los Vilos, Canela y Punitaqui presentan un alto nivel de exposición ante eventuales olas de calor, sin embargo, estos eventos ocurrirán con mayor frecuencia en las comunas de Monte Patria y Combarbalá. Respecto a la aridez como indicador de sensibilidad, varía entre alto a muy alto para la mayor parte de las comunas, excepto en la comuna de Combarbalá, Monte Patria y Punitaqui. Cabe destacar que todas las comunas de la provincia del Elqui presentan una sensibilidad muy alta debido a la mayor aridez.

La comuna de La Higuera muestra la menor capacidad de adaptación, lo que se desprende de la combinación de suelos con bajo contenido de carbono orgánico y poca diversidad de tipos de vegetación. Por el otro lado, las comunas de Vicuña, Coquimbo e Illapel presentan la mayor capacidad de adaptación de acuerdo a los tipos de vegetación y calidad de suelos. Finalmente, el Riesgo de pérdida de capacidad fotosintética por parte de la vegetación silvestre ante un aumento de olas de calor es alto para las comunas de Los Vilos, Salamanca, Monte Patria y Coquimbo, y bajo para el resto de las comunas de la Región de Coquimbo. Los resultados sugieren que los ecosistemas regionales más amenazados por olas de calor serían los de bosque esclerófilo de quebradas y humedales ubicados en el límite sur de la Región.

Pérdida del potencial fotosintético de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de sequías

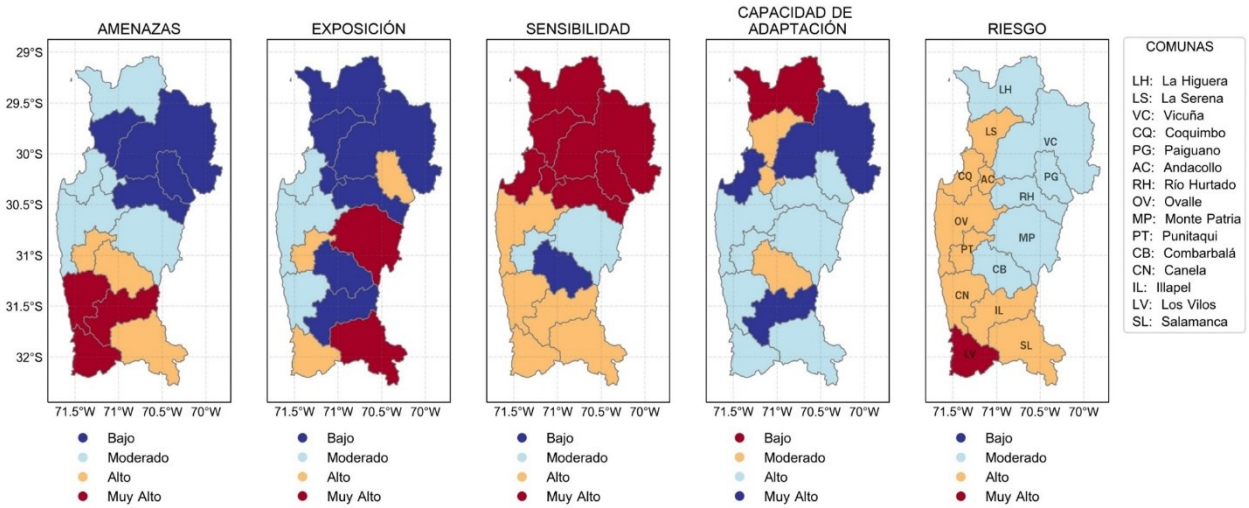


Figura 2.37. *Riesgo de "Pérdida del potencial fotosintétic de la flora silvestre por aumento en la frecuencia de sequías". Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Ante la amenaza de aumento en la frecuencia de sequías durante la estación de crecimiento de la vegetación silvestre, se observa que esta amenaza es alta a muy alta para todas las comunas de la Provincia del Choapa, y alta para las comunas de Combarbalá y Punitaqui, pertenecientes a la provincia del Limarí. Por otro lado, esta amenaza es moderada a baja para el resto de las comunas de la Región.

Respecto al indicador de exposición, las comunas de Salamanca y Monte Patria presentan una exposición muy alta ante eventuales aumentos en la frecuencia de sequías. El indicador de sensibilidad varía entre alto a muy alto para la mayor parte de las comunas, excepto en la comuna de Combarbalá, Monte Patria y Punitaqui. Cabe destacar que todas las comunas de la provincia del Elqui presentan una sensibilidad muy alta debido a la mayor aridez. La comuna de La Higuera muestra la menor capacidad de adaptación, debido probablemente a la combinación de suelos con bajo contenido de carbono orgánico y poca diversidad de tipos de vegetación. Finalmente, el riesgo de pérdida de vigor y capacidad fotosintética por parte de la vegetación silvestre ante un aumento en la frecuencia de sequías fluctúa es muy alto para la comuna de Los Vilos, y alto para todas las comunas más cercanas a la costa o de baja altitud. Los resultados sugieren que los ecosistemas regionales más amenzados por aumento en la frecuencia de sequías serían los de bosque esclerófilo de quebradas, humedales costeros y vegetación xerofítica de zonas de baja altitud.

Conclusiones:

Durante el levantamiento de los indicadores, se identificó como brecha la cantidad y acceso a la información y bases de datos. Otra brecha fue no poder contar con mayor cantidad de información edafoclimática, fisicoquímica y microbiológica de los suelos a escala de comuna o cuenca de la Región, lo que permitiría contar con indicadores que maximizarían la evaluación del riesgo.

El principal desafío es poder mejorar la capacidad adaptativa frente a las amenazas climáticas evaluadas. Para ello, es indispensable levantar un catastro de datos de características del suelo, su estado y potencial de erosión, así como el grado de deforestación de cada sistema vegetacional para cada comuna y/o cuenca

de la Región. Paralelamente es urgente el levantamiento de información de los elementos mencionados anteriormente para aquellas comunas y sistemas vegetacionales que no cuentan con estudios ni datos. Potenciar y facilitar la interacción entre entidades del sector científico, académico, público y privado para mejorar la predicción de las respuestas de la vegetación silvestre frente a olas de calor, y contribuir en la protección y conservación de estos sistemas vegetacionale basados en conocimiento científico y técnico.

Adicionalmente, es necesario poder mejorar la capacidad adaptativa frente a la amenaza de aumento de sequías. Por ejemplo, maximizar el uso eficiente del agua permitiría equilibrar el uso del agua para consumo humano y los requerimientos hídricos de los distintos ecosistemas de vegetación silvestre presentes en la Región. Conservar ecosistemas naturales, principalmente aquellos capaces de retener y proveer agua dulce. Apuntar a la conservación de vegetación silvestre que muestre alta capacidad de cosecha y uso de agua de niebla, para mitigar la falta de agua y humedad del suelo frente a eventos de disminución de precipitaciones. Otro desafío importante es maximizar la recuperación de suelos degradados y minimizar su erosión por cambio de uso de suelo, de manera de mantener condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de la vegetación silvestre. Finalmente, es necesario realizar una conservación efectiva de sitios prioritarios, que contemple planes de manejo y restauración ecológica a largo plazo.

Referencias

Antunes C, Díaz-Barradas MC,Zunzunegui M, Vieira S, Máguas C. Water source partitioningamong plant functional types in a semi-arid dune ecosystem. J Veg Sci. 2018;29:671–683. https://doi.org/10.1111/jvs.12647

Araya-Osses, D., Casanueva, A., Román-Figueroa, C. et al. Climate change projections of temperature and precipitation in Chile based on statistical downscaling. Clim Dyn 54, 4309–4330 (2020). https://doi.org/10.1007/s00382-020-05231-4

Bachman, S., Heisler-White, J.L., Pendall, E. et al. Elevated carbon dioxide alters impacts of precipitation pulses on ecosystem photosynthesis and respiration in a semi-arid grassland. Oecologia 162, 791–802 (2010).

Bardgett, R. 2005. The biology of soil: a community and ecosystem approach. Oxford University Press. Oxford, New York, USA.

Barrett, B.S., Campos, D.A., Veloso, J.V., Rondanelli, R. 2016. Extreme temperature and precipitation events in March 2015 in central and northern Chile. Journal of Geophysical Research Atmospheres 121: 4563– 4580. doi:10.1002/2016JD024835.

Bastos, A. et al. 2020. Direct and seasonal legacy effects of the 2018 heat wave and drought on European ecosystem productivity. Science Advances 6(24), eaba2724.

Carvajal, D.E., Loayza, A., Ríos, R.S., Gianoli, E., Squeo, F.A. 2017. Population variation in drought-resistance strategies in a desert shrub along an aridity gradient: Interplay between phenotypic plasticity and ecotypic differentiation. Perspective in Plant Ecology, Evolution and Systematics 29, 12 - 19.

De la Barrera, F., Rubio, P., Banzhaf, E. 2016. The value of vegetation cover for ecosystem services in the suburban context. Urban Forestry and Urban Greening 16, 110 - 122.

De la Barrera, F., Henríquez, C. 2017. Vegetation cover change in growing urban agglomerations in Chile. Ecological Indicators 81, 265 - 273.

IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Flexas, J., Gago, J. 2018. A role for ecophysiology in the 'omics? Era. The Plant Journal 96, 251 - 259.

Flexas, J., Loreto, F., Medrano, H. (eds). 2015: Terrestrial Photosynthesis in a changing environment. First Edition. Cambridge University Press. Cambridge CB2 8RU, UK.

Fuentealba, M., Bahamondes, C., Sarricolea, P., Meseguer-Ruiz, O., Latorre, C. 2021. The 2010-2022 'megadrought' drives reduction in lake surface area in the Andes of central Chile (32° - 36°S). Journal of Hydrology: Regional Studies 38: 100952.

Fortt J, González M, Morales P, Araya N, Remonsellez F, Coba de la Peña T, Ostria-Gallardo E and Stoll A (2022) Bacterial Modulation of the Plant Ethylene Signaling Pathway Improves Tolerance to Salt Stress in Lettuce (Lactuca sativa L.). Front. Sustain. Food Syst. 6:768250. doi: 10.3389/fsufs.2022.768250

Gibson, A.A., Rundel, P.W. 2015. Ecophysiology of photosynthesis in desert ecosystems. In: Flexas, J., Loreto, F., Medrano, H. (eds). 2015: Terrestrial Photosynthesis in a changing environment. First Edition. Cambridge University Press. Cambridge CB2 8RU, UK.

Huxman, T.E., Snyder, K.A., Tissue, D. *et al.* Precipitation pulses and carbon fluxes in semiarid and arid ecosystems. *Oecologia* 141, 254–268 (2004).

Iovane, M., Aronne, G. High temperatures during microsporogenesis fatally shorten pollen lifespan. *Plant Reprod* 35, 9–17 (2022). https://doi.org/10.1007/s00497-021-00425-0

Mashwani, Z-U-R. 2020. Environment, climate change and biodiversity. In: Fahad, S. et al. Environment, Plant and Vegetation Growth. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_19

Montecinos, S., Gutiérrez, J.R., López-Cortés, F., López, D. 2016. Climatic characteristics of the semi-arid Coquimbo Region in Chile. Journal of Arid Environments 126: 7 – 11.

Nakano, T., Nemoto, M., Shinoda, M. 2008. Environmental control on photosynthetic production and ecosystem respiration in semi-arid grassland of Mongolia. Agricultural and Forest Meteorology 148(10), 1456 - 1466.

Oliver, T.H., et al. 2015. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. Trends in Ecology and Evolution 30(11), 673 - 684.

Pfeiffer, M. et al. 2020. CHLSOC: the Chilean Soil Organic Carbon database, a multi-institutional collaborative effort. Earth System Science Data 12: 457 - 468.

Post, W., Emanuel, W., Zinke, P. *et al.* Soil carbon pools and world life zones. *Nature* 298, 156–159 (1982). https://doi.org/10.1038/298156a0

Rafique R, Zhao F, De Jong R, Zeng N, Asrar GR. Global and Regional Variability and Change in Terrestrial Ecosystems Net Primary Production and NDVI: A Model-Data Comparison. *Remote Sensing*. 2016; 8(3):177.

Ramajo, Laura; Goubanova, Katerina; Rivadeneira, Marcelo; Astudillo, Orlando; Ostria-Gallardo, Enrique; valladares, maria; et al. (2022): AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo. figshare. Online resource. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.20399202.v1

Sage, R.F. 2019. Global change biology: A primer. Global Change Biology 26: 3 -30.

Squeo, F.A., Arancio, G., Gutiérrez, J. R. 2001. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo.

Squeo, F.A., Loayza, A.P., López, R.P., Gutiérrez, J.R. 2016. Vegetation of Bosque Fray Jorge National Park and its surrounding matrix in the Coastal Desert of north-central Chile. Journal of Arid Environments 126, 12 - 22.

Sanaullah, M., Blagodatskaya, E., Chabbi, A., Rumpel, C., Kuzyakov, Y. 2011. Drought effects on microbial biomass and enzyme activities in the rhizosphere of grasses depend on plant community composition. Applied Soil Ecology 48(1), 38 - 44.

Zhang, X., Wu, S., Yan, X. and Chen, Z. (2017), A global classification of vegetation based on NDVI, rainfall and temperature. Int. J. Climatol., 37: 2318-2324.

2.3.3. Biodiversidad y Zona Costera

Nombre de la Cadena de Impacto:

Pérdida de habitabilidad de especies de huiros (Lessonia trabeculata, L. spicata, L. berteroana, y Macrocystis pyrifera) debido al incremento en la temperatura superficial del mar

Justificación de la cadena seleccionada:

Diversas especies de macroalgas pardas forman extensos bosques en zonas intermareales y submareales rocosas. En la región de Coquimbo se reconoce la presencia de cuatro especies: *Lessonia trabeculata, L. spicata, L. berteroana, y Macrocystis pyrifera*. Estas especies son comúnmente conocidas como huiros, y constituyen un importante recurso para la pesca artesanal. De hecho, los huiros constituyen un 50% de los desembarques de la flota artesanal en la región de Coquimbo; además, la región de Coquimbo es la tercera

con mayores desembarques de huiros en Chile (Anuario SERNAPESCA 2021, http://www.sernapesca.cl/ informacion-utilidad/anuarios- estadisticos- de-pesca-y-acuicultura).

Los huiros tienen un importante rol ecológico en las comunidades marinos costeras y son considerados 'ingenieros ecosistémicos', al ser estructuradores de los ecosistemas (Fragkopoulou et al. 2022) y constituir un refugio y alimento para una gran diversidad de invertebrados y vertebrados marinos (Vásquez & Santelices 1990, Hermosillo-Nuñez et al. 2020).

Así, la creciente presión extractiva sobre los huiros (Vásquez et al. 2012) supone un riesgo para la diversidad biológica de las comunidades bentónicas. Más aún, estudios ecológicos de largo plazo dan cuenta de una alta variabilidad temporal en la abundancia de los huiros forzada por cambios interanuales en la temperatura del mar asociados a ciclos de 'El Niño' (Vega et al. 2005). Modelos de distribución de especies proyectan fuertes contracciones en los bordes geográficos subtropicales de especies de huirales para el 2100 en otras partes del mundo de acuerdo a escenarios climáticos pesimistas que alertan que incrementos en la temperatura del mar podrían sobrepasar los rangos de tolerancia termal de las especies, y ocasionar modificaciones a los patrones geográficos de distribución de muchas especies (Davis et al. 2021).

Así, es esperable que el incremento proyectado en la temperatura superficial del mar pueda tener efectos en la habitabilidad de los huirales en la región de Coquimbo.

Definición de la cadena:

Componente de riesgo	Indicador
Amenaza	Incremento en promedio anual de la temperatura superficial del mar
Exposición	Distribución espacial potencial de 4 especies de huiros (*Lessonia trabeculata, L. spicata, L. berteroana, y Macrocystis pyrifera*)
Sensibilidad	Margen de seguridad termal
Capacidad adaptativa	Distancia al área marina protegida más cercana
Riesgo	Riesgo de pérdida de habitabilidad de especies de huiros debidos al incremento en la temperatura superficial del mar
Escala espacial	Celdas de costera de ~9.2 km

Metodología para el cálculo de indicadores de amenazas:
El incremento en el promedio anual temperatura superficial (ΔTSM) se estima como:

$$\Delta TSM = TSMf - TSMp$$

, donde $TSMf$ es la temperatura promedio anual para la ventana temporal 2035-2064 proyectada de acuerdo al escenario RCP8.5 versus la actualidad ($TSMp$, 1976-2005). Las proyecciones de cambio climático para la Temperatura Superficial del Mar (TSM) se estimaron a partir de un método de reducción de escala o downscaling dinámico utilizando un modelo regional oceanográfico de alta resolución (3 km) en conjunto con los patrones de cambio (Ramajo et al., 2022)

La clasificación del nivel de amenaza fue determinada a partir de la diferencia entre la mínima y máxima variación TSM, tomando como mínimo una variación de 2.5 y un máximo de 3.6ºC. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de amenaza incrementales asociados a la reducción de la precipitación entre ambos escenarios.

Categoría	Incremento en la TSM	Valor Normalizado
Muy alta	> 3,38	0,8 – 1,0
Alta	3,16 – 3,38	0,6 – 0,8
Moderado	2,94 – 3,16	0,4 – 0,6
Bajo	2,72 – 2,94	0,2 – 0,4
Muy bajo	<2,72	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de exposición:
La exposición fue calculada a partir de mapas de distribución geográfica potencial de cuatro especies de huirales: *Lessonia berteroana, L. nigrescens, L. trabeculata y Macrocystis pyrifera*. Dichos mapas se basan en modelos de distribución de especies implementados por Fragkopoulou et al. (2022). El mapa potencial fue sobrepuesto sobre un *raster* costero de celdas de ~9.2 km de resolución, y en para cada celda se estimó la potencial presencia (1) o ausencia (0) de cada especie. Consecuentemente, la clasificación del nivel de exposición es binaria, pudiendo ser 'muy alta' (presencia) o nula (ausencia)

Metodología para el cálculo de indicadores de sensibilidad:
Los efectos del cambio climático, particularmente el aumento de la temperatura, sobre la distribución de las organismos ectotermos depende del margen de seguridad termal que posean las especies, i.e., la diferencia entre el máximo termal crítico tolerado por los organismos y la temperatura máxima del ambiente (Vinagre et al. 2019). La determinación de este margen de seguridad termal demanda experimentos ecofisiológicos en múltiples poblaciones, debido a variación fenotípica y genotípica, lo cuales no están disponibles para la mayoría de las especies (Vinagre et al. 2019). Meta-análisis globales revelan que en organismos ectotermos marinos, los límites termales superiores varían con la latitud, incrementándose progresivamente hacia bajas latitudes (Sunday et al. 2019).

Considerando que no existen estimaciones del límite termal superior de las especies de interés, y su variabilidad espacial, se empleó una medida aproximada del margen de seguridad. Para esto, se utilizó una modificación del índice de especialización climática desarrollado por Hirzel et al. (2002):

$$Sensibilidad\ térmica = \frac{TSMmax - TSMmin}{TSMmax - TSMi}$$

, donde $TSMi$ es la TSM en la i-ésima celda espacial costera de ~9.2 km de resolución, $TSMmax$ y $TSMmin$ son la TSM máxima y mínima, respectivamente, registrada a través del rango geográfico de la especie. Ya que las especies poseen rangos de distribución que sobrepasan los límites de la región de Coquimbo, no fue posible emplear los valores de TSM generados en base al *downscaling* dinámico, y fue extraída de la base de datos Bio-Oracle v.2.2 (Assis et al. 2018). Para celdas cercanas a la $TSMmax$, la sensibilidad térmica será mayor (i.e., incrementos futuros en la TSM tendrán un mayor impacto local).

La clasificación del nivel de sensibilidad térmica fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del índice. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de sensibilidad incrementales. Los análisis se realizaron por separado para cada especie.

Categoría	*Lessonia berteroana*	*Lessonia nigrescens*	*Lessonia trabeculata*	*Macrocystis pyrifera*	Valor Normalizado
Muy alta	> 1.186	> 2.656	> 1.484	> 2.72	0.8 – 1
Alta	1.172 - 1.186	2.622 - 2.656	1.468 - 1.484	2.69 - 2.72	0.6 – 0.8
Moderado	1.158 -1.172	2.588 - 2.622	1.452 - 1.468	2.66 - 2.69	0.4 – 0.6
Bajo	1.144 - 1.158	2.554 - 2.588	1.436 - 1.452	2.63 - 2.66	0.2 – 0.4
Muy bajo	< 1.144	< 2.554	< 1.436	< 2.63	0 – 0.2

Metodología para el cálculo de indicadores de capacidad adaptativa:
Las áreas marinas protegidas (AMP) son consideradas como una 'piedra angular' de los planes de conservación a nivel global (Giakoumi et al. 2018). En Chile, constituyen una herramienta vital para la conservación de muchas especies de vertebrados marinos (Tognelli et al., 2009), aunque la existencia de planes de administración resulta vital para asegurar su efectividad (Petit et al. 2018, Giakoumi et al. 2018).

Como medida de capacidad adaptativa se empleó:

$$Capacidad\ adaptativa = \frac{1}{Distancia\ AMP}$$

, dónde $Distancia\ AMP$ es la distancia de cada celda espacial al área marina protegida (AMP) oficialmente decretada más cercana, empleando los shapefiles espaciales disponibles desde el centro de Infraestructura de Datos Espacial de Chile (IDE). Sitios con mayor cercanía a un AMP tendrán valores de capacidad adaptativa más alta. En términos prácticos, la AMP más cercana a todas las celdas espaciales es la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, que abarca las islas Chañaral, Choros y Damas en el límite entre las regiones de Coquimbo y Atacama. Esta AMP opera desde 1990 y se encuentra bajo administración de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

La clasificación del nivel de capacidad adaptativa fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del índice, tomando como mínimo una variación de 0.003 a un 1. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de capacidad adaptativa incrementales

Categoría	1/Distancia AMP	Valor Normalizado
Muy alta	>0,8	0,8 – 1,0
Alta	0,6-0,8	0,6 – 0,8
Moderado	0,4-0,6	0,4 – 0,6
Bajo	0,2-0,4	0,2 – 0,4
Muy bajo	<0,20	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo del indicador de riesgo:
Las amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa en cada celda fueron re-escaladas a valores entre 0 y 1 para hacerlas comparables. Posteriormente, para calcular el riesgo se empleó la expresión:

$$Riesgo\ = \frac{Amenaza' + Exposición' + Sensibilidad' * (1 - Capacidad\ adaptativa')}{3}$$

, donde ' indica el re-escalamiento de las variables. Solo se utilizaron celdas con una exposición >0. Los análisis se realizaron por separado para cada especie.

Fuentes de Información:

Componente del Riesgo	Indicadores	Fuente
Amenaza	Temperatura superficial del mar (TSM)	Ramajo et al. (2022)
Exposición	Presencia potencial de cuatro especies formadoras de praderas de huirales	https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14496018.v4 Fragkopoulou et al. (2022)
Sensibilidad	Margen de seguridad termal	https://bio-oracle.org/ (Assis et al. 2018)
Capacidad adaptativa	Distancia mínima a una Área Marina protegida	https://www.ide.cl/index.php/oceanos-y-costa/item/1438-areas-marinas-protegidas

Resultado:

Pérdida de habitabilidad de especies de Lessonia berteroana debidos al incremento en la temperatura superficial del mar

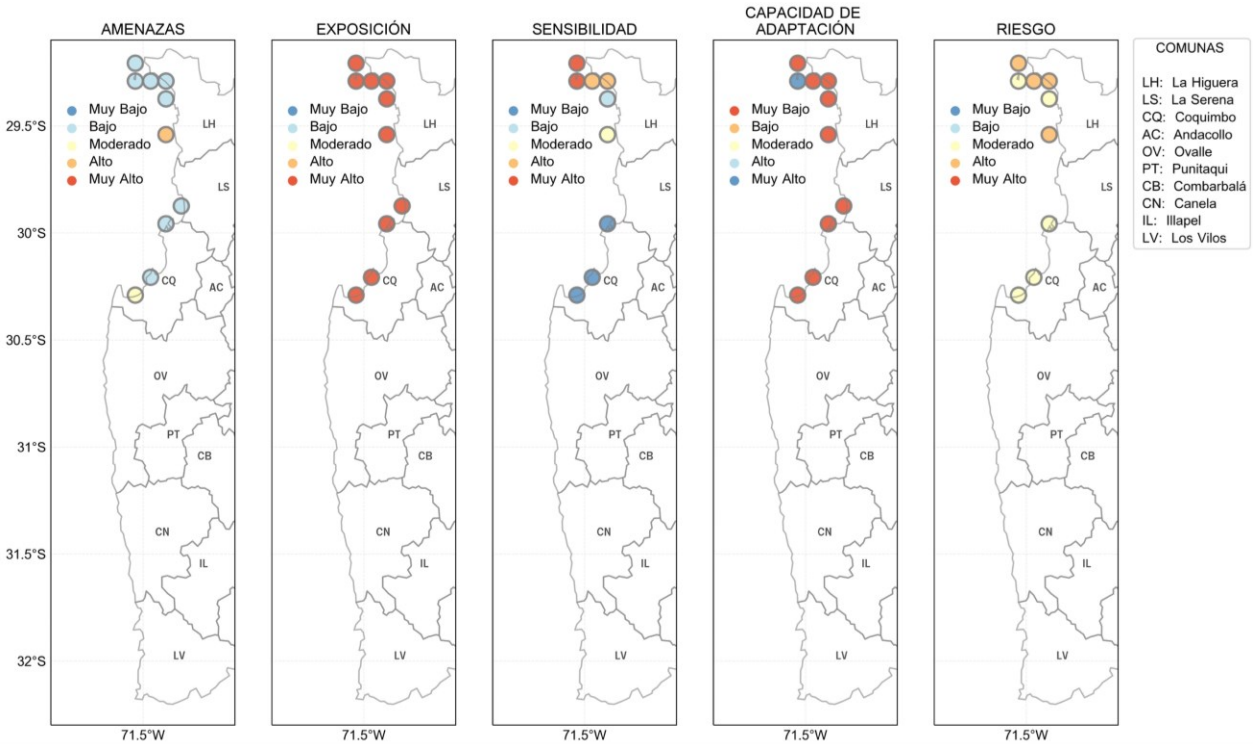


Figura 2.38. *Riesgo de pérdida de habitabilidad de Lessonia berteroana debido al incremento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel "moderado" a "alto"). La especie *Lessonia berteroana* posee una distribución acotada, y con un límite sur de distribución ca. Punta Lengua de Vaca. La sensibilidad se incrementa hacia el norte de su distribución en la región, donde alcanza valores "altos" a "muy altos". La capacidad adaptativa es muy "muy baja" en todo el borde costero, con excepción del área inmediatamente adyacente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. En general, la especie exhibe un

riesgo de cambio en habitabilidad producto del cambio climático previsto para la región entre "moderado" a "alto", principalmente para la zona norte de la misma correspondiente a la comuna de la Higuera.

Pérdida de habitabilidad de especies de Lessonia nigrescens debido al incremento en la temperatura superficial del mar

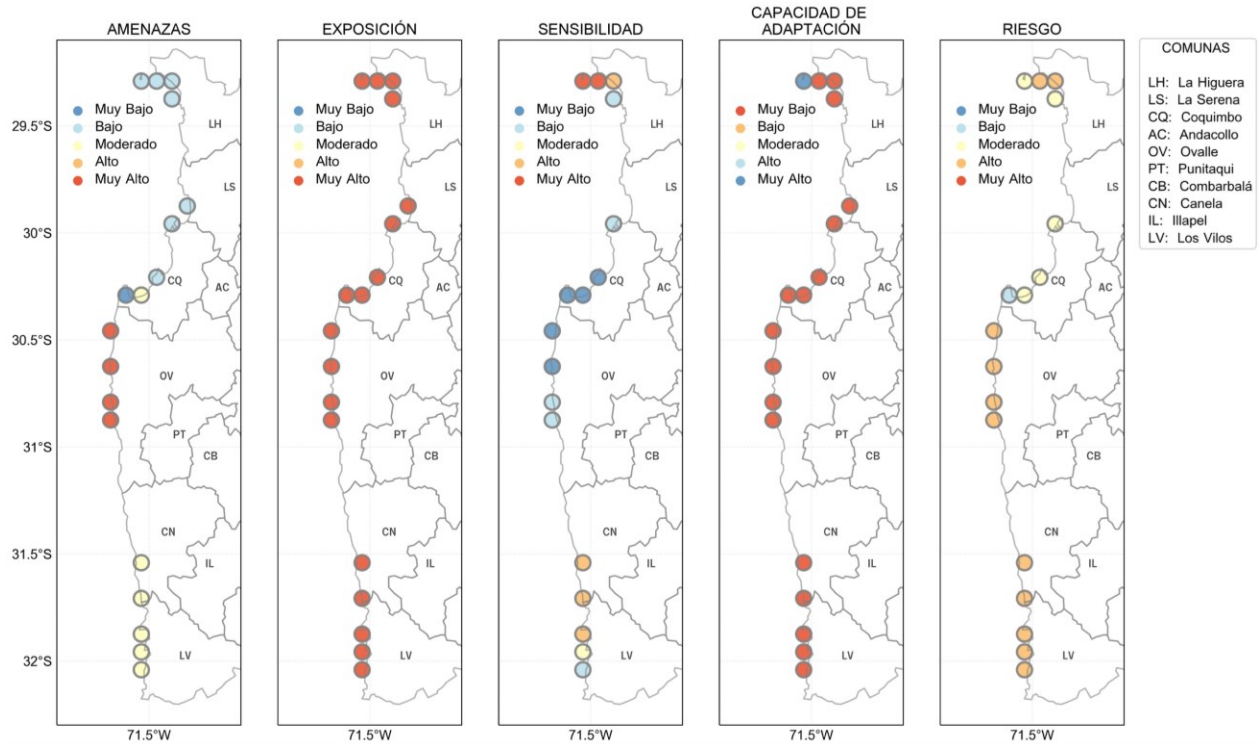


Figura 2.39. *Riesgo de pérdida de habitabilidad de Lessonia nigrescens debido al incremento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel "moderado" a "alto"). La especie *Lessonia nigrescens* posee una distribución amplia, pero parchosa. La sensibilidad se incrementa hacia los bordes de la región, donde alcanza valores "altos" a "muy altos". La capacidad adaptativa es muy "muy baja" en todo el borde costero, con excepción del área inmediatamente adyacente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. A nivel general, la especie exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad producto del cambio climático entre "moderado" a "alto" a lo largo de todo el borde costero de la región.

Pérdida de habitabilidad de Lessonia trabeculata debido al incremento en la temperatura superficial del mar

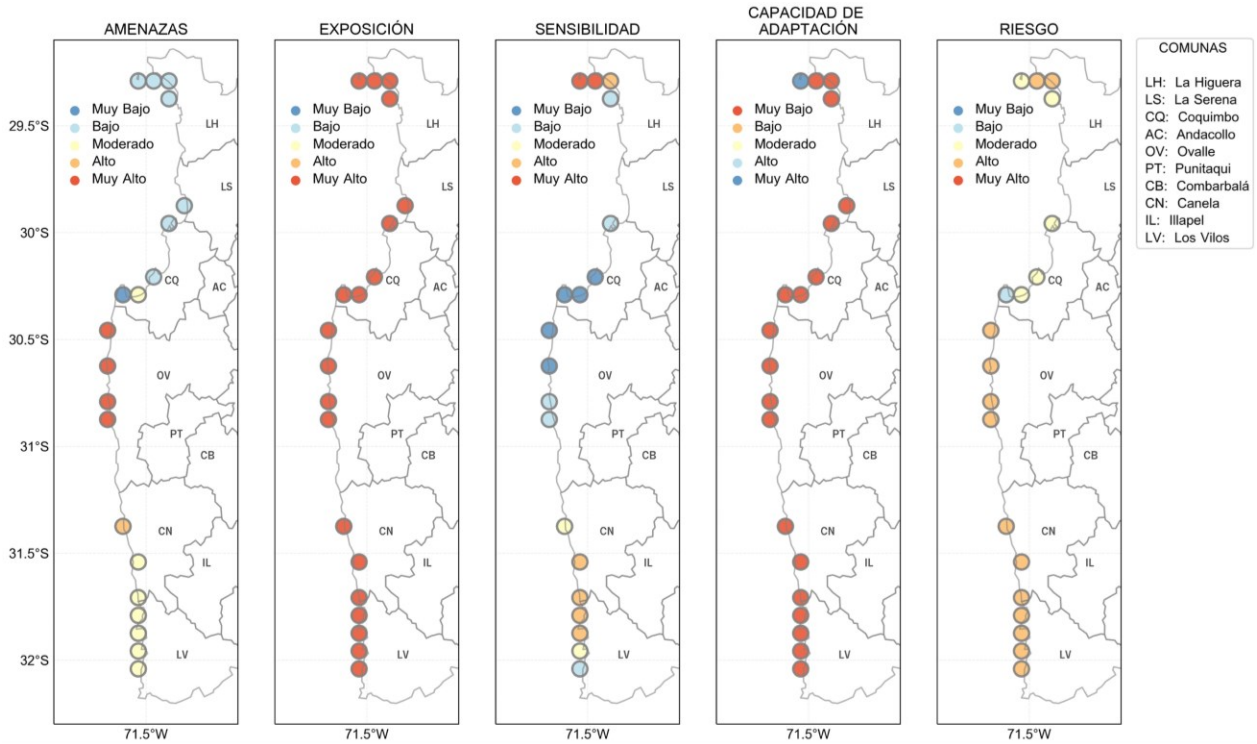


Figura 2.40. *Riesgo de pérdida de habitabilidad de Lessonia trabeculata debido al incremento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel "moderado" a "alto"). La especie *Lessonia nigrescens* posee una distribución amplia, pero parchosa. La sensibilidad se incrementa hacia los bordes de la región, donde alcanza valores "altos" a "muy altos". La capacidad adaptativa es muy "muy baja" en todo el borde costero, con excepción del área inmediatamente adyacente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. En cuanto al riesgo, la especie exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad "moderado" a "alto" para toda su distribución en el borde costero de la región.

Pérdida de habitabilidad de Macrocystis pyrifera debido al incremento en la temperatura superficial del mar

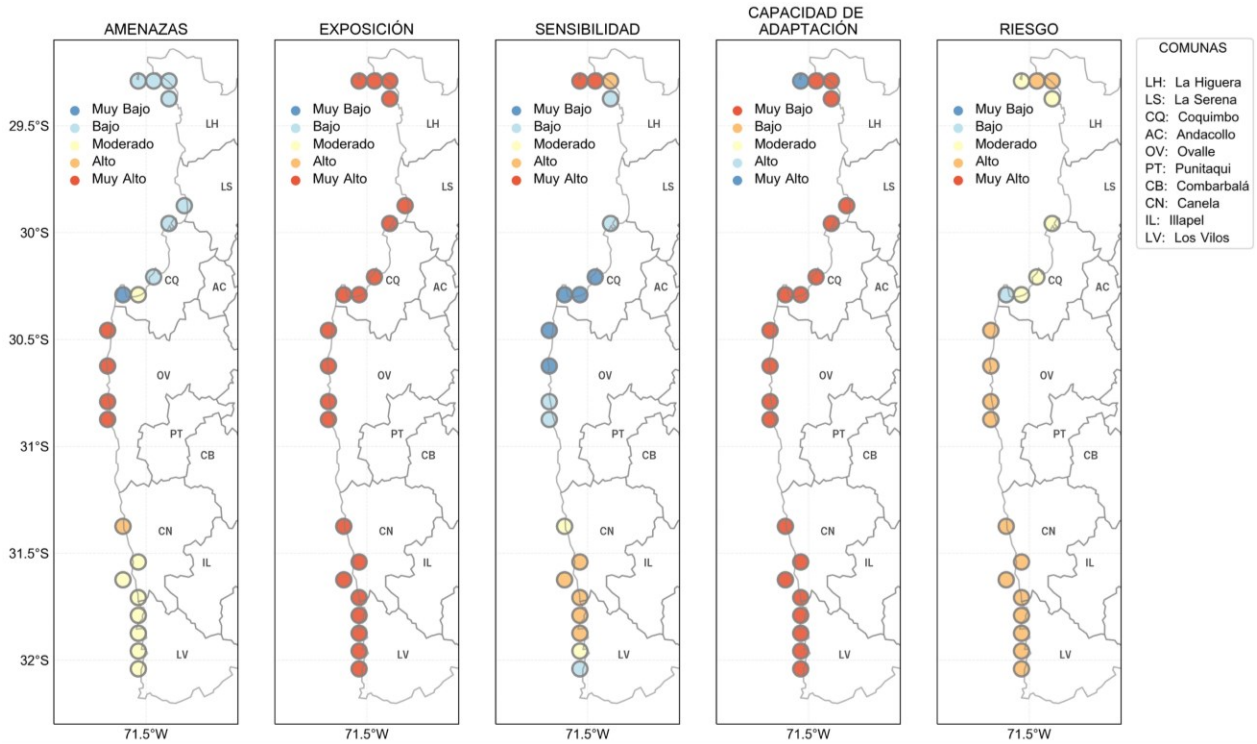


Figura 2.41. *Riesgo de pérdida de habitabilidad de Macrocystis pyrifera debido al incremento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel "moderado" a "muy alto"). La especie *Macrocystis pyrifera* posee una distribución amplia, pero parchosa. La sensibilidad se incrementa hacia los bordes de la región, donde alcanza valores "altos" a "muy altos". La capacidad adaptativa es muy "muy baja" en todo el borde costero, con excepción del área inmediatamente adyacente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, tal cual se ha reportado para las otras especies de algas. A nivel general, la especie exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad "moderado" a "alto" para toda su distribución en el borde costero a excepción de un sector ubicado en la parte sur de la Comuna de Coquimbo.

Conclusiones:

A nivel general y como grupo los "huirales" presentan los mayores valores de amenaza con respecto a un aumento de temperatura superficial del mar para la zona centro de la región, lo que, aunado al alto riesgo de exposición, y la baja capacidad adaptativa explican los altos valores altos de riesgo resultantes no solo para esta zona de la región, sino que para todo el borde costero de la misma producto del aumento en la temperatura superficial del mar esperado para la región.

Por otra parte, durante la construcción de las cadenas de impactos para estas especies de algas se identificaron algunas brechas en los insumos para el cálculo de algunas de estas cadenas. Puntualmente para el caso de la sensibilidad de estas especies ante el cambio climático. Como bien se detalla en la metodología los efectos del cambio climático, como el aumento de la temperatura, sobre la distribución de

los organismos depende del margen de seguridad termal que posean las especies. En este sentido, la determinación de este margen de seguridad termal demanda experimentos eco-fisiológicos en múltiples poblaciones, debido a la variación fenotípica y genotípica que poseen las especies. Sin embargo, esta es información que no se dispone en la actualidad para estas especies por lo que se procedió a utilizar como proxy de esta la información registrada a través del rango geográfico de la especie y la información de las variables ambientales extraídas de bases de datos especializadas como Bio-Oracle v.2.2 (Assis et al. 2018). En este sentido, a futuro con mayores recursos y disponibilidad de tiempo pueden generarse nuevos modelos que involucren información eco-fisiológica que estamos seguros respaldaran la información anteriormente presentada.

De igual forma, para el cálculo de la capacidad adaptativa se uso la distancia mínima a un área marina protegida (AMP´s). Por lo que para la región fueron utilizadas la AMP´s más cercanas a todas las celdas espaciales la cual es la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, que abarca las islas Chañaral, Choros y Damas. En este sentido, si bien existen otras figuras administrativas que propenden por el manejo y/o conservación de los recursos naturales como las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) o Áreas Apropiadas para el ejercicio de la Acuicultura (A.A.A.), sus focos de acción son el uso o explotación basado en la sustentabilidad de los recursos. Mientras que las AMP´s, son áreas declaradas y financiadas para la conservación y gestión sustentable de la biodiversidad marina, para lo cual se establecen medidas de administración y de regulación para el acceso a las actividades pesqueras y otras para prevenir impactos negativos sobre esta biodiversidad y de asegurar la protección, la regeneración y el desarrollo de los recursos marinos donde además se encuentra con personal especializado en los diferentes grupos biológicos y la generación de información biótica de los organismos y sus dinámicas espaciales y temporales.

Desafíos y recomendaciones:

En cuanto a los aspectos metodológicos y técnicos a la hora de realizar este tipo de evaluaciones, los mismos presentan desafíos que como grupo consultor hemos reconocido tanto para esta cadena como para las cadenas subsiguientes y que a continuación detallamos:

Generación de nuevas capas de información a partir de modelos de alta resolución ad-hoc para la región. En este sentido desde el Proyecto CLAP-CEAZA se están desarrollando estos productos.

Fomentar a nivel académico e investigativo la georreferenciación de los diferentes organismos y especies presentes en las áreas marinas protegidas y demás unidades biológicas de manejo y/o conservación de una manera rigurosa y sistematizada que lleven a aumentar el número de estos registros para la región de Coquimbo. En conjunción con lo anterior, realizar compilaciones y digitalización de información de ocurrencias georreferenciadas de las especies marinas, y alojarlas en repositorios de uso público como OBIS (Ocean Biodiversity Information System - https://obis.org/).

Por otra parte, como se ha establecido en los resultados a nivel general los "huirales" presentan un alto riesgo ante los eventuales cambios ambientales producto del cambio climático. Sin embargo, adicionalmente este conjunto de especies afronta una explotación comercial en grandes cantidades no solo en la región, sino que, en toda la zona norte del país, siendo destinado entre otros mercados para la alimentación del abalones, los cuales necesitan mínimo entre 90 -100 toneladas mensuales de algas para abastecer un centro de cultivo pequeño (Westermeier et al. 2011) y la exportación a grandes mercados como el chino o francés.

De seguir estas presiones antrópicas aunado al aumento de la temperatura, se puede afectar irreversiblemente el estado de estas poblaciones al actuar de manera sinérgica y negativa en contra de la preservación y el desarrollo de estas. En este sentido, un gran desafío es que no hay una diferenciación clara de las especies al extraerlas de manera legal e ilegal de las costas por lo cual pueden darse casos de una sobreexplotación a una especie del conjunto de "huirales", que este siendo mayormente afectadas por esta actividad lo que puede afectar especies en la región como *Lessonia berteroana.* La cual por reportarse solo distribuida al norte de esta puede verse mayormente afectada a estas acciones con relación a las demás especies de algas estudiadas en este proyecto. Por lo que se invita a los entes encargados a seguir apoyando las acciones en pro del conocimiento, la protección y el manejo sustentable de estas especies.

Referencias

Assis, J., Tyberghein, L., Bosch, S., Verbruggen, H., Serrão, E. A., & De Clerck, O. (2018). Bio-ORACLE v2.0: Extending marine data layers for bioclimatic modelling. Global Ecology and Biogeography, 27(3), 277-284.

Davis, T. R., C. Champion, and M. A. Coleman. 2022. Ecological interactions mediate projected loss of kelp biomass under climate change. Diversity and Distributions 28:306-317.

Fragkopoulou, E., E. A. Serrão, O. De Clerck, M. J. Costello, M. B. Araújo, C. M. Duarte, D. Krause-Jensen, and J. Assis. 2022. Global biodiversity patterns of marine forests of brown macroalgae. Global Ecology and Biogeography 31:636-648.

Giakoumi, S., J. McGowan, M. Mills, M. Beger, R. H. Bustamante, A. Charles, P. Christie, M. Fox, P. Garcia-Borboroglu, S. Gelcich, P. Guidetti, P. Mackelworth, J. M. Maina, L. McCook, F. Micheli, L. E. Morgan, P. J. Mumby, L. M. Reyes, A. White, K. Grorud-Colvert, and H. P. Possingham. 2018. Revisiting "Success" and "Failure" of Marine Protected Areas: A Conservation Scientist Perspective. Frontiers in Marine Science 5. doi: 10.3389/fmars.2018.00223.

Hermosillo-Núñez, B. B. 2020. Contribution of echinoderms to keystone species complexes and macroscopic properties in kelp forest ecosystems (northern Chile). Hydrobiologia 847:739-756.

Hirzel, A. H., J. Hausser, D. Chessel, and N. Perrin. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology 83:2027-2036.

Petit, I.J., Campoy, A.N., Hevia, M.-J., Gaymer, C.F., and F.A. Squeo, F.A. 2018. Protected areas in Chile: are we managing them? Revista Chilena de Historia Natural 91(1), 10.1186/s40693-40018-40071-z.

Ramajo L., Goubanova, K., Rivadeneira, M., Astudillo, O., Ostría. E., Valladares, M., Ortiz, J.L., Barraza, J., Torrez, L., Barrera., S., Piña, B., Arthur, J., Gallardo, M. de los A., Martínez, M.L., Ramírez, J., Guerrero J., & Zavala, M. (2022). AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo. Proyecto ejecutado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA) a través GEF (Global Environment Facility) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Coquimbo, Chile. 112 pp. DOI: 10.6084/m9.figshare.20399202

Sunday, J., J. M. Bennett, P. Calosi, S. Clusella-Trullas, S. Gravel, A. L. Hargreaves, F. P. Leiva, W. C. Verberk, M. Á. Olalla-Tárraga, and I. Morales-Castilla. 2019. Thermal tolerance patterns across latitude and elevation. Philosophical Transactions of the Royal Society B 374:20190036.

Vásquez, J. A., and B. Santelices. 1990. Ecological effects of harvesting Lessonia (Laminariales, Phaeophyta) in central Chile. Hydrobiologia 204:41-47.

Vega, J. M. A., A. Buschmann, and J. A. Vásquez. 2005. Population biology of the subtidal kelps Macrocystis integrifolia and Lessonia trabeculata (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: interannual variability and El Niño 1997-1998. Revista Chilena de Historia Natural 78:33-50.

Vinagre, C., M. Dias, R. Cereja, F. Abreu-Afonso, A. A. Flores, and V. Mendonça. 2019. Upper thermal limits and warming safety margins of coastal marine species–Indicator baseline for future reference. Ecological Indicators 102:644-649.

Nombre de la Cadena de Impacto:

Pérdida de habitabilidad del chungungo debido al incremento en la temperatura superficial del mar

Justificación de la cadena seleccionada:

El chungungo (*Lontra felina*) es un mamífero marino que habita en requeríos expuestos al oleaje a lo largo de la costa de Perú y Chile (Sielfeld & Castilla 1999). El chungungo ha sido clasificado como una especie en peligro por la IUCN, con poblaciones en declive, y múltiples amenazas derivadas de actividades antropogénicas (e.g., cacería, destrucción de hábitat, polución) y asociadas a cambio climático y eventos extremos (Valqui & Rheingantz 2021).

El chungungo alcanza sus máximas densidades poblacionales hacie entre las regiones de Coquimbo y Valparaíso (M. Rivadeneira, datos no publicados). Un estudio reciente evaluó la vulnerabilidad climática en 11 especies del género *Lontra* a nivel global, concluyendo una alta vulnerabilidad a cambios climáticos futuros (Cianfrani et al. 2018). Aunque dicho estudio no incluyó al chungungo. es esperable basado en otras especies similares que el incremento proyectado en la temperatura superficial del mar tenga efectos negativos en la habitabilidad del chungungo en la región de Coquimbo.

Definición de la cadena:

Componente de riesgo	Indicador
Amenaza	Incremento en promedio anual de la temperatura superficial del mar
Exposición	Distribución espacial potencial del chungungo
Sensibilidad	Margen de seguridad termal
Capacidad adaptativa	Distancia al área marina protegida más cercana
Riesgo	Riesgo de pérdida de habitabilidad del chungungo debido al incremento en la temperatura superficial del mar
Escala espacial	Celdas de costera de ~9.2 km

Metodología para el cálculo de indicadores de amenazas:

El incremento en el promedio anual temperatura superficial (ΔTSM) se estima como:

$$\Delta TSM = TSMf - TSMp$$

, donde $TSMf$ es la temperatura promedio anual para la ventana temporal 2035-2064 proyectada de acuerdo al escenario RCP8.5 versus la actualidad ($TSMp$, 1976-2005). Las proyecciones de cambio climático para la Temperatura Superficial del Mar (TSM) se estimaron a partir de un método de reducción de escala o *downscaling* dinámico utilizando un modelo regional oceanográfico de alta resolución (3 km) en conjunto con los patrones de cambio (Ramajo et al., 2022)

La clasificación del nivel de amenaza fue determinada a partir de la diferencia entre la mínima y máxima variación TSM, tomando como mínimo una variación de 2.5 y un máximo de 3.6ºC. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de amenaza incrementales asociados a la reducción de la precipitación entre ambos escenarios.

Categoría	Incremento en la TSM	Valor Normalizado
Muy alta	> 3,38	0,8 – 1,0
Alta	3,16 – 3,38	0,6 – 0,8
Moderado	2,94 – 3,16	0,4 – 0,6
Bajo	2,72 – 2,94	0,2 – 0,4
Muy bajo	<2,72	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de exposición:
La distribución espacial de chungungo fue calculada a partir de un mapa de distribución geográfica potencial del chungungo, obtenido de la IUCN (Valqui & Rheingantz 2021).

El mapa potencial fue sobrepuesto sobre un raster costero de celdas de ~9.2 km de resolución, y en para cada celda se estimó la potencial presencia (1) o ausencia (0) del chungungo. Consecuentemente, la clasificación del nivel de exposición es binaria, pudiendo ser 'muy alta' (presencia) o nula (ausencia)

Metodología para el cálculo de indicadores de sensibilidad:
Los efectos del cambio climático, particularmente el aumento de la temperatura, sobre la distribución de las organismos ectotermos depende del margen de seguridad termal que posean las especies, i.e., la diferencia entre el máximo termal crítico tolerado por los organismos y la temperatura máxima del ambiente (Vinagre et al. 2019). La determinación de este margen de seguridad termal demanda experimentos ecofisiológicos en múltiples poblaciones, debido a variación fenotípica y genotípica, lo cuales no están disponibles para la mayoría de las especies (Vinagre et al. 2019). Meta-análisis globales revelan que en organismos ectotermos marinos los límites termales superiores varían con la latitud, incrementándose progresivamente hacia bajas latitudes (Sunday et al. 2019).

Considerando que no existen estimaciones del límite termal superior de las especies de interés, y su variabilidad espacial, se empleó una medida aproximada del margen de seguridad. Para esto, se utilizó una modificación del índice de especialización climática desarrollado por Hirzel et al. (2002):

$$Sensibilidad\ térmica = \frac{TSMmax - TSMmin}{TSMmax - TSMi}$$

, donde $TSMi$ es la TSM en la i-ésima celda espacial costera de ~9.2 km de resolución, $TSMmax$ y $TSMmin$ son la TSM máxima y mínima, respectivamente, registrada a través del rango geográfico de la especie. Ya que las especies poseen rangos de distribución que sobrepasan los límites de la región de Coquimbo, no fue posible emplear los valores de TSM generados en base al downscaling dinámico, y fue extraída de la base de datos Bio-Oracle v.2.2 (Assis et al. 2018). Para celdas cercanas a la $TSMmax$, la sensibilidad térmica será mayor (i.e., incrementos futuros en la TSM tendrán un mayor impacto local).

La clasificación del nivel de sensibilidad térmica fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del índice, tomando como mínimo una variación de 2.48 y un máximo de 2.61. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de sensibilidad incrementales.

Categoría	Sensibilidad térmica	Valor Normalizado
Muy alta	> 2.584	0,8 – 1,0
Alta	2.558 - 2.584	0,6 – 0,8
Moderado	2.532 - 2.558	0,4 – 0,6

Bajo	2.506 -2.532	0,2 – 0,4
Muy bajo	< 2.506	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de capacidad adaptativa:
Las áreas marinas protegidas (AMP) son consideradas como una 'piedra angular' de los planes de conservación a nivel global (Giakoumi et al. 2018). En Chile, constituyen una herramienta vital para la conservación de muchas especies de vertebrados marinos (Tognelli et al. 2009), aunque la existencia de planes de administración resulta vital para asegurar su efectividad (Petit et al. 2018, Giakoumi et al. 2018).

Como medida de capacidad adaptativa se empleó:

$$Capacidad\ adaptativa = \frac{1}{Distancia\ AMP}$$

, dónde $Distancia\ AMP$ es la distancia de cada celda espacial al área marina protegida (AMP) oficialmente decretada más cercana, empleando los shapefiles espaciales disponibles desde el centro de Infraestructura de Datos Espacial de Chile (IDE). Sitios con mayor cercanía a un AMP tendrán valores de capacidad adaptativa más alta. En términos prácticos, la AMP más cercana a todas las celdas espaciales es la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, que abarca las islas Chañaral, Choros y Damas en el límite entre las regiones de Coquimbo y Atacama. Esta AMP opera desde 1990 y se encuentra bajo administración de la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

La clasificación del nivel de capacidad adaptativa fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del índice, tomando como mínimo una variación de 0.003 a un 1. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de capacidad adaptativa incrementales

Categoría	1/Distancia AMP	Valor Normalizado
Muy alta	>0,8	0,8 – 1,0
Alta	0,6 – 0,8	0,6 – 0,8
Moderado	0,4 – 0,6	0,4 – 0,6
Bajo	0,2 – 0.4	0,2 – 0,4
Muy bajo	<0,20	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo del indicador de riesgo:
Las amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa en cada celda fueron reescaladas a valores entre 0 y 1 para hacerlas comparables. Posteriormente, para calcular el riesgo se empleó la expresión:

$$Riesgo\ = \frac{Amenaza' + Exposición' + Sensibilidad' * (1 - Capacidad\ adaptativa')}{3}$$

, donde ' indica el re-escalamiento de las variables. Solo se utilizaron celdas con una exposición >0.

Fuentes de Información:

Componente del Riesgo	Indicadores	Fuente
Amenaza	Temperatura superficial del mar (TSM)	Ramajo et al. (2022)
Exposición	Distribución espacial potencial del Chungungo	Valqui, J. & Rheingantz, M.L. 2021. Lontra felina. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T12303A95970132. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T12303A95970132.en. Accessed on 14 November 2022.
Sensibilidad	Margen de seguridad termal	https://bio-oracle.org/ (Assis et al. 2018)
Capacidad adaptativa	Distancia mínima a una Área Marina protegida	https://www.ide.cl/index.php/oceanos-y-costa/item/1438-areas-marinas-protegidas

Resultado:

Pérdida de habitabilidad del Chungungo debido al incremento en la temperatura superficial del mar

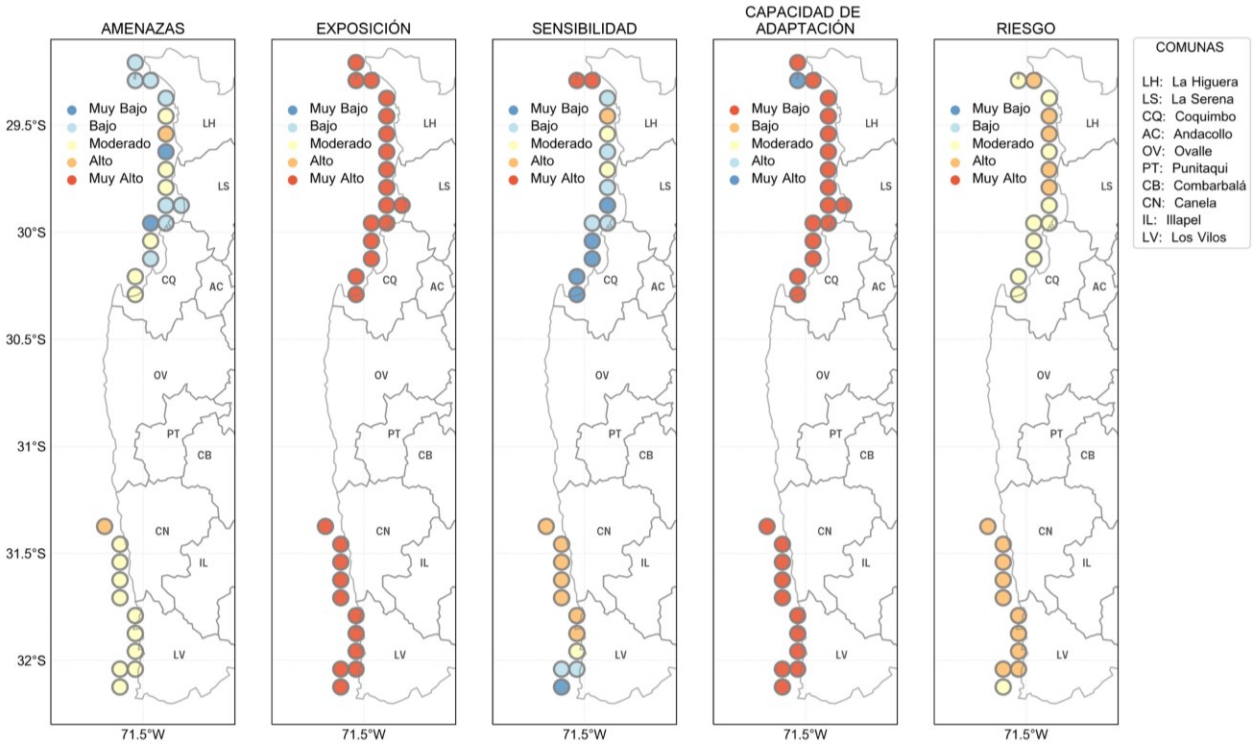


Figura 2.42. *Riesgo pérdida de la habitabilidad del Chungungo debido al incremento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Para el horizonte 2040-2050 se espera que el borde costero de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel de amenaza "moderada" a "alta") principalmente en el sur de la región en las comunas de Canela y Los Vilos. El Chungungo posee una distribución amplia a

lo largo del borde costero de la región con aparente falta de reportes para la comuna de Ovalle, siendo su exposición variable a lo largo de la costa, exhibiendo zonas de alto potencial de distribución de la especie en el norte y sur de la región. La sensibilidad es altamente variable y alcanza valores "moderados" o "altos" hacia las zonas central y sur de la región y muy altos para la zona norte de la misma para la comuna de la Higuera. En cuanto a la capacidad adaptativa de la especie, la misma se ubica en la categoría de "muy baja" en todo el borde costero, con excepción del área inmediatamente adyacente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, que puede actuar como un buffer ante eventos producto del cambio climático. A nivel general, la especie exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad variable para su distribución en la región, alcanzando valores "moderados" a "altos" en las diferentes comunas de esta con especial relevancia para la parte sur de la misma en la comuna de Canela y Los Vilos.

Conclusiones:

El aumento de la temperatura superficial del mar pronosticado para la región, afectaran la distribución y poblaciones de Chungungos presentes en la región de Coquimbo. En este sentido, el riesgo de habitabilidad para la especie es principalmente alto para la misma, lo que se genera dado que los valores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa por lo general son similares para las comunas de la región, a excepción de la comuna de Coquimbo, la cual por sus bajos valores tanto de amenaza como de sensibilidad conllevaran a riesgos moderados para la misma.

Por otra parte, en cuanto a la construcción de las cadenas de impactos para esta especie de chungungo se identificaron algunas brechas en los insumos para el cálculo de algunas de estas cadenas. Puntualmente para el caso de la sensibilidad de estas especies ante el cambio climático. Como bien se detalla en la metodología los efectos del cambio climático, como el aumento de la temperatura, sobre la distribución de los organismos depende del margen de seguridad termal que posean las especies. En este sentido, la determinación de este margen de seguridad termal demanda experimentos eco-fisiológicos en múltiples poblaciones, debido a la variación fenotípica y genotípica que poseen las especies. Sin embargo, como se reportó anteriormente, esta es información que no se dispone en la actualidad para esta especie por lo que se procedió a utilizar como proxy de esta la información registrada a través del rango geográfico de la especie y la información de las variables ambientales extraídas de la base de datos especializada Bio-Oracle v.2.2 (Assis et al. 2018). En este sentido, a futuro con mayores recursos y disponibilidad de tiempo pueden generarse nuevos modelos que involucren información eco-fisiológica para esta especie que estamos seguros respaldaran la información anteriormente presentada.

De igual forma, para el cálculo de la capacidad adaptativa se uso la distancia mínima a un área marina protegida (AMP´s). Por lo que para la región fueron utilizadas la AMP´s más cercanas a todas las celdas espaciales la cual es la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, que abarca las islas Chañaral, Choros y Damas. En este sentido, si bien existen otras figuras administrativas que propenden por el manejo y/o conservación de los recursos naturales como las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) o Áreas Apropiadas para el ejercicio de la Acuicultura (A.A.A.), sus focos de acción son el uso o explotación basado en la sustentabilidad de los recursos. Mientras que las AMP´s, son áreas declaradas y financiadas para la conservación y gestión sustentable de la biodiversidad marina. En este caso, dado que esta especie no es explotada comercialmente la figura de las AMP´s es la que nos permite tener mayor respaldo de políticas y manejos en el tiempo adecuados para la conservación y preservación de la especie.

Desafíos y recomendaciones:

En cuanto a los aspectos metodológicos y técnicos a la hora de realizar este tipo de evaluaciones, los mismos presentan desafíos que como grupo consultor hemos tal como se mencionó en la cadena anterior y que a continuación detallamos:

Generación de nuevas capas de información a partir de modelos de alta resolución ad-hoc para la región. En este sentido desde el Proyecto CLAP-CEAZA se están desarrollando estos productos.

Fomentar a nivel académico e investigativo la georreferenciación de los diferentes organismos y especies presentes en las áreas marinas protegidas y demás unidades biológicas de manejo y/o conservación de una manera rigurosa y sistematizada que lleven a aumentar el número de estos registros para la región de Coquimbo. En este sentido, es curioso la falta de reportes geográficos para la comuna de Ovalle, presentando un quiebre aparente de la distribución geográfica de la especie para la región. Lo que invita a analizar estos resultados a futuro de una manera específica para tratar de encontrar explicaciones biológicas y/o ecológicas ante esta posible discontinuidad. En conjunción con lo anterior, realizar compilaciones y digitalización de información de ocurrencias georreferenciadas de las especies marinas, y alojarlas en repositorios de uso público como OBIS (Ocean Biodiversity Information System - https://obis.org/) y en este caso particular dada la naturaleza anfibia de la especie en otros archivadores como GBIF (Global Biodiversity Information Facility https://www.gbif.org/es/).

Por otra parte, como se ha establecido a nivel general el Chungungo, presenta un moderado a alto riesgo ante un eventual aumento de la temperatura superficial del mar producto del cambio climático. En este caso, dado que esta especie depende estrictamente del medio marino para lograr su alimentación un desafío a futuro es el de identificar y estimar el estado poblacional de las especies de la cual esta especie se alimenta y los impactos que las mismas pueden enfrentar producto de este cambio ambiental. Con esto, lograríamos generar planes de conservación de esta desde dos diferentes aristas lo que garantizaría un mayor éxito de los mismos para garantizar el futuro de la especie.

Referencias:

Assis, J., Tyberghein, L., Bosch, S., Verbruggen, H., Serrão, E. A., & De Clerck, O. (2018). Bio-ORACLE v2.0: Extending marine data layers for bioclimatic modelling. Global Ecology and Biogeography, 27(3), 277-284.

Cianfrani, C., O. Broennimann, A. Loy, and A. Guisan. 2018. More than range exposure: Global otter vulnerability to climate change. Biological Conservation 221:103-113.

Giakoumi, S., J. McGowan, M. Mills, M. Beger, R. H. Bustamante, A. Charles, P. Christie, M. Fox, P. Garcia-Borboroglu, S. Gelcich, P. Guidetti, P. Mackelworth, J. M. Maina, L. McCook, F. Micheli, L. E. Morgan, P. J. Mumby, L. M. Reyes, A. White, K. Grorud-Colvert, and H. P. Possingham. 2018. Revisiting "Success" and "Failure" of Marine Protected Areas: A Conservation Scientist Perspective. Frontiers in Marine Science 5. doi: 10.3389/fmars.2018.00223.

Hirzel, A. H., J. Hausser, D. Chessel, and N. Perrin. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology 83:2027-2036.

Petit, I.J., Campoy, A.N., Hevia, M.-J., Gaymer, C.F., and F.A. Squeo, F.A. 2018. Protected areas in Chile: are we managing them? Revista Chilena de Historia Natural 91(1), 10.1186/s40693-40018-40071-z.

Ramajo L., Goubanova, K., Rivadeneira, M., Astudillo, O., Ostría. E., Valladares, M., Ortiz, J.L., Barraza, J., Torrez, L., Barrera., S., Piña, B., Arthur, J., Gallardo, M. de los A., Martínez, M.L., Ramírez, J., Guerrero J., & Zavala, M. (2022). AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo. Proyecto ejecutado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA) a través GEF (Global Environment Facility) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Coquimbo, Chile. 112 pp. DOI: 10.6084/m9.figshare.20399202

Sielfeld, W., and J. C. Castilla. 1999. Estado de conservación y conocimiento de las nutrias en Chile. Estudios Oceanológicos 18:69-79.
Spalding, M. D., H. E. Fox, G. R. Allen, N. Davidson, Z. Ferdaña, M. Finlayson, B. S. Halpern, M. A. Jorge, A. Lombana, S. A. Lourie, K. D. Martin, E. McManus, J. Molnar, C. A. Recchia, and J. Robertson. 2007. Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. Bioscience 57:573-583.
Sunday, J., J. M. Bennett, P. Calosi, S. Clusella-Trullas, S. Gravel, A. L. Hargreaves, F. P. Leiva, W. C. Verberk, M. Á. Olalla-Tárraga, and I. Morales-Castilla. 2019. Thermal tolerance patterns across latitude and elevation. Philosophical Transactions of the Royal Society B 374:20190036.
Valqui, J. & Rheingantz, M.L. 2021. Lontra felina. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T12303A95970132. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T12303A95970132.en.
Vinagre, C., M. Dias, R. Cereja, F. Abreu-Afonso, A. A. Flores, and V. Mendonça. 2019. Upper thermal limits and warming safety margins of coastal marine species–Indicator baseline for future reference. Ecological Indicators 102:644-649.

Nombre de la Cadena de Impacto:
Pérdida de habitabilidad del puma debido a la reducción en la precipitaciones

Justificación de la cadena seleccionada:
El puma (*Puma concolor*) es la especie carnívora terrestre más grande presente en Chile, y ha sido fuente para el imaginario colectivo de la sociedad chilena durante siglos con la noción de que se trata de un animal peligroso (Venegas-Espinosa et al. 2022).

El puma es uno de los mamíferos de mayor rango geográfico en el mundo, y se distribuye a lo largo de todo el continente americano (Nielsen et al. 2015). En Chile se distribuye a través de todo el territorio, y de acuerdo con Quintana et al. (2000) habita en bosques, cordillera, cerros boscosos y zonas mixtas de matorral y coironales. Dada las presiones antropogénicas, su distribución altitudinal se encuentra restringida a zonas altas en la Cordillera de la Costa y de los Andes, siendo ocasional su presencia en la depresión intermedia.

El puma está clasificado como 'de menor preocupación' por la IUCN, aunque sus poblaciones están en declive (Nielsen et al. 2015). Sin embargo, en Chile, el Ministerio del Medio Ambiente la clasifica como 'casi amenazada'. Estudios en Norteamérica (Stoner et al. 2018) revelan que la productividad primaria, al controlar la abundancia de potenciales presas, sería un factor determinante de la densidad de las poblaciones del puma. Considerando que en la zona mediterránea de Chile central la productividad primaria está fuertemente controlada por las precipitaciones (De la Maza et al. 2009), se espera que una reducción en las precipitaciones proyectada hacia el año 2050 tenga efectos negativos en la habitabilidad del puma en la región de Coquimbo.

Definición de la cadena:

Componente de riesgo	Indicador
Amenaza	Disminución en el promedio anual de precipitaciones
Exposición	Distribución espacial potencial del puma
Sensibilidad	Margen de seguridad de los requerimientos de precipitación
Capacidad adaptativa	% de la superficie de la comuna con áreas protegidas
Riesgo	Riesgo de pérdida de habitabilidad del puma debido a la reducción en las precipitaciones
Escala espacial	Comuna

Metodología para el cálculo de indicadores de amenazas:
Para el indicador de amenaza se consideró la variabilidad de las precipitaciones (promedio anual) para cada comuna de la Región de Coquimbo utilizando como escenario presente la serie temporal entre 1980 y 2010, y proyectando un escenario de cambio del clima futuro para el escenario 2035 – 2065 (RCP8.5). El cambio en las precipitaciones (déficit o incremento) se estimó como:

$$\Delta pp\ anual\ (mm)\ =\ pp\ anual\ futuro -\ pp\ anual\ presente$$

, donde corresponde al promedio anual (2035 - 2065) de precipitaciones para cada comuna bajo el escenario de cambio climático RCP8.5, y corresponde al promedio de precipitaciones actual (1890 – 2010) para cada comuna.

La clasificación del nivel de amenaza fue determinada a partir de la diferencia entre la mínima y máxima variación en mm/año, tomando como mínimo una variación de 0 milímetros y un máximo de 45 milímetros. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de amenaza incrementales asociados a la reducción de la precipitación entre ambos escenarios.

Categoría	Reducción de la precipitación	Valor Normalizado
Muy alta	>36 mm/año	0,8 – 1,0
Alta	27-36 mm/año	0,6 – 0,8
Moderado	18-27 mm/año	0,4 – 0,6
Bajo	9-18 mm/año	0,2 – 0,4
Muy bajo	<9 mm/año	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de exposición:
La exposición fue calculada a partir de un mapa de distribución geográfica potencial del puma, obtenido de la IUCN (Nielsen *et al.* 2015). El mapa de distribución potencial del puma fue sobrepuesto sobre el mapa comunal de la región de Coquimbo, y posteriormente se estimó el % del área de cada comuna potencialmente habitable por la especie, como se indica en la siguiente tabla.

Comuna	% área comunal expuesta	Comuna	% área comunal expuesta
La Serena	100	**Los Vilos**	102
Coquimbo	100	**Salamanca**	100
Andacollo	100	**Ovalle**	92
La Higuera	100	**Combarbalá**	100
Paiguano	100	**Monte Patria**	97
Vicuña	100	**Punitaqui**	82
Illapel	100	**Río Hurtado**	100
Canela	100		

La clasificación del nivel de exposición fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del área de cada comuna potencialmente habitable por el puma, tomando como mínimo una variación de 82% y un máximo de 100%. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de exposición incrementales.

Categoría	% de área ocupada	Valor Normalizado
Muy alta	> 96.4	0.8 – 1
Alta	92.8 - 96.4	0.6 – 0.8
Moderado	89.2 - 92.8	0.4 – 0.6
Bajo	85.6 - 89.2	0.2 – 0.4
Muy bajo	< 85.6	0 – 0.2

Metodología para el cálculo de indicadores de sensibilidad:
Las precipitaciones son importantes reguladores de la distribución geográfica de los mamíferos, y alteraciones en los regímenes hídricos generan cambios en los rangos geográficos (Pacifici et al. 2020). Las precipitaciones además determinan los rasgos ecomorfológicos de los mamíferos (Eronen et al. 2010), teniendo así un impacto sobre su diversidad funcional. Los efectos de las precipitaciones sobre los mamíferos son indirectos, ya que actúan controlando la productividad primaria y regímenes de fuego (Ameca y Juárez et al. 2013, Hale et al. 2016). En Chile central, la productividad primaria está marcadamente gobernada por las precipitaciones (De la Maza et al. 2009), la cual tiene consecuencias sobre la dinámica de las poblaciones de mamíferos (Meserve et al. 2001, 2011). En este sentido, se propone el uso de una medida del margen de sensibilidad hídrica basado en los niveles de precipitación que la especie experimenta en un sitio particular en comparación al resto de su rango de distribución. Esta medida representaría un indicador heurístico de los efectos de las precipitaciones sobre otros procesos ecosistémicos.

Para esto, se utilizó una modificación del índice de especialización climática desarrollado por Hirzel *et al.* (2002):

$$Sensibilidad\ hídrica = \frac{PPmax - PPmin}{PPi - PPmin}$$

, donde PPi es la precipitación en la i-ésima celda espacial de ~16 km de resolución, $PPmax$ y $PPmin$ son la precipitación máxima y mínima, respectivamente, registrada a través del rango geográfico de la especie. Ya que las especies poseen rangos de distribución que sobrepasan los límites de la región de Coquimbo, no fue posible emplear los valores de PP generados ad-hoc para la región de Coquimbo (Ramajo et al. 2022), y fue extraída de la base de datos WorldClim (Fick & Hijmans 2020). Para celdas cercanas a la $PPmin$, la sensibilidad hídrica será mayor (i.e., decrementos futuros en la PP tendrán un mayor impacto local). Los valores de sensibilidad hídrica fueron promediados para cada comuna.

La clasificación del nivel de sensibilidad fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo de la sensibilidad hídrica del puma en cada comuna, tomando como mínimo una variación de 46 y un máximo de 226. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de sensibilidad incrementales.

Categoría	Sensibilidad hídrica	Valor Normalizado
Muy alta	> 190	0,8 – 1,0
Alta	154 - 190	0,6 – 0,8
Moderado	118 - 154	0,4 – 0,6
Bajo	82 - 118	0,2 – 0,4
Muy bajo	< 82	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de capacidad adaptativa:
Las áreas protegidas (AP) son una poderosa herramienta para los planes de conservación terrestre a nivel global (Le Saout et al. 2013). En Chile, constituyen una herramienta vital para la conservación de muchas especies de vertebrados marinos (Pauchard et al. 2002, Squeo et al. 2012), aunque la existencia de planes de administración resulta vital para asegurar su efectividad (Chape et al. 2005, Petit et al. 2018).

Como medida de capacidad adaptativa se empleó el % de la superficie de cada comuna ocupado por áreas protegidas oficiales, definidas de acuerdo del Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado (SNASPE).

Comuna	Reserva	Área (km^2)	% área comuna
Ovalle	Parque Nacional Bosque Fray Jorge	9.959	2,6
La Higuera	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt	859,3	0,2
Illapel	Reserva Nacional Las Chinchillas	4.229	1,6
Río Hurtado	Monumento Natural Pichasca	128	0,1

La clasificación del nivel de capacidad adaptativa fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del porcentaje de área de cada comuna protegida por la red SNASPE, tomando como mínimo una variación de 0.1 a un 2.6%. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de capacidad adaptativa incrementales

Categoría	% área comunal protegida	Valor Normalizado
Muy alta	> 2,1	0,8 – 1,0
Alta	1,6 – 2,1	0,6 – 0,8
Moderado	1,1 – 1,6	0,4 – 0,6
Bajo	0,6 –1,1	0,2 – 0,4
Muy bajo	<0,6	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo del indicador de riesgo:
Las amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa en cada celda fueron re-escaladas a valores entre 0 y 1 para hacerlas comparables. Posteriormente, para calcular el riesgo se empleó la expresión:

$$Riesgo = \frac{Amenaza' + Exposición' + Sensibilidad' * (1 - Capacidad\ adaptativa')}{3}$$

, donde ` indica el re-escalamiento de las variables.

Fuentes de Información:

Componente del Riesgo	Indicadores	Fuente
Amenaza	Decremento en la precipitación anual promedio	Ramajo et al. (2022)
Exposición	Distribución espacial potencial del puma	https://www.iucnredlist.org/species/18868/97216466 ; Nielsen et al. (2015),
Sensibilidad	Margen de seguridad de los requerimientos de precipitación	https://worldclim.org/data/worldclim21.html; Fick & Hijmans (2020)

Capacidad adaptativa	% de la superficie de la comuna con áreas protegidas	https://www.parquesnacionales.cl/planifica-tu-visita/fichas-areas-silvestres-protegidas/

Resultado:

Pérdida de habitabilidad del puma debido a la reducción en las precipitaciones

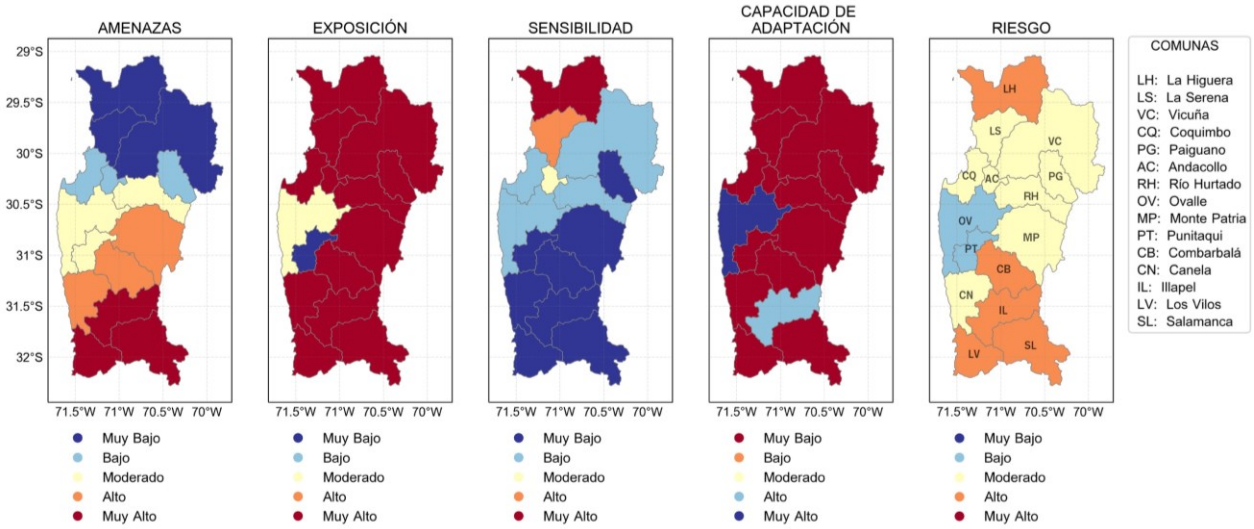


Figura 2.43. *Riesgo de cambios en la habitabilidad del puma debido a la reducción de precipitaciones en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:

Las mayores amenazas asociadas a la reducción de precipitación en esta cadena se sitúan en torno a las comunas del sector sur de la región, con valores "muy altos" en Los Vilos, Illapel y Salamanca. La exposición del puma es en general "muy alta" en la mayoría de las comunas a excepción de las comunas de Ovalle y Punitaqui. Por otra parte, la sensibilidad es "alta" a "muy alta" en las comunas de La Serena y La Higuera en la parte norte de la Región. En cuanto a la capacidad adaptativa es en general "muy baja", y solo alcanza valores "altos" en comunas como Ovalle e Illapel, donde se emplazan áreas protegidas SNASPE utilizadas en el presente proyecto. Finalmente, con todos los resultados anteriores, el riesgo de pérdida de habitabilidad para esta especie en la región es altamente variable, alcanzando una categorización de "bajo" riesgo de habitabilidad en las comunas de Ovalle y Punitaqui. "Alto" en cinco comunas tanto en la zona norte de la misma (comuna de La Higuera) como en el extremo sur de la misma (comunas de Los Vilos, Illapel, Salamanca y Combarbalá) y de "moderado" para las nueve comunas restantes de la región.

Conclusiones:

Ante el escenario de disminución en el promedio anual de precipitaciones proyectados para la región de Coquimbo, el riesgo de habitabilidad para la especie del Puma es principalmente moderado a alto para la misma y solo con valores bajos para las comunas de Ovalle y Punitaqui, dado que en estas comunas se emplazan las áreas protegidas SNASPE utilizadas en el presente proyecto y como se mencionó anteriormente la Región de Coquimbo es una de las zonas con menos áreas protegidas del Estado, y pocas tierras de dominio estatal. En este sentido y dadas las características biológicas y ecológicas de esta especie y la búsqueda intensa de recursos y en consonancia con los resultados de exposición, sensibilidad y

capacidad adaptativa para la misma trece de las quince comunas de la región presentan riesgo moderado a alto de habitabilidad para esta especie lo que puede llevar a desequilibrios ecológicos por la desaparición de este dado el rol ecológico "clave" por el control que esta especie ejerce sobre las poblaciones de herbívoros locales, como por ejemplo el guanaco o el aumento de las relaciones conflictivas con los ganaderos de la región dada la falta de presas y las búsqueda de las mismas en áreas de uso humano.

Por otra parte, en cuanto a la construcción de las cadenas de impactos para esta especie se identificaron algunas brechas en el insumo para el cálculo de estas cadenas. Puntualmente para el cálculo de la capacidad adaptativa, se tomaron en cuenta solo las áreas protegidas oficiales, definidas de acuerdo del Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado (SNASPE) para la región. Esto debido a que El SNASPE es un sistema de conservación in situ que cumple con los objetivos de conservar el patrimonio ambiental, tutelar la preservación de la naturaleza y asegurar la diversidad biológica. En este último punto, asegurar la diversidad biológica, se requiere de instituciones que brinden las garantías de perdurar a lo largo del tiempo para poder realizar estudios y monitoreos de largo plazo. En este sentido, utilizar áreas privadas o de usos diferentes a la conservación si bien pueden ser una ayuda para la protección de diversas especies pueden estar sujetas a la voluntad de privados y sus proyectos económicos.

Desafíos y recomendaciones:

En cuanto a los aspectos metodológicos y técnicos a la hora de realizar este tipo de evaluaciones, los mismos presentan desafíos que como grupo consultor hemos detectado tal como se mencionó en la cadena anterior y que a continuación detallamos:

Como se ha mencionado anteriormente, la región de Coquimbo es una de las zonas con menos áreas protegidas del Estado, con una de las mayores tazas de degradación de suelos, una alta tasa de vulnerabilidad sobre su biodiversidad y pocas tierras de dominio estatal. En este sentido, urge la acción del Estado en la compra o estimulación de convenios a largo plazo con privados que permitan aumentar el área de la región para el uso y tránsito de las diferentes especies sobre la misma. Evitando al máximo las interacciones negativas que ya se están observando y que producto del cambio climático y puntualmente el aumento en la disminución de las precipitaciones solo tenderán a aumentar.

En consonancia con lo anterior, además del desafío de tener nuevas tierras para las especies se hace necesario encaminar estas acciones a la compra de tierras que permitan la unión de estas a través de corredores ecológicos que permitan el natural tránsito de las especies. En este sentido, existen terrenos privados que pueden servir para estos propósitos y que aportarían mucho a la conservación de las especies entre estas el puma.

Por otra parte, si bien el puma ha sido visto desde tiempos inmemoriales como un elemento negativo hacia el hombre y sus actividades, existen actualmente iniciativas en las cuales la presencia de este puede generar recursos a la mismas. Como por ejemplo la realizada por “Rewilding Argentina”, la cual está comenzando a preparar a jóvenes locales para tareas de avistamiento de fauna como el puma, una evidente "oportunidad de empleo" en la región, además de trabajar con los ganaderos, a quienes hay que reconocerles "que existe un daño, pero que ese daño hay que tratarlo de forma razonable y no indiscriminada".

Referencias

Ameca y Juárez, E. I., G. M. Mace, G. Cowlishaw, W. A. Cornforth, and N. Pettorelli. 2013. Assessing exposure to extreme climatic events for terrestrial mammals. Conservation Letters 6:145-153.

Chape, S., J. Harrison, M. Spalding, and I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 360:443-455.

De La Maza, M., M. Lima, P. L. Meserve, J. R. Gutierrez, and F. M. Jaksic. 2009. Primary production dynamics and climate variability: ecological consequences in semiarid Chile. Global Change Biology 15:1116-1126.

Eronen, J., K. Puolamäki, L. Liu, K. Lintulaakso, J. Damuth, C. Janis, and M. Fortelius. 2010. Precipitation and large herbivorous mammals I: estimates from present-day communities. Evolutionary Ecology Research 12:217-233.

Fick, S.E. and R.J. Hijmans, 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315.ç

Hale, S., D. G. Nimmo, R. Cooke, G. Holland, S. James, M. Stevens, N. De Bondi, R. Woods, M. Castle, and K. Campbell. 2016. Fire and climatic extremes shape mammal distributions in a fire-prone landscape. Diversity and Distributions 22:1127-1138.

Meserve, P. L., W. B. Milstead, and J. R. Gutiérrez. 2001. Results of a food addition experiment in a north-central Chile small mammal assemblage: evidence for the role of "bottom-up" factors. Oikos 94:548-556.

Meserve, P. L., D. A. Kelt, M. A. Previtali, W. B. Milstead, and J. R. Gutiérrez. 2011. Global climate change and small mammal populations in north-central Chile. Journal of Mammalogy 92:1223-1235.

Nielsen, C., Thompson, D., Kelly, M. & Lopez-Gonzalez, C.A. 2015. Puma concolor (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T18868A97216466. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en. Accessed on 17 October 2022.

Pacifici, M., C. Rondinini, J. R. Rhodes, A. A. Burbidge, A. Cristiano, J. E. Watson, J. C. Woinarski, and M. Di Marco. 2020. Global correlates of range contractions and expansions in terrestrial mammals. Nature communications 11:2840.

Pauchard, A., and P. Villarroel. 2002. Protected areas in Chile: history, current status, and challenges. Natural Areas Journal 22:318-330.

Ramajo L., Goubanova, K., Rivadeneira, M., Astudillo, O., Ostría. E., Valladares, M., Ortiz, J.L., Barraza, J., Torrez, L., Barrera., S., Piña, B., Arthur, J., Gallardo, M. de los A., Martínez, M.L., Ramírez, J., Guerrero J., & Zavala, M. (2022). AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo. Proyecto ejecutado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA) a través GEF (Global Environment Facility) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Coquimbo, Chile. 112 páginas. DOI: 10.6084/m9.figshare.20399202

Squeo, F. A., R. A. Estévez, A. Stoll, C. F. Gaymer, L. Letelier, and L. Sierralta. 2012. Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. Plant Ecology & Diversity 5:233-243.

Stoner, D. C., J. O. Sexton, D. M. Choate, J. Nagol, H. H. Bernales, S. A. Sims, K. E. Ironside, K. M. Longshore, and T. C. Edwards Jr. 2018. Climatically driven changes in primary production propagate through trophic levels. Global Change Biology 24:4453-4463.

Venegas Espinoza, F., A. Moreira-Muñoz, and P. Mansilla-Quiñones. 2022. El giro multiespecies: Representación geohistórica del puma desde una perspectiva interdisciplinaria (Siglos XVI-XXi). Diálogo andino:326-345.

Nombre de la Cadena de Impacto:

Pérdida de la habitabilidad de la chinchilla debido a la reducción de las precipitaciones

Justificación de la cadena seleccionada:

La chinchilla de cola larga (*Chinchilla lanigera*) es una especie de roedor carismática y endémica de Chile, y habita en matorrales y áreas rocosas principalmente en la región de Coquimbo (Spotorno 2004), donde se ubican dos colonias (Jiménez 1996). Sin embargo, en años recientes se han descubierto dos poblaciones de la especie en la zona de Copiapó, Atacama (Valladares et al. 2014) y Paposo, Antofagasta (Villarroel et al. 2021).

La chichilla de cola larga ha sido clasificada como "en peligro" por la IUCN (Roach & Kennerley 2016). La especie fue cazada indiscriminadamente durante décadas por su piel, conduciendo a un colapso de sus poblaciones (Jiménez 1996). Se estima existen no más de 5,350 individuos adultos y una población en declive (Roach & Kennerley 2016). Dado esto se crea La Reserva Nacional Las Chinchillas el 30 de noviembre de 1983, cuya superficie es de 4229 hectáreas, en la Región de Coquimbo, provincia del Choapa, comuna de Illapel. La unidad constituye el único sitio en que se protege a la chinchilla chilena, especie en peligro de extinción, para la cual se cuenta con un plan de conservación vigente.

Adicionalmente, se ha descrito que durante años lluviosos se incrementa la diversidad de plantas consumidas por la chinchilla (Cortés et al. 2002). Debido al control que ejercen las precipitaciones sobre la productividad primaria en la zona mediterránea de Chile central (De la Maza et al. 2009), se ha hipotetizado que la dinámica poblacional de la chinchilla estaría forzada por fluctuaciones interanuales en las precipitaciones. Así, se espera que una reducción en las precipitaciones proyectadas hacia el año 2050 tenga efectos negativos en la habitabilidad de la chinchilla en la región de Coquimbo.

Definición de la cadena:

Componente de riesgo	Indicador
Amenaza	Disminución en el promedio anual de precipitaciones
Exposición	Distribución espacial potencial de la Chinchilla
Sensibilidad	Margen de seguridad de los requerimientos de precipitación
Capacidad adaptativa	% de la superficie de la comuna con áreas protegidas
Riesgo	Riesgo de pérdida de habitabilidad de la Chinchilla debido a la reducción de las precipitaciones
Escala espacial	Comuna

Metodología para el cálculo de indicadores de amenazas:

Para el indicador de amenaza se consideró la variabilidad de las precipitaciones (promedio anual) para cada comuna de la Región de Coquimbo utilizando como escenario presente la serie temporal entre 1980 y 2010, y proyectando un escenario de cambio del clima futuro para el escenario 2035 – 2065 (RCP8.5). El cambio en las precipitaciones (déficit o incremento) se estimó como:

$$\Delta pp\ anual\ (mm)\ =\ pp\ anual\ futuro -\ pp\ anual\ presente$$

, donde corresponde al promedio anual (2035 - 2065) de precipitaciones para cada comuna bajo el escenario de cambio climático RCP8.5, y corresponde al promedio de precipitaciones actual (1890 – 2010) para cada comuna.

La clasificación del nivel de amenaza fue determinada a partir de la diferencia entre la mínima y máxima variación en mm/año, tomando como mínimo una variación de 0 milímetros y un máximo de 45 milímetros. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de amenaza incrementales asociados a la reducción de la precipitación entre ambos escenarios.

Categoría	Reducción de la precipitación	Valor Normalizado
Muy alta	>36 mm/año	0,8 – 1,0
Alta	27 – 36 mm/año	0,6 – 0,8
Moderado	18 – 27 mm/año	0,4 – 0,6

Bajo	9 –18 mm/año	0,2 – 0,4
Muy bajo	<9 mm/año	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de exposición:
La exposición fue calculada a partir de un mapa de distribución geográfica potencial de la chinchilla, obtenido de la IUCN (Roach & Kennerley (2016)). El mapa de distribución potencial de la chinchilla fue sobrepuesto sobre el mapa comunal de Coquimbo, y se estimó el % del área de cada comuna potencialmente habitable por la especie.

Comuna	% área comunal expuesta	Comuna	% área comunal expuesta
La Serena	99	**Los Vilos**	0
Coquimbo	99	**Salamanca**	0
Andacollo	100	**Ovalle**	92
La Higuera	59	**Combarbalá**	92
Paiguano	0	**Monte Patria**	51
Vicuña	26	**Punitaqui**	82
Illapel	29	**Río Hurtado**	62
Canela	90		

La clasificación del nivel de exposición fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del área de cada comuna potencialmente habitable por el puma, tomando como mínimo una variación de 26% y un máximo de 100%. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de exposición incrementales.

Categoría	% de área ocupada	Valor Normalizado
Muy alta	>85,2	0,8 – 1,0
Alta	70,4 – 85,2	0,6 – 0,8
Moderado	55,6 – 70,4	0,4 – 0,6
Bajo	40,8 – 55,6	0,2 – 0,4
Muy bajo	<40,8	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de sensibilidad:
Las precipitaciones son importantes reguladores de la distribución geográfica de los mamíferos, y alteraciones en los regímenes hídricos generan cambios en los rangos geográficos (Pacifici et al. 2020). Las precipitaciones además determinan los rasgos ecomorfológicos de los mamíferos (Eronen et al. 2010), teniendo así un impacto sobre su diversidad funcional. Los efectos de las precipitaciones sobre los mamíferos son indirectos, ya que actúan controlando la productividad primaria y regímenes de fuego (Ameca y Juárez et al. 2013, Hale et al. 2016). En Chile central, la productividad primaria está marcadamente gobernada por las precipitaciones (De la Maza et al. 2009), la cual tiene consecuencias sobre la dinámica de las poblaciones de mamíferos (Meserve et al. 2001, 2011). En este sentido, se propone el uso de una medida del margen de sensibilidad hídrica basado en los niveles de precipitación que la especie experimenta en un sitio particular en comparación al resto de su rango de distribución. Esta medida representaría un indicador heurístico de los efectos de las precipitaciones sobre otros procesos ecosistémicos.

Para esto, se utilizó una modificación del índice de especialización climática desarrollado por Hirzel et al. (2002):

$$Sensibilidad\ hídrica = \frac{PPmax - PPmin}{PPi - PPmin}$$

, donde PPi es la precipitación en la i-ésima celda espacial de ~16 km de resolución, $PPmax$ y $PPmin$ son la precipitación máxima y mínima, respectivamente, registrada a través del rango geográfico de la especie. Ya que las especies poseen rangos de distribución que sobrepasan los límites de la región de Coquimbo, no fue posible emplear los valores de PP generados ad-hoc para la región de Coquimbo (Ramajo et al. 2022), y fue extraída de la base de datos WorldClim (Fick y Hijmans 2020). Para celdas cercanas a la $PPmin$, la sensibilidad hídrica será mayor (i.e., decrementos futuros en la PP tendrán un mayor impacto local). Los valores de sensibilidad hídrica fueron promediados para cada comuna.

La clasificación del nivel de sensibilidad fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo de la sensibilidad hídrica del puma en cada comuna, tomando como mínimo una variación de 1.2 y un máximo de 8.1. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de sensibilidad incrementales.

Categoría	Sensibilidad hídrica	Valor Normalizado
Muy alta	> 6,7	0,8 – 1,0
Alta	5,3 – 6,7	0,6 – 0,8
Moderado	3,9 – 5,3	0,4 – 0,6
Bajo	2,5 – 3,9	0,2 – 0,4
Muy bajo	<2,5	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo de indicadores de capacidad adaptativa:
Las áreas protegidas (AP) son una poderosa herramienta para los planes de conservación terrestre a nivel global (Le Saout et al. 2013). En Chile, constituyen una herramienta vital para la conservación de muchas especies de vertebrados marinos (Pauchard et al. 2002, Squeo et al. 2012), aunque la existencia de planes de administración resulta vital para asegurar su efectividad (Chape et al. 2005, Petit et al. 2018).

Como medida de capacidad adaptativa se empleó el % de la superficie de cada comuna ocupado por áreas protegidas oficiales, definidas de acuerdo del Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado (SNASPE).

Comuna	Reserva	Área (km^2)	% área comuna
Ovalle	Parque Nacional Bosque Fray Jorge	9.959	2,6
La Higuera	Reserva Nacional Pingüino de Humboldt	859,3	0,2
Illapel	Reserva Nacional Las Chinchillas	4.229	1,6
Río Hurtado	Monumento Natural Pichasca	128	0,1

La clasificación del nivel de capacidad adaptativa fue determinada a partir de la diferencia entre el mínimo y máximo del porcentaje de área de cada comuna protegida por la red SNASPE, tomando como mínimo una variación de 0.1 a un 2.6%. La diferencia entre ambos fue dividida en 5 grupos categóricos, asignando niveles de capacidad adaptativa incrementales.

Categoría	% área comunal protegida	Valor Normalizado
Muy alta	> 2,1	0,8 – 1,0
Alta	1,6 – 2,1	0,6 – 0,8
Moderado	1,1 – 1,6	0,4 – 0,6
Bajo	0,6 – 1,1	0,2 – 0,4
Muy bajo	<0,6	0,0 – 0,2

Metodología para el cálculo del indicador de riesgo:
Las amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa en cada celda fueron reescaladas a valores entre 0 y 1 para hacerlas comparables. Posteriormente, para calcular el riesgo se empleó la expresión:

$$Riesgo = \frac{Amenaza' + Exposición' + Sensibilidad' * (1 - Capacidad\ adaptativa')}{3}$$

, donde ` indica el re-escalamiento de las variables.

Fuentes de Información:

Componente del Riesgo	Indicadores	Fuente
Amenaza	Decremento en la precipitación anual promedio	Ramajo et al. (2022)
Exposición	Distribución espacial potencial de la chinchilla	https://www.iucnredlist.org/species/4652/117975205; Roach & Kennerley (2016)
Sensibilidad	Margen de seguridad de los requerimientos de precipitación	https://worldclim.org/data/worldclim21.html Fick & Hijmans (2020)
Capacidad adaptativa	% de la superficie de la comuna con áreas protegidas	https://www.parquesnacionales.cl/planifica-tu-visita/fichas-areas-silvestres-protegidas/

Resultado:

Pérdidad habitabilidad de la Chinchilla debido a la reducción de las precipitaciones

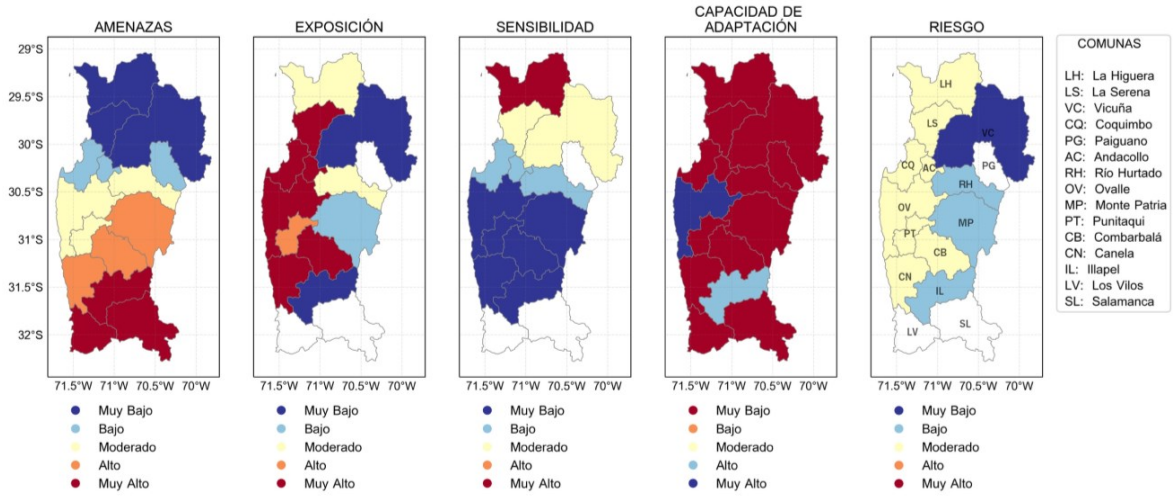


Figura 2.44. *Riesgo de pérdida de habitabilidad de la chinchilla debido a la reducción de las precipitaciones en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Descripción del Resultado:
Las mayores amenazas asociadas a la reducción de precipitación en esta cadena se sitúan en torno a las comunas de sector sur de la región, con valores muy altos en Los Vilos, Illapel y Salamanca. La exposición de la chinchilla es altamente variable, con presencia en 12 de las 15 comunas de la región, y llega a ser "muy alta" en varias comunas de la región sobretodo en el borde costero y la comuna de Combarbalá. La sensibilidad de esta especie ante estos cambios en la precipitación va de "alta" a "muy alta" en la comuna de La Higuera. La capacidad adaptativa es en general "muy baja", y solo alcanza valores "altos" en comunas como Ovalle e Illapel, donde se emplazan las áreas protegidas SNASPE de mayor tamaño y donde se encuentra precisamente la Reserva Nacional Las Chinchillas. Finalmente, el riesgo de esta cadena es altamente variable entre comunas, alcanzando una categorización de "moderado" en 8 comunas de la región por lo general del borde costero a excepción de la comuna de Combarbalá.

Conclusiones:
Ante el escenario de disminución en el promedio anual de precipitaciones proyectados para la región de Coquimbo, el riesgo de habitabilidad para la especie de chinchilla de cola larga es principalmente moderado a bajo. Para esta especie en particular dado su estatus de clasificación y estimación de especímenes (5350 individuos adultos y una población en declive), se crea una Reserva Nacional para la protección e investigación de esta, lo que ha llevado a tener más conocimiento de esta especie. En este sentido, como puede verse en la figura anterior, la capacidad adaptativa para enfrentar cambios ambientales como la disminución en las precipitaciones es mayor en la comuna donde se encuentra esta reserva, por lo que en este sentido la reserva puede actuar a futuro como un amortiguador ante cambios ambientales. Sin embargo y a pesar de que este animal es de pequeño tamaño es necesario recordar que la Región de Coquimbo es una de las zonas con menos áreas protegidas del Estado, y pocas tierras de dominio estatal. En este sentido dadas las características biológicas y ecológicas de esta especie y el estatus de sus poblaciones se espera que una reducción en las precipitaciones proyectadas hacia el año 2050 tenga efectos negativos en la habitabilidad de la chinchilla en la región de Coquimbo.
Por otra parte, en cuanto a la construcción de las cadenas de impactos para esta especie se identificaron algunas brechas en el insumo para el cálculo de estas cadenas. Puntualmente para el cálculo de la capacidad adaptativa, al igual y con la misma información de base que con la especie del puma se tomaron en cuenta solo las áreas protegidas oficiales, definidas de acuerdo del Sistema Nacional de Áreas Silvestres del Estado (SNASPE) para la región. Esto debido a que El SNASPE es un sistema de conservación in situ que cumple con los objetivos de conservar el patrimonio ambiental, tutelar la preservación de la naturaleza y asegurar la diversidad biológica. En este último punto, asegurar la diversidad biológica, se requiere de instituciones que brinden las garantías de perdurar a lo largo del tiempo para poder realizar estudios y monitoreos de largo plazo, tal como lo es en la Reserva Nacional Las Chinchillas.

Desafíos y recomendaciones.
En cuanto a los aspectos metodológicos y técnicos a la hora de realizar este tipo de evaluaciones, los mismos presentan desafíos que como grupo consultor hemos detectado algunos que pueden ayudar con la conservación de esta especie y que a continuación detallamos:

Como se ha mencionado anteriormente, la región de Coquimbo es una de las zonas con menos áreas protegidas del Estado, con una de las mayores tazas de degradación de suelos, una alta tasa de vulnerabilidad sobre su biodiversidad y pocas tierras de dominio estatal. En consonancia con lo anterior, además del desafío de tener nuevas tierras para las especies se hace necesario encaminar estas acciones a la compra de tierras que permitan la unión de estas a través de corredores ecológicos que permitan el natural tránsito de las especies. En este sentido, existen terrenos privados que pueden servir para estos

propósitos y que aportarían mucho a la conservación de las especies uno de estos ejemplos es el del Parque Hacienda "El Durazno" es un área de conservación de 6.965 hectáreas ubicada en el sur de la región de Coquimbo, en la comuna de Canela (https://fundacionllampangui.cl/parque-hacienda-el-durazno/).

Este parque ha sido estimado como vital para el movimiento de las chinchillas dado su ubicación y reportes informales indican la presencia de esta especie bajo los linderos de esta propiedad. Por lo que un gran desafío sería el de contar con la voluntad de estos privados para poder reafirmar estos corredores ecológicos para la especie que le permitan enfrentar los cambios ambientales y ecológicos productos del cambio climático y el conocimiento de su proceso de colonización y dispersión a "nuevos" territorios.

Adicionalmente, como se comentó anteriormente esta especie fue cazada indiscriminadamente durante décadas por su piel, conduciendo a un colapso de sus poblaciones. Esto, aunque ya está prohibido y aparentemente ya no se lleva a cabo, aún quedan personas con intereses por tener como mascota a estos especímenes. Por lo que se debe fortalecer a través de campañas oficiales la importancia de no tener fauna silvestre en como mascota, dado que las especies animales afuera de su hábitat o ambiente natural no pueden realizar las funciones para las cuales han evolucionado en dichos espacios como por ejemplo la dispersión de semillas, el control de plagas entre otras y así mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Referencias

Ameca y Juárez, E. I., G. M. Mace, G. Cowlishaw, W. A. Cornforth, and N. Pettorelli. 2013. Assessing exposure to extreme climatic events for terrestrial mammals. Conservation Letters 6:145-153.

Chape, S., J. Harrison, M. Spalding, and I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 360:443-455.

Cortés, A., E. Miranda, and J. Jiménez. 2002. Seasonal food habits of the endangered long-tailed chinchilla (Chinchilla lanigera): the effect of precipitation. Mammalian Biology 67:167-175.

De La Maza, M., M. Lima, P. L. Meserve, J. R. Gutierrez, and F. M. Jaksic. 2009. Primary production dynamics and climate variability: ecological consequences in semiarid Chile. Global Change Biology 15:1116-1126.

Eronen, J., K. Puolamäki, L. Liu, K. Lintulaakso, J. Damuth, C. Janis, and M. Fortelius. 2010. Precipitation and large herbivorous mammals I: estimates from present-day communities. Evolutionary Ecology Research 12:217-233.

Fick, S.E. and R.J. Hijmans, 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315.ç

Hale, S., D. G. Nimmo, R. Cooke, G. Holland, S. James, M. Stevens, N. De Bondi, R. Woods, M. Castle, and K. Campbell. 2016. Fire and climatic extremes shape mammal distributions in a fire-prone landscape. Diversity and Distributions 22:1127-1138.

Jiménez, J. E. 1996. The extirpation and current status of wild chinchillas Chinchilla lanigera and C. brevicaudata. Biological Conservation 77:1-6.

Meserve, P. L., W. B. Milstead, and J. R. Gutiérrez. 2001. Results of a food addition experiment in a north-central Chile small mammal assemblage: evidence for the role of "bottom-up" factors. Oikos 94:548-556.

Meserve, P. L., D. A. Kelt, M. A. Previtali, W. B. Milstead, and J. R. Gutiérrez. 2011. Global climate change and small mammal populations in north-central Chile. Journal of Mammalogy 92:1223-1235.

Pacifici, M., C. Rondinini, J. R. Rhodes, A. A. Burbidge, A. Cristiano, J. E. Watson, J. C. Woinarski, and M. Di Marco. 2020. Global correlates of range contractions and expansions in terrestrial mammals. Nature communications 11:2840.

Pauchard, A., and P. Villarroel. 2002. Protected areas in Chile: history, current status, and challenges. Natural Areas Journal 22:318-330.

Ramajo L., Goubanova, K., Rivadeneira, M., Astudillo, O., Ostría. E., Valladares, M., Ortiz, J.L., Barraza, J., Torrez, L., Barrera., S., Piña, B., Arthur, J., Gallardo, M. de los A., Martínez, M.L., Ramírez, J., Guerrero J., & Zavala, M. (2022). AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo. Proyecto ejecutado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile

(MMA) a través GEF (Global Environment Facility) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Coquimbo, Chile. 112 páginas. DOI: 10.6084/m9.figshare.20399202

Roach, N. & Kennerley, R. 2016. Chinchilla lanigera (errata version published in 2017). The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T4652A117975205. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T4652A22190974.en.

Squeo, F. A., R. A. Estévez, A. Stoll, C. F. Gaymer, L. Letelier, and L. Sierralta. 2012. Towards the creation of an integrated system of protected areas in Chile: achievements and challenges. Plant Ecology & Diversity 5:233-243.

Spotorno, A. E., C. A. Zuleta, J. P. Valladares, A. L. Deane, and J. E. Jiménez. 2004. Chinchilla laniger. Mammalian species 2004:1-9.

Stoner, D. C., J. O. Sexton, D. M. Choate, J. Nagol, H. H. Bernales, S. A. Sims, K. E. Ironside, K. M. Longshore, and T. C. Edwards Jr. 2018. Climatically driven changes in primary production propagate through trophic levels. Global Change Biology 24:4453-4463.

Valladares, P., C. Zuleta, and A. Spotorno. 2014. Chinchilla lanigera (Molina 1782) and C. chinchilla (Lichtenstein 1830): review of their distribution and new findings. Animal Biodiversity and Conservation 37:89-93.

4. Establecimiento del Inventario Regional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Forzantes Climáticos de Vida Corta a Nivel Regional

Para el establecimiento del inventario regional de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y forzantes climáticos de vida corta a nivel regional se abordan los siguientes temas:

- Identificación y análisis de las principales fuentes y sumideros de GEI para la Región de Coquimbo y análisis por sectores económicos. Los valores desagregados por fuentes puntuales serán objeto de un punto posterior.
- Proyecciones para emisiones y sumidero de GEI en la Región de Coquimbo
- Fuentes puntuales de GEI
- Identificación y análisis de las principales fuentes de carbono negro para la Región de Coquimbo y análisis por sectores económicos. Los valores desagregados por fuentes puntuales serán objeto de un punto posterior.
- Proyecciones para emisiones de carbono negro en la Región de Coquimbo
- Fuentes puntuales de carbono negro en la Región de Coquimbo

4.1. Gases de Efecto Invernadero (GEI)

4.1.1. Identificación y análisis de las principales fuentes y sumideros de GEI para la región de Coquimbo[64-65]

Respecto a los gases de efecto invernadero (GEI), el IRGEI incluye las emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO_2), y las emisiones de metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

Las unidades para expresar las emisiones totales de GEI son kt CO_2 eq; y las emisiones de cada GEI se transforman en CO_2 eq utilizando los valores del Potencial de Calentamiento Global (PCG) recogidos en el Fourth Assessment Report del Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4, IPCC) para cada uno de los gases anteriormente nombrados. A modo de ejemplo, se consideran 25 kt CO_2 eq por kt de CH_4 y 298 kt de CO_2 eq por kt de N_2O.

4.1.2. Análisis por sectores económicos

Según las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, los sectores económicos se agrupan en cinco categorías que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones o absorción de GEI.

Estos sectores son:

- **Energía**: Comprende, principalmente, la exploración y explotación de las fuentes primarias de energía, la conversión de las fuentes primarias de energía en formas más utilizables en refinerías y centrales eléctricas, la transmisión y distribución de los combustibles y el uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles. En el caso del inventario de la región de Coquimbo, se desglosa en Transporte y Energía estacionaría, que hace referencia a las emisiones por quema de combustibles para la producción de electricidad y/o calor.
- **Procesos industriales y uso de productos (IPPU):** Emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por los procesos industriales, por el uso de gases de efecto invernadero en los productos y por los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles fósiles.

---

[64] *Los resultados mostrados en este apartado se han obtenido mediante el análisis de la versión más reciente del documento 'Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

[65] *Este análisis será ampliado y actualizado a la recepción de la nueva versión del IRGEI, actualmente en proceso.*

- **Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU):** Este sector se dividide en Agricultura, que incluye a la ganadería, y Uso de la tierra, Cambio de uso de la tierra y silvicultura, que hace referencia al cultivo, cuidado y explotación de los bosques y los montes (UTCUTS)[66].
- **Residuos:** Incluye tanto actividades de disposición y valorización de residuos sólidos, como tratamiento y descarga de aguas residuales.
- **Otros:** No está representada en el inventario de la región.

Para el año 2018, la Región de Coquimbo emitió de manera directa (alcance 1) un total de 2.764 kt CO_2 eq (sin considerar el Sector UTCUTS, que incluye emisión y absorción de CO_2 por Uso de la tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura), lo que supuso un 2,5% de las emisiones a nivel nacional.

El **Sector Transporte**, que incluye transporte por carretera, marítimo, aviación y otros (diferente de ferroviario), fue el principal sector emisor (48% de las emisiones totales).

El segundo lugar en porcentaje de emisiones directas (23%) corresponde a **Sector Energía Estacionaria**, que incluye generación dentro de la propia región de energía para edificios, industrias y generación de electricidad a la red. Los **Sectores Agricultura, IPPU** y **Residuos** aportan con un 13%, 7% y 9% de emisiones a nivel regional ***(Fig. 4.1)***.

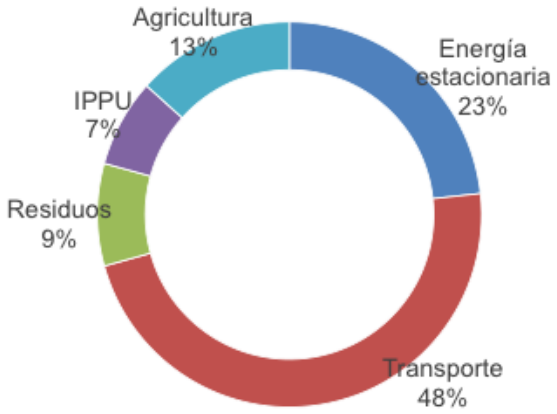


Figura 4.1*. Aporte a las emisiones de GEI en la Región de Coquimbo para el año 2018 (solo sectores con emisiones netas positivas y de alcance 1; sin emisiones por generación de electricidad fuera de la región;). Fuente: Adaptado del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

Las emisiones directas (alcance 1 sin UTCUTS) no incluyen aquellas correspondientes a la generación de la **Electricidad** consumida en la región de Coquimbo, pero si producida fuera de la misma **(alcance 2)**, que alcanzaron en el año 2018 a un valor total de **1.361 kt CO_2 eq**.

[66] *El sector UTCUTS presentó en año 2018 emisiones netas negativas, actuando de esta manera como sumidero de CO_2.*

Las emisiones directas (alcance 1 sin UTCUTS) no incluyen aquellas correspondientes a la generación de la **Electricidad** consumida en la región de Coquimbo, pero si producida fuera de la misma **(alcance 2)**, que alcanzaron en el año 2018 a un valor total de **1.361 kt CO_2 eq**.

De este modo, las emisiones generadas de manera directa (alcance 1 sin UTCUTS) o indirectamente (alcance 2) en la Región de Coquimbo serían responsables aproximadamente de $\frac{2}{3}$ y $\frac{1}{3}$ de las emisiones totales asociadas a la región, respectivamente.

Respecto **al Sector UTCUTS, este presenta una absorción neta de -139 kt CO_2 eq (año 2018)**, lo que representa el 0,21 % del sector a nivel nacional. Este sería, por tanto, el único sector que actúa como sumidero neto de emisiones de gases de efecto invernadero en la región.

Tras el análisis de sectores emisores y sumidero, se estima que la región de Coquimbo para el año 2018 emitió un total de 3.986 kt CO_2 eq. netas *(ver Tabla 4.1)*.

***Tabla 4.1**. Contribución absoluta y porcentual al calentamiento global de sectores con emisiones netas positivas y negativas (sumidero) en la región de Coquimbo para el año 2018 (alcances 1 y 2).* Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.

EMISIONES TOTALES PARA LA REGIÓN DE COQUIMBO (AÑO 2018)	kt CO_2eq	%
Total (Total alcance 1 + Total Alcance 2)	**3.986**	**100%**
Total Alcance 1	**2.625**	**66%**
Subtotal sectores con emisiones netas positivas	**2.764**	**69%**
Transporte	1.311	33%
Energía estacionaria	643	16%
Residuos	369	9%
Agricultura	237	6%
IPPU	204	5%
Subtotal sectores con emisiones netas negativas	**-139**	**-3%**
UTCUTS	-139	-3%
Total Alcance 2 (fuentes fuera de la región)	**1.361**	**34%**
Generación de electricidad	1.361	34%

***Alcance 1*:** Emisiones de GEI provenientes de fuentes situadas dentro de la región.

Alcance 2: Emisiones de GEI que se producen como consecuencia de la utilización, dentro de la región, de energía, calor, vapor y/o refrigeración generados fuera de la region.

Gases de efecto invernadero: CO_2, CH_4, N_2O, HFCs, PFCs y SF6

Agrupación por sectores económicos: Según directrices del IPCC (2006)

Valores de emisión/absorción: Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI), MMA

Valores de potencial de cambio climático para cada gas: AR4 del IPCC (IPCC (AR4, 2006))

Si bien, a nivel nacional, las emisiones se han incrementado en un 128% desde 1990 al 2018, y un 2 % desde 2016 al 2018, **el análisis histórico de emisiones para la región de Coquimbo determina que las emisiones aumentaron en un 216% desde 1990 al 2018 y en un 18% desde 2016 al 2018 *(Fig. 4.2)***.

Respecto al incremento de emisiones desde 1990, un 44% de estas se debe al consumo de electricidad generada fuera de la región y un 37% al transporte[67]. En cuanto al incremento desde 2016, un 43% de estas se debe al aumento de las emisiones por generación de energía mediante fuentes estacionarias dentro de la región y un 23% al trasporte[68].

Por otro lado, explicar que el cambio en la tendencia del Sector UTCUTS, pasando de ser un sector emisor neto a un sector sumidero, con absorción neta, se debe a una mejora en la cuantificación de la absorción de CO_2, generando valores netos negativos y más fiables.

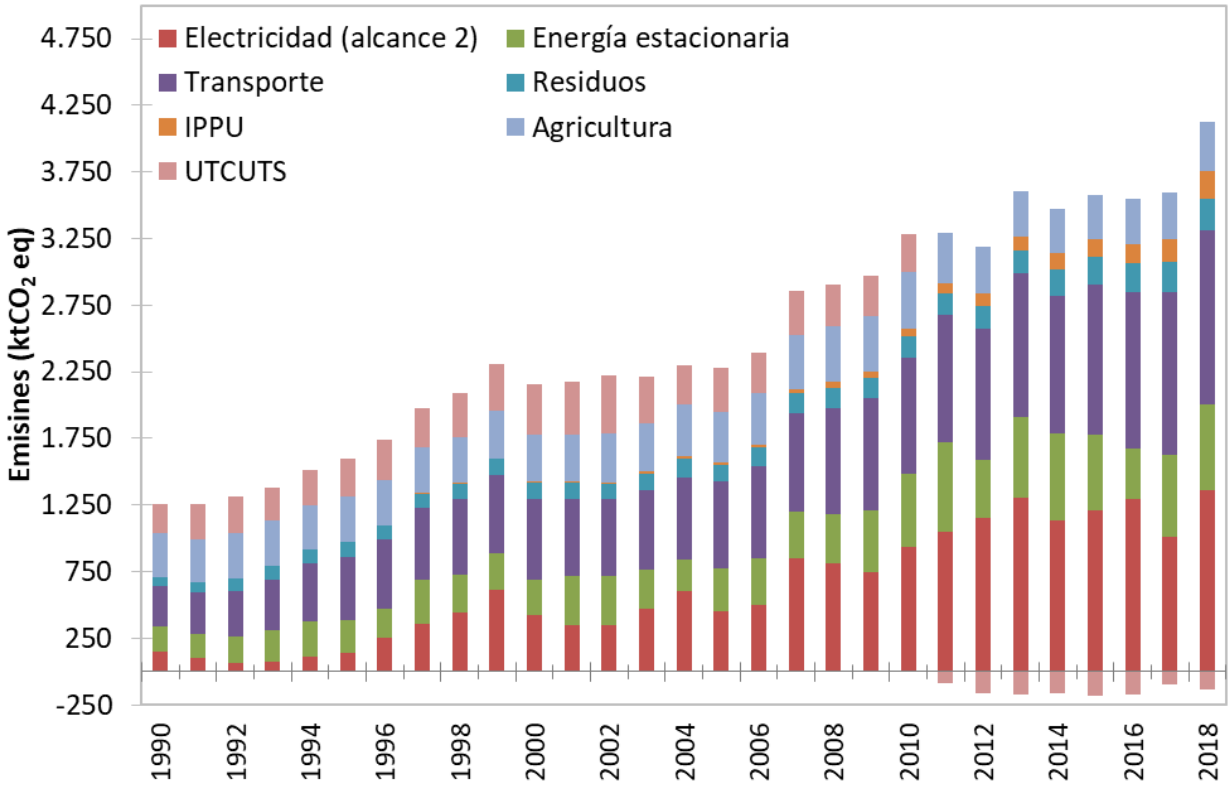


Figura 4.2. Serie histórica 1990-2018 de emisiones de gases de efecto invernadero en la Región de Coquimbo (alcances 1 y 2), agrupadas por sectores según las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. *Los sectores económicos se agrupan en cinco sectores que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI. Estos sectores son Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) y Residuos. En el caso de la región de Coquimbo, el alcance 2 está representado por la producción de electricidad consumida en la región y generada fuera de la misma. Esta generación está excluida del término Energía Estacionaria, incluido en el alcance 1 al igual que el resto de los sectores representados en la figura.* Fuente: Adaptado del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.

[67] Cuyas emisiones de GEI crecieron un 810% desde 1990, y 337%, respectivamente.
[68] Cuyas emisiones de CEI crecieron un 70% y un 12% respectivamente en el período 2016-2018.

A la vista del análisis realizado, puede concluirse que, según los últimos datos disponibles (2018), las emisiones de GEI están dominadas por el consumo de Electricidad (alcance 2) generada fuera de la región (1/3) y el Transporte (1/3).

Además, las emisiones de GEI en la Región de Coquimbo han crecido muy por encima de la media nacional, un 168% más para el período 1990-2018, debido principalmente al crecimiento de las emisiones de los dos sectores anteriores, y un 1100% más para el período 2016-2018, debido principalmente al crecimiento de las emisiones procedentes de la Generación estacionaria en la región y el Transporte; siendo este último sector el que más ha crecido en términos de emisiones de GEI en la serie histórica analizada (1990-2018).

4.1.3. Proyecciones para emisiones y sumidero de GEI en la Región de Coquimbo

De mantenerse las tendencias actuales de crecimiento de emisiones de GEI para la Región de Coquimbo, a continuación, se presenta un análisis de proyecciones de emisiones para el año 2030 considerando las emisiones desde el año 2000 al 2018[69].

En base a los resultados de la serie histórica (2000-2018) y dejando al margen las limitaciones reales del mercado para el crecimiento futuro de las actividades económicas, fuera del alcance del presente estudio, se puede predecir un **crecimiento lineal de emisiones de GEI en el caso de los sectores Electricidad (alcance 2), Energía estacionaria, Transporte, Residuos y IPPU *(Fig. 4.3)***.

Para el caso del sector **Agricultura, los valores parecen estables** y no se espera crecimiento en las emisiones de GEI ***(Fig. 4.3)***. En el caso del sector **UTCUTS, no ha sido posible generar un análisis de proyecciones** a futuro dada la alteración que ha generado en la serie histórica la mejora en el modo de realizar las estimaciones.

[69] *Para la generación de proyecciones, se ha tomado como punto de referencia el año 2020 debido a que en la década anterior se observan tendencias diferentes o fluctuaciones que podrían alterar las predicciones.*

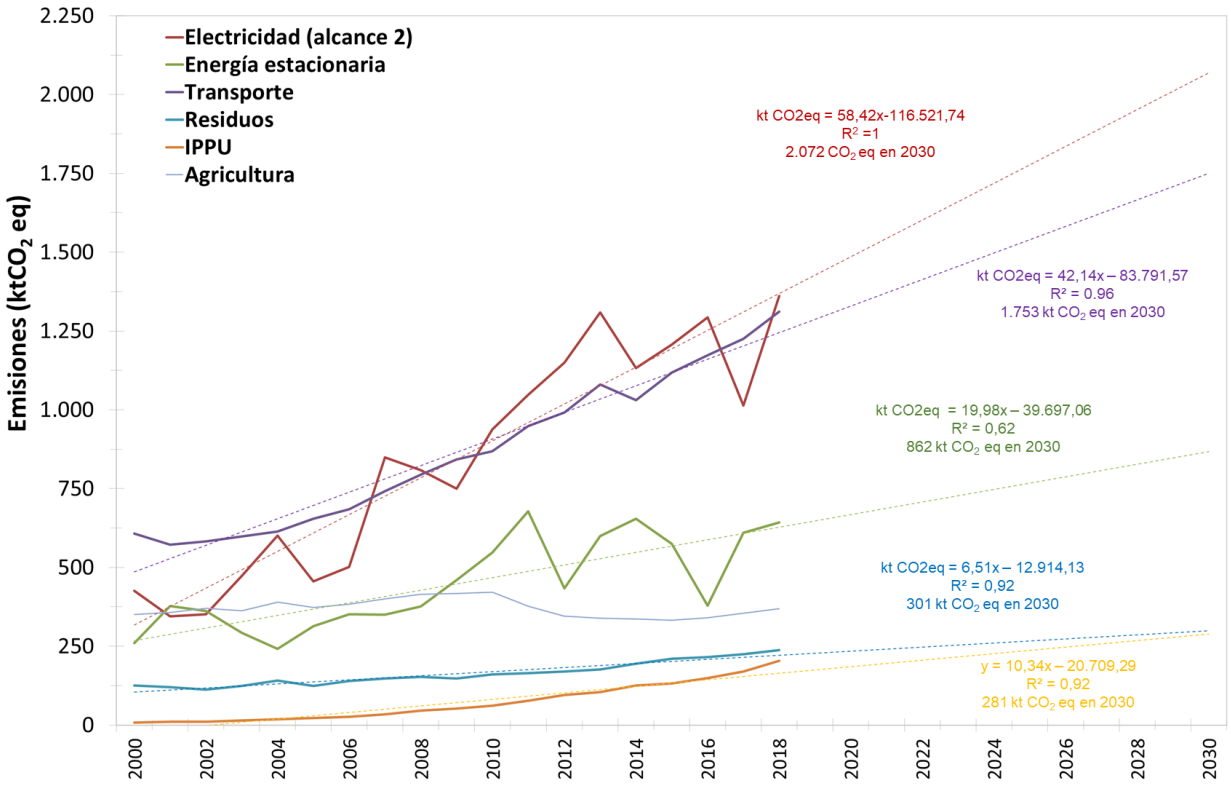


***Figura 4.3**. Proyecciones de emisiones al 2030 de gases de efecto invernadero para la Región de Coquimbo (alcances 1 y 2). Sectores según las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. En el gráfico se presentan, en líneas discontinuas, las curvas de proyección para cada sector y los valores de los coeficientes de correlación (R^2) para cada una de ellas respecto a los datos de partida (serie histórica 2000-2018). No se incluye el Sector UTCUTS dado la incertidumbre derivada de la mejora en el sistema de cálculo de emisiones para el mismo durante el período de estudio. Para el sector Agricultura, no se muestra línea de tendencia pues puede asumirse que no hay crecimiento durante el período estudiado. Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

Extrapolando las tendencias de crecimiento mostradas durante el período 2020-2018 para los sectores Electricidad (alcance 2), Energía estacionaria, Transporte, Residuos y IPPU y manteniendo los valores obtenidos en 2018 para los sectores Agricultura y UTCUTS, se podría se podría estimar, **para la Región de Coquimbo, las emisiones de GEI para el año 2030 podrían alcanzar unas 5.367 kt de CO_2 eq si no se aplican medidas de mitigación**.

4.1.4. Análisis a partir del Reporte Básico del *The Global Protocol for Community*

Con la finalidad de mejorar la comparabilidad, los datos de emisiones para la región de Coquimbo han sido estudiados según el Reporte Básico del GPC (*The Global Protocol for Community*) desarrollado por *Greenhouse Gas Protocol*[70].

En este caso, de los siete sectores incluidos en el análisis anterior, se excluyen IPPU, Agricultura y UTCUTS. De este modo, el estudio se enfoca a la población, incluyendo únicamente actividades que se dan en todos

[70] https://ghgprotocol.org/

los territorios: Energía Estacionaria, Transporte y Residuos para alcance 1; y producción de Electricidad consumida en la Región de Coquimbo, pero generada fuera de su territorio para alcance 2.

De acuerdo con la metodología propuesta por el Reporte Básico, las emisiones de Coquimbo alcanzaron las 3.550 ktCO_2eq, con un 38% por consumo de electricidad generada fuera de la región, seguido de un 37% por Transporte ***(Fig. 4.3).***

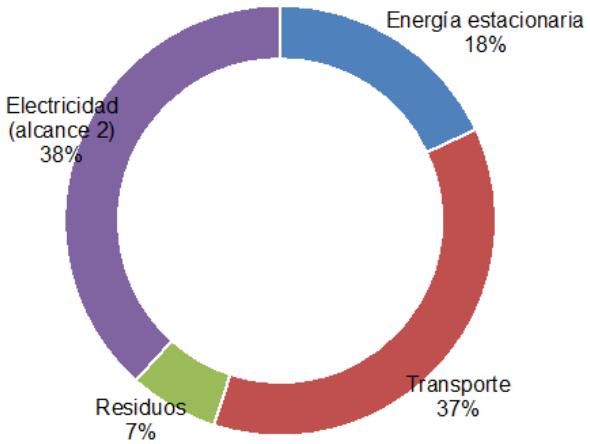


Figura 4.4*. Contribución porcentual al calentamiento por sectores en la región de Coquimbo según Directrices del Reporte Básico del GPC. Los sectores tenidos en cuenta para el alance son: Energía Estacionaria, Transporte y Residuos para el alcance 1; producción de electricidad consumida en la región de Coquimbo, pero generada fuera de su territorio para el alcance 2. Fuente: Adaptado del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

Al realizar el análisis de la serie histórica de emisiones para la región de Coquimbo entre 1990-2018 basado en los sectores incluidos en el Reporte Básico ***(Fig. 4.5),*** aquellos que presentaron mayores incrementos en sus emisiones fueron la producción de la **Electricidad (alcance 2)** consumida en Coquimbo, pero generada fuera de la región (810%) y el **Transporte** (337%). Sin embargo, si se analiza únicamente el período comprendido entre 2016 y 2018, el mayor crecimiento relativo de emisiones dentro de la región es para los sectores **Energía Estacionaria** (75%) y **Transporte** (12%).

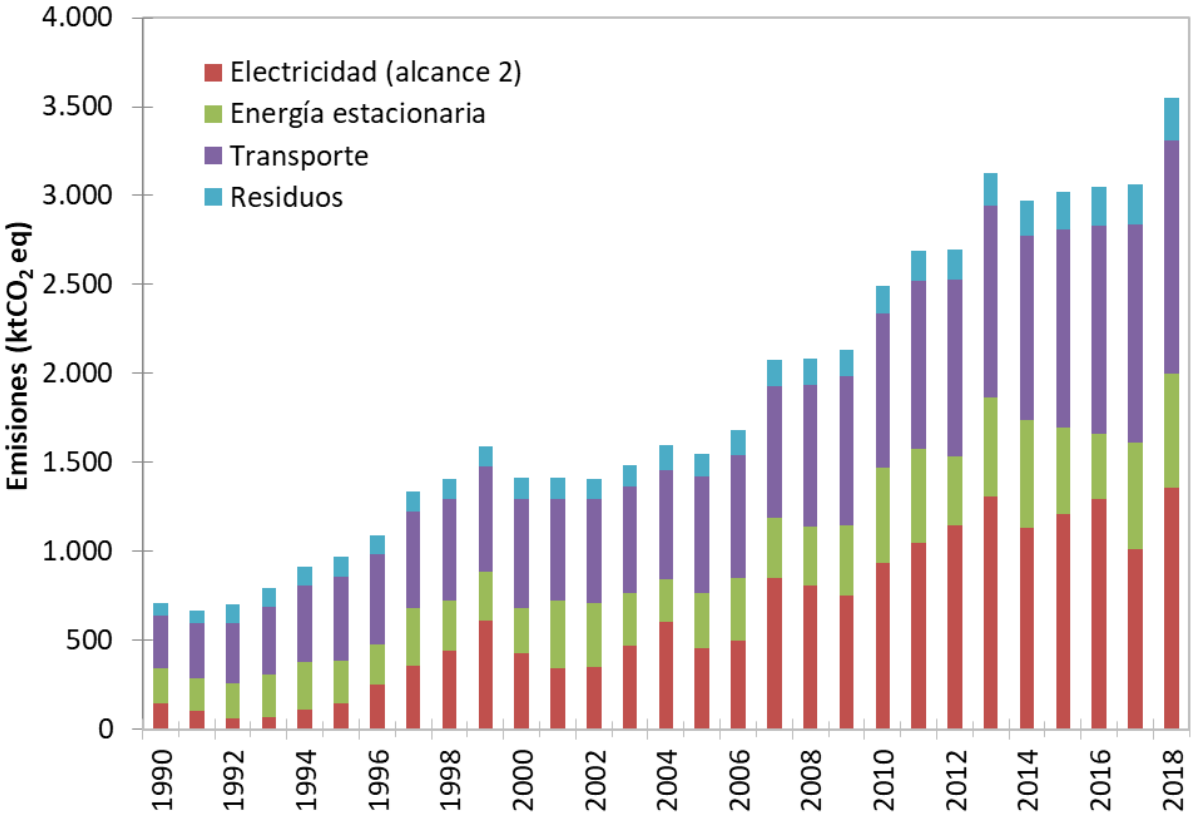


***Figura 4.5**. Serie histórica (1990-2018) de emisiones de gases de efecto invernadero en la Región de Coquimbo (alcances 1 y 2), agrupadas por sectores según las Directrices del Reporte Básico del GPC. Los sectores tenidos en cuenta son: Energía Estacionaria, Transporte y Residuos para el alcance 1; producción de electricidad consumida en la región de Coquimbo, pero generada fuera de su territorio para el alcance 2. Fuente: Adaptado del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

4.1.5. Fuentes puntuales de GEI

A continuación, se han identificado aquellas fuentes que superaron en 2018 el umbral del 1% de contribución, cubriendo de este modo el 96% de las emisiones de la región en dicho año. Para ello, se han considerado tanto las emisiones y absorciones de alcance 1 (dentro de la región) como de alcance 2 (generadas fuera de la región) ***(Fig. 4.6)***. El consumo de electricidad generada fuera de la región (alcance 2), incluyendo el correspondiente a la Industrias manufactureras y de la construcción (21%), Edificios residenciales (5%) y Edificios/Instalaciones comerciales e institucionales (3%), supone un 29% de las emisiones totales. El transporte por carretera aporta otro 26%, incluyendo Camiones para servicio pesado y autobuses (10%), Automóviles (8%), Camiones para servicio ligero (7%) y Todoterreno (1%). Las otras fuentes puntuales principales serían la Minería (con excepción de combustibles fósiles) y cantería (8%), que hace referencia a las emisiones por quema de combustibles fósiles en la propia industria para la producción de energía, y la disposición de residuos sólidos (4%).

Cabe destacar que se han identificado únicamente 7 fuentes puntuales con contribuciones superiores al 3% y que su suma supone únicamente el 63% de las emisiones de GEI. Es decir, la suma de las fuentes/sumideros con una contribución relativamente baja (≤ 3% y ≥ 1% en valor absoluto) supone casi un 25% de las emisiones totales en la región. Esto implica la existencia de una importante dispersión de

fuentes puntuales (entendidas como categorías de fuente de acuerdo con la clasificación IPCC) con una pequeña contribución pero que representan en su conjunto un porcentaje representativo del total. De estas fuentes, la relacionadas con la ganadería sumarían un 5% de las emisiones entre vacuno (1%), caprino (1%), tierras convertidas en pastizales (1%) y Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo. El uso de HFC en refrigeración supone el 4 % de las emisiones, repartido entre Refrigeración industrial (2%), Refrigeración comercial (1%) y Aire acondicionado móvil (1%). La producción de calor en edificios aportaría el 3% de las emisiones entre la fracción Residencial (2%) y Comercial/Institucional (1%). La aplicación de fertilizantes aporta un 2% de las emisiones, con la Aplicación de Fertilizante Inorgánico (2%) y la Aplicación de urea (1%). La absorción neta de GEI (valores negativos de emisiones) por los usos forestales alcanzaría el -8%, por los Pastizales convertidos en plantaciones forestales (-3%), Esclerófilo (-2%), Plantaciones forestales (-2%) y Plan de manejo (Ley Bosque nativo) (1%).

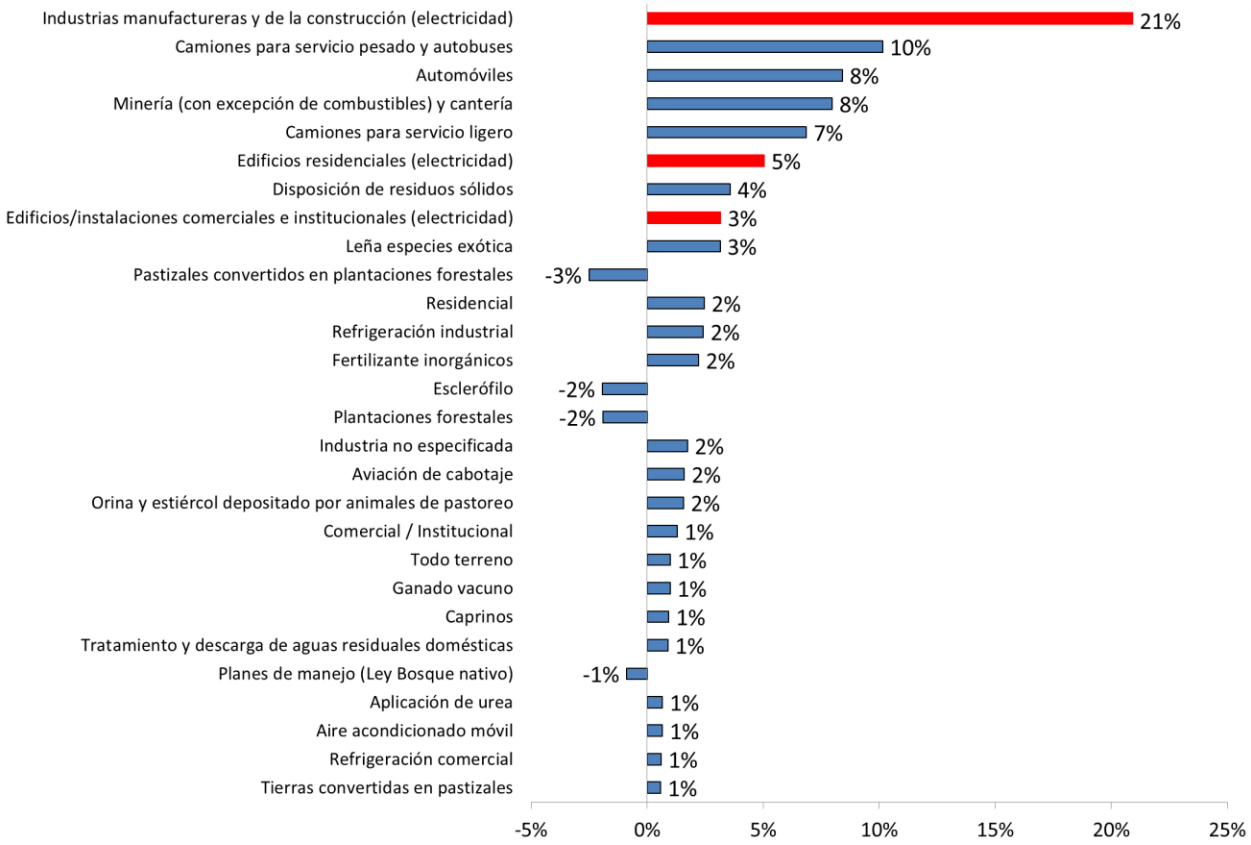


Figura 4.6. *Principales fuentes de GEI para el año 2018 en la región de Coquimbo. Porcentaje con respecto a la suma de emisiones y absorciones absolutas de todos los sectores de alcance 1 (color azul) y 2 (color rojo). Aquellas con valor negativo actúan como sumideros netos de GEI. Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

El análisis de la evolución temporal, entre 1990 y 2018 ***(Fig. 4.7)***, de las fuentes puntuales de emisión de gases de efecto invernadero con contribución superior al 3 % en la Región de Coquimbo (alcances 1 y 2), muestra que, en este período de tiempo, el mayor crecimiento se registró para las emisiones debidas a la producción de electricidad generada fuera de la región que se consumió en edificios residenciales (3.795%). **Para el período 2016-2018 el mayor crecimiento de emisiones para una fuente puntual se**

registró para Minería (con excepción de combustibles) y cantería (215%). Por otro lado, cabe destacar que las emisiones por generación de electricidad fuera de la región consumida en edificios/instalaciones comerciales e institucionales se redujeron un 28% desde 2016.

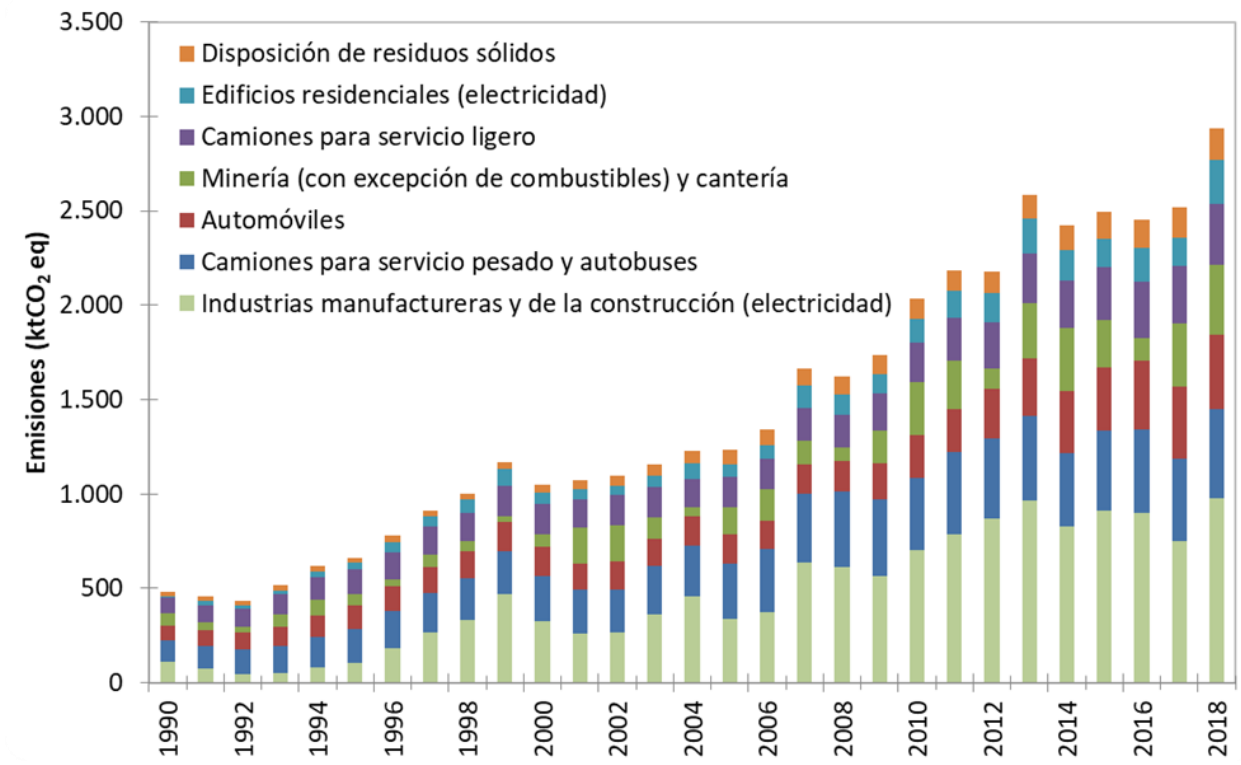


***Figura 4.7**. Serie histórica 1990-2018 de las principales fuentes puntuales de emisión de gases de efecto invernadero en la Región de Coquimbo (alcances 1 y 2) con contribución superior al 3 %. Porcentaje con respecto a la suma de emisiones y absorciones absolutas de todos los sectores de alcance 1 y 2. Aquellas fuentes que indican "(electricidad)", hacen referencia a electricidad generada fuera de la región (alcance 2). Fuente: Elaboración propia a partir del Inventario Regionales de Gases de Efecto Invernadero (IRGEI)' (serie 1990-2018, de fecha junio de 2021) publicado por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

4.2. Carbono negro (CN)

El carbono negro (CN) se origina principalmente en condiciones de quema incompleta tanto de combustibles fósiles como de biomasa, así como en algunos procesos industriales. El presente análisis ha sido realizado a partir de la regionalización realizada por el equipo de INGEI del MMA, a partir de la estimación del inventario publicado (1990 – 2018).

3.2.1. Análisis de emisiones de CN por sectores económicos

En 2018, la región de Coquimbo emitió 235 toneladas de CN. Esto supuso un 1,5% de las emisiones a nivel nacional. El **Sector Energía**, que incluye las actividades de quema de combustible (que abarca sectores como las industrias de la energía, industrias manufactureras y de la construcción, el transporte y otros como el residencial), fue el principal sector emisor (85 %). El segundo lugar en emisiones de CN corresponde a la gestión de residuos, que incluye la quema de residuos y aporta con un 10% ***(Fig. 4.8)***.

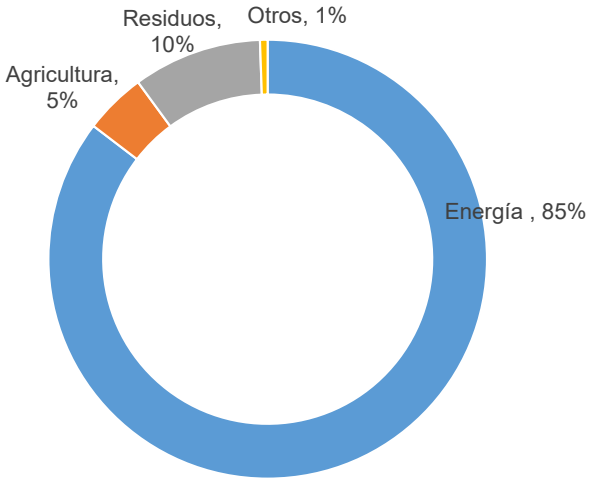


Figura 4.8. *Contribución porcentual al calentamiento global debido a emisiones de Carbono Negro (CN). Según las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, los sectores económicos se agrupan en cinco sectores que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones de CN. Estos sectores son: Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) y Residuos. Debido a la baja contribución de emisiones directas de CN de los sectores IPPU y UTCUTS, estos dos sectores se han agrupado en la categoría 'Otros' en la Figura.* Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.

En el año 2018, las emisiones de CN aumentaron un 53% respecto a aquellas registradas en el año 1990, y un 33% respecto al año 2016. Esta tendencia de crecimiento en emisiones de CN está fuertemente dominada por el **Sector Energía** debido al uso de combustible fósiles en Minería y Cantería que mostraron un crecimiento de un 222% respecto a aquellas emitidas en el año 2016. Por otra parte, el **Sector Agricultura** ha reducido sus emisiones por quema de residuos agrícolas en 68% desde 1990 al 2018 ***(Fig. 4.9)***.

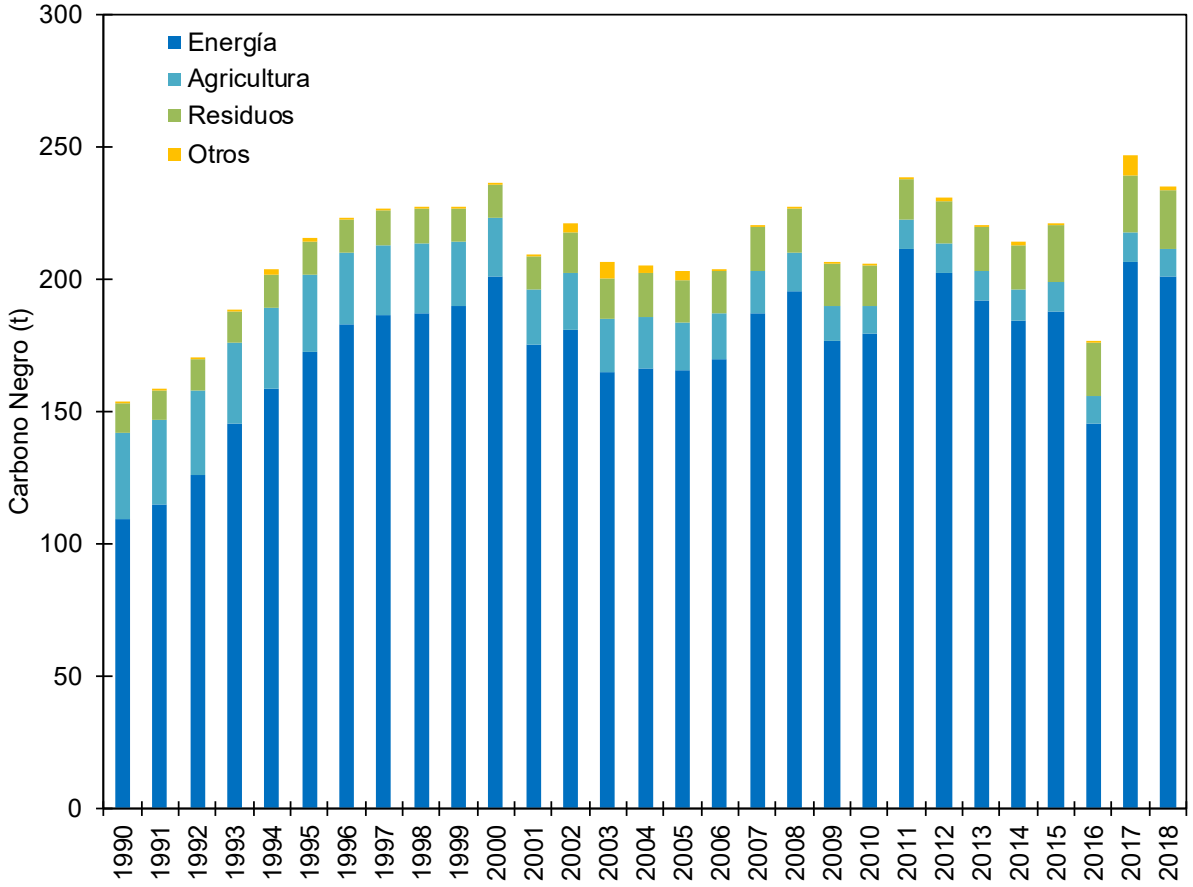


***Figura 4.9**. Serie histórica 1990-2018 de emisiones de carbono negro (CN) en la Región de Coquimbo agrupadas por sectores según las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Los sectores económicos se agrupan en cinco sectores que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones de CN. Estos sectores son: Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) y Residuos. Debido a la baja contribución en el CN de los sectores IPPU y UTCUTS en las emisiones directas de CN, estos dos sectores se han agrupado en Otros en la Figura. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

A la vista del análisis realizado, puede concluirse que, según los últimos datos disponibles (2018), las emisiones de CN están dominadas por el sector Energía al igual que en el escenario nacional. Pero, por el contrario, mientras las emisiones totales de CN en la región de Coquimbo crecieron un 33% en el período 2016-2018, en el conjunto de país, estas disminuyeron un 2%.

3.2.2. Proyecciones para emisiones de CN

Para las emisiones de CN en la Región de Coquimbo no se presentan proyecciones a futuro (2030) para el **Sector Energía** debido a las fuertes fluctuaciones que ha presentado.

Si bien las emisiones de los **Sectores Agricultura y Residuos** si presentan un comportamiento lineal, la contribución de ambos sectores a las emisiones de CN es mínimo (15%) en comparación con el **Sector Energía *(Figura 4.10)***.

Figura 4.10. *Proyecciones de emisiones de gases de Carbono Negro (CN) en la Región de Coquimbo para el año 2030. Sectores según las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. En el gráfico se presentan, en líneas discontinuas, las curvas de proyección para cada sector y los valores de los coeficientes de correlación (R^2) para cada una de ellas respecto a los datos de partida (serie histórica 2000-2018). No se presenta proyección para los sectores procesos industriales y uso de productos y uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura debido a una contribución inferior a 1%. Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

4.2.3. Fuentes puntuales de CN

Del análisis de fuentes individuales de CN para el año 2018, se han identificado aquellas fuentes que superan el umbral del 1% de contribución a las emisiones totales de CN. De este modo, se cubren el 98 % de las emisiones totales de CN de la región ***(Fig. 4.11)***.

La minería (36%), el transporte de carretera (incluyendo camiones para servicios pesados y ligeros, camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales, automóviles de pasajeros con catalizador tridireccionales y todos terrenos), y la incineración abierta de residuos (10%) generan el 76% de las emisiones de CN totales de la Región de Coquimbo.

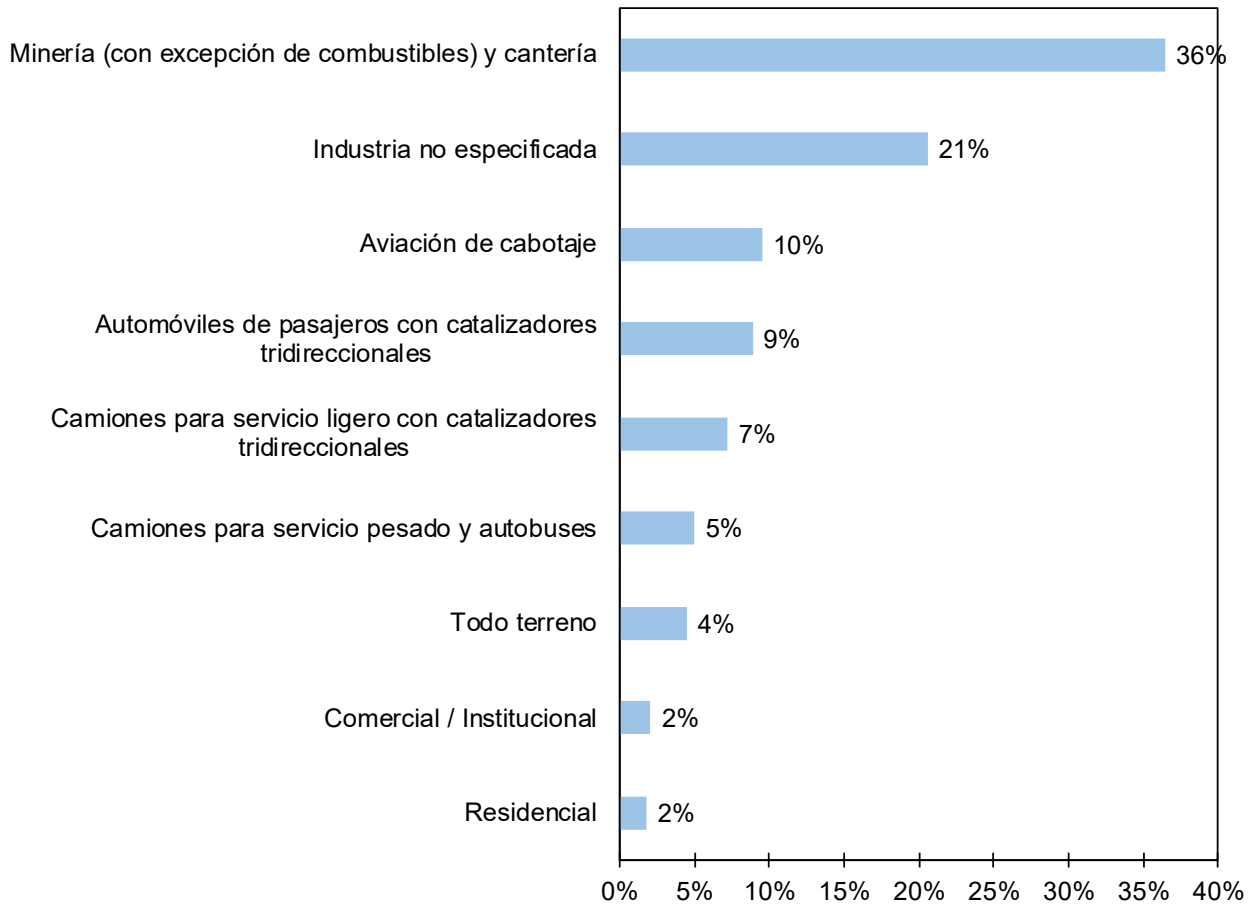


***Figura 4.11**. Principales fuentes de CN para el año 2018 en la Región de Coquimbo. Fuente: Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

De hecho, el incremento de emisiones de CN en la Región de Coquimbo es debido a la minería, actividad que ha incrementado un 69% de sus emisiones de CN en el período 2016-2018. La Minería, incineración abierta de residuos, comercial/institucional, la aviación por cabotaje aumentó entre 9% y el 286%. El resto de las fuentes principales presentaron una disminución entre el 1% (camiones para servicio pesado y autobuses) al 21% (Todo terreno) para el mismo período ***(Fig. 4.12)***. El transporte por carretera, (incluyendo camiones para servicios pesados y ligeros, camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales, automóviles de pasajeros con catalizador tridireccionales y todos terreno), respecto al 2016, hubo una disminución de un 2%.

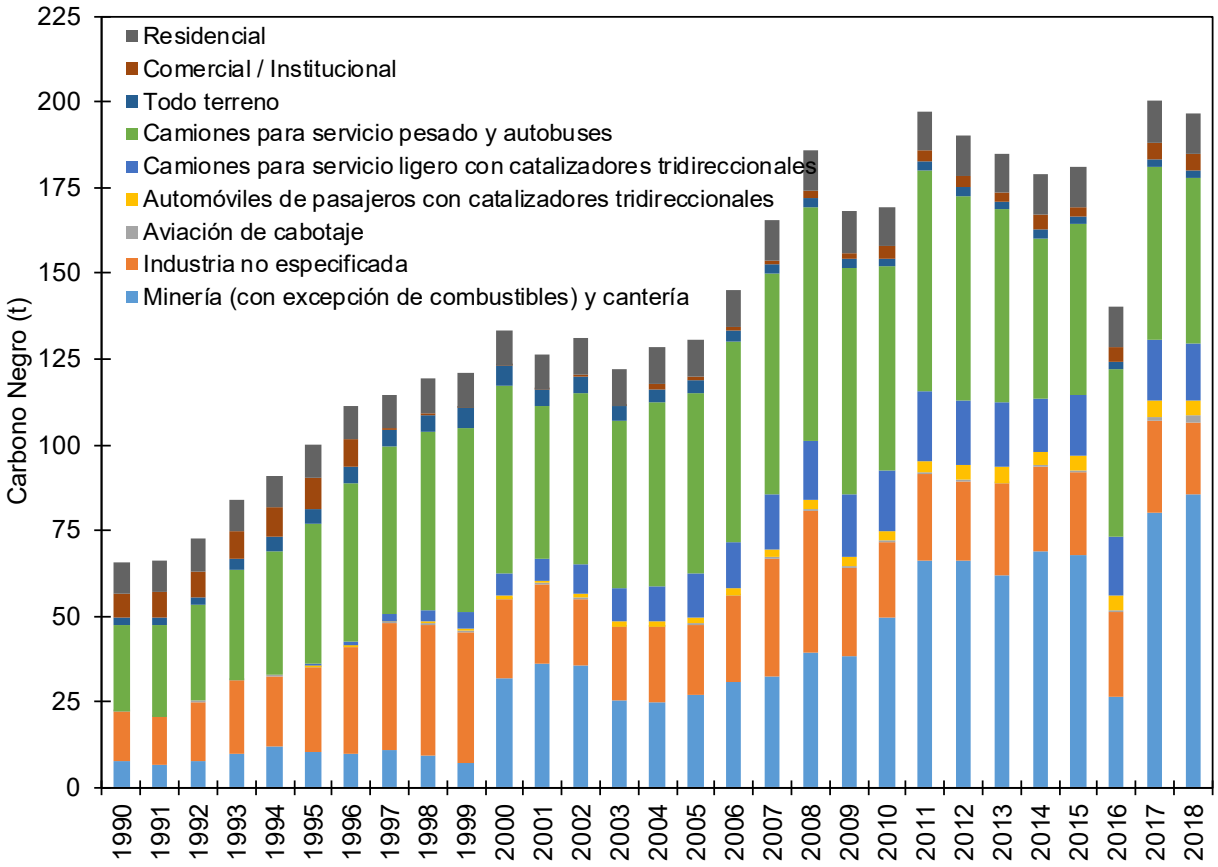


***Figura 4.12**. Serie histórica 1990-2018 de las principales fuentes puntuales de emisión de CN la Región de Coquimbo con contribución superior al 1%. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.*

Para el año 2018, se han identificado únicamente 10 fuentes puntuales con contribuciones superiores al 1%, que suponen el 98% de las emisiones de CN. La demanda eléctrica y energética minería, el uso de maquinaria pesadas en la industria y la incineración abierta de residuos generan el 67% de las emisiones de CN totales de la región de Coquimbo. El transporte por carretera, incluyendo camiones para servicios pesados y ligeros, camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales, automóviles de pasajeros con catalizador tridireccionales y todos terrenos, aportan el 30% de las emisiones en el 2018 respecto al 2016, las emisiones en transporte de carretera de las fuentes principales descendieron un 2%. Las otras fuentes puntuales principales serían aviación de cabotaje, comercial, frutícolas y residencial que supone el 12% de las emisiones de CN.

5. Evaluación del Potencial de Mitigación de la Región de Coquimbo

El potencial de mitigación es la escala de reducciones de GEI que podría conseguirse, respecto de los niveles de referencia de emisión, implementando nuevas medidas y tecnologías.

Para la evaluación del potencial de mitigación de la Región de Coquimbo para GEI se realizo una revisión de toda las políticas y planes de mitigación a nivel nacional publicados ***(Tabla 5.1)***.

Tabla 5.1. *Políticas públicas e instrumentos climáticos a nivel nacional analizados para la evaluación el potencial de mitigación de la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Política/Instrumento	Sectores
Ley Marco de Cambio Climático (2022)	Transversal
Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021)	Transversal
Contribuciones Determinadas de Chile (NDC) (2020)	Transversal
Transición Energética de Chile-Política energética nacional (2020)	Energía
Energía 2050: Política Energética de Chile (2017)	Energía
Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017)	Energía
Planificación Energética de Largo Plazo (2021)	Energía
Estrategia de Construcción Sustentable (2013)	Construcción/Residencial/Infraestructura
Plan de Adaptación y Mitigación 2017-2022 de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático (2017)	Construcción/Residencial/Infraestructura
Estrategia Nacional de Electromovilidad (2021)	Transporte
Política Nacional Minera (2022)	Industria /Minería
Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (2021)	Residuos
Plan de Restauración del Paisaje (2021)	Uso de suelo
Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetaciones 2017-2025 (2016)	Uso de suelo

Con estas propuestas se generó una matriz de donde se relaciona las metas de reducciones, las políticas nacionales para llegar a estas metas, el potencial de mitigación regional para llegar a las metas de reducciones y los plazos estipulados a nivel nacional para los gases de efectos invernadero ***(Tabla 5.2)*** y para los gases de Carbono Negro ***(Tabla 5.3).***

Tabla 5.2. *Potencial de mitigación de GEI para la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Plazo	Instrumento	Metas	Nuevas tecnologías/medidas de mitigación	Potencial de mitigación
Construcción/residencial				
2030	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	100% de edificaciones públicas nuevas son consumo energía neta cero	Reducción de 10% de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2020 [1]	61 kt de CO_2eq
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
2030	Estrategia de construcción sustentable	El sector comercial, público, residencial, (CPR) al compromiso de reducción del 12% del consumo energético (proyectado al año 2020).	Reducción de 10% de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2020 [1]	30 kt CO_2eq
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
2030	Estrategia de construcción sustentable	La reducción del 20% de gases efecto invernadero, tomando como base las emisiones proyectadas al año 2020	80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	50 kt CO_2eq
			Materiales con características de sustentabilidiad.	
			Potenciar el aislamiento térmico	
			Potenciar el etiquetado de eficiencia energética.	
2035	Plan de Adaptación y Mitigación 2017-2022 de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático	30% de las edificaciones cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.	70% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficiente [3]	35 kt CO_2eq
			Incorporación de energía renovable y combustibles de baja emisiones.	
2040	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	100% de hogares acceden a energía para satisfacer necesidades de calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos a partir de fuentes de energía limpia de bajas emisiones	Reducción de 10% de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2020 [1]	115 kt CO_2eq
			70% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficiente [3]	

2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	100% de edificaciones nuevas, residenciales y no residenciales, son "consumo energía neta cero"	100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones (renovables aportarán 80% al 2030, enfatizando que los sistemas eléctricos deberán estar preparados para lograrlo) [2]	176 kt CO_2eq
			Se alcanza al menos un 70% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			Se alcanza al menos un 15% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			100% de las edificaciones nuevas cuentas con los estándares de la OCDE [4]	
			100% de las principales categorías y artefactos son equipos energéticamente eficientes. [4]	
			100% de las edificaciones existentes informan su consumo energético al momento de la venta. [5]	
			100% de edificaciones nuevas cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.[5]	
Energía				
2030	Energía 2050: política energética de chile	30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos repecto al 2007	80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	428 kt CO_2eq
2035	Plan de Adaptación y Mitigación 2017-2022 de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático	Al menos 50% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.	Energías renovables constituyan el 60% en el año 2035 [6]	977 kt CO_2eq
			Se alcanza al menos un 15% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	60% de las emisiones del sector energía en relación al año 2018	100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones [2]	11172 kt CO_2eq
			Se alcanza al menos un 70% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			Al menos 65% de combustibles bajos en emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos en la matriz de combustibles.[2]	
			Energías renovables constituyan el 70% en el año 2050 [6]	

2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	35% de reducción de la intensidad energética del país, con respecto al año 2019		
2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	75% de reducción de emisiones de contaminantes locales provenientes de la generación eléctrica	100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones [2]	111 kt CO_2eq
			Se alcanza al menos un 70% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			Se alcanza al menos un 15% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			100% de las edificaciones nuevas cuentas con los estándares de la OCDE [4]	
			100% de las principales categorías y artefactos son equipos energéticamente eficientes. [4]	
			100% de las edificaciones existentes informan su consumo energético al momento de la venta. [5]	
			100% de edificaciones nuevas cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.[5]	

Industria/Minería				
2030	Política Nacional Minera	Reduce al menos un 50% las emisiones de CO2 equivalente de las operaciones de la gran minería	• Genera planes de flota cero emisión al 2025 para la gran minería e inicia su implementación al 2030, según disponibilidad tecnológica • 90% de los contratos de energía eléctrica del sector minero proveniente de fuentes renovables al 2030 y el 100% al 2050 • El 100% de las empresas cuenta con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética al 2050 • Elabora un plan de adaptación y mitigación al Cambio Climático del Sector Minero en línea con el Acuerdo de París, PANCC y NDC al 2022, luego este se monitorea y actualiza cada 5 años • Prioriza la elaboración de un plan de acción tecnológico del sector minero, en el marco de la estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático al 2025 • Impulsa la economía circular a través de minería secundaria polimetálica • Impulsa la economía circular a través de los procesos constructivos de los proyectos mineros • Fomenta la inclusión en la Ley REP de otros residuos no mineros, fuera de los siete residuos prioritarios • Promueve la generación de indicadores de circularidad en línea con los compromisos de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)	625 kt CO_2eq
2035	Energía 2050: política energética de chile	100% de los grandes consumidores de energía industriales y del sector transporte deberán realizar un uso eficiente de la energía.	Energías renovables constituyan el 60% en el año 2035 [6] Se alcanza al menos un 15% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2] • 70% de las principales categorías de artefactos y equipos que se venden en el mercado corresponden a equipos energéticamente eficiente [3]	70 kt CO_2eq

2040	Política Nacional Minera	Reduce las emisiones de CO2 alcanzando la carbono neutralidad al 2040	• Genera planes de flota cero emisión al 2025 para la gran minería e inicia su implementación al 2030, según disponibilidad tecnológica • Un 90% de los contratos de energía eléctrica del sector minero proveniente de fuentes renovables al 2030 y el 100% al 2050 • El 100% de las empresas cuenta con sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética al 2050 • Elabora un plan de adaptación y mitigación al Cambio Climático del Sector Minero en línea con el Acuerdo de París, PANCC y NDC al2022, luego este se monitorea y actualiza cada 5 años • Prioriza la elaboración de un plan de acción tecnológico del sector minero, en el marco de la estrategia de desarrollo y transferencia tecnológica para el cambio climático al 2025 • Impulsa la economía circular a través de minería secundaria polimetálica • Impulsa la economía circular a través de los procesos constructivos de los proyectos mineros • Fomenta la inclusión en la Ley REP de otros residuos no mineros, fuera de los siete residuos prioritarios • Promueve la generación de indicadores de circularidad en línea con los compromisos de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)	1250 kt CO_2eq
2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector Industria y Minería al 2050 con respecto al 2018.	90% de la energía consumida en el país para producir calor y frío en los procesos industriales proviene de fuentes sostenibles[2]	316 kt CO_2eq
Transporte				
2040	Transición Energética de	20% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de	100% de los vehículos de transporte caminero que adquiere el Estado incorpora en su evaluación de compra criterios de EE. [4]	263 kt CO_2eq

	Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	combustibles en el sector transporte con respecto al 2018.	Al menos 6% de participación de bicicletas en grandes ciudades. [4]	
			Al menos 15% de partición modal del ferrocarril en el transporte de carga. [4]	
			100% del parque de buses y taxis de transporte urbano público y privado son vehículos cero emisiones. [2]	
2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	40% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector transporte con respecto al 2018.	60% de participación de vehículos cero emisiones en el parque de uso particular y comercia [2]	524 kt CO_2eq
			Al menos 10% de participación de bicicletas en ciudades medianas y pequeñas [2]	
			40% vehículos particulares movilización eléctrica.[3]	
			100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones [3]	
			Se alcanza al menos un 70% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			Se alcanza al menos un 15% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	50% de reducción de emisiones de contaminantes locales provenientes del transporte en ruta (vehículos particulares, comerciales, taxis y transporte público urbano nacional).	60% de participación de vehículos cero emisiones en el parque de uso particular y comercia [2]	656 kt CO_2eq
			Al menos 10% de participación de bicicletas en ciudades medianas y pequeñas [2]	
			40% vehículos particulares movilización eléctrica.[3]	
			100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones [2]	
			Se alcanza al menos un 70% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	
			Se alcanza al menos un 15% de combustibles cero emisiones (tales como hidrógeno verde y sus derivados, y combustibles sintéticos) en los usos energéticos [2]	

Uso de tierra				
2025	Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales	Reducir las emisiones de GEI asociadas a la degradación y deforestación en un 20% al año 2025, en base a las emisiones del periodo 2001-2013, así como aumentar la capacidad de los recursos vegetacionales como sumidero de carbono	• Programa de forestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas • Fortalecimiento programa de restauración ecológica en comunas/áreas priorizadas. • Programa de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados • Fortalecimiento al programa de dendroenergía y a la matriz energética del país • Franjas de amortiguación para actividad ganadera • Fortalecimiento de la protección fitosanitaria en los recursos vegetacionales nativos • Ajuste normativo y desarrollo agropecuario compatible con los recursos vegetacionales nativos • Análisis de los riesgos para la restauración y medidas para su riesgo y mitigación a nivel de paisajes, y su consideración en los instrumentos de planificación y de gestión territorial. • Apoyo al sector forestal promoviendo la sustentabilidad de la gestión forestal • Desarrollo de sistemas de identificación, alerta y acción temprana para enfrentar las presiones de degradación, considerando, en las actividades de alerta y acción temprana, principios de conservación ex situ de plantas nativas y de diversidad genética, así como gestión de EEI.	32.87 kt CO_2eq

			• Análisis de los riesgos para la restauración y medidas para su riesgo y mitigación a nivel de paisajes, y su consideración en los instrumentos de planificación y de gestión territorial. • Desarrollo de una cultura preventiva de la degradación. utilizando distintas herramientas educativas y comunicacionales, incluyendo la potencia de las redes sociales y la ciencia ciudadana. • Revisión, análisis, integración y mejoramiento en la aplicación de normativas vinculadas a restauración de paisajes en pos de una mayor eficacia.	

2030	Contribuciones Determinadas de Chile (NDC)	Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de 200.000 hectáreas de bosques nativos	• Programa de forestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas • Fortalecimiento programa de restauración ecológica en comunas/áreas priorizadas. • Programa de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados • Fortalecimiento al programa de dendroenergía y a la matriz energética del país • Franjas de amortiguación para actividad ganadera • Fortalecimiento de la protección fitosanitaria en los recursos vegetacionales nativos • Ajuste normativo y desarrollo agropecuario compatible con losrecursos vegetacionales nativos • Análisis de los riesgos para la restauración y medidas para su riesgo y mitigación a nivel de paisajes, y su consideración en los instrumentos de planificación y de gestión territorial. • Apoyo al sector forestal promoviendo la sustentabilidad de la gestión forestal • Desarrollo de sistemas de identificación, alerta y acción temprana para enfrentar las presiones de degradación, considerando, en las actividades de alerta y acción temprana, principios de conservación ex situ de plantas nativas y de diversidad genética, así como gestión de EEI. • Análisis de los riesgos para la restauración y medidas para su riesgo y mitigación a nivel de paisajes, y su consideración en los instrumentos de planificación y de gestión territorial. • Desarrollo de una cultura preventiva de la degradación. utilizando distintas herramientas educativas y comunicacionales, incluyendo la potencia de las redes sociales y la ciencia ciudadana. • Revisión, análisis, integración y mejoramiento en la aplicación de normativas vinculadas a restauración de paisajes en pos de una mayor eficacia.	1.4 kt CO_2eq

2030	Contribuciones Determinadas de Chile (NDC)	Chile se compromete a forestar 200.000 hectáreas, de las cuales al menos 100.000 hectáreas corresponden a cubierta forestal permanente, con al menos 70.000 hectáreas con especies nativas. La recuperación y forestación se realizará en suelos de aptitud pre - ferentemente forestaly/o en áreas prioritarias de conservación, que representarán capturas de entre 3,0 a 3,4 MtCO2eq anuales al 2030.	• Programa de forestación y revegetación en comunas/áreas priorizadas • Fortalecimiento programa de restauración ecológica en comunas/áreas priorizadas. • Programa de ordenación forestal institucional enfocado en terrenos públicos y privados • Fortalecimiento al programa de dendroenergía y a la matriz energética del país • Franjas de amortiguación para actividad ganadera • Fortalecimiento de la protección fitosanitaria en los recursos vegetacionales nativos • Ajuste normativo y desarrollo agropecuario compatible con losrecursos vegetacionales nativos • Análisis de los riesgos para la restauración y medidas para su riesgo y mitigación a nivel de paisajes, y su consideración en los instrumentos de planificación y de gestión territorial. • Apoyo al sector forestal promoviendo la sustentabilidad de la gestión forestal • Desarrollo de sistemas de identificación, alerta y acción temprana para enfrentar las presiones de degradación, considerando, en las actividades de alerta y acción temprana, principios de conservación ex situ de plantas nativas y de diversidad genética, así como gestión de EEI. • Análisis de los riesgos para la restauración y medidas para su riesgo y mitigación a nivel de paisajes, y su consideración en los instrumentos de planificación y de gestión territorial. • Desarrollo de una cultura preventiva de la degradación. utilizando distintas herramientas educativas y comunicacionales, incluyendo la potencia de las redes sociales y la ciencia ciudadana. • Revisión, análisis, integración y mejoramiento en la aplicación de normativas vinculadas a restauración de paisajes en pos de una mayor eficacia.	4.8 kt kt CO_2eq
2030	Plan de Adaptación y Mitigación 2017-2022 de los Servicios de	Al año 2030, reducir en un 30% las emisiones de GEI —expresadas en CO2 equivalente— por unidad de PIB, con respecto al nivel alcanzado en 2007, considerando un	Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2031 [6]	39.53 kt CO_2eq

	Infraestructura al Cambio Climático	crecimiento económico futuro que permita implementar las medidas adecuadas para alcanzar este compromiso		
Residuos				
2030	Estrategia Nacional de residuos orgánicos	Valorizar un 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.	• Contar con 500.000 familias que utilicen composteras y/o vermicomposteras en sus viviendas. • Llegar a 5.000 establecimientos educacionales con composteras y/o vermicomposteras. • Alcanzar 500 barrios del programa "Quiero mi Barrio" haciendo compostaje y/o vermicompostaje. • Contar con un 50 % de las instituciones públicas separando en origen y valorizando los residuos orgánicos que generan. • Lograr que todos los parques urbanos administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) valoricen los residuos orgánicos generados, preferentemente en sus instalaciones.	50.11 kt CO_2eq

Nota:
1. Estrategia de construcción sustentable: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-Construccion-Sustentable.pdf
2. Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf
3. Energía 2050: política energética de chile: https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf
4. Plan de Adaptación y Mitigación 2017-2022 de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático: https://www.mop.gob.cl/Carpeta/uploads/2021/07/Plan-de-Adaptacion-y-Mitigacion-de-los-Servicios-de-Infraestructura-al-Cambio-Climatico-2017-2022.pdf
5. Estrategia Nacional de Electromovilidad l:https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_electromovilidad-8dic-web.pdf
6. Contribuciones Determinadas de Chile (NDC): https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/NDC_2020_Espanol_PDF_web.pdf

Tabla 5.3. *Potencial de mitigación de CN para la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Plazo	Instrumento	Metas	Nuevas tecnologías/medidas de mitigación	Potencial de mitigación
Transversal				
2030	Contribuciones Determinadas de Chile (NDC)	Una reducción de al menos un 25% de las emisiones totales de carbono negro al 2030, con respecto al 2016	Reducción de 10% de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2020 [1]	44 t de Carbono Negro
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
			Materiales con características de sustentabilidad.	
			Potenciar el aislamiento térmico	
			Potenciar el etiquetado de eficiencia energética.	
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
Construcción/Residencial				
2030	Estratégica Climática de Largo Plazo de Chile	30-52% de esfuerzo de mitigación	Reducción de 10% de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2020 [1]	71-122 t de Carbono Negro
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
			Potenciar materiales aislantes térmicos	
			Potenciar etiquetado de eficiencia energética	

2050	Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022	Se reduce 70% de las emisiones de material particulado fino (MP2,5), provenientes del consumo de combustibles en el sector residencial para usos de calefacción	Al menos 35% del parque construido total de viviendas (nuevas y existentes), tienen un acondicionamiento térmico equivalente a la nueva versión de la reglamentación térmica, en proceso de elaboración, debiéndose para ello analizar e implementar distintas herramientas público-privadas que incrementen los esfuerzos que realiza el Estado a través de subsidios [1]	8 t de Carbono Negro
			10% de viviendas existentes al 2050 tienen un estándar equivalente al de la cuarta versión de la reglamentación térmica, la que deberá apuntar hacia edificaciones de energía neto cero[1]	
			Se elimina el uso de la leña húmeda en los centros urbanos[1]	
			Fuentes de energía limpia de bajas emisiones	
			Materiales de construcción con características de aislación térmica.	
Energía				
2030	Estratégica Climática de Largo Plazo de Chile	40 - 52% de esfuerzo de mitigación	Retiro de centrales de carbón	80-104 t de Carbono Negro
			80% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones al 2030.[2]	
Transporte				
2030	Estratégica Climática de Largo Plazo de Chile	60-75% de esfuerzo de mitigación en Transporte	Vehículos de transporte caminero que adquiere el Estado incorpora en su evaluación de compra criterios de EE.	46-57 t de Carbono Negro
			Partición modal del ferrocarril en el transporte de carga.	
			Parque de buses y taxis de transporte urbano público y privado son vehículos cero emisiones.	

Nota:

1. Estrategia de construcción sustentable: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-Construccion-Sustentable.pdf
2. Transición Energética de Chile-Política energética nacional. Actualización 2022: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/pen_2050_-_actualizado_marzo_2022_0.pdf
3. Contribuciones Determinadas de Chile (NDC): https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/08/NDC_2020_Espanol_PDF_web.pdf

6. Análisis de las medidas de mitigación y adaptación

El siguiente análisis de medidas de adaptación y mitigación para diversos sectores se genera a través de la revisión de los instrumentos climáticos que existe a nivel nacional con pertinencia regional ***(Tabla 6.1, Tabla 6.2, y Matriz 6.1).***

Tabla 6.1. *Listado de instrumentos climáticos y políticas para la adaptación y mitigación. Fuente: Elaboración propia*

Instrumentos Analizados (Año)	Acrónimo	Componente
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2014)	PANCC	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Ciudades (2021)	Adapt-Ciu	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Energía (2018)	Adapt-Ene	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Pesca y Acuicultura (2015)	Adapt-PesAcu	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Salud (2016)	Adapt-Sal	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Silvoagropecuario (2008)	Adapt-Silv	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Turismo (2019)	Adapt-Tur	Adaptación
Plan de Adaptación al Cambio Climático Biodiversidad (2015)	Adapt-Bio	Adaptación
Plan de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático Infraestructura (2017)	AdaptMit-Inf	Transversal
Estrategia Climática de Largo Plazo (2021)	ECLP	Transversal
Contribución Determinada a Nivel Nacional (2020)	NDC	Transversal
Energía 2050. Política Energética de Chile	Ener-2050	Mitigación
Transición Energética de Chile - Política Energética Nacional (2022)	Tran-ener	Mitigación
Estrategia de Construcción Sustentable (2013)	ECS	Mitigación
Transición Energética de Chile - Política Energética Nacional (2020)	TEC	Mitigación
Energía 2050: Política Energética de Chile (2017)	E2050	Mitigación
Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017)	Mit-Ener	Mitigación
Planificación Energética de Largo Plazo (2021)	PELP	Mitigación
Estrategia Nacional de Electromovilidad (2021)	ENE	Mitigación
Política Nacional Minera (2022)	PNM	Mitigación
Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (2021)	ENRO	Mitigación
Plan de Restauración del Paisaje (2021)	PRP	Mitigación
Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetaciones 2017-2025 (2016)	ENRVeg	Mitigación

El análisis de las medidas de adaptación y mitigación incluye datos tales como:

- Determinación del *efecto* en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (mitigación) o en la reducción de la vulnerabilidad (adaptación) a los efectos adversos del cambio climático a nivel regional para cada medida de adaptación y mitigación.
- Adicionalmente, del análisis del efecto de cada medida se genera información de si una determinada medida adaptación presentan *co-beneficios* con la mitigación, y viceversa. Según el IPCC (2022), los co-beneficios (o beneficios accesorios) son aquellos efectos positivos que una política o medida destinada a un objetivo podrían tener en otros objetivos, incrementando de ese modo los beneficios totales para la sociedad o el medioambiente. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los

cobeneficios suelen estar sujetos a incertidumbre, y dependen de las circunstancias locales y las prácticas de aplicación, entre otros factores.

- Establecimiento del *estado de avance de la implementación* a nivel nacional de dichas medidas al año 2021 a través de un análisis de los planes sectoriales de adaptación y mitigación por sector de adaptación y mitigación.
- Adicionalmente, se determina si esta medida tiene *aplicabilidad a otros sectores de la adaptación y mitigación*. Este análisis tiene objetivo de entender interrelaciones entre los sectores de adaptación y mitigación con la finalidad de que las medidas analizadas para los diferentes sectores sean congluentes entre ellas.
- Un detalle de esta vinculación con los instrumentos regionales se encuentra en la siguiente seccion ***(ver Sección 7. Análisis de la integración del cambio climático en estrategia e instrumentos regionales)***.

Del analisis de los instrumentos y políticas climáticas un total de 672 medidas aplicables a la Región de Coquimbo. Un resumen de este análisis se puede ver en la ***Tabla 6.2.*** Los resultados en detalle de este análisis están en la ***Matriz 6.1.***

Tabla 6.2. *Resumen de medidas de adaptación y mitigación en instrumentos y políticas de Chile. Fuente: Elaboración propia*

Sector Principal	Intrumento	Nº de medidas	Co-beneficios
Adaptación			
Biodiversidad	Adapt-Bio	39	27
	ECLP	33	25
	NDC	7	7
Ciudades	Adapt-Ciu	33	15
Energia	Adapt_Ene	15	14
	ECLP	30	8
Infraestructura	AdaptMit-Inf	9	3
Pesca y Acuicultura	Adapt-PesAcu	26	6
	ECLP	18	7
Recursos Hídricos	ECLP	33	3
	NDC	1	
Salud	Adapt-Sal	14	1
	ECLP	6	
Silvioagropecuario	Adapt-Silvio	21	2
	ECLP	10	3
	NDC	1	1
Turismo	Adapt-Tur	20	11
	ECLP	21	3
Zona Costera	ECLP	10	
Todos	ECLP	2	
	NDC	8	4
	PANCC	22	13
Integración			
Biodiversidad	ECLP	13	

Energia	ECLP	3	
Infraestructura	ECLP	27	
IPPU	ECLP	31	
Pesca y Acuicultura	ECLP	2	
Residuos	ECLP	14	
Silvioagropecuario	ECLP	30	
Zona Costera	ECLP	4	
Todos	ECLP	6	
Mitigación			
AFOLU	AdaptMit-Inf	1	
	ECLP	21	15
	ENRVeg	1	1
	NDC	3	3
Energia	AdaptMit-Inf	6	
	ECLP	42	2
	ECS	3	
	Ener-2050	2	
	Tran-Ener	12	4
	ECLP	2	
IPPU	AdaptMit-Inf	1	
	ECLP	2	
	ECS	2	
	PNM	2	
	Tran-Ener	3	1
Residuos	ECLP	2	
	ENRO	1	
Transporte	ECLP	45	4
	Tran-Ener	3	
Todos	AdaptMit-Inf	4	4
	ECLP	3	
	NDC	2	1

7. Análisis de la integración del cambio climático en estrategia e instrumentos regionales

La integración del cambio climático en las estrategias e instrumentos regionales se genera a través de la revisión sistemática de los documentos propuestos a escala regional, intercomunal y comunal ***(ver Anexo)***, mediante una matriz de componentes del cambio climático referentes a los sectores sometidos a estrés, propuestos por el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático[71] en base a una perspectiva de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)[72].

En una primera instancia a modo contextual, los instrumentos se categorizaron en relación a tres contextos de importancia para el análisis:

- **Escalas**: considerando las unidades de división política administrativas siendo estas de carácter regional, comunal e intercomunal.
- **Componente del instrumento**: referido al enfoque de la dimensión territorial del instrumento a analizar siendo este de carácter General (que incluye lo urbano y lo rural en sus dimensiones), Urbano, Rural y Zonas de Borde Costero.
- **Naturaleza del instrumento**: referido al carácter indicativo no vinculante y normativo. Ambos con incidencia en materia de ordenamiento territorial vigente.

El análisis de componentes se ejecuta en base a una matriz que expresa sectores bajo gran influencia de estrés en el marco del Cambio Climático (CC) ***(ver Anexo)***. Estos componentes son seleccionados desde el Plan de Adaptación Nacional de Cambio Climático donde se expresa el enfoque sectorial integrando: Sector Pesca y Acuicultura, Silvoagropecuario, Biodiversidad, Salud, Recursos Hídricos, Infraestructura, Energía, Turismo.

Con motivo de potenciar y complejizar el análisis de los instrumentos de carácter sectorial, es que se utilizan las estrategias de adaptación o consideraciones de Cambio Climático en los instrumentos dentro del contexto de Evaluación Ambiental Estratégica, la cual se enfoca en la definición de elementos clave para el proceso de decisión y en la búsqueda de opciones de desarrollo; la finalidad es anticiparse a sus potenciales consecuencias ambientales y de sustentabilidad[73].

De esta forma es que la matriz se inserta en la pregunta ***¿el instrumento o estrategia de Planificación Territorial considera las variables?***. Por otro lado, fuera de lo sectorial se considera si es que el instrumento manifiesta integración de los escenarios y proyecciones climáticas y si es que menciona conceptos de Emisiones y captura de Gases Efecto Invernadero (GEI). Los resultados del análisis a escala regional, sectorial/cuenca, comunal e intercomunal son discutidos por sector ***(ver Tabla 7.1, y Matriz 7.1 para más detalle)***.

- **Sector Silvoagropecuario:**
  Respecto al uso de suelo, en esta dimensión se identifica con mayor predominancia la erosión de suelo, pérdida de suelo rural, pérdida de capacidad de filtración de agua y degradación de terrenos; en algunos casos se menciona que es por la presencia de la industria minera, que causa erosión por pasivos ambientales mineros, o por el proceso de desertificación. No obstante, la relación directa con el Cambio Climático no es evidente, a excepción de la mención que se hace en el ZN-

[71] *https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf*
[72] *https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/12/Guia-de-orientacion-para-la-eae-en-Chile.pdf*
[73] https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/12/Guia-de-orientacion-para-la-eae-en-Chile.pdf (ver pag.10).

Borde Costero, que reconoce en aspectos de uso de suelo la incompatibilidad de ciertas áreas vulnerables con el Cambio Climático.

De todas formas, sí se reconoce en la mayoría de los casos la sequía de la región, las amenazas que se alertan desde la productividad en la actividad agrícola, la protección de los suelos de categoría agrícola, y el incremento de la demanda del recurso hídrico.

- **Sector Biodiversidad:**
  Se identifican amenazas a la biodiversidad, la afectación a fauna por ocupación urbana progresiva de los humedales, disminución de flora y fauna, vegetación nativa degradada, deteriorada, deforestación y pérdida de cubierta general por la sobreexplotación de especies en peligro de extinción, sin embargo, es identificada como una consecuencia de la acción antrópica y no del cambio climático.

  En la mayoría de los documentos revisados se reconocen áreas de conservación, preservación de distintos ecosistemas, reservas de animales específicos e identificación de especies vulnerables.

- **Sector Pesca y Acuicultura**
  Esta dimensión no se encuentra mayormente abarcada en los documentos revisados, salvo excepciones. El ERD-Coquimbo considera borde costero y sus posibles impactos para el desarrollo, PRC- La Higuera plantea como objetivo resguardar borde costero, PRC- La Serena identifica zonas no edificables por protección, y PRC- Coquimbo señala ocupación intensiva de borde costero. Al igual que la tendencia de las otras dimensiones, no se específica una relación directa con el Cambio Climático.

  Sobre los Ecosistemas Marinos, estos también son mencionados excepcionalmente: El documento de ERI-Coquimbo reconoce que las condiciones climáticas generarán cambios de dinámicas en los recursos marinos, mientras que PEGH Limarí ve la disminución de disponibilidad de agua para mantención de los ecosistemas acuáticos.

  Por último, respecto al área productiva, solo el ERD-Coquimbo reconoce importancia de esta área productiva en la región en contexto de cambio climático.

- **Sector Salud**
  En cuanto a la dimensión humana, se identifica escasamente y está relacionada con factores antrópicos y no por el Cambio Climático, como lo son la contaminación de aire por presencia de plantaciones agrícolas y uso de pesticida, y, en consecuencia, aumento de enfermedades respiratorias; contaminación de aguas residuales, riesgos por pasivos mineros, enfermedades contagiosas de origen hídrico por cantidad de pozos negros e inadecuada disposición final de aguas servidas.

  Mismo escenario en la dimensión territorial, que es mayormente por factores antrópicos. Se identifica contaminación de agua por elementos metálicos, contaminación de aire y suelo por el manejo inadecuado de residuos sólidos domiciliarios y contaminación por pasivos mineros; se

identifica la existencia de microbasurales, áreas degradadas por malos olores, contaminación de agua y suelo por falta de sistema alcantarillado.

- **Sector Recursos Hídricos**
  En cuanto al recurso hídrico, se reconoce en términos generales la insuficiencia de este, la disminución de la disponibilidad de agua para agua potable, escasez y sequía, áreas de prohibición de uso productivo, descenso de caudales por frecuencia de eventos críticos, disminución de agua superficial, explotación de agua subterránea para producción de agua potable, riego y labores mineras.

- **Sector Infraestructura**
  En términos de obras hidráulicas, la mayoría de los documentos identifica infraestructuras de riego, obras de defensa fluvial, captación y distribución de agua sin infraestructura adecuada, obras de abastecimiento de agua potable, escasa infraestructura sanitaria, redes de alcantarillado y la falta de estos en el territorio regional, zonas que carecen de infraestructura de agua potable y presencia de pozos negros. En relación con el Cambio Climático, el ERI-Coquimbo señala a la innovación en infraestructura hídrica para hacer frente a las sequías.

  Sobre las obras portuarias, el ERI-Coquimbo señala considerar aspectos normativos para la innovación en infraestructura portuaria. PRDU-Coquimbo menciona infraestructura de espacio costero en relación a demanda demográfica y turística y PRI-Elqui identifica infraestructura portuaria y señala que algunas de estas infraestructuras pueden afectar las áreas naturales como humedales y sistemas dunares.

  En cuanto a infraestructura vial, centros educacionales y de salud, no se identifica nada de importancia relacionado con el Cambio Climático.

- **Sector Energía**
  Esta dimensión es poco abordada; en algunos documentos se considera la generación de energía en contexto de impactos ambientales, se reconocen fuentes renovables y la necesidad de estas, el problema de la insuficiencia energética, impactos del Cambio Climático en el área, no obstante, en lo que respecta a los documentos de PRC y PRI, no se encuentra mencionado.

- **Sector Turismo**
  Esta dimensión esta poco identificada y con escasa relación al Cambio Climático. ERD-Coquimbo sí reconoce variables que afectan el desarrollo del turismo, PRC-Coquimbo señala el deterioro de humedales costeros por el turismo, similar al PRI-Elqui, que menciona problema del turismo y su impacto en el deterioro de atractivos de orden natural, y también colapso en aspectos de saneamiento sanitario; y por último el PRC Paihuano señala que el turismo aumenta los desechos domiciliarios en la región, lo que se traduce en graves problemas en la gestión de residuos.

- **Sector Ciudades**
  En la mayoría de los documentos se mencionan elementos que pertenecen a la dimensión de ciudades, que no necesariamente están en directa relación con el Cambio Climático, pero sí con riesgos climáticos que pueden afectar a la población, como la zonificación e identificación de zonas

de riesgo a inundación, propensas a avalanchas, aluviones, remoción en masa y zonas con quebradas.

- **Escenarios y proyecciones climáticas**
  Estos escenarios se reconocen en los instrumentos ERD Coquimbo, ERI Coquimbo, PEGH Choapa, Limarí y Elqui.

- **Reducción de emisiones y aumento en la captura de gases efecto invernadero**
  Ninguno.

A nivel general, se concluye del análisis que la inclusión de las dimensiones y variables específicas que abarca el concepto de cambio climático no se consideran en la mayoría de los apartados de los documentos revisados, y si es que las identifica, es muy escasa o poco desarrollada, lo cual hace que la planificación del territorio no esté a la par con los avances en materia del Cambio Climático y sus efectos en la Región.

A razón de ello, seis de los veintiocho instrumentos y planes revisados cuentan con una actualización y/o creación desde el año 2020 en adelante, lo que posibilitaría el acercamiento a conceptos de adaptación y mitigación por parte de las dimensiones especificadas, sin embargo, los veintidós instrumentos restantes tienen un periodo de vigencia desde el 1988 hasta el 2019, lo que propende a un desarrollo dispar de estos conceptos dentro de la región.

Tabla 7.1. *Información resumida del análisis de los instrumentos territoriales y su relación con variables relacionadas con el cambio climático para la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Sector	Efectos que considera cambio climático	Variables en consideración CC	Escalas			
			¿Del total de instrumentos analizados por escala, cuantos integran las variables?			
			Regional	Sectorial / Cuenca	Comunal	Intercomunal
Silvoagropecuario	A. Suelos	Pérdida de suelo rural	6/8	2/3	10/15	0/2
		Zonas del periurbano sometidas a alta presión				
		Erosión y erodabilidad de suelo				
	B. Producción silvoagropecuaria	Reducción de la productividad y calidad de las cosechas/ productos agrarios	6/8	3/3	6/15	1/2
		Ocurrencia de plagas y enfermedades				
		Afectación potencial productivo de Plantaciones forestales				
		Aumento de necesidad de riego				
		Riesgos de Sequía				
		Riesgos de Heladas				
Biodiversidad	A. Especies y ecosistema	Fragmentación del hábitat	3/8	0/3	5/15	1/2
		Cambios en la distribución de fauna				
		Aumento especies invasoras				
		Cambios en la composición de los ecosistemas, aumento de especies de crecimiento rapido				
	B.Áreas de protección y conservación	Reconoce áreas de valor natural (especies amenazadas; infraestructura verde; refugios climáticos; paisajes de conservación; zonas de amortiguación; Sitios Prioritarios)	3/8	3/3	13/15	2/2
		Reconoce Áreas de protección o conservacion (Reservas, Parques y Monumentos Nacionales, Santuarios, Reservas Marinas, Sitios RAMSAR)				
Sector Pesca y Acuicultura	A. Protección y uso sustentable del Espacio Marino Costero	Zona de uso preferente para conservación en borde costero	3/8	0/3	4/15	0/2
		Zona de protección costera				
		Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos				
	B. Ecosistemas Marinos	Sobreexplotación de los recursos, contaminación y pérdida de hábitats	2/8	1/3	0/15	1/2
		Proliferación algal				

		Elevación nivel del mar (NMM)				
		Acidificación de oceanos				
	C. Productividad	Desplazamiento de los stocks y al aumento de la mortalidad de crustáceos para la acuicultura	3/8	0/3	0/15	0/2
		Cambios en los medios de vida y en las capturas o en las posibilidades de cosecha				
		Exposición de centros acuicolas productivos				
Salud	**A. Dimensión humana**	Aumento de enfermedades infecciosas y diarreicas y malnutrición (producto de cantidad y calidad de alimentos)	2/8	3/3	3/15	0/2
		Variación en la distribución y frecuencia de enfermedades transmitidas por mosquitos (Dengue, Fiebre amarilla, otros).				
		Enfermedades cardio-respiratorias por mala calidad de aire				
	B. Dimensión territorial	Considera diagnostico de infraestructura de servicios asistenciales	0/8	2/3	13/15	1/2
		Considera capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos				
		Reconoce sitios con Potencial Presencia de Contaminantes				
		Reconoce territorios ambientalmente vulnerables				
Recursos Hídricos		Disminución del régimen anual/ caudal hídrico	6/8	3/3	7/15	1/2
		Fusión y desaparición de los glaciares				
		Disponibilidad de agua potable				
		Zonas de prohibición de aguas subterráneas				
		Zonas de agotamiento de aguas superficiales				
Infraestructura	**A. Obras Hidráulicas**	Localiza Servicios de Infraestructura Hidráulica de Riego	6/8	3/3	11/16	1/2
		Localiza Servicios de Infraestructura Hidráulica de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias				
		Localiza Servicios de Infraestructura Hidráulica de Control Aluvional y de Manejo de Cauces				
		Localiza Servicio de Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural				
		Servicios sanitarios				
	B. Infraestructura vial	Localiza Puentes	2/8	0/3	15/15	2/2
		Localiza Proyectos viales				

	C. Obras portuarias	Considera Infraestructura de Mejoramiento del Borde Costero	4/8	0/3	2/15	1/2
		Considera Infraestructura Portuaria de Conectividad				
		Considera Infraestructura Portuaria de Ribera				
		Considera Infraestructura Portuaria para Turismo y Deportes Náuticos				
		Considera Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal				
	D. Edificación pública y otros	Centros educacionales	0/8	0/3	3/15	1/2
		Centros de salud				
Energia		Considera eficiencia energetica	4/8	3/3	0/15	0/2
		Localiza/Reconoce de fuentes renovables				
		Considera impactos en la generación y demanda de energía				
Turismo		Menciona los impactos del cambio climático para este sector (ej. disminución de áreas turisticas por causas de CC)	2/8	0/3	2/15	1/2
Ciudades		Considera áreas de riesgo/ zonifica	3/8	1/3	14/15	2/2
		Considera impactos de CC en ciudades				
		Considera Reducción y gestión del riesgo de desastres asociados al cambio climático				
		Considera identificación y protección de áreas de valor ambiental relevantes para las ciudades				
		Define estándares de planificación y urbanización para evitar lesiones o pérdida de vidas, medios de subsistencia y bienes ante impactos climáticos				
		Identifica zonas vulnerables / población expuesta				
Escenarios y Proyecciones Climáticas			2/8	3/3	0/15	0/2
Emisiones y Captura de Gases Efecto Invernadero (GEI)			0/8	0/3	0/15	0/2

8. Evaluación de cadenas de impacto

Esta sección hace un análisis de todos los riesgos y sus componentes de aquellas cadenas de impactos de la plataforma ARClim, el proyecto AdaptaClim y la presente consultoría ***(ver Tabla 8.1)***.

Tabla 8.1. *Listado de riesgos climáticos para la Región de Coquimbo (ARClim: 1 – 31; AdaptaClim: 32 – 49; Anteproyecto PARCC Coquimbo: 50 - 57). Fuente: Elaboración propia*

#	Sector(es)[74]	Amenaza climática	Riesgo
1	A&S	Sequía	Pérdida de productividad de cultivo de cerezo
2	A&S	Sequía	Pérdida de productividad de cultivo de nueces
3	A&S	Sequía	Pérdida de productividad de cultivo de almendro
4	A&S	Sequía	Pérdida de productividad de cultivo de maíz
5	A&S	Sequía	Pérdida de productividad de cultivo de trigo de bajo riego
6	A&S	Sequía	Pérdida de productividad de cultivo de papa de bajo riego
7	ZC; C&I	Incremento de marejadas + alza en el nivel del mar	Anegamiento en asentamiento costeros
8	C&I	Precipitaciones extremas	Inundaciones
9	C&I	Olas de calor	Aumento de mortalidad prematura neta
10	C&I	Aumento de la temperatura promedio anual máxima	Aumento de mortalidad prematura
11	C&I	Olas de calor	Incremento de mortalidad y morbilidad
12	C&I	Aumento de temperatura del aire + humedad	Aumento de disconfort térmico (grado de satisfacción de la población en los espacios abiertos, especialmente en parques, plazas y calles)
13	A&S; C&I	Sequía	Inseguridad hídrica doméstica urbana
14	A&S; C&I	Sequía	Inseguridad hídrica doméstica rural
15	A&S	Sequía + incremento de olas de calor	Disminución de verdor en bosques nativos y plantaciones forestales
16	A&S	Temperaturas sobre 30ºC	Aumento de incendios en bosques nativos y plantaciones forestales
17	ZC	Incremento de oleaje	Incremento de downtime en caletas de pescadores
18	ZC	Marejadas	Incremento de downtime en puertos estatales
19	A&S	Cambios en la precipitación anual	Dismunicón del aprovechamiento de agua superficial de riego
20	C&I	Precipitaciones extremas	Incremento de inundaciones por desborde de ríos
21	C&I	Precipitaciones extremas	Incremento de inundaciones en zonas urbanas
22	A&S	Sequía	Aumento de sequías hidrológicas
23	ZC	Aumento de nivel del mar + incremento de marejadas	Pérdida de atractivo turístico por erosión de playas
24	A&S	Olas de calor	Pérdida de atractivo turístico por incendios forestales
25	ZC	Incremento de marejadas	Pérdida de atractivo turístico en los destinos sol y playa
26	ZC	Cambios en la temperatura del aire + precipitaciones	Reducción de desembarque pesquero artesanal
27	Bio	Aumento de la temperatura del aire	Pérdida de fauna y flora terrestre
28	Bio	Reducción en las precipitaciones	Pérdida de fauna y flora terrestre
29	C&I	Disminución de precipitaciones	Aumento de los costos marginales del sistema eléctrico asociados al recurso hídrico y eólico

[74] Sectores del CORECC: A&S (Agua y Suelo); ZC (Zona Costera); C&I (Ciudad e Infraestructura); Bio (Biodiversidad)

30	C&I	Cambios en la radiación solar	Aumento de los costos marginales del sistema eléctrico en plantas de generación solar
31	C&I	Días que se superan los 30ºC	Aumento de los costos marginales del sistema eléctrico en líneas de trasmisión
32	Bio; ZC	Aumento de la TSM[75]	Pérdida en la riqueza de especies marinas
33	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la composición de especies marinas
34	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la diversidad funcional de especies marinas
35	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la ocupación espacial del pingüino de Humboldt
36	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la ocupación espacial de la ballena jorobada
37	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la ocupación espacial del cachalote
38	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la ocupación espacial del delfín nariz de botella
39	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la ocupación espacial de la ballena azul
40	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida en la ocupación espacial del yunquito
41	C&I;ZC	Aumento de la TSM	Aumento de la presencia de medusas agua viva en las playas
42	C&I;ZC	Aumento de la TSM	Aumento de la presencia de fragata portuguesa en las playas
43	C&I; A&S	Reducción en las precipitaciones	Pérdida en la continuidad de agua potable en los Sistemas Sanitarios Rurales (SSRs)
44	A&S	Olas de Calor	Pérdida de área cultivable de uva pisquera
45	A&S	Sequía	Pérdida de área cultivable de uva pisquera
46	ZC	Aumento de la TSM	Pérdida de desembarque artesanal de macha
47	ZC	Cambios en el régimen de surgencia[76]	Pérdida de desembarque artesanal de macha
48	ZC	Aumento de la TSM	Pérdida de producción acuícola del ostión del norte
49	ZC	Cambios en el régimen de surgencia[3]	Pérdida de producción acuícola del ostión del norte
50	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida de habitabilidad de huiros
51	Bio	Reducción en las precipitaciones	Pérdida de habitabilidad del puma
52	Bio	Reducción en las precipitaciones	Pérdida de habitabilidad de la chinchilla
53	Bio; ZC	Aumento de la TSM	Pérdida de habitabilidad del chungungo
54	C&I; A&S	Reducción en las precipitaciones	Pérdida de almacenamiento de embalses
55	C&I; A&S	Sequia	Pérdida de almacenamiento de embalses
56	A&S	Sequía	Pérdida de potencial fotosintético de flora nativa
57	A&S	Olas de calor	Pérdida de potencial fotosintético de flora nativa

El **proyecto *ARClim***[77] tuvo como objetivo desarrollar un conjunto de mapas de riesgos a escala nacional relacionados con el cambio climático para Chile. Para la Región de Coquimbo, dicho proyecto estimó un total de 36 cadenas de impactos (riesgos) en 10 sectores diferentes.

Para el **sector agricultura** se evaluaron riesgos relacionados con cambios en el rendimiento de sistemas agrícolas ante la presencia de sequías. Los riesgos para este sector fueron evaluados a través de generación de 6 cadenas de impactos que usaron el área de cultivo actual como indicador de exposición, y un indicador de sensibilidad compuesto por siete parámetros (presencia de pequeñas y medianas explotaciones, población urbana-rural, diversidad de cultivos, número de embalses, cantidad de usuarios, número de

[75] TSM (Temperatura Superficial del Mar)
[76] Reducción o incremento de la intensidad de la surgencia
[77] https://arclim.mma.gob.cl/

embalses, cantidad de usuarios y funcionarios INDAP, disponibilidad de infraestructura y proporción de cultivos entre riego-secano. Para más detalle sobre la metodología usada, ver Meza et al., 2020[78].

Pérdida de productividad del cultivo de cerezo

En esta cadena de impacto se evaluó el riesgo de cambio de la productividad de cultivo de cerezo para la comuna de Ovalle, y determinó un riesgo nivel "moderado" para esta comuna frente a un aumento de sequías. El nivel de riesgo está principalmente asociado a un nivel de amenaza "muy alto" (pérdidas de rendimiento de cultivo de 20,000 kg por hectárea por año por sequía). Por otro lado, el nivel de exposición es "bajo" (hectáreas de cultivo presentes actualmente no superan las 2 hectáreas), mientras que el nivel de sensibilidad es "muy bajo" para la comuna en evaluación ***(Fig. 8.1)***.

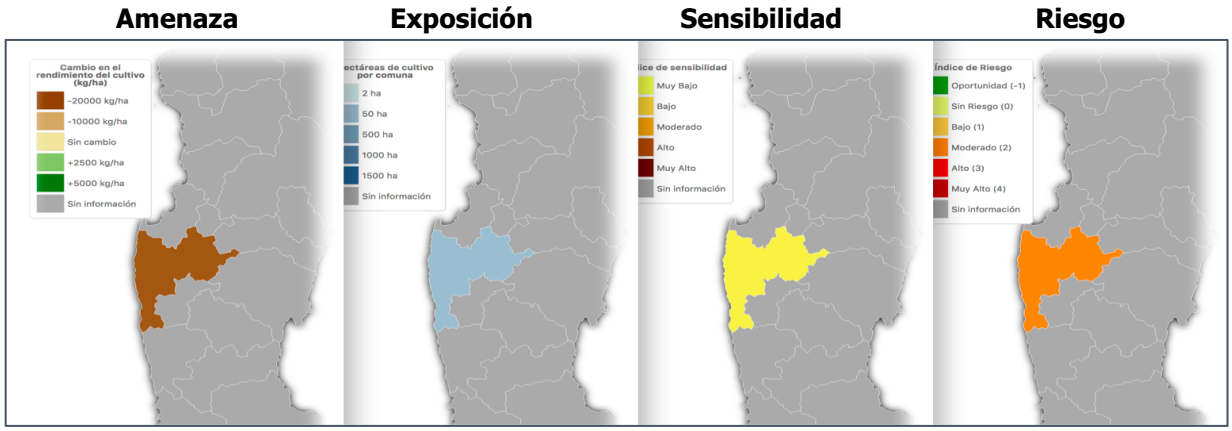


Figura 8.1*. Cambios en el rendimiento del cultivo de cerezo como consecuencia de la sequía en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Pérdida de productividad del cultivo de nueces

En esta cadena de impacto se evaluó el riesgo de pérdida de la productividad de cultivo de nueces para 10 comunas (Coquimbo, Paihuano, Vicuña, Illapel, Los Vilos, Salamanca, Ovalle, Combarbalá, Monte Patria, y Rio Hurtado). El análisis determina que las comunas de Padre Hurtado, Monte Patria, Ovalle, Salamanca e Illapel presentan un riesgo nivel "alto", mientras que las comunas Vicuña, Combarbalá y Los Vilos presentan un riesgo nivel "moderado" a cambios en la productividad del cultivo de nueces por aumento en la sequía. El resto de comunas de la región presentan un riesgo de pérdida de productividad nivel "bajo".

El nivel de amenaza (cambio de rendimiento en el cultivo de nueces por sequía) para las comunas analizadas se encuentra en niveles "altos" y "muy altos" con reducciones que rondan entre las 1.200 y las 750 kg/hectáreas por año. Por otro lado, los niveles de exposición son relativamente "altos" para todas las comunas analizadas (entre 1.000 a 10.000 hectáreas de cultivo actuales de nuez), mientras que los niveles de sensibilidad son "muy altos" para las comunas de Paihuano y Los Vilos, y "altos" para la comuna de Río Hurtado. El resto de comunas presenta niveles de sensibilidad "moderados" o "muy bajos" ***(Fig. 8.2)***.

[78] Meza, F., Morales, D., Gonzalez, D., Duarte, K., Jara, V. & Saldaña, P. (2020). Informe ARClim: Agricultura. Centro de Cambio Global UC coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro del Cambio Global UC para el Ministerio de Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationionale Zusammenarbeit (GIZ)., Santiago , Chile

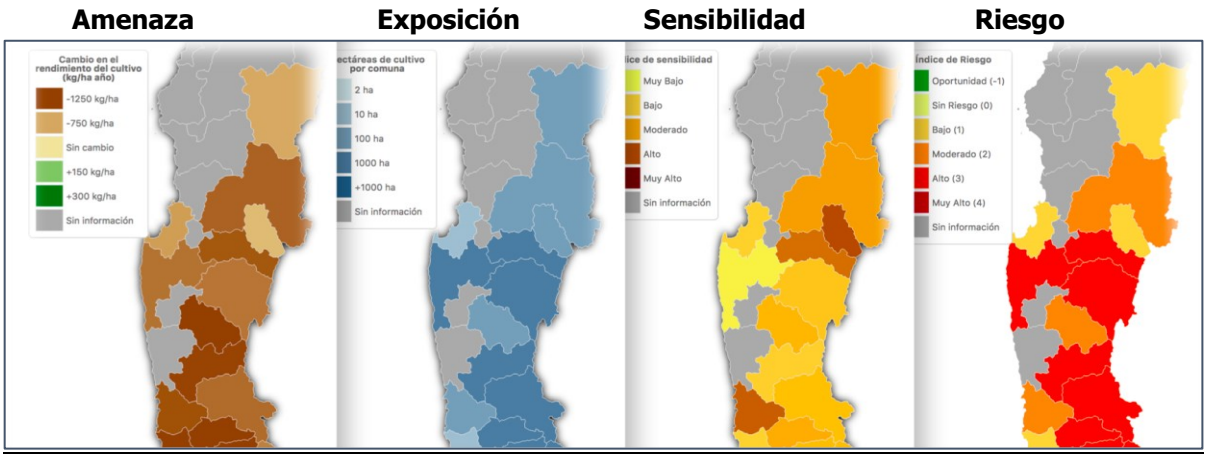


Figura 8.2*. Cambios en el rendimiento del cultivo de nueces como consecuencia de la sequía en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Pérdida de productividad del cultivo de almendro</u>

En esta cadena de impacto se evaluó el cambio de la productividad de cultivo de almendro para 5 comunas (Coquimbo, Salamanca, Ovalle, Combarbalá, y Punitaqui). El análisis de riesgo determina que, con excepción de las comunas de Ovalle y Punitaqui que presentan un riesgo "bajo", el resto de las comunas de la región está "sin riesgo" de pérdida de productividad de cultivo de almendro por sequía. Aunque la sequía reducirá considerablemente rendimiento del cultivo (amenaza) de almendro para las comunas de Coquimbo, Ovalle y Punitaqui, los niveles de exposición y sensibilidad actuales son "bajos" o "muy bajos" para todas las comunas analizadas ***(Fig. 8.3)***.

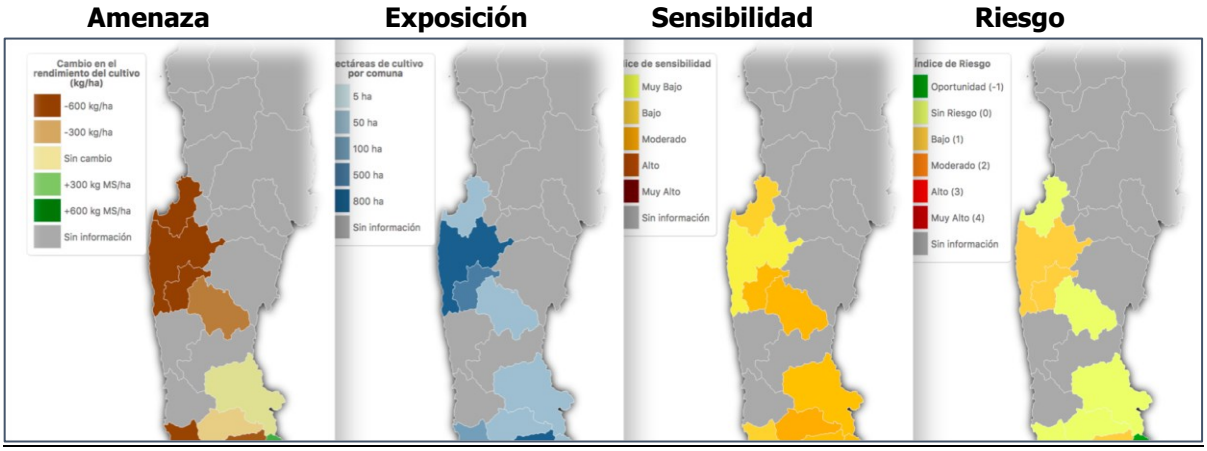


Figura 8.3*. Cambios en el rendimiento del almendro de nueces como consecuencia de la sequía en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Pérdida de productividad del cultivo de maíz</u>

En esta cadena de impacto se evaluó el riesgo de cambio de la productividad de cultivo del maiz para 3 comunas (Coquimbo, Ovalle, y Combarbalá). El análisis de riesgo determina que la comuna de Ovalle presenta un riesgo nivel "moderado" de pérdida de productividad de cultivo de maíz frente a un aumetno de sequías, mientras que las comunas de Coquimbo y Combarbalá presentan un riesgo nivel "bajo". Aunque

la sequía reduciría el rendimiento de cultivo de maíz entre 3.000 a 7.000 kg por hectárea por año (amenaza), para las comunas analizadas los niveles de exposición y sensibilidad son "bajos" o "muy bajos" ***(Fig. 8.4)***.

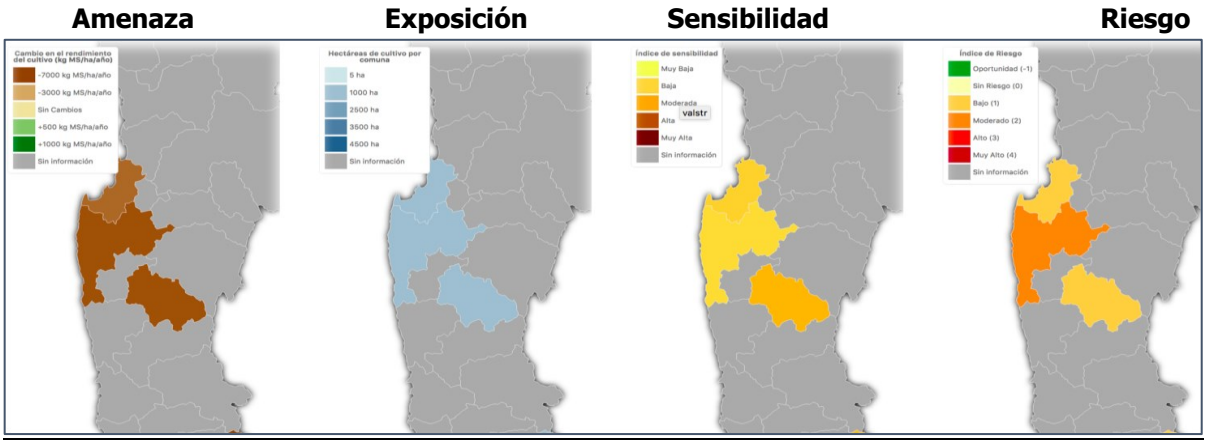


Figura 8.4*. Cambios en el rendimiento de maíz como consecuencia de la sequía en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Pérdida de productividad del cultivo de trigo de bajo riego</u>

En esta cadena de impacto se evaluó el riesgo de cambio de la productividad de cultivo de trigo de bajo riego para la comuna de Ovalle frente a un aumetno de la sequía. El análisis de riesgo determina que esta comuna no presenta riesgo ("sin riesgo"), lo que se debe principalmente a los bajos niveles de exposición y sensibilidad de este cultivo frente a esta amenaza. Sin embargo, se podría esperar una pérdida de rendimiento (amenaza) de alrededor de 400 kg por hectárea por año debido a la sequía para este cultivo ***(Fig. 8.5)***.

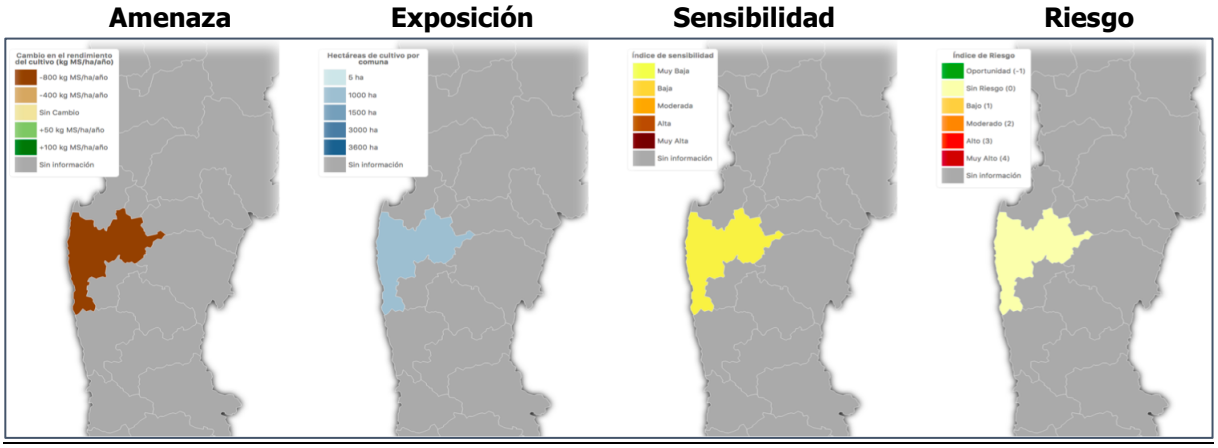


Figura 8.5.*. Cambios en el rendimiento de trigo de bajo riego como consecuencia de la sequía en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Pérdida de productividad del cultivo de papa de bajo riego

En esta cadena de impacto evalua el riesgo de cambio de la productividad de cultivo de papa de bajo riego para las comunas de La Serena, Coquimbo, Ovalle, Canela y Punitaqui. El análisis de riesgo determina que la comuna de Canela es la única comuna de la región de Coquimbo con riesgo nivel "alto" de pérdida de productividad de cultivo de papa de bajo riesgo frente a la sequía. El resto de comunas (La Serena, Coquimbo, Ovalle) presentan un riesgo nivel "bajo", mientras que la comuna de Punitaqui no presenta niveles de riesgo ("sin riesgo"). Aun así, la pérdida de rendimiento de cultivo de papa de bajo riego en un escenario de sequía rondará los 1.600 kg por hectárea por año para las comunas de Coquimbo, Ovalle, Punitaqui, y Canela, y los 800 kg por hectárea por año para la comuna de La Serena (amenaza). Los niveles de exposición son "bajos" (baja cantidad de hectáreas con cultivo) con excepción de Coquimbo y La Serena que poseen sobre 700 hectáreas de cultivo al día de hoy. Los niveles de sensibilidad son "muy altos" para la comuna de Canela, mientras que el resto de comunas presentan niveles "moderados" y "muy bajos" ***(Fig. 8.6)***.

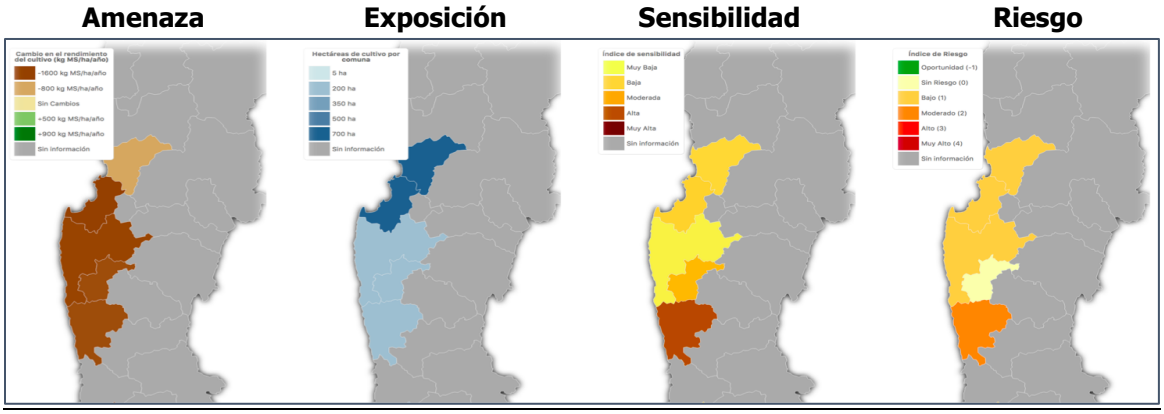


Figura 8.6*. Cambios en el rendimiento de papa de bajo riego como consecuencia de la sequía en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el **sector salud y bienestar** se evaluaron 9 cadenas de impactos ***(ver Tabla 8.1)***. Para más detalle sobre la metodología usada, ver Cifuentes et al., 2020[79].

Incremento de anegamientos de asentamientos costeros

Esta cadena evaluó el riesgo de anegación de asentamientos costeros debido a una mayor presencia de marejadas y alza en el nivel del mar. Para ello, se consideró como indicador de amenaza el cambio en la cota de inundación la cual es una combinación del aumento del nivel del mar y el aumento en la intensidad de marejadas. Como indicador de exposición es usado el número de habitantes por asentamiento costero, mientras que el indicador de sensibilidad es un índice compuesto por variables que incluyen tanto la densidad poblacional, la densidad de viviendas como la fracción de tipos de vivienda (casa, departamento en edificio, o precaria) existentes en los asentamientos costeros de la Región de Coquimbo.

Para la región de Coquimbo se evaluaron un total de 28 asentamientos costeros (Punta de Choros, El Náufrago, Chungungo, Totoralillo Norte, Caleta Hornos, Lomas del Arrayán, Serena Golf, Caleta San Pedro,

[79] Cifuentes, L.; Quiroga, D.; Valdes, J. & Cabrera, C., 2020. Informe Proyecto ARClim: Salud. Centro de Cambio Global UC y DICTUC/Greenlab coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago.

La Serena, Coquimbo, Altos La Herradura, Las Tacas, Guanaqueros, Camping Playa Blanca, Puerto Velero, Tongoy, Puerto Aldea, Talcaruca, Parque Nacional Fray Jorge, Caleta El Toro, La Cebada, El Teniente Bajo, Caleta Chigualoco, Conchalí, Los Vilos, Quilimarí Alto, Pichidangui).
Los resultados del análisis de riesgo indican que la mayoría de los asentamientos costeros de la región de Coquimbo tiene niveles de probabilidad "altos" o "muy altos" de aumento de cota de inundación por aumento de marejadas o nivel del mar. Por lo otro lado, existen importantes diferencias entre los niveles de exposición y sensibilidad entre los diferentes asentamientos. Coquimbo y La Serena presentan el mayor nivel de exposición (alto número de viviendas), mientras que el nivel de sensibilidad es "moderado" o "alto" para la mayoría del resto de los asentamientos. Finalmente, los asentamientos de Coquimbo y La Serena son los que presentan un riesgo "muy alto" de inundación frente al aumento de marejadas y nivel del mar ***(Fig. 8.7)***.

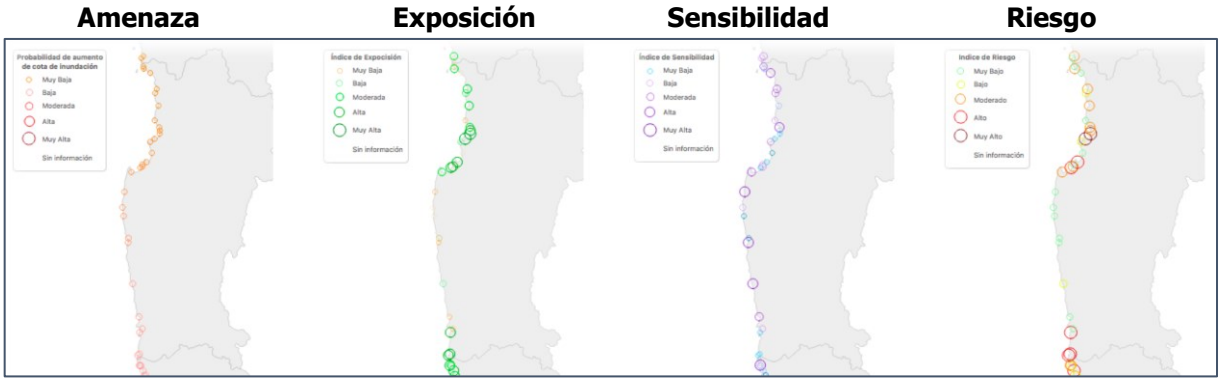


Figura 8.7*. Riesgo de anegamiento de asentamiento costeros frente a una mayor presencia de marejadas y alza en el nivel del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Inundaciones</u>
Esta cadena evaluó el riesgo de inundación de infraestructura (viviendas y servicios críticos) por desborde de colectores de aguas lluvias considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras. La amenaza corresponde a un índice compuesto que incluye precipitaciones para un período de retorno 5, 10 y 20 años relacionado a la probabilidad de falla de los colectores, latitud y longitud de la comuna, altitud media, altitud máxima, altitud mínima, pendiente media, pendiente máxima, pendiente mínima, área y erodabilidad. Por otro lado, el indicador de exposición se compone de un solo índice, correspondiente a la población urbana residente en cada comuna, mientras que el indicador de sensibilidad es un índice compuesto por 16 factores que incorpora la proporción de grupos vulnerables (niños, adultos mayores, población migrante), condiciones de la vivienda y condiciones territoriales (cantidad de establecimientos de salud, ...). Esta cadena de impacto incorpora un indicador de resiliencia el cual se construyó a partir de 31 índices agrupados en 5 dimensiones diferentes (diversidad, redundancia, conectividad, gestión municipal y vinculación municipal con la ciudadanía).
Para la región de Coquimbo se evaluó el riesgo de inundaciones por desborde de colectores de lluvia para un total de 3 comunas (La Serena, Coquimbo y Ovalle). Los resultados indican que el nivel de amenaza es "bajo" para las 3 comunas, mientras que las comunas de Coquimbo y La Serena presentan niveles "muy altos" de exposición. Los niveles de sensibilidad son "muy altos" y "altos" en las comunas de La Serena y Coquimbo, respectivamente, mientras que el nivel de resiliencia es "alto" o "moderado" en las 3 comunas. Las comunas de La Serena y Coquimbo presentan el mayor riesgo de inundación (nivel "muy alto"), mientras que la comuna de Ovalle presenta un nivel de riesgo "alto" ***(Fig. 8.8)***.

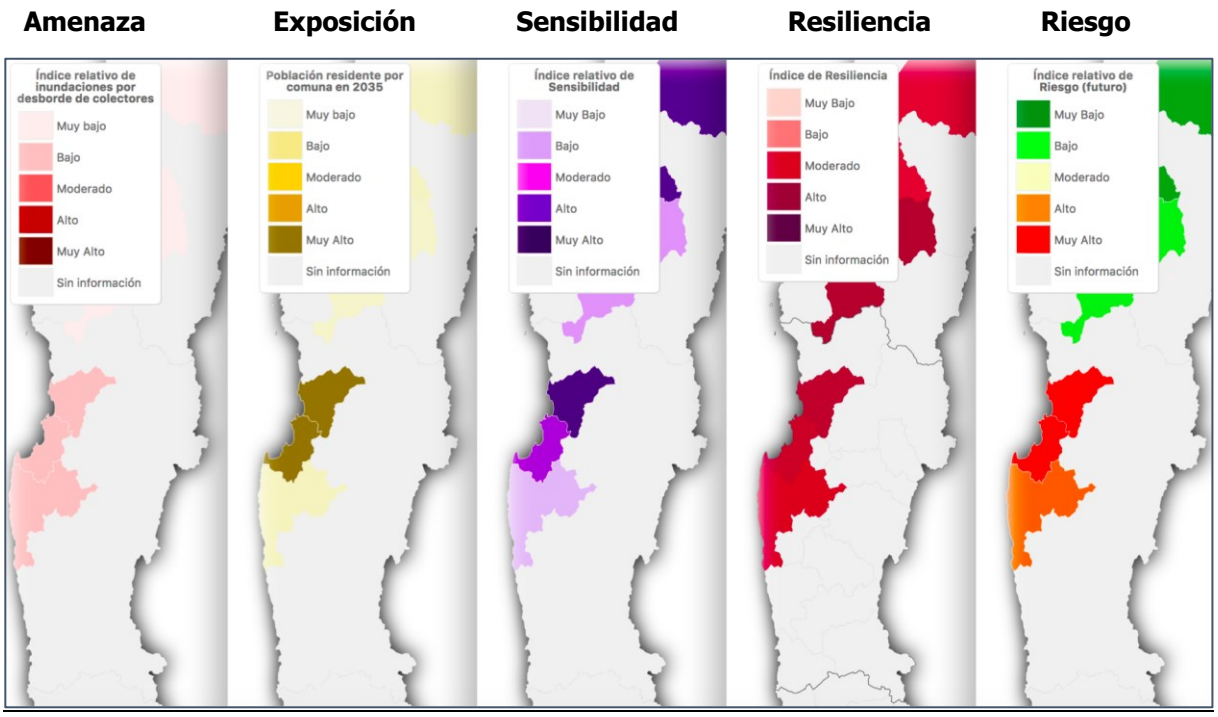


***Figura 8.8**. Riesgo de inundaciones por desborde de colectores de aguas lluvias en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Incremento de mortalidad prematura neta por cambio de temperatura</u>

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo asociado al cambio neto de la mortalidad para todas las causas no accidentales debido a cambios en la temperatura y al aumento en la frecuencia de olas de calor por efecto del cambio climático.

La mortalidad neta incluye tanto el aumento de muertes por calor, como la disminución de muertes debido al aumento de temperatura en zonas donde estas son típicamente bajas. La amenaza corresponde a un cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria para un futuro comprendido entre el año 2035 y 2065 en comparación con un clima histórico comprendido entre los años 1980 y 2010. El indicador de exposición corresponde a la población urbana que se proyecta para el año 2050, mientras que como indicador de sensibilidad se usó un índice compuesto que incluye la tasa base de mortalidad que representa la vulnerabilidad general de la población, así como la relación temperatura-mortalidad que relaciona la temperatura con el riesgo relativo de muerte para cada día del año a escala comunal.

El riesgo mortalidad prematura neta por cambio de temperatura se evaluó para un total de 10 comunas de la Región de Coquimbo (Coquimbo, La Serena, Vicuña, Monte Patria, Ovalle, Andacollo, Punitaqui, Canela, Los Vilos, y Salamanca). En términos generales, todas las comunas analizadas presentan entre un aumento de 1ºC a 2ºC de las temperaturas máximas, mostrando los valores más altos las comunas del interior de la Región. Las comunas de Coquimbo y La Serena presentan un nivel "muy alto" de exposición, seguido por la comuna de Ovalle. Por otro lado, las comunas de Ovalle, Coquimbo y La Serena presenten los niveles de sensibilidad más altos de la Región (muertes totales no accidentales esperadas). El riesgo de mortalidad prematura neta por aumento en las temperaturas máximas es mayor en las comunas de La Serena, Coquimbo y Ovalle, y menor en las comunas del interior de la Región (Vicuña, Monte Patria y Salamanca) ***(Fig. 8.9)***.

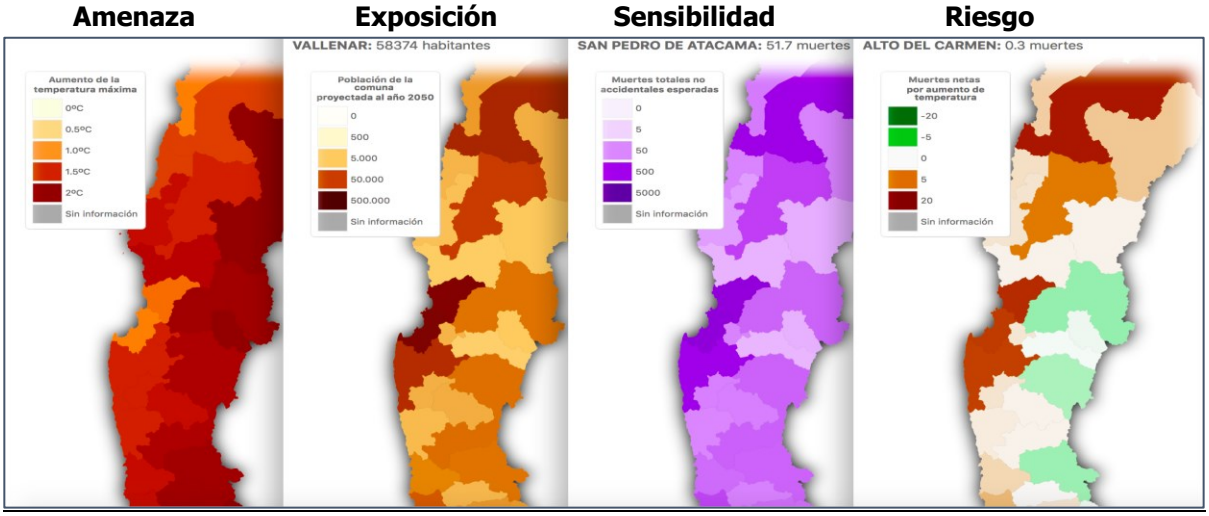


Figura 8.9*. Riesgo de muerte prematura neta por cambios en las temperaturas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Incremento de mortalidad prematura por incremento en la temperatura promedio anual máxima</u>

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo asociado mortalidad prematura (muertes por causas no accidentales) para el año 2050 considerando un aumento en la temperatura promedio anual máxima. El indicador de amenaza se basa en el cambio en el promedio anual de la temperatura máxima diaria durante el periodo 2035-2064 (escenario RCP8.5) con respecto al promedio de la temperatura máxima observada durante el período 1980-2010, para los meses con aumento de mortalidad. Por otro lado, se considera como indicador de exposición la población proyectada para el año 2050, y como indicador de sensibilidad un índice que integra la tasa base de mortalidad que representa la vulnerabilidad general de la población, así como la relación temperatura-mortalidad la cual asocia la temperatura con el riesgo relativo de muerte para cada día del año.

La cadena de impacto para la región de Coquimbo evaluó el riesgo de mortalidad prematura por calor para 15 comunas (La Serena, Coquimbo, Andacollo, La Higuera, Paihuano, Vicuña, Illapel, Canela, Los Vilos, Salamanca, Ovalle, Combarbalá, Monte Patria, Punitaqui, y Rio Hurtado). Todas las comunas analizadas (con excepción de Coquimbo y La Serena) presentan un nivel de amenaza "alto" (temperaturas incrementadas en 1.5 a 2ºC). Por otro lado, las comunas de Coquimbo y La Serena presentan un incremento de temperatura de 1ºC. En términos de exposición y sensibilidad, las comunas de Coquimbo y La Serena presentan los niveles máximos, seguidos por la comuna de Ovalle. En términos de riesgo a sufrir un aumento de muertes prematuras por calor, las comunas de Coquimbo y La Serena presentan los mayores niveles (sobre 5,000 muertes), seguido por Ovalle (sobre 500 muertes) ***(Fig. 8.10)***.

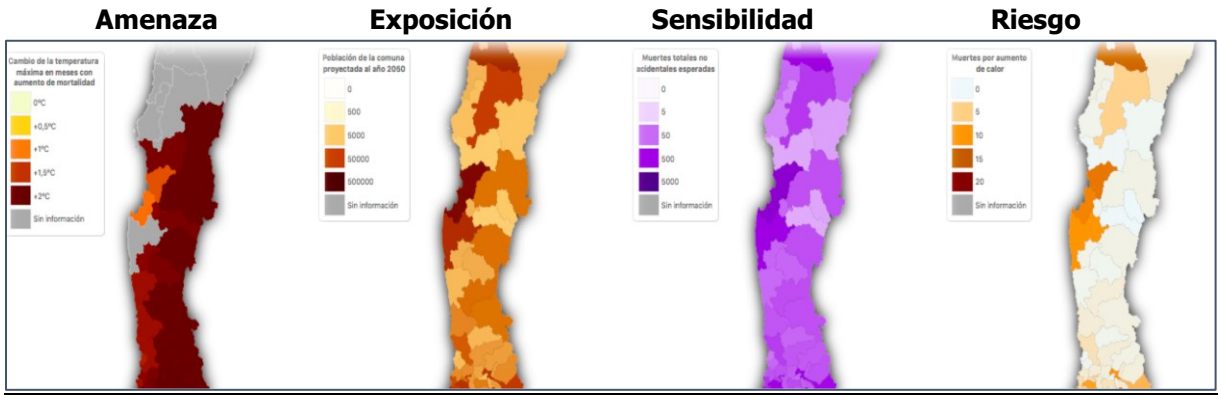


Figura 8.10*. Riesgo de muerte prematura por cambios en las temperaturas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Incremento de mortalidad y morbilidad por olas de calor</u>

Esta cadena de impacto evalúa los efectos adversos sobre la salud humana (mortalidad y morbilidad) generados por las olas de calor considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales tanto históricas como futuras. Como indicador de amenaza se consideró la incidencia de olas de calor entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5), mientras que el indicador de exposición considera la población (urbana y rural) que proyectada a residir en las distintas comunas de la Región para el año 2035. El indicador de sensibilidad representa la presencia de condiciones poblacionales o territoriales que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos de olas de calor (considera 15 indicadores subdivididos en 5 dimensiones: islas de calor urbano, empleo sensible, condiciones socioeconómicas, condiciones etarias y de salud y otras condiciones etarias). El indicador de resiliencia es una aproximación a la capacidad de distintos asentamientos humanos para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos y se construyó a partir de un total de 31 indicadores agrupados en 5 dimensiones, 3 para capacidad de respuesta (diversidad, redundancia y conectividad) y 2 para capacidad de adaptación (gestión municipal y vinculación municipal con la ciudadanía).

Este riesgo fue evaluado para todas las comunas de la Región de Coquimbo, y los resultados indican que las comunas de Ovalle y Combarbalá presentan el mayor índice de amenaza ("fuerte aumento" de mortalidad y morbilidad) en comparación con el resto de comunas ("leve aumento" de mortalidad y morbilidad). Las comunas de La Serena y Coquimbo presentan el mayor nivel de exposición ("muy alto"), seguido por la comuna de Ovalle ("alto"), mientras que las comunas con mayor nivel de sensibilidad son aquellas localizadas en el interior de la región (Paihuano, Monte Patria, Salamanca, Rio Hurtado y Vicuña). El nivel de resiliencia para todas las comunas se distribuye entre "moderado" y "alto", con excepción de Punitaqui, Paihuano, Monte Patria, Illapel, y Andacollo que presentan niveles de resiliencia "muy bajo". En relación al riesgo, las comunas de Illapel, Combarbalá, Punitaqui, Rio Hurtado, y Monte Patria presentan un potencial "fuerte aumento" en los efectos de las olas de calor en la salud humano (muertes y enfermedades asociadas) ***(Fig. 8.11)***.

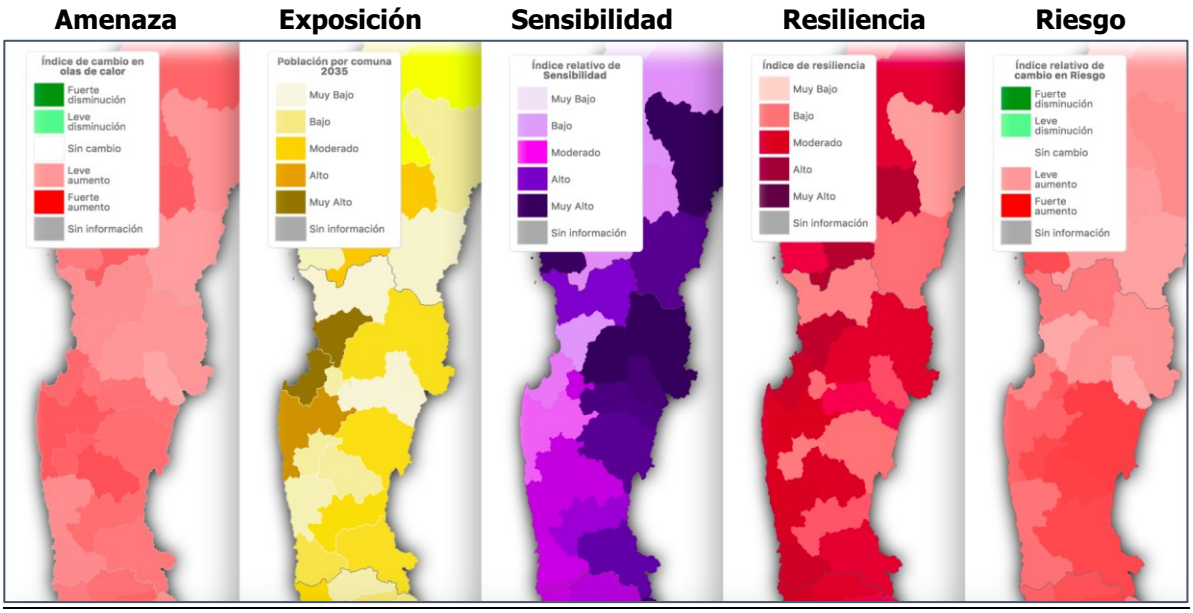


Figura 8.11*. Riesgos en la salud humano por olas de calor para la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Incremento del disconfort térmico</u>

Para la construcción de esta cadena de impacto se determinó el riesgo de disconfort térmico ambiental debido al calor y humedad en los meses de verano. El disconfort térmico ambiental representa el grado de satisfacción de la población en los espacios abiertos, especialmente en parques, plazas y calles. El análisis se presenta para las ciudades principales, sobre 50.000 habitantes, por su relevancia en la modificación del clima local e importancia en el sistema urbano nacional.

Para el cálculo de riesgo se consideró como amenaza un aumento en las temperaturas y humedad relativa del aire para el mes más calidad del año (enero) durante el período nocturno. El indicador de exposición corresponde al porcentaje de población infantil (0-5 años) y adulta mayor (sobre los 65 años), respecto del total de la población de cada ciudad, mientras que el indicador de sensibilidad corresponde al índice de vulnerabilidad social (SoVI) construido en base a factores socio-económicos y demográficos de la población urbana. Para la región de Coquimbo se evaluó el riesgo de disconfort térmico para la conurbación La Serena-Coquimbo y la ciudad de Ovalle. Ambas ciudades presentan niveles máximos de amenaza y exposición. Por otro lado, la ciudad de Ovalle presenta un nivel máximo de sensibilidad, mientras que la conurbación La Serena – Coquimbo presenta niveles intermedios. El nivel de riesgo a sufrir disconfort térmico para ambas localidades es "bajo" ***(Fig. 8.12)***.

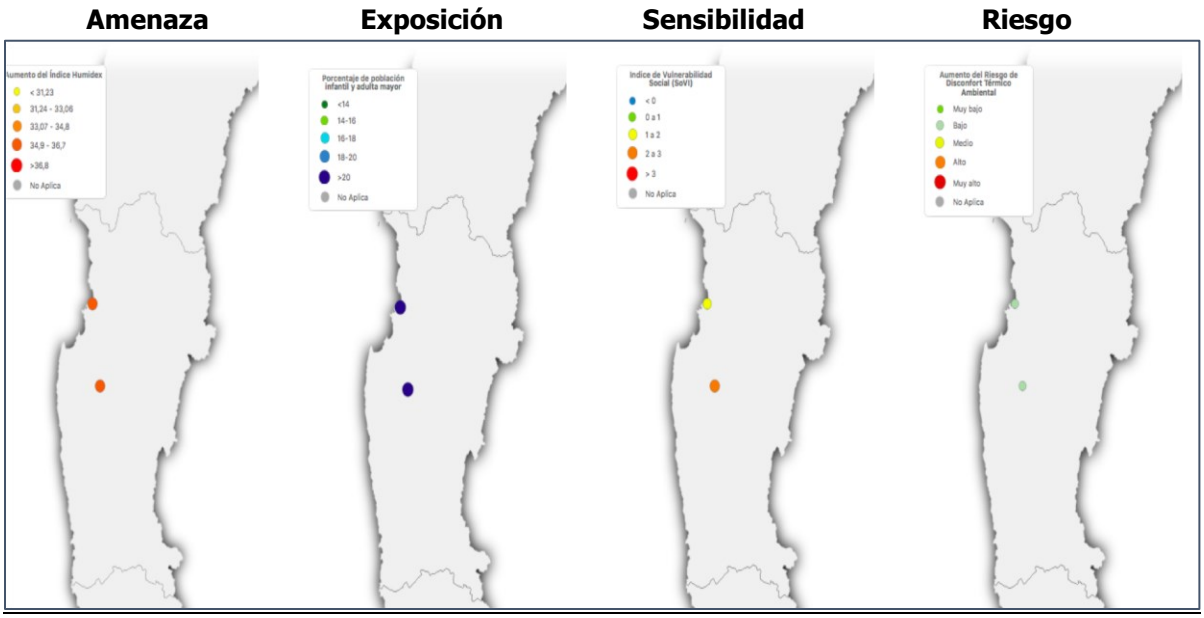


Figura 8.12*. Riesgo de disconfort térmico para la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Inseguridad hídrica doméstica urbana</u>

Esta cadena de impacto describe los efectos adversos sobre la seguridad hídrica rural a nivel doméstico generados por la sequía meteorológica considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales tanto históricas como futuras. Para la construcción de esta cadena se consideró como amenaza la variación en la incidencia de sequías meteorológicas entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5). El indicador de exposición representa la población urbana que se proyecta residir en distintas comunas del país para el año 2035, mientras que el indicador de sensibilidad representa la presencia de condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica que aumentan la susceptibilidad de las comunas a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica doméstica urbana (8 indicadores divididos en cuatro sub-dimensiones: grupos vulnerables, condiciones de los hogares, servicios sanitarios, y condiciones territoriales). Por otra parte, el indicador de resiliencia ofrece una aproximación a la capacidad de distintos asentamientos humanos para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos. Este indicador es un índice compuesto por 31 factores agrupados en 5 dimensiones, 3 para capacidad de respuesta (diversidad, redundancia y conectividad) y 2 para capacidad de adaptación (gestión municipal y vinculación municipal con la ciudadanía).

Para la Región de Coquimbo se evaluó el riesgo de sufrir inseguridad hídrica para todas las comunas de la región con excepción de la Paihuano y Rio Hurtado que no presentan datos de exposición (sin información). Los resultados indican que la incidencia de la sequia meteorología son mayores en la zona interior y sur de la Región, mientras que las comunas de La Serena y Coquimbo presentan niveles de exposición "muy alto" y la de Ovalle "alto". El resto de comunas tienen niveles de exposición "bajos" o "moderados". En términos de sensibilidad, todas las comunas de la región presentan niveles "muy altos", mientras que los niveles de resiliencia muestran valores "moderados" o "altos" con excepción de Punitaqui, Andacollo y Monte Patria que presentan valores "bajos".

El riesgo de sufrir inseguridad hídrica urbana para la Región de Coquimbo es "muy alta" para todas las comunas de la región ***(Fig. 8.13)***.

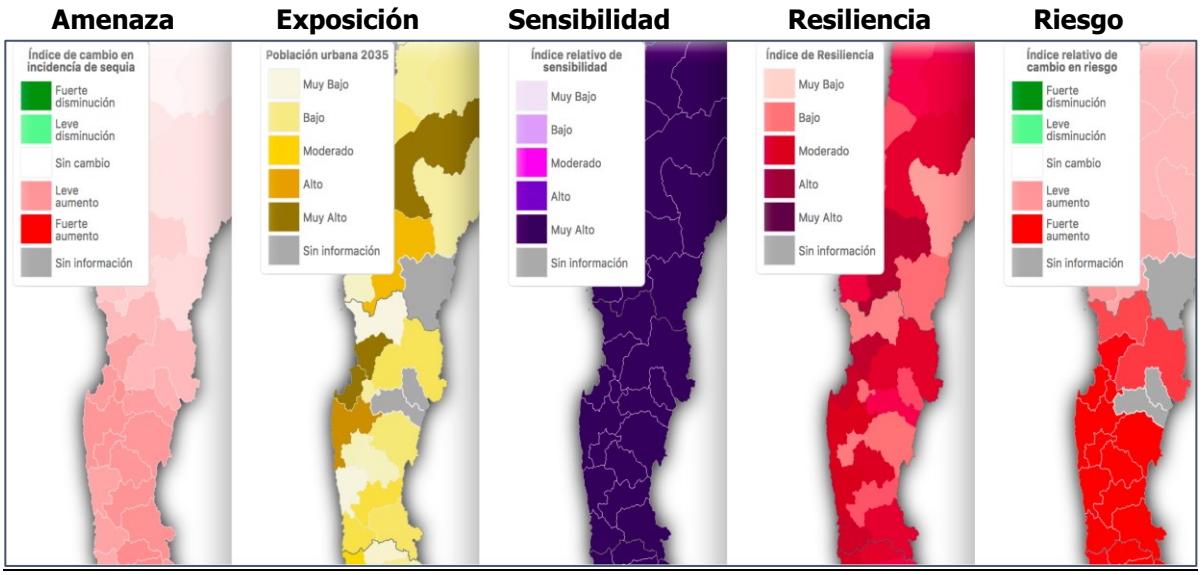


Figura 8.13. *Riesgo de sufrir inseguridad hídrica doméstica urbana en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim*.

<u>Inseguridad hídrica doméstica rural</u>

Esta cadena describe los efectos adversos sobre la seguridad hídrica urbana a nivel doméstico generados por la sequía meteorológica considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras. Para la construcción de esta cadena se consideró como amenaza la variación en la incidencia de sequías meteorológicas entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5). El indicador de exposición representa la población rural que se proyecta residir en distintas comunas del país en 2035, mientras que el indicador de sensibilidad representa la presencia de condiciones demográficas, socioeconómicas y de infraestructura hídrica que aumentan la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos en su seguridad hídrica doméstica urbana (8 indicadores, divididos en cuatro sub-dimensiones: grupos vulnerables, condiciones de los hogares, servicios sanitarios, y condiciones territoriales). Por otra parte, el indicador de resiliencia ofrece una aproximación a la capacidad de distintos asentamientos humanos para responder y adaptarse a las amenazas climáticas a las que están expuestos. Este indicador es un índice compuesto por 31 indicadores agrupados en 5 dimensiones, 3 para capacidad de respuesta (diversidad, redundancia y conectividad) y 2 para capacidad de adaptación (gestión municipal y vinculación municipal con la ciudadanía).

Para la Región de Coquimbo se evaluó el riesgo de sufrir inseguridad hídrica doméstica rural para todas las comunas. Los resultados indican que la incidencia de la sequía meteorología son mayores en la zona interior y sur de la Región, mientras que las comunas de La Serena y Coquimbo presentan niveles de exposición "muy alto" y la de Ovalle "alto". El resto de comunas tienen niveles de exposición "bajos" o "moderados". En términos de sensibilidad, todas las comunas de la región presentan niveles "altos" y "muy altos", mientras que los niveles de resiliencia muestran valores "moderados" o "altos", con excepción de las comunas de Punitaqui, Andacollo y Monte Patria que presentan niveles "bajos".

El riesgo de sufrir inseguridad hídrica doméstica rural para la Región de Coquimbo es "muy alta" para todas las comunas, con excepción de la comuna de Paihuano que presente niveles de riesgo "moderado" ***(Fig. 8.14)***.

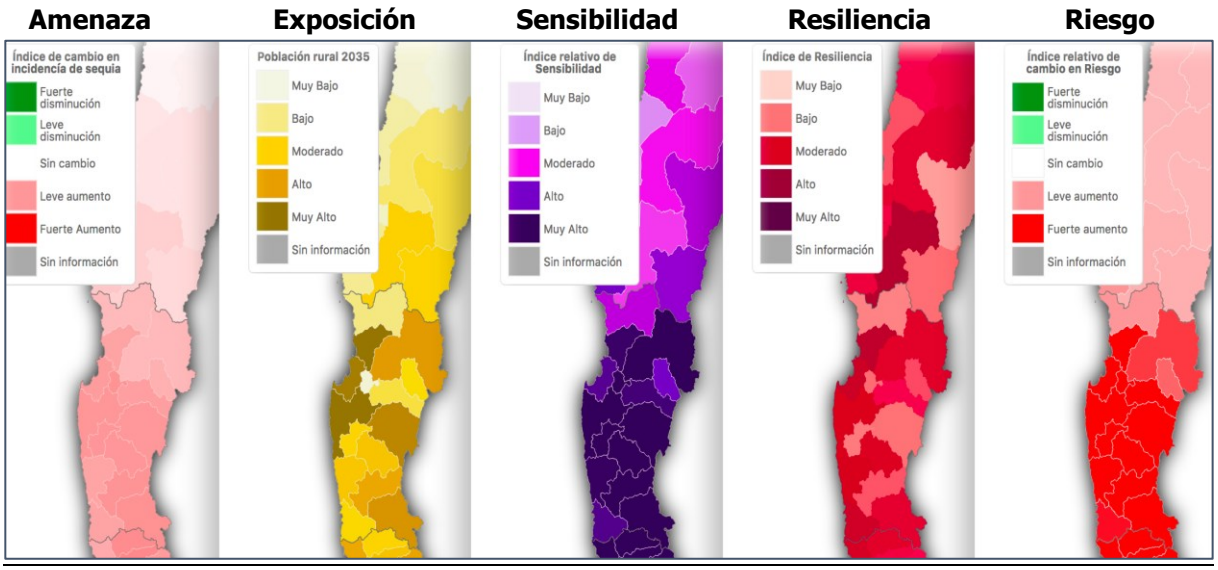


Figura 8.14. *Riesgo de sufrir inseguridad hídrica doméstica rural en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para los **sectores bosques nativos y plantaciones forestales** se evaluaron 4 riesgos relacionados con el verdor y presencia de incendios en bosques nativos y plantaciones forestales. Para mayor información sobre la metodología usada revisar Miranda et al., (2020).[80]

<u>Pérdida de verdor en bosques nativos y plantaciones forestales</u>

Este riesgo representa el efecto potencial de los cambios en el clima sobre el vigor o verdor de los bosques nativos y/o plantaciones forestales (es decir, la abundancia de clorofila en las hojas, lo que es una aproximación de la capacidad fotosintética y potencial de crecimiento de las plantas) a nivel comunal. La disminución de verdor puede representar disminución del crecimiento, defoliación y muerte de partes de la copa o de los individuos.

Para la evaluación del riesgo de pérdida de verdor se considera como indicador de amenaza la variación en la incidencia conjunta de sequías y olas de calor, mientras que el indicador de exposición representa la superficie cubierta de bosque nativo y/o plantación forestal a escala comunal. El potencial efecto del contenido de agua del suelo, la elevación y el índice de humedad topográfico aportan a la sensibilidad frente a sequías y olas de calor.

Para la región de Coquimbo se analizó el riesgo de pérdida de verdor en bosques nativos y plantaciones forestales para la totalidad de las comunas. Debido a que la superficie cubierta por bosques nativos (exposición) ***(Fig. 8.15)*** y/o plantaciones forestales ***(Fig. 8.16)*** en la Región es "baja", los niveles de riesgo para toda la región de pérdida de verdor por sequía y olas de calor es "muy bajo".

[80]Miranda, A.; Carrasco, J.; González, M.; Mentler, R.; Moletto, Í.; Altamirano, A. & Lara, A.; 2020. Informe Proyecto ARClim: Bosques Nativos y Plantaciones Forestales. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Universidad de La Frontera, Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería, Universidad de Chile y Universidad Austral de Chile coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Temuco.

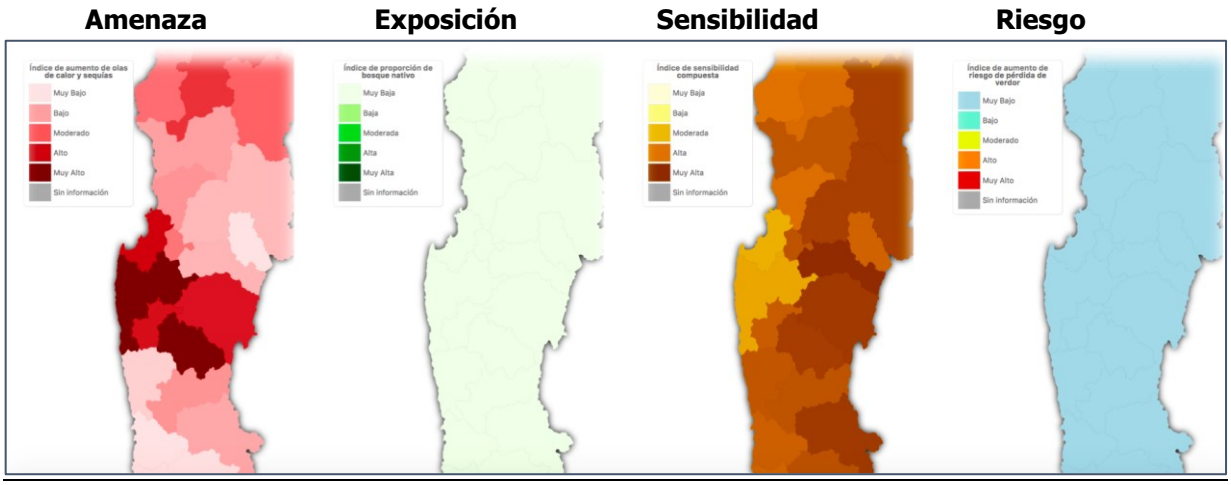


Figura 8.15. *Riesgo de pérdida de verdor en bosques nativos por sequía y olas de calor en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

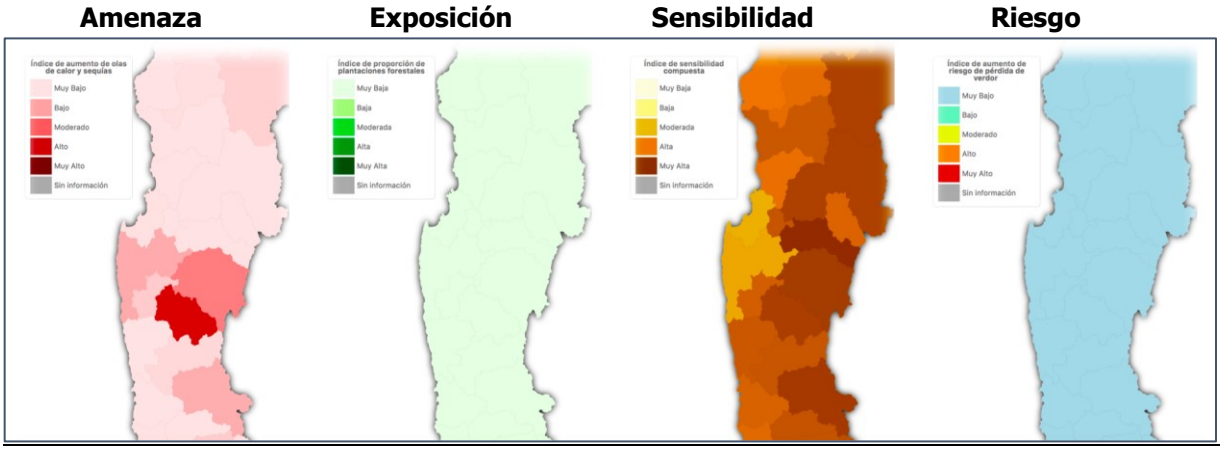


Figura 8.16. *Riesgo de pérdida de verdor en plantaciones forestales por sequía y olas de calor en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Incremento de incendios en bosques nativos y plantaciones forestales</u>

Los incendios forestales ocurren con mayor frecuencia en el periodo estival y, en particular, en los periodos de más calor. El riesgo de ocurrencia de incendios (aumento) consideró como indicador de amenaza la variación en la incidencia de temperaturas sobre 30ºC (propicias para la ocurrencia de incendios forestales) entre el clima histórico (1980-2010) y futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5). El indicador de exposición corresponde a la superficie cubierta por bosques nativos y/o plantaciones forestales a escala comunal, mientras que el indicador de sensibilidad es un índice compuesto con información sobre la densidad de caminos, distancia a caminos, distancia a ciudades, densidad poblacional, densidad de casas, elevación, pendiente, latitud y longitud y las coberturas del suelo.

Para la región de Coquimbo se analizó el riesgo de aumento de incendios en bosques nativos y plantaciones forestales para la totalidad de las comunas. Debido a que la superficie cubierta por bosques nativos ***(Fig. 8.17)*** y/o plantaciones forestales ***(Fig. 8.18)*** en la Región es "baja", los niveles de riesgo de aumento de incendio para toda la región son de nivel "muy bajo".

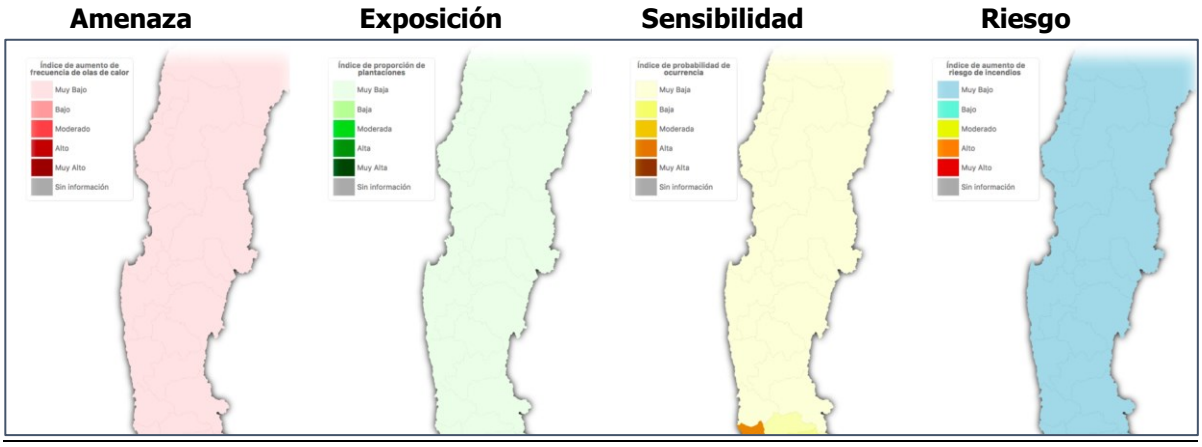


Figura 8.17. *Riesgo de incendios en bosques nativos por sequía y olas de calor en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

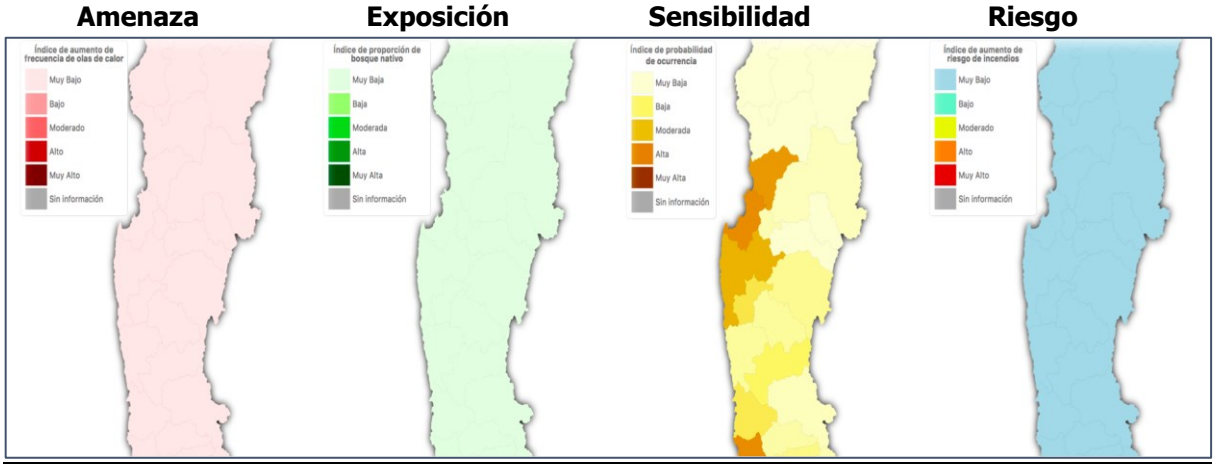


Figura 8.18. *Riesgo en incendios en plantaciones forestales por sequía y olas de calor en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el **sector infraestructura costera** se evaluaron dos riesgos relacionados con el aumento del *downtime* (cierre de operaciones) en caletas de pescadores y puertos estatales debido a cambio en el régimen de oleaje, es decir, presencia de marejadas. Para más detalle sobre la metodología usada ver Winckler et al., (2020)[81].

<u>Aumento del *downtime* para caletas de pescadores</u>

Durante los episodios de mal tiempo, con fuerte oleaje y marejadas, las actividades de la pesca artesanal se detienen generando pérdidas importantes en el ingreso de los pescadores.

[81] Winckler, P.; Contreras - López, M.; Larraguibel, C.; Mora, J.; Esparza, C.; Agredano, R. Martínez, C. & Torres, I., 2020. Informe Proyecto ARClim: Zonas Costeras. Universidad de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Chile, coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Valparaíso.

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo de pérdida de desembarque de las caletas de pescadores debido a cambios en el régimen del oleaje (amenaza) que se traduce en *downtime* (condiciones que no permiten la realización de actividades pesqueras en embarcaciones menores). El indicador de exposición se estimó combinando datos sobre el número de todos los pescadores (recolectores, buzos, armadores y pescadores) y embarcaciones (inferiores a 18 metros de eslora), lo cual se traduce finalmente en desembarque de peces, invertebrados y algas. La sensibilidad de las caletas frente a marejadas está relacionada con la sensibilidad estructural (fracción de navegantes, fracción de embarcaciones mayores y capacidad organizativa, relacionada con existencia de AMERB), y sensibilidad operacional (ruralidad de la caleta, existencia de obras de abrigo, muelle o rampa, abrigo natural).

Para la Región de Coquimbo se evaluó el riesgo de cierre de operaciones para las caletas El Apolillado, Punta Choros A (San Agustín), Punta Choros B (Los Corrales), Los Choros (Choreadero), Chungungo, Totoralillo Norte, Hornos, San Pedro, La Serena, Peñuelas, Coquimbo, Guayacán, Playa Chica de La Herradura, Totoralillo Centro (Totoralillo), Guanaqueros, Tongoy, Puerto Aldea (Hornilla), Totoral, Talcaruca, El Sauce, Limarí (El Toro), Talquilla, Talca, La Cebada, Sierra (El Maitén), Maitencillo, Puerto Oscuro, Puerto Manso, Huentelauquén, Chigualoco, San Pedro, Los Vilos, Las Conchas, Cascabeles y Totoralillo. Los resultados indican que el riesgo de pérdida de desembarque por aumento de marejadas es "alto" y "muy alto" en caletas del norte y sur de la región, mientras que el resto de caletas tienen niveles de riesgo "bajos" o "moderados" ***(Fig. 8.19)***.

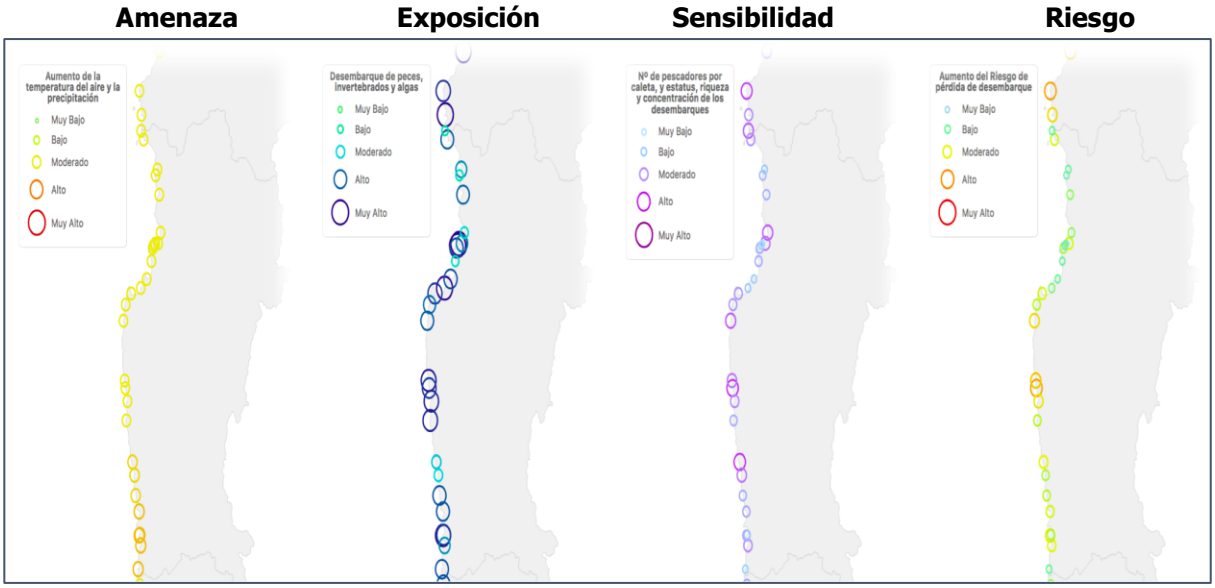


Figura 8.19. *Riesgo en aumento de cierre de puertos en caletas de pescadores por marejadas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Aumento de downtime para puertos estatales</u>

Durante los episodios de mal tiempo, los puertos estatales marítimos se cierran para garantizar la seguridad de las naves, carga y operadores, incluyendo la suspensión total o parcial del tránsito o actividades marítimas, de remolcadores y de los botes salvavidas lo que finalmente resulta en pérdidas económicas del orden de millones de dólares a los actores de la cadena logística.

En esta cadena de impacto se analiza el impacto asociado a la pérdida de disponibilidad de sitios de atraque debido a oleaje en los puertos chilenos estatales en aguas expuestas, en el contexto del cambio

climático. Para el cálculo del indicador de riesgo se consideró como amenaza el cambio en la frecuencia de marejadas, mientras que el indicador de exposición determina la carga transferida como una aproximación de las pérdidas de exportaciones e importaciones por puerto cerrrado. La sensibilidad se evaluó a través de los certificados de cierre de puerto (2015, 2016 y 2017), así como de datos de cierres de puerto.

Para la región de Coquimbo se evaluó el riesgo del cierre de operaciones para el puerto de Coquimbo, el cual en términos de operación (cierre de puerto por marejadas) presentará un "deterioro leve". Este deterioro está principalmente basado en la "alta sensibilidad" del puerto a cerrar por malas condiciones ***(Fig. 8.20)***.

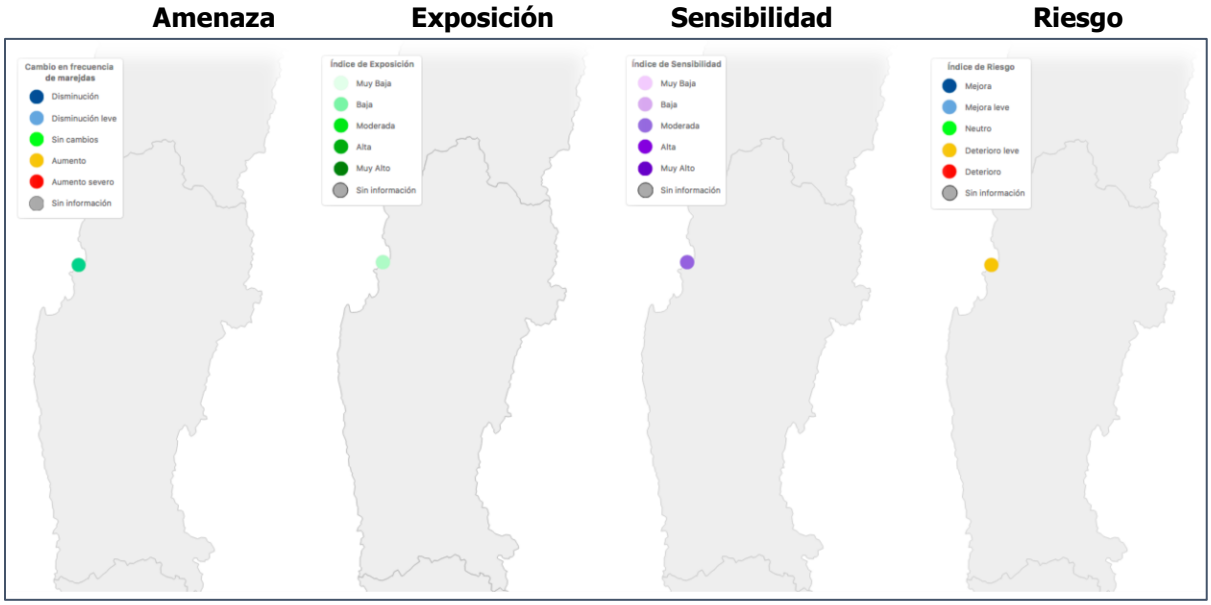


Figura 8.20. *Riesgo en aumento de cierre de puertos estatales por marejadas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el sector **recursos hídricos** se evaluaron 4 riesgos relacionados con el aprovechamiento de agua superficial, inundaciones, y sequías hidrológicas. Para mayor detalle sobre la metodología revisar Vicuña et al., (2020)[82].

<u>Pérdida de aprovechamiento de agua superficial de riego</u>

Esta cadena de impacto está asociada al riesgo de aprovechamiento de agua superficial de riego (medido como requerimiento de agua, exposición) considerando como amenaza el cambio en la precipitación anual (en milímetros) del clima futuro (2035-2065) e histórico (1980-2010). Por otro lado, como indicador de sensibilidad se evalúa la sensibilidad climática del sistema y la capacidad de ejercer la extracción deseada de recursos hídricos superficiales. En términos generales, una variación positiva corresponde a un aumento del déficit promedio de abastecimiento, mientras que una variación negativa corresponde a una disminución del déficit promedio de abastecimiento.

[82]Vicuña, S.; Bustos, E.; Calvo, C.; Tesen, K.; Gironás, J. & Suárez, F., 2020. Informe Proyecto ARClim: Recursos Hídricos. Centro de Cambio Global UC coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago.

Para la región de Coquimbo se evaluó el riesgo de aprovechamiento de agua superficial de riego para las zonas de riego de las cuencas del Limarí y Choapa. Para el horizonte 2035-2065, los resultados indican un riesgo de "moderado" a "bajo" para ambas cuencas. Sin embargo, el nivel de amenaza es alto (reducciones de precipitaciones de hasta el 20%), y los niveles de sensibilidad son de "altos" a "muy altos" para ambas cuencas ***(Fig. 8.21)***.

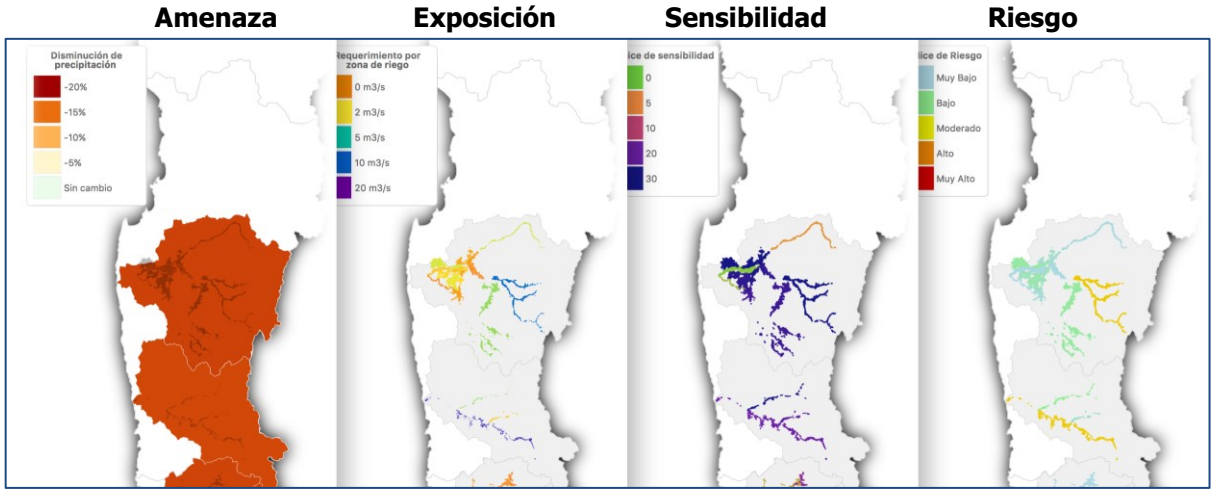


Figura 8.21. *Riesgo en aprovechamiento de agua superficial de riego para la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Incremento de inundaciones por desbordes de ríos</u>

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo a sufrir efectos negativos como consecuencia de inundaciones generadas por precipitaciones extremas con un período de retorno de 100 años, las cuales aumentan los caudales en esteros y ríos, y además incrementan la altura de escurrimiento. Dependiendo de las condiciones del río, este aumento puede generar desbordes en los cauces, lo que comúnmente define áreas inundadas en los centros poblados que colindan con los ríos.

Para la construcción de esta cadena de impacto se consideró como amenaza el cambio en los caudales máximos asociados a precipitaciones extremas. Por otro lado, la exposición está dada por la densidad de infraestructura crítica (obras hidráulicas dentro de 2km) y el porcentaje de centros urbanos expuesto a inundaciones. La sensibilidad está determinada por la vulnerabilidad de las obras hidráulicas, la cual se basa en el período de retorno de diseño de la obra hidráulica respecto al período de retorno de la crecida evaluada. Las características del cauce y las obras de defensa fluvial colindantes también son consideradas factores que aportan a la sensibilidad del sistema.

Para la región de Coquimbo se evaluó el riesgo de inundación por desborde de ríos para 14 centros poblados (La Serena, Coquimbo, Paihuano, Vicuña, Samo Alto, Monte Patria, Carén, Mincha Norte, Illapel, Salamanca, Coiron, Chillepin, Tranquilla, y Concumen). Los resultados indican que los centros urbanos de La Serena y Mincha Norte presenta el mayor riesgo a sufrir inundaciones por desborde de ríos en la Región de Coquimbo. El resto de localidades presentan riesgo "alto". Los niveles de exposición (densidad de infraestructura critica y centros urbanos) así como de sensibilidad (vulnerabilidad de obras hidráulicas) tiene niveles "severos" a "muy severos" para la Región de Coquimbo ***(Fig. 8.22)***.

Figura 8.22. *Riesgo en aumento de inundaciones por desbordes de ríos en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Incremento de inundaciones en zonas urbanas

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo a sufrir efectos negativos de inundaciones generadas por precipitaciones extremas en zonas urbanas de diferentes comunas de la región de Coquimbo, considerando aspectos sociales y existencia de servicios básicos junto a las condiciones climáticas presentes y futuras. El indicador de amenaza muestra el cambio del porcentaje de falla de colectores de aguas lluvia debido a eventos de lluvias extremas. Como indicadores de exposición se consideraron la densidad poblacional, densidad de infraestructura educacional y la cantidad de servicios críticos, mientras que el indicador de sensibilidad considera la vulnerabilidad asociada a la calidad de las viviendas y servicios críticos.

Para la región de Coquimbo se evaluó el riesgo de inundaciones para 3 zonas urbanas (La Serena, Coquimbo y Ovalle). Los resultados indican que La Serena sufrirá un "leve aumento" en el riesgo de inundación debido a lluvias extremas, mientras que las localidades de Coquimbo y Ovalle presentan un "bajo riesgo". Esto es debido principalmente a que la amenaza de falla de colectores de agua lluvia frente a eventos extremos de lluvia (amenaza) afectará principalmente a La Serena. En cuanto a los niveles de exposición y sensibilidad, Coquimbo es la localidad con mayor exposición, mientras que la sensibilidad es "alta" o "severa" para los 3 centros urbanos de la región analizados ***(Fig. 8.23)***.

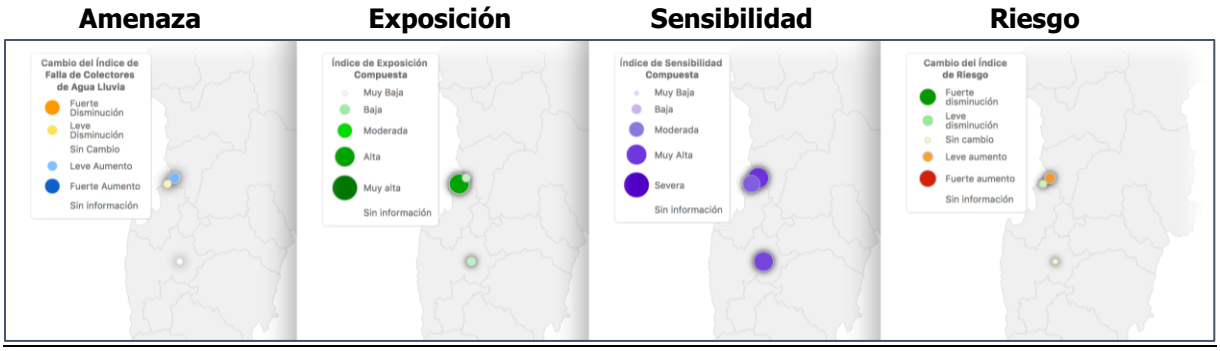


Figura 8.23. *Riesgo en aumento inundaciones en zonas urbanas generadas por precipitaciones extremas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Incremento de sequias hidrológicas

Se entiende por sequía hidrológica una condición de déficit extremo en alguna variable hidrológica con respecto a su comportamiento habitual en una o más cuencas de interés. Este riesgo muestra los efectos adversos de sequías hidrológicas, identificada en base a mediciones de caudal asociadas tanto a un aumento

en la frecuencia de los caudales bajos, como también a una disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos.

Para la construcción de este riesgo se consideraron como indicadores de amenazas los cambios en los caudales medios diarios y el número de días promedio en los cuales la cuenca se encuentra en una condición de sequía entre el clima histórico (1979-2014) y futuro (2025-2060 bajo el escenario RCP 8.5). Por otro lado, como indicador de exposición se considera la población rural residente a nivel comunal, mientras que el indicador de sensibilidad considera cuatro conjuntos de parámetros que incluyen las condiciones de sensibilidad territorial (zonas de escasez hídrica, declaraciones de prohibición y restricción de aprovechamiento del recurso hídrico, índice de desertificación, huella hídrica y APR con derechos de agua, condiciones de sensibilidad poblacional – socioeconómica (incidencia de pobreza por ingreso, incidencia de pobreza multidimensional, proporción de población con reducida educación y fuente principal de suministro de agua por camión aljibe), condiciones de sensibilidad poblacional – etaria y de salud (proporción de la población en la categoría de adulto mayor, proporción de población infantil y prevalencia de condiciones de riesgo por desnutrición), y condiciones de sensibilidad demográficas (proporción de hogares liderados por una mujer, proporción de habitantes pertenecientes a pueblos originarios, proporción de población inmigrante y número promedio de habitantes por vivienda).
Para la Región de Coquimbo se estimó el riesgo de sequía hidrológica para 10 comunas (La Serena, Andacollo, Paihuano, Vicuña, Monte Patria, Rio Hurtado, Combarbalá, Punitaqui, Ovalle, e Illapel).
Los resultados indican que todas las comunas de la región tienen niveles de riesgo "moderado" o "alto". La magnitud del riesgo es consecuencia de niveles "severos" de amenazas (ocurrencia de sequía), así como niveles de sensibilidad "moderada" y niveles de exposición "altos" y "muy altos" (***Fig. 8.24***).

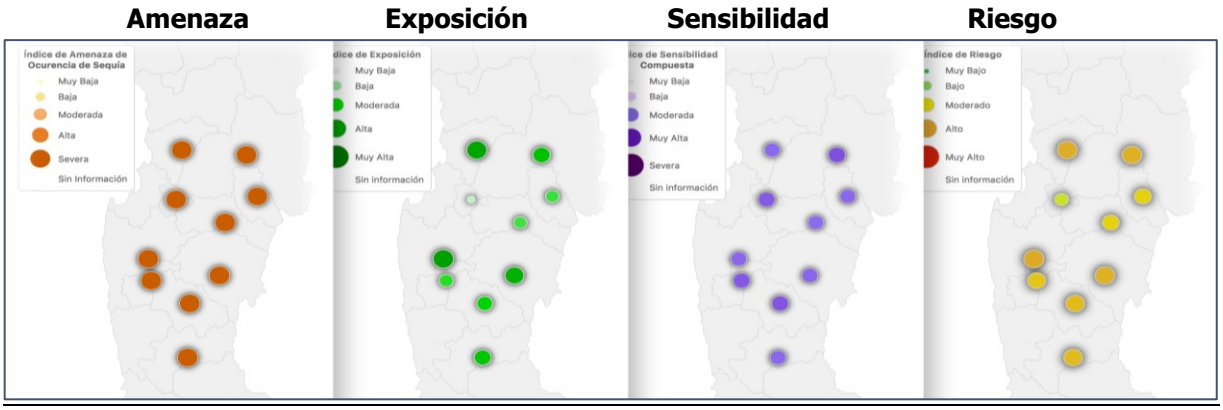


Figura 8.24. *Riesgo de ocurrencia de sequía hidrológica en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el **sector turismo** se evaluaron 3 riesgos relacionados con la pérdida de atractivo turístico debido a cambios en la cotas de inundaciónes, erosión de playa y aumentos de olas de calor, respectivamente. Para más detalle ver Gibbs et al., 2020[83].

[83] Gibbs, M. & Meza, R., 2020. Informe Proyecto ARClim: Turismo. AKUTERRA coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago.

Pérdida de atractivo turístico por erosión de playas

Las playas actúan como un sistema de protección natural, donde la acción conjunta del oleaje, la marea astronómica y otros fenómenos climáticos actúan erosionando y/o depositando el sedimento disponible. El potencial erosivo de estos procesos puede causar consecuencias dramáticas tanto para playas como para la infraestructura costera. Para la construcción de este riesgo se consideró como indicador de amenaza el cambio en la cota de inundación debido a la combinación de aumento del nivel de mar y aumento de intensidad de las marejadas. Por otro lado, los indicadores de exposición consideran el área de las playas, mientras que el indicador de sensibilidad es un indicador compuesto a partir de la sensibilidad estructural que a su vez considera la importancia relativa del tipo de rompiente, la existencia de drenaje y la existencia de dunas, así como la tasa de erosión normalizada.

Para la región de Coquimbo se estimó el riesgo de erosión de playas para 6 playas (La Serena, La Herradura, Guanaqueros, Playa Grande de Tongoy, Playa Amarilla de Los Vilos, y Playa Pichidangui de Los Vilos). Los resultados indican que Playa Grande de Tongoy presenta un riesgo "muy alto" debido a niveles "muy altos" de exposición y "altos" de sensibilidad ***(Fig. 8.25)***.

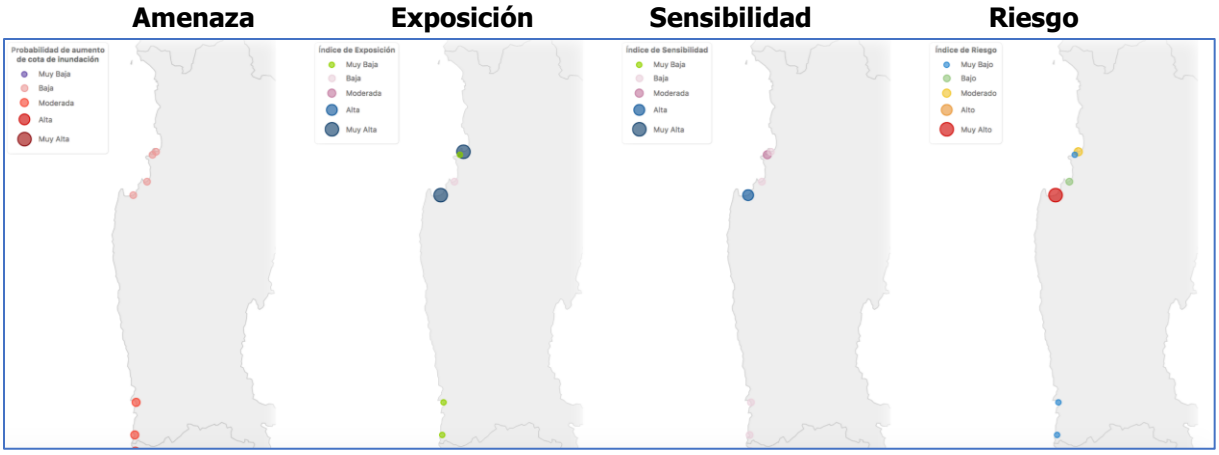


Figura 8.25. *Riesgo erosión de playa en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Pérdida de atractivo turístico en destinos sol y playa

Este riesgo evalúa la potencial pérdida de atractivo turístico de sol y playa en los destinos de tipología litoral debido al aumento de eventos de marejadas que provocan erosión costera, pérdida de playas, eventuales cierres de caletas y puertos, así como un impacto negativo para el turismo.

Para la construcción de este riesgo se consideró como indicador de amenaza el potencial aumento de riesgo de erosión de playas entre el periodo histórico (1985-2004) y futuro (2026-2045 bajo el escenario RCP 8.5), mientras que el indicador de exposición representa la demanda turística en temporada alta de sol y playa. El indicador de sensibilidad representa la diversidad de oferta estimada en el período presente a partir de dos factores: presencia de otros atractivos turísticos, distintos a los subtipos "balnearios"; y la llegada de pasajeros en período de temporada baja (invierno).

Para la Región de Coquimbo se estimó el riesgo de pérdida de atractivo turístico en destinos sol y playa por marejadas para 6 playas (La Serena, La Herradura, Guanaqueros, Playa Grande de Tongoy, Playa Amarilla de Los Vilos y Playa Pichidangui de Los Vilos). Los resultados indican que las playas de Grande de Tongoy y La Serena presentan riesgos "muy altos", mientras que el resto de las playas presentan riesgos "moderados" o "bajos". Los niveles de amenazas para las playas evaluadas se distribuyen entre "muy bajos"

a "muy altos", siendo la Playa Grande de Tongoy y La Serena la que presentan un mayor nivel de potencial erosión. Los niveles "muy altos" de exposición fueron establecidos para La Serena, mientras que el riesgo de las playas de la región presenta niveles "moderados", "altos" o "muy altos" de sensibilidad ***(Fig. 8.26)***.

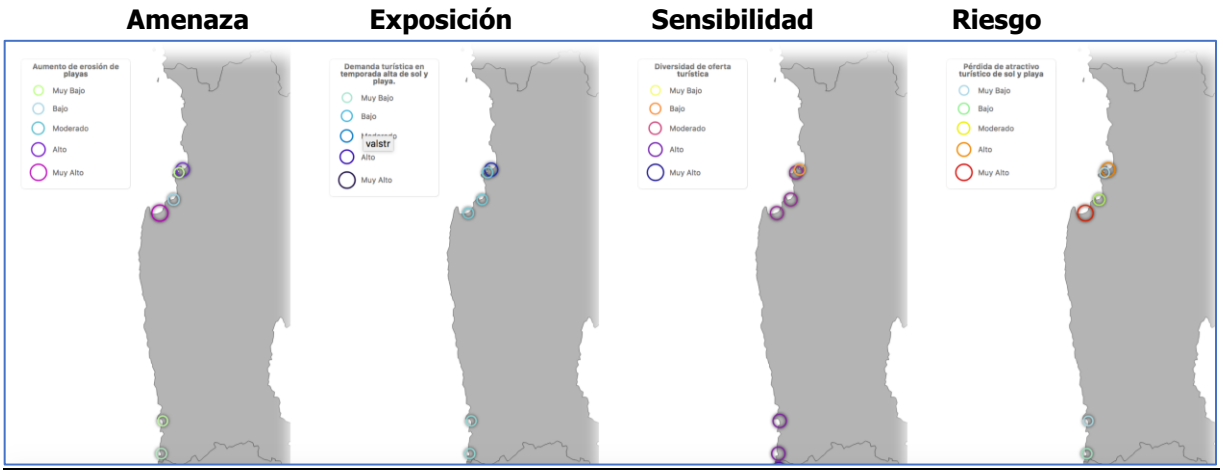


Figura 8.26. *Riesgo pérdida de atractivo sol y playa en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Pérdida de atractivo turístico por ocurrencia de incendios forestales</u>

Esta cadena de impacto evalúa la pérdida del patrimonio turístico y paisaje natural por aumento de incendios forestales, específicamente en bosque nativo debido a altas temperaturas, sequía y cambios en los patrones de vientos, entre otros.

Para la construcción de esta cadena se consideró como indicador de amenaza el incremento de olas de calor (temperaturas sobre 30ºC), mientras que el indicador de exposición representa la densidad del bosque nativo a nivel comunal y el indicador de sensibilidad representa la presencia de plantaciones forestales en el entorno, densidad de población, rasgos geomorfológicos, entre otros.

Para la Región de Coquimbo se evaluó el riesgo de pérdida de atractivo turístico por incendios forestales para todas las comunas. Los resultados indican un riesgo "muy bajo" o "nulo" en el aumento de incendios forestales. Sin embargo, los niveles de sensibilidad y exposición para la región de Coquimbo son "moderados" a "muy altos" ***(Fig. 8.27)***.

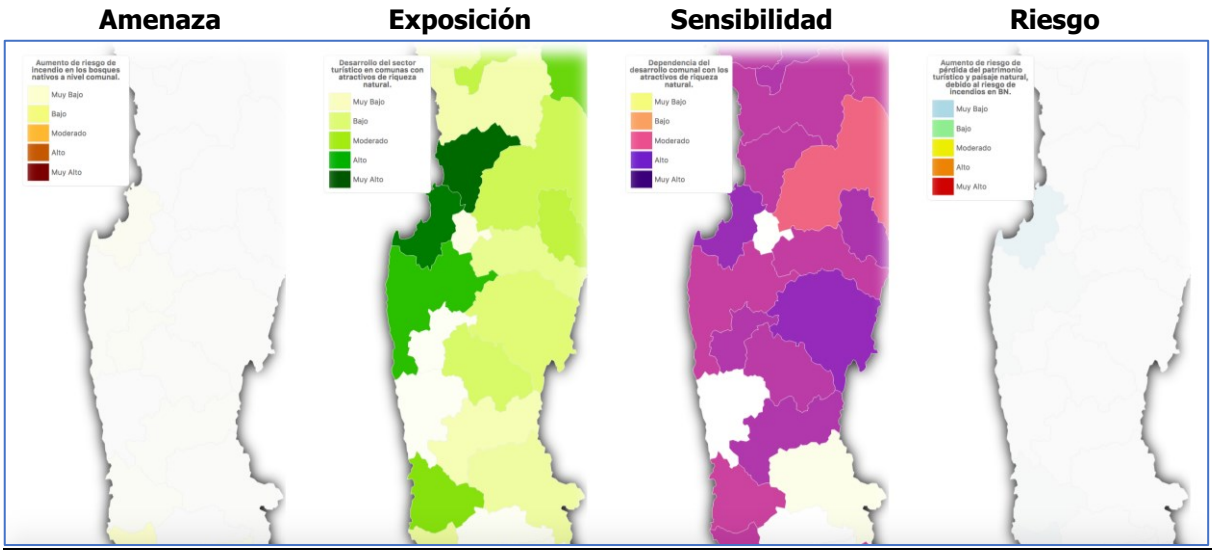


Figura 8.27. *Riesgo de atractivo turístico por incendios forestales en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el **sector pesca artesanal** se evaluó un único riesgo asociado a la pérdida de desembarque artesanal frente a cambios en la temperatura del aire y de las precipitaciones (amenaza) para desembarques de peces, invertebrados y algas (exposición). Como indicador de sensibilidad se usó un índice compuesto que considera tanto el número de pescadores como el estatus, riqueza especifica y concentración de recursos pesqueros. Para más detalle sobre la metodología, ver Cubillos et al., 2020[84].

Para la Región de Coquimbo se evaluaron un total de 34 caletas de pescadores artesanales (El Apolillado, Punta Choros A (San Agustín), Punta Choros B (Los Corrales), Los Choros (Choreadero),, Chungungo, Totoralillo Norte, Hornos, San Pedro, La Serena, Peñuelas, Coquimbo, Guayacán, Playa Chica de La Herradura, Totoralillo Centro (Totoralillo), Guanaqueros, Tongoy, Puerto Aldea (Hornilla), Totoral, Talcaruca, El Sauce, Limarí (El Toro), Talquilla, Talca, La Cebada, Sierra (El Maitén), Maitencillo, Puerto Oscuro, Puerto Manso, Huentelauquen, Chigualoco, San Pedro, Los Vilos, Las Conchas, Cascabeles, Totoralillo Sur, Pichidangui). Los resultados indican que los niveles de riesgo de pérdida de desembarque pesquero artesanal son mayores en el norte y sur de la Región con niveles "muy altos", "altos" y "moderados". Los niveles de amenazas son "moderados" para todas las caletas de la región, mientras que los niveles de exposición son "altos" o "muy altos". Por otro lado, los niveles de sensibilidad son variables entre caletas y se encuentran entre "bajos" a "muy altos" ***(Fig. 8.28)***.

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

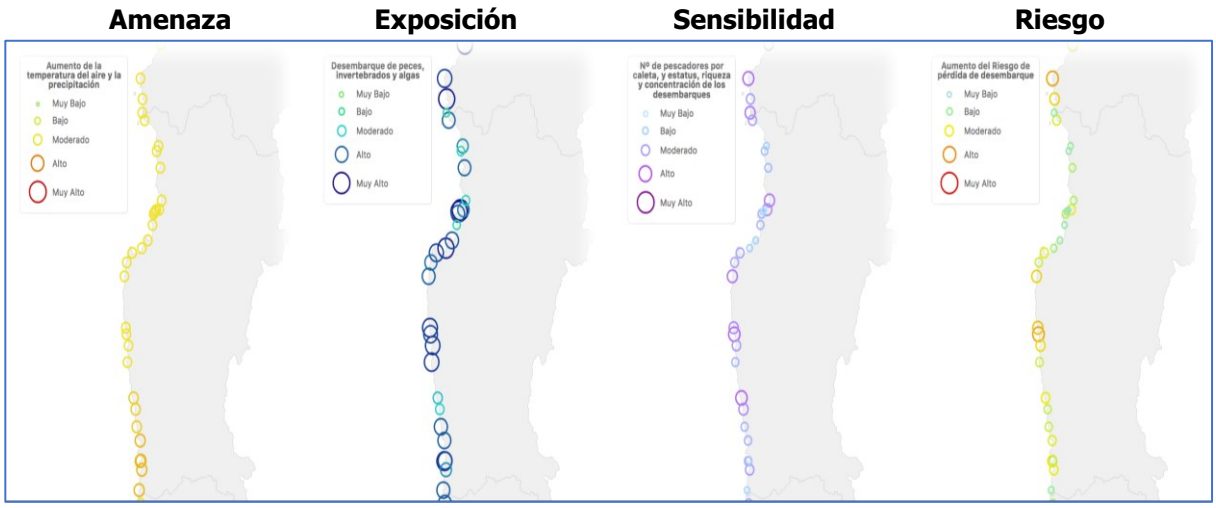


Figura 8.28. *Riesgo de pérdida de desembarque artesanal en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el **sector biodiversidad** se evaluaron 4 riesgos relacionados con la pérdida de diversidad de especies vegetales y animales por cambios en precipitaciones y temperatura (amenaza), donde el indicador de sensibilidad evalúa la tolerancia fisiológica y la amplitud del nicho climático de las especies (hábitat potencial de las especies animales y vegetales) para todas las comunas de la Región de Coquimbo. Para más información sobre la metodología usada, ver Pliscoff et al., 2020[85].

<u>Pérdida de fauna y flora terrestre por cambios de precipitación</u>

Para la Región de Coquimbo, el riesgo de pérdida de la diversidad de especies vegetales y animales producto del cambio futuro en la precipitación promedio anual es "bajo" o "moderado" para la fauna, y "moderado" o "muy alto" para la flora. El nivel de amenaza (disminución de precipitaciones) es "bajo" para todas las comunas de la Región, mientras que el nivel de exposición es "moderado o bajo" o "muy bajo" para la fauna, mientras que para la flora se distribuye entre "bajo" o "muy alto" en el sur de la región. Los niveles de sensibilidad para fauna son "muy bajos" para todas las comunas, mientras que para la flora son "altos y muy altos" ***(Fig. 8.29 y 8.30)***.

[85] Pliscoff, P.; Uribe, D., 2020. Informe Proyecto ARClim: Biodiversidad. Centro de Cambio Global UC coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago.

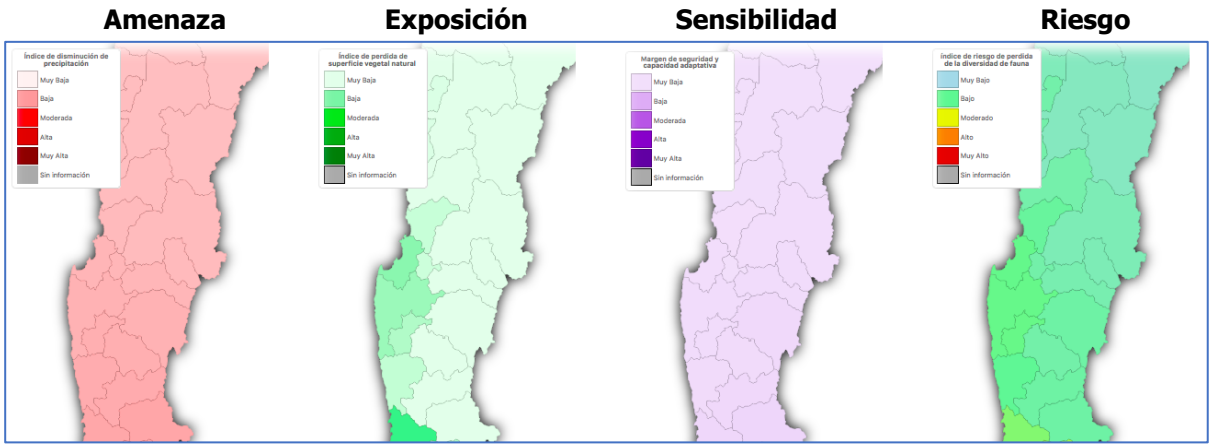


Figura 2.29. *Riesgo de pérdida fauna terrestre por cambios en precipitaciones en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

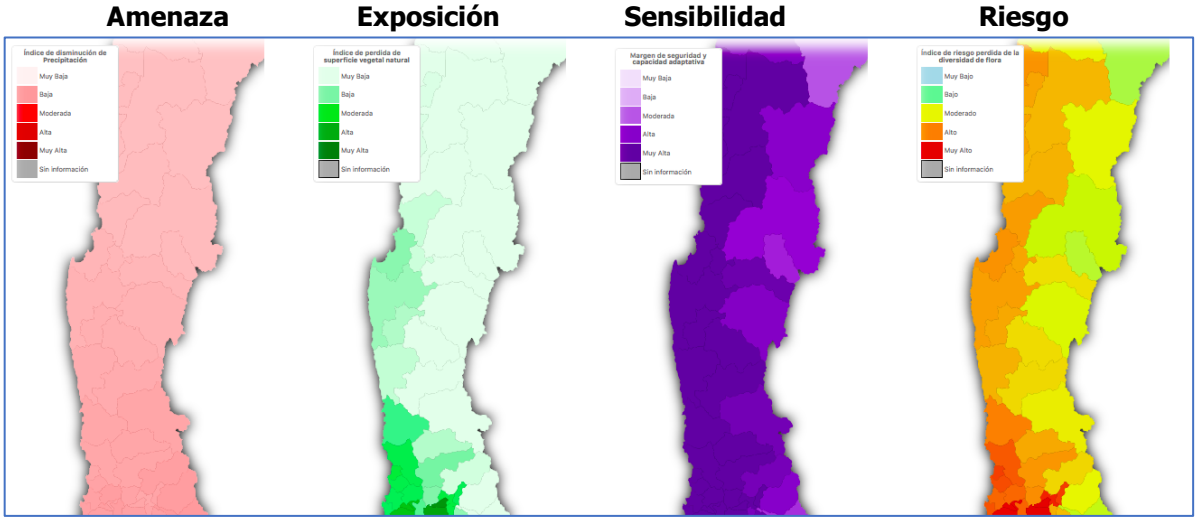


Figura 8.30. *Riesgo de pérdida flora terrestre por cambios en precipitaciones en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Pérdida de fauna y flora terrestre por cambios de temperatura</u>

Para la Región de Coquimbo, el riesgo de pérdida de la diversidad de especies vegetales y animales producto del cambio futuro en la temperatura es "bajo" o "muy bajo" (fauna y flora). El nivel de amenaza (aumento de la temperatura media) es "bajo" o "muy bajo" para todas las comunas de la Región, mientras que los niveles de exposición (fauna y flora) son "bajos a muy bajos". Los niveles de sensibilidad para fauna y flora son "bajos" y "muy bajos" para todas las comunas" ***(Fig. 8.31 y 8.32)***.

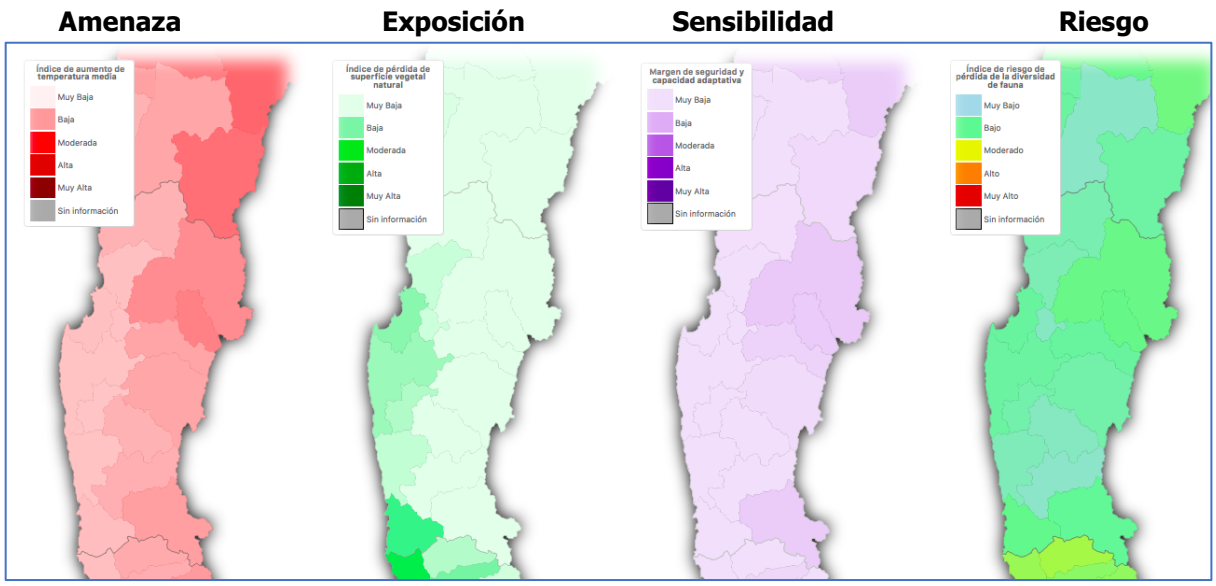


Figura 8.31. *Riesgo de pérdida de fauna terrestre por aumento de temperaturas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

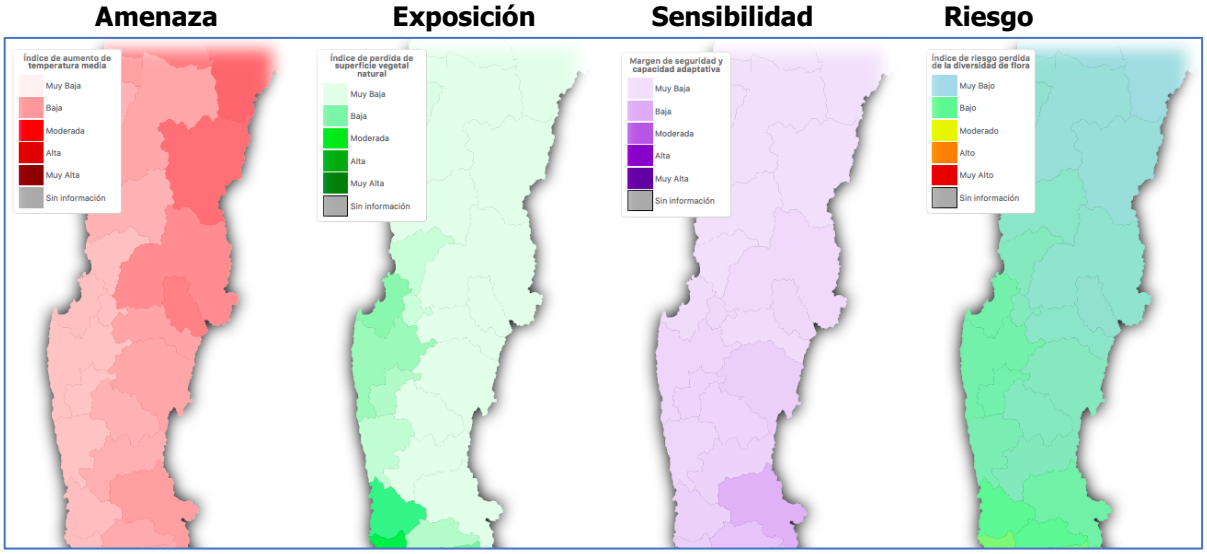


Figura 8.32. *Riesgo de pérdida de flora terrestre por aumento de temperaturas en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Para el sector **energía eléctrica** se evaluaron 4 riesgos relacionados con disminución de recursos hídricos, cambios en la radiación solar, aumento de temperatura y su impacto en las líneas de transmisión. Para más información ver Lorca et al., 2020[86].

[86] Lorca, A.; Sauma, E. & Tapia, T., 2020. Informe Proyecto ARClim: Sistema Eléctrico. Centro Energía UC y Centro de Cambio Global UC coordinado por Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago.

Aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por disminución del recurso hídrico y eólico.
Esta cadena de impacto evalúa el riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico asociado a la disminución del recurso hídrico de las principales plantas de generación hidroeléctrica y eólicas. Para la construcción de este riesgo se consideró como indicador de amenaza la disminución promedio de la energía total generada (en relación con las otras centrales hidroeléctricas y eólicas del país) debido a la disminución de las precipitaciones entre el clima histórico (1980-2010) y el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP 8.5). En el caso del impacto de cambios en el recurso eólico, la amenaza considera el porcentaje de cambio de la velocidad del viento percibida por las centrales de generación eólica. Por otro lado, el indicador de exposición considera la concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo. Este indicador asocia el consumo de cada una de las subestaciones a su porcentaje de participación en la demanda de cada comuna. Finalmente, el indicador de sensibilidad considera la susceptibilidad de sufrir impactos adversos debido a una menor disponibilidad de los recursos hídricos o eólicos en el sistema.

Para la Región de Coquimbo, el riesgo a sufrir costos marginales en el sistema eléctrico por reducción de recurso hídrico o eólico fue determinado para todas las comunas de la región.
En relación a cambios en las precipitaciones, los niveles de riesgo mayores ("moderados" y "altos") fueron encontrados para la zona central de la región debido principalmente a los niveles "altos" y "muy altos" de sensibilidad. La exposición para la región es "moderada" para las comunas de Coquimbo, y "bajos" para el resto de comunas ***(Fig. 8.33)***. En relación a cambios en el recurso eólico, los mayores riesgos fueron encontrados para la zona sur de la Región ("leve aumento") que presenta a su vez los mayores niveles de sensibilidad ***(Fig. 8.34)***.

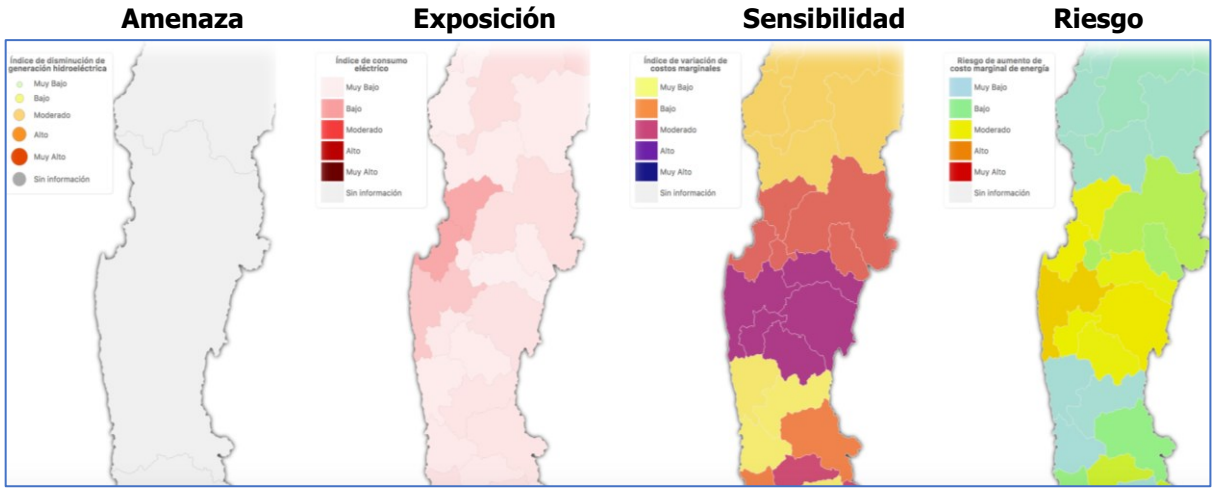


Figura 8.33. *Riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por reducción de lluvias en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

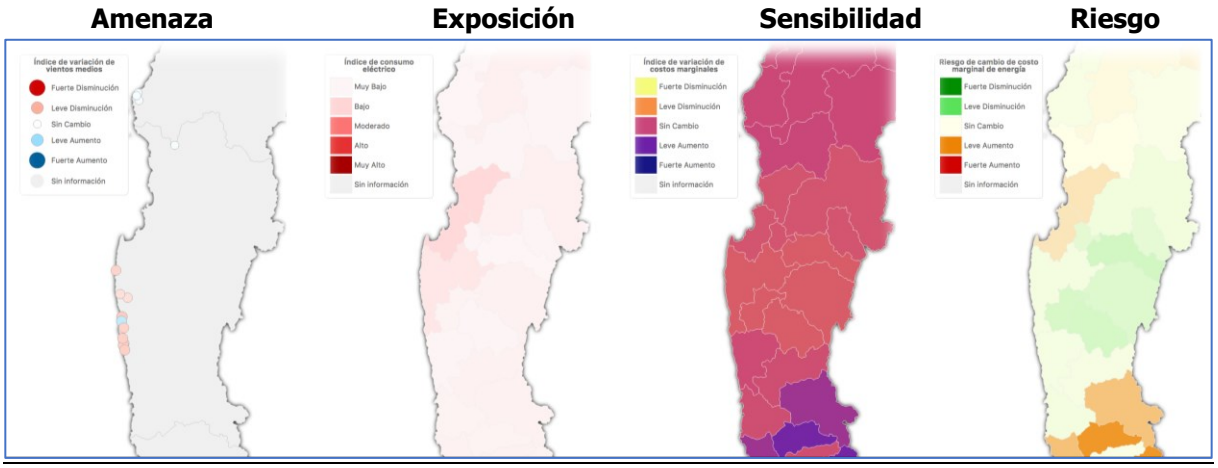


Figura 8.34. *Riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por cambios en los vientos en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por cambios en la radiación Solar</u>

Esta cadena de impacto evalúa el riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico asociado cambios en la radiación solar de las principales centrales de generación solar de nuestro país

Para la construcción de este riesgo se consideró como indicador de amenaza la disminución promedio de la energía total generada debido al porcentaje de cambio relativo de la radiación solar percibida por las centrales de generación solar entre el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5) y el clima histórico (1980-2010). Por otro lado, el indicador de exposición considera la concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo. Este indicador asocia el consumo de cada una de las subestaciones a su porcentaje de participación en la demanda de cada comuna. Finalmente, el indicador de sensibilidad considera la susceptibilidad de sufrir impactos adversos debido a una menor disponibilidad de radiación solar en el sistema.

Para la Región de Coquimbo, el riesgo a sufrir cambios en los costos marginales en el sistema eléctrico por cambios en radiación solar es altos mostrando una "fuerte disminución" para todo el norte y parte del centro de la región. La zona sur de la región presentará una "leve disminución", niveles de riesgo altamente relacionados con los niveles de sensibilidad, mientras que los niveles de exposición son "bajos" o "muy bajos" ***(Fig. 8.35)***.

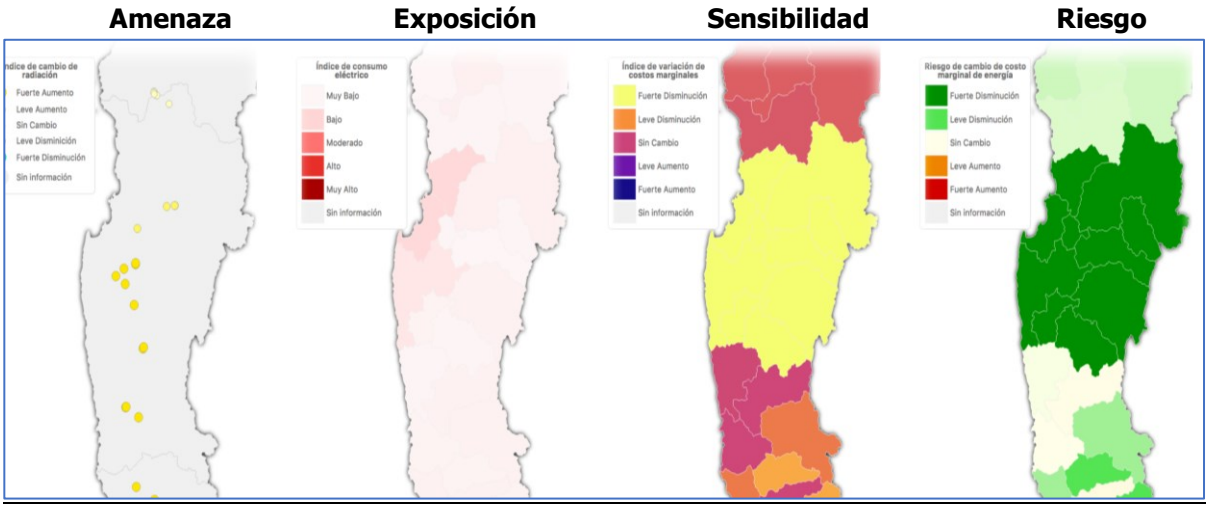


Figura 8.35. *Riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por cambios en la radiación solar en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

<u>Aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por de aumento de temperatura sobre líneas de transmisión</u>

Esta cadena de impacto evalúa el cambio de los costos marginales del sistema eléctrico asociado al aumento de las temperaturas sobre las líneas de transmisión eléctrica por el efecto del cambio climático. Como indicador de amenaza se considera la incidencia de cambio relativa de días con altas temperaturas entre el clima histórico (1980-2010) y el clima futuro (2035-2065 bajo el escenario RCP8.5). El indicador toma valores mayores en los lugares donde existe un mayor aumento en la cantidad de días donde se superan los 30°C en una de las líneas de transmisión que conecta a cada una de las comunas del país. Para el indicador de exposición se consideró la concentración de demanda eléctrica respecto al consumo máximo en las distintas comunas del país en 2018, mientras que para indicador de sensibilidad se consideró la susceptibilidad de la comuna a sufrir impactos adversos debido al aumento de temperaturas sobre las líneas de transmisión a las cuales está conectada.

Para la región de Coquimbo, el riesgo de cambio en los costos marginales de energía debido a un aumento en la frecuencia de olas de calor es de un "leve aumento" a "sin cambios". Sin embargo, la zona central de la Región presenta una variación de costos marginales (sensibilidad) con un "leve a fuerte aumento". Los niveles de exposición son "bajos" para toda la Región (***Fig. 8.36***).

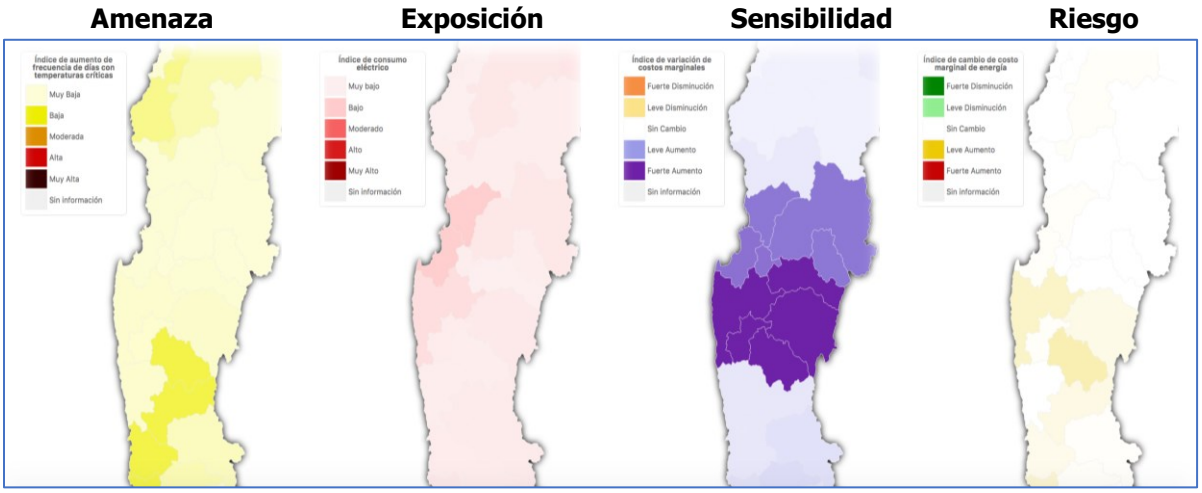


Figura 8.36. *Riesgo de aumento de los costos marginales del sistema eléctrico por aumento de temperatura sobre las líneas de transmisión en la Región de Coquimbo. Fuente: ARClim.*

Por otro lado, el **proyecto *AdaptaCLim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo***[87] tuvo como objetivo general el diseñar de manera participativa junto al Comité Regional de Cambio Climático (*CORECC*) de la Región de Coquimbo un conjunto de indicadores regionales de riesgo climático relevantes para la región de Coquimbo. El proyecto AdaptaClim generó 18 nuevas cadenas de impacto enmarcadas en cuatro grandes sectores "Agua y Suelo", "Biodiversidad", "Zona Costera" y "Ciudad e Infraestructura".

Para el sector **Agua y Suelo**, se evaluaron un total de dos riesgos relacionados con la pérdida de superficie cultivable de uva pisquera en la Región de Coquimbo. Estos riesgos fueron evaluados ante dos amenazas diferentes y evaluadas de forma independiente: incremento en la frecuencia de sequías y aumento en la presencia de olas de calor. El indicadador de exposición considera la superficie actual plantada de uva pisquera para cada una de las comunas de la región de Coquimbo donde existe este tipo de cultivo, y como indicadores de sensiblidad se considera un índice compuesto por el rendicimento del cultivo de uva pisquera y el agua consumida por kilogramos de producción. La cadena incorpora un indicador de capacidad adaptativa formada por tres indicadores: tipo de riego, tipo de variedades según tiempo de maduración de la baya, y la ubicación del predio.

Frente a un aumento en las olas de calor, los resultados de esta cadena de impacto determinan que el riesgo de una potencial pérdida de área cultivable de uva pisquera para la Región de Coquimbo es "Muy Bajo" a "Bajo" en comunas de las zonas costeras, pero con niveles "Moderados" en las comunas de zonas de interior de valles, y "Muy Alto" para la comuna de Combarbalá. Esto se debe principalmente a que la probabilidad de sufrir un aumento en la frecuencia de olas de calor es "Muy Alta" y "Alta" en las comunas de Combarbalá y Monte Patria, respectivamente, y a que la superficie comunal destinada al cultivo de uva pisquera (exposición) es "Alta" a "Muy Alta" en comunas de zonas al interior de los valles, excepto para la

[87] Ramajo L., Goubanova, K., Rivadeneira, M., Astudillo, O., Ostría. E., Valladares, M., Ortiz, J.L., Barraza, J., Torrez, L., Barrera., S., Piña, B., Arthur, J., Gallardo, M. de los A., Martínez, M.L., Ramírez, J., Guerrero J., & Zavala, M. (2022). AdaptaClim: Indicadores Climáticos para la Adaptación en la Región de Coquimbo. Proyecto ejecutado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) para el Ministerio de Medio Ambiente de Chile (MMA) a través GEF (Global Environment Facility) y PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente), Coquimbo, Chile. 112 páginas. DOI: 10.6084/m9.figshare.20399202

comuna de Salamanca que muestra un nivel de exposición "Moderado". Por otro lado, respecto a la sensibilidad se observa que el rendimiento del cultivo y del agua necesaria para maximizar el rendimiento del cultivo de uva pisquera presenta niveles "Altos" y "Moderados" entre las comunas de zonas de interior de valles, entre Paihuano y Combarbalá, donde la capacidad adaptativa, medida como la zona geográfica de los cultivos, más el tipo de sistema de riego y variedad fenológica de las cepas cultivadas, presenta un nivel "Bajo" a "Moderado" para las comunas de la Región de Coquimbo que presentan cultivos de uva pisquera ***(Fig. 8.37).***

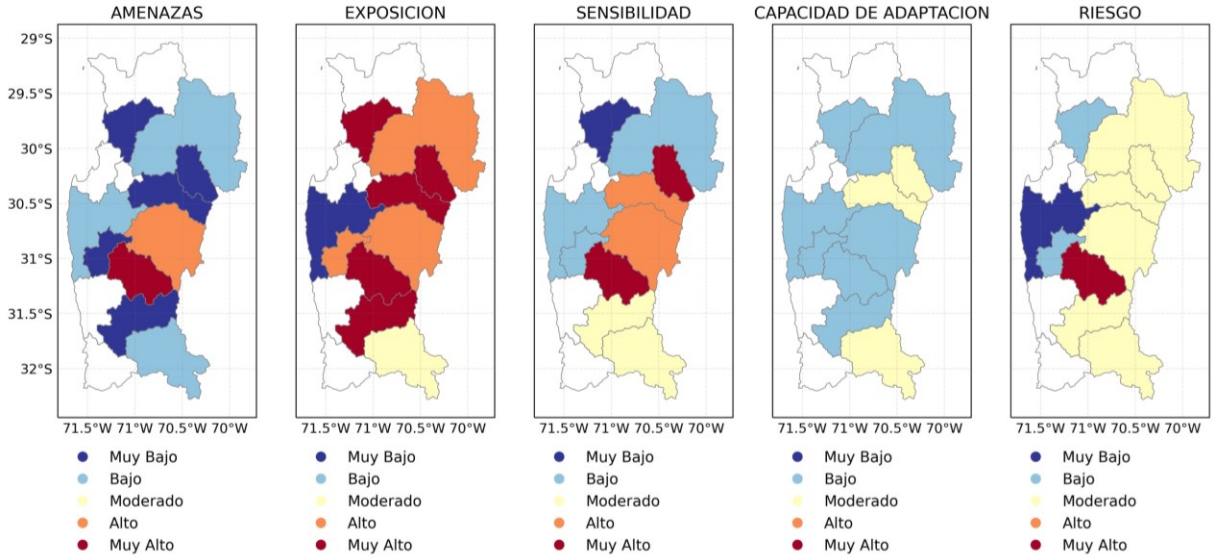


Figura 8.37. *Riesgo asociado a la pérdida de superficie cultivable de uva pisquera por aumento en la frecuencia de olas de calor. Fuente: AdaptaClim.*

En relación al incremento en la frecuencia de sequías, los resultados de esta cadena determinan que el riesgo climático de una potencial pérdida de área cultivable de uva pisquera para la Región de Coquimbo por aumento en la frecuencia sequías es "Muy Alto" y "Alto" para las comunas de Salamanca e Illapel, respectivamente, y "Moderado" para aquellas comunas de las zonas de interior de valles. Esto es debido principalmente a que la probabilidad de que comunas de la Región de Coquimbo presente un aumento en la frecuencia de sequías es "Muy Alta" y "Alta" en las comunas de Salamanca e Illapel. Por otro lado, en relación a la superficie comunal destinada al cultivo de uva pisquera (exposición) es "Alto" a "Muy Alto" en comunas de zonas al interior de los valles, excepto para la comuna de Salamanca que muestra un nivel de exposición "Moderado". La sensibilidad del rendimiento del cultivo y del agua necesaria para maximizar el rendimiento del cultivo de uva pisquera presenta niveles "Altos" y "Moderados" entre las comunas de zonas de interior de valles, entre Paihuano y Combarbalá. Finalmente, la capacidad adaptativa, medida como la zona geográfica de los cultivos, más el tipo de sistema de riego y variedad fenológica de las cepas cultivadas, presenta un nivel "Bajo" a "Moderado" para todas las comunas con presencia de cultivos de uva pisquera en la Región de Coquimbo ***(Fig. 8.38)***.

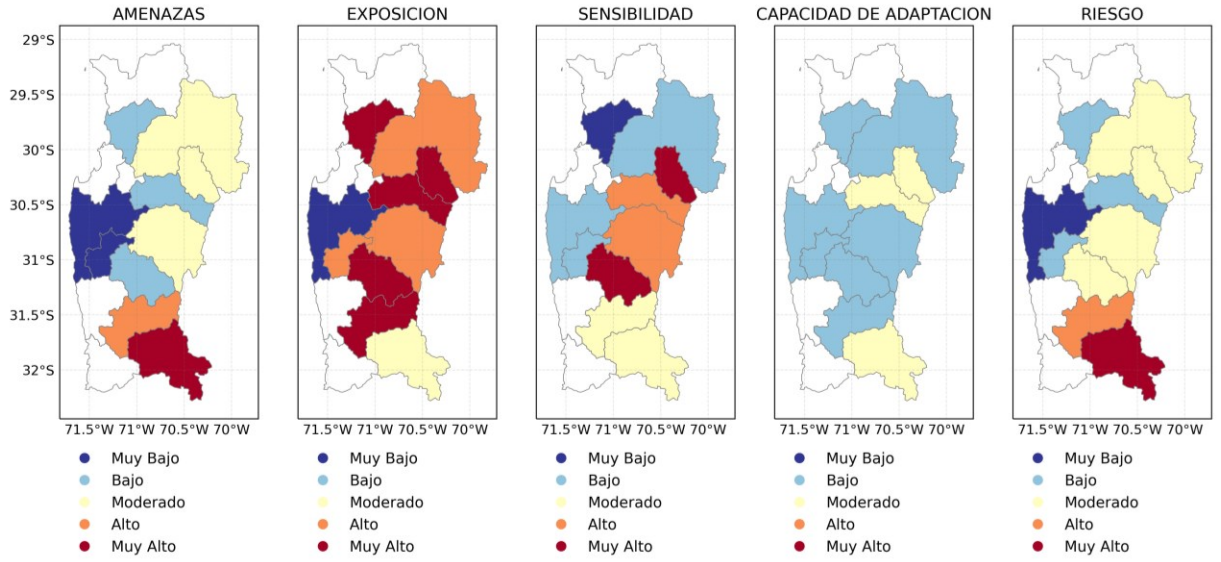


Figura 8.38 *Riesgo asociado a la pérdida de superficie cultivable de uva pisquera por aumento en la frecuencia de sequía. Fuente: AdaptaClim.*

Para el sector **Biodiversidad**, se evaluaron un total de 8 cadenas de impacto que abordan pérdida en la riqueza, diversidad funcional y composición de especies marinas a lo largo de la costa de la Región de Coquimbo, así como cambios en la presencia de especies de interés para la conservación marina por aumento en la temperatura superficial del mar. Para todas estas cadenas de impacto se usó una metodología similar para el cálculo de los diferentes indicadores. Como indicador de amenaza se consideró cambios en la temperatura superficial del mar bajo un escenario de emisiones RCP8.5, mientras que los indicadores de exposición para todas las cadenas corresponden a la ocupación actual de las diferentes especies que se encuentran a lo largo de la costa de la región de Coquimbo. Por otro lado, el indicador de sensibilidad y capacidad adaptativa corresponden a indicadores fisiológicos relacionados con la tolerancia a cambios en las condiciones de temperatura y que se rigen principalmente por su actual rango de distribución.

<u>Pérdida en la riqueza, composición y diversidad funcional de especies marinas</u>

Para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel de amenaza "alta" a "muy alta"). Por otro lado, los niveles de amenaza son "muy bajos" o "bajos" para el resto de la región en lugares como la Bahía de Coquimbo, Tongoy - Guanaqueros y Los Vilos. En el caso de los niveles de exposición, para la variable riqueza de especies, estos alcanzan valores "altos" a "muy altos" particularmente en las comunas de Coquimbo y Canela, mientras que para la variable "composición de especies" y "diversidad funcional de especies" muestran valores "altos" a "muy altos" solo en unas pocas areas emplazadas en las comunas de Coquimbo y Canela, y valores "altos" a "muy altos" hacia la zona central de la zona costera de la región, disminuyendo hacia los extremos, respectivamente.

Con respecto al indicador sensibilidad, este presenta valores "muy altos" hacia las zonas extremas de la región, mientras que la capacidad adaptativa se reduce progresivamente hacia las comunas del sur en el caso de la variable "riqueza de especies). Por otro lado, la sensibilidad presenta para la composición y diversidad funcional de especies presentan valores "altos" o "muy altos" hacia las zonas extremas de la región, mientras que la capacidad adaptativa se reduce progresivamente hacia las comunas del sur y valores "altos" o "muy altos" hacia las zonas extremas de la región, mientras que la capacidad adaptativa se reduce

progresivamente hacia las comunas del sur, respectivamente. En términos generales, el nivel de riesgo de cambios en la riqueza de especies ***(Fig. 8.39)*** es "moderado", particularmente en las comunas de La Higuera y Canela frente a un aumento en la temperatura superficial del mar. Para el resto de comunas, el riesgo de cambios en la riqueza de especies marinas es "bajo", mientras que para la composición de especies alcanza valores "moderados" particularmente en la comunas de Canela, y valores "bajos" para el resto de comunas de la Región de Coquimbo ***(Fig. 8.40)***, y para la diversidad funcional de especies presenta valores "moderados", particularmente en la comunas de Canela, mientras que el nivel de riesgo es "bajo" para el resto de comunas de la Región de Coquimbo ***(Fig. 8.41).***

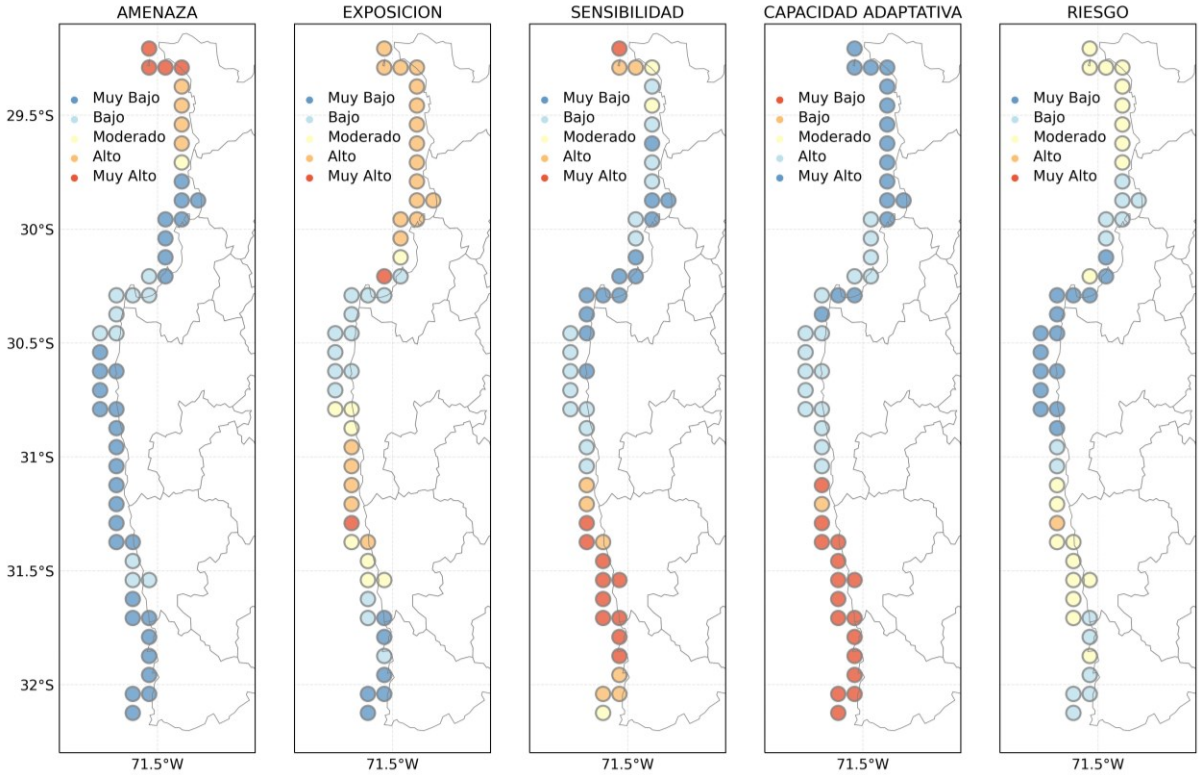


Figura 8.39. *Riesgo de cambios en la riqueza de especies marinas por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: AdaptaClim*

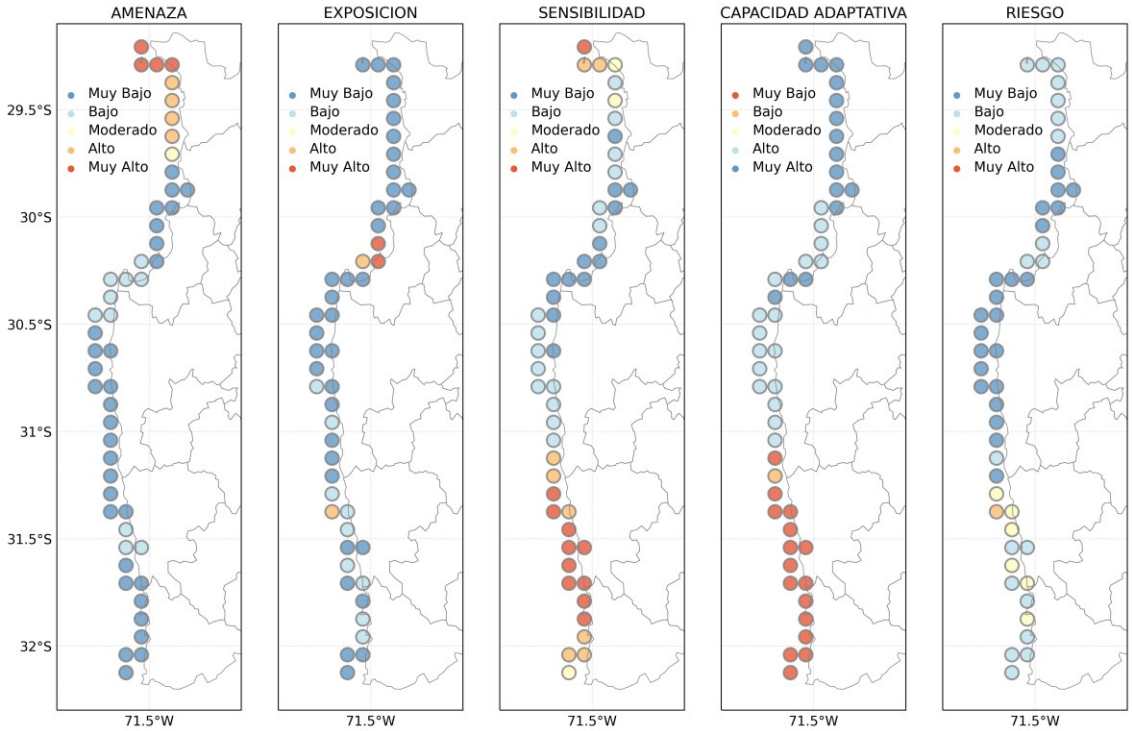


Figura 8.40. *Riesgo de cambios en la composición de especies marinas por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: AdaptaClim.*

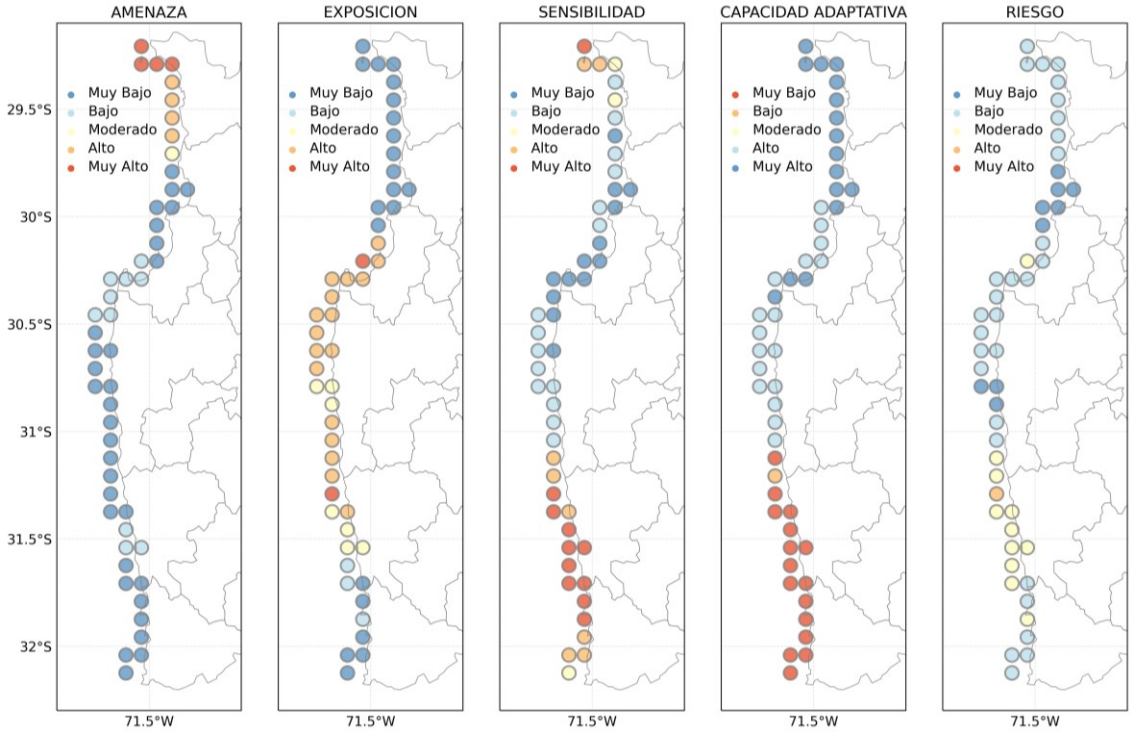


Figura 8.41. *Riesgo de cambios en la diversidad funcional de especies marinas por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: AdaptaClim*

Pérdida en la ocupación de especies de interés para la conservación marina

Para todas las cadenas de impacto se consideró como amenaza el incremento en el promedio anual de la temperatura superficial del mar bajo un escenario de emisiones RCP8.5, mientras que como indicador de exposición se consideró la probabilidad actual de ocupación de las especies marinas consideradas de interés para la conservación marina. El indicador de sensibilidad considera la densidad de personas que viven a lo largo de la costa de la Región de Coquimbo, y como indicador de capacidad de adaptativa se consideró la distancia al Area Marina Protegida más cercana.

En términos generales, para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel de amenaza "alta" a "muy alta"). Por otro lado, los niveles de amenaza son "muy bajos" o "bajos" para el resto de la región en lugares como la Bahía de Coquimbo, Tongoy - Guanaqueros y Los Vilos. Por otro lado, la sensibilidad es mucho más "alta" en torno a la conurbación La Serena-Coquimbo, mientras que la capacidad adaptativa es "muy baja" en todo el borde costero, con excepción del área inmediatamente adyacente a la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt.

El riesgo de cambios de ocupación para el pinguinio de Humboldt por cambios en la temperatura superficial del mar es "moderado" o "alto", particularmente desde la comunas de La Higuera a Coquimbo (***ver Fig. 8.42***), mientras que para la ballena jorobada es "moderado" y "alto", particularmente desde las comunas de Coquimbo y La Higuera (***ver Fig. 8.43***). Resepecto a el riesgo de cambio en la ocupación espacial del cachalote por cambios en la temperatura superficial del mar alcanza valores "moderados", particularmente en zonas del norte de la región (***ver Fig. 8.44***), mientras que para el delfin nariz de botella es "moderado" a "alto", en zonas del norte de la región (***ver Fig. 8.45***). Finalmente, el riesgo de cambio de ocupación espacial de la ballena azul por cambios en la temperatura superficial del mar alcanza valores de "moderados" a "altos", principalmente desde las comunas de Coquimbo y La Higuera (***ver Fig. 8.46***), mientras que para el yunquito presenta valores "moderados" a "altos" entre las zonas de la Higuera hasta el norte de Ovalle (***ver Fig. 8.47***).

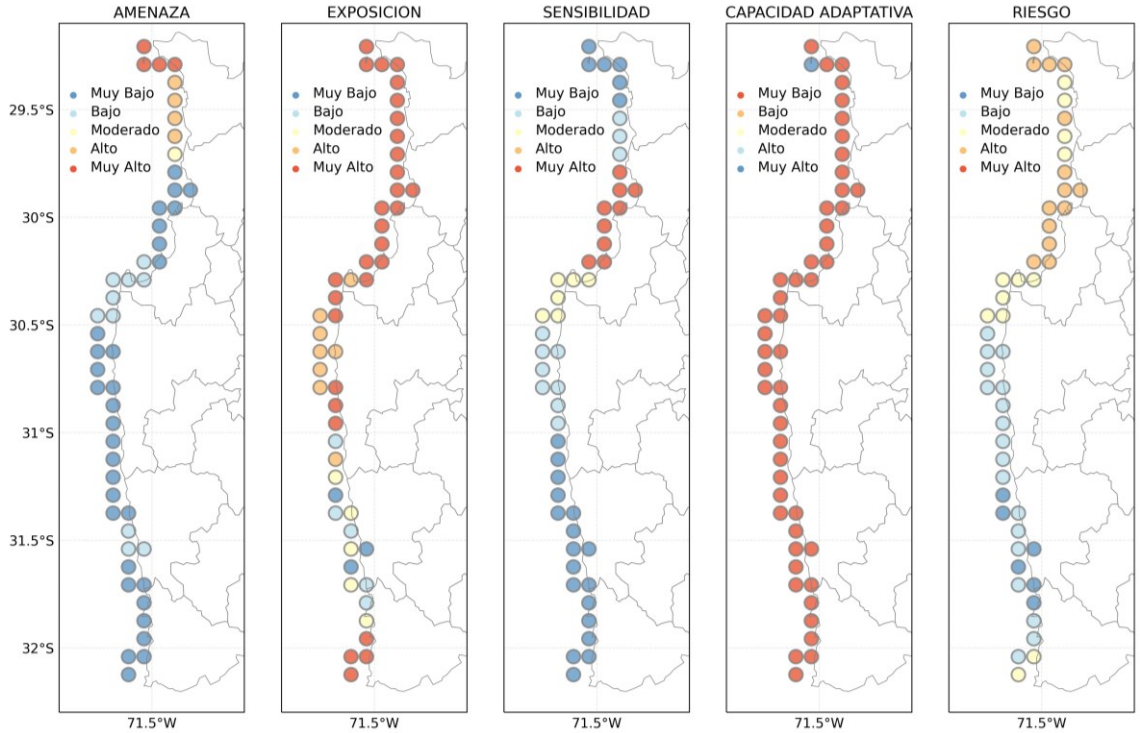


Figura 8.42. *Riesgo de cambios en la ocupación espacial del pingüino de Humboldt por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: AdaptaClim.*

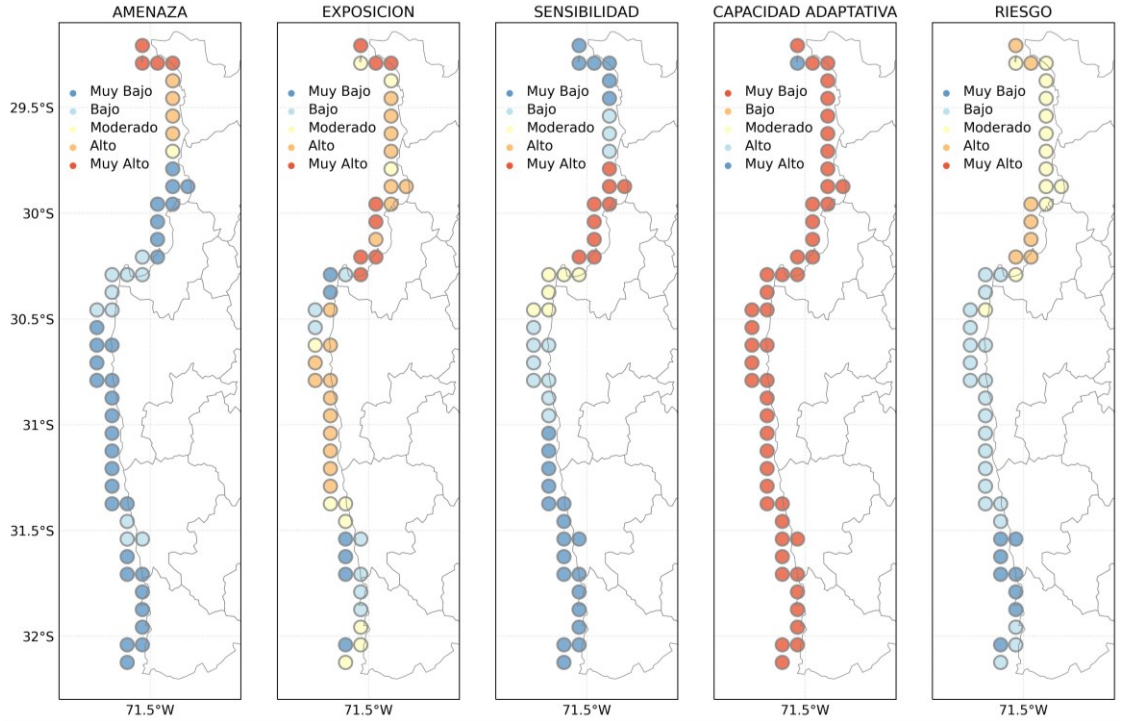


Figura 8.43. *Riesgo de cambios en la ocupación espacial de la ballena jorobada por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

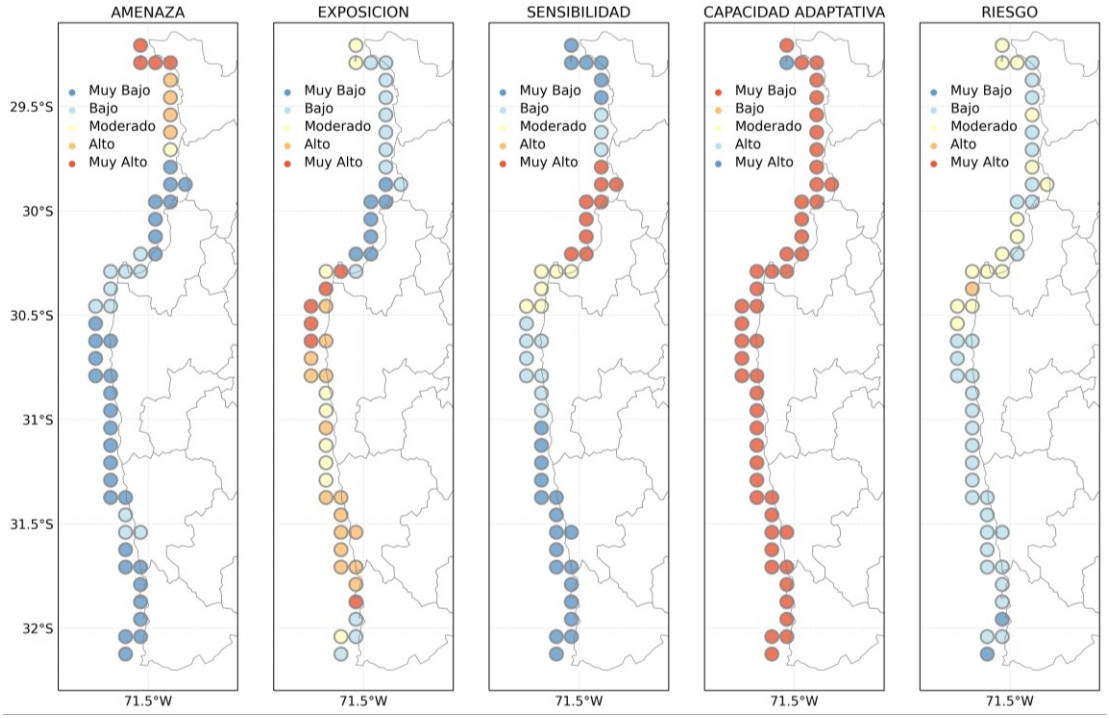


Figura 8.44. *Riesgo de cambios en la ocupación espacial del cachalote por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

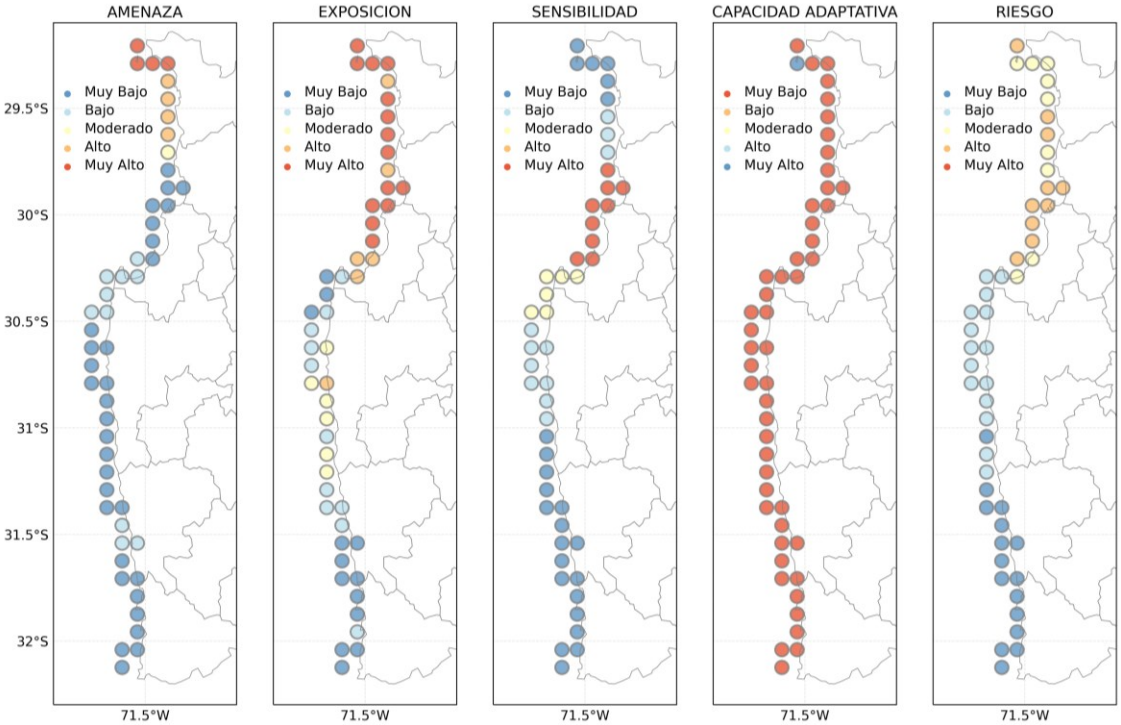


Figura 8.45. *Riesgo de cambios en la ocupación espacial del delfín nariz de botella por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

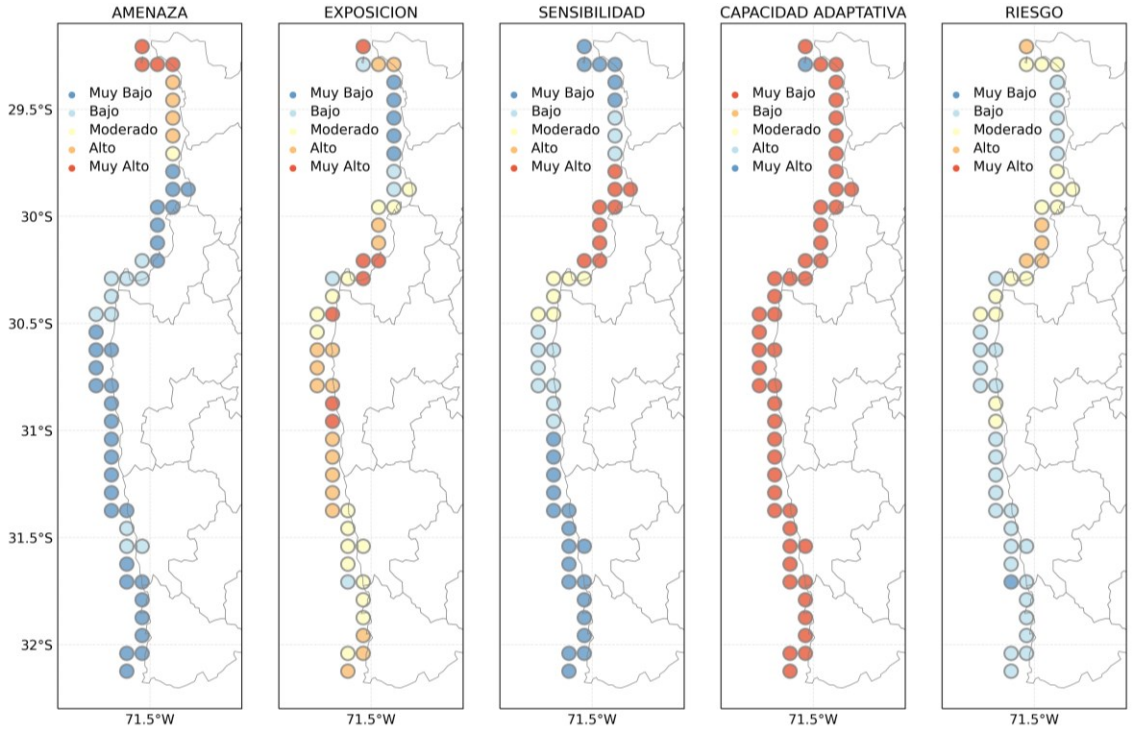


Figura 8.46. *Riesgo de cambios en la ocupación espacial de la ballena azul por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

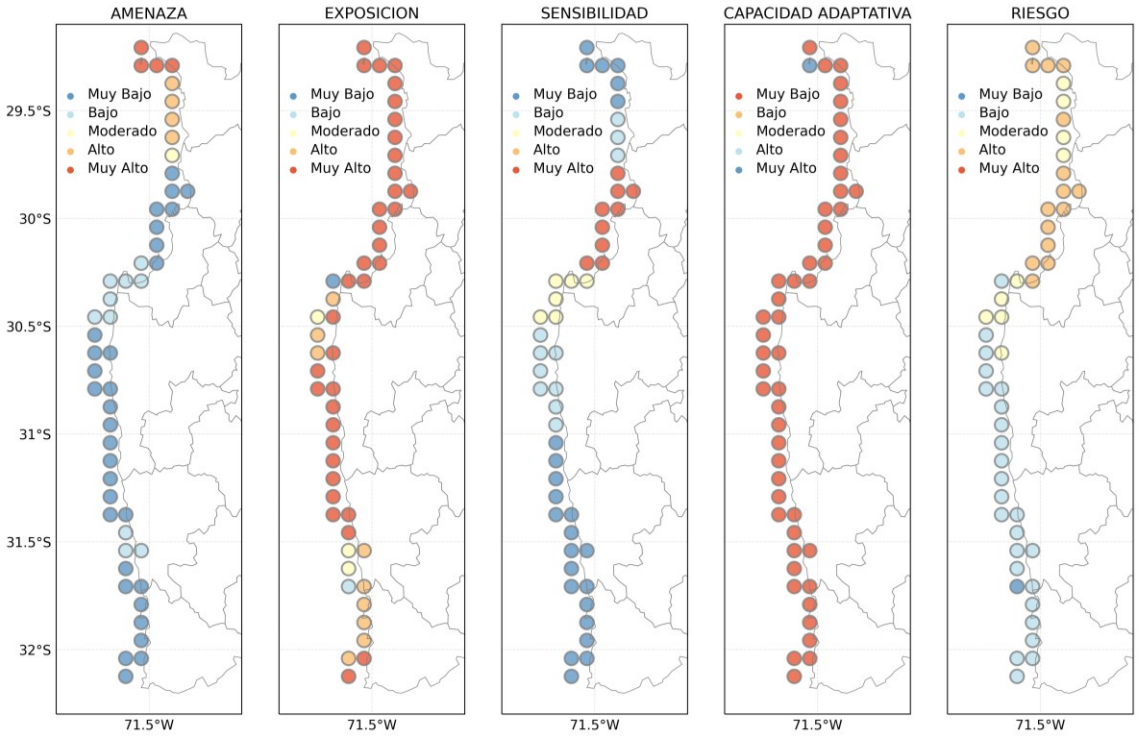


Figura 8.47. *Riesgo de cambios en la ocupación espacial del yunquito por aumento en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Para el sector **Zona Costera**, se evaluaron 4 cadenas de impacto que están relacionadas con la pérdida de desembarque artesanal de macha y producción acuícola del ostión del norte por cambios en la temperatura superficial del mar y cambios en el régimen de surgencia.

Pérdida de desembarque de macha

Para la estimación de pérdida de desembarque de macha por cambios en al temperatura superficial del mar y cambios en el régimen de surgencia se consideró como indicador de exposición el número de pescadores artesanales de macha y la cantidad del desembarque del recurso. Por otro lado, como indicador de sensibilidad se considera el tamaño del banco, la talla promedio de éste, la diversidad de recursos y la concentración del desembarque para las tres Areas de Manejo de este recurso (Choros, Coquimbo y Tongoy). Por último, se considera como indicador de capacidad adaptativa si cada área de manejo tiene apoyo técnico y la antigüedad de este apoyo.

En términos de amenazas, el cambio en el número de días con intensidades anómalas de surgencia en el periodo futuro con respecto al período presente es "alto" en las áreas de manejo de la Bahía de Tongoy y Bahía de Coquimbo, y presenta un valor "bajo" en la zona de Choros. Por otro lado, el cambio en el número de días que se supera el umbral de temperatura superficial del mar definido para la macha es mayor en Choros comparado con la Bahía de Coquimbo y Bahía de Tongoy, que presentan un nivel bajo de amenaza. Respecto a al indicador de exposición, este presenta valores "moderados" en las tres areas de manejo analizadas, mientras que las áreas de Choros y Bahía de Coquimbo registran un nivel de sensibilidad "alto", frente al nivel "moderado" que presenta la Bahía de Tongoy. Por último, la capacidad adaptativa es "alta" en Bahía de Tongoy y "baja" en las otras dos zonas de pesca.

El riesgo de pérdida de la pesquería artesanal de la macha asociada a cambios en la temperatura superficial del mar presenta un patrón latitudinal, con mayor riesgo en la zona norte de la Región de Coquimbo, seguido de un riesgo "moderado" en la Bahía de Coquimbo, y un riesgo "bajo" en las áreas de manejo localizadas en la Bahía de Tongoy ***(Fig. 8.48)***. Por otro lado, el riesgo de pérdida de la pesquería artesanal de la macha asociada a cambios en el régimen de surgencia presenta un nivel "alto" en las áreas de manejo de la Bahía de Coquimbo y valores "moderados" en Choros y Bahía de Tongoy ***(Fig. 8.49)***.

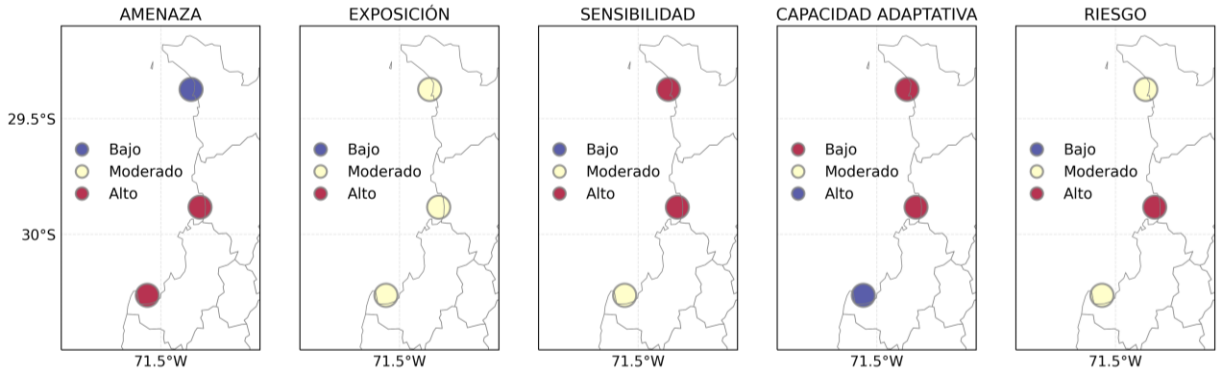


Figura 8.48. *Riesgo asociado a la pérdida de desembarque de la pesquería artesanal de la macha por cambios en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

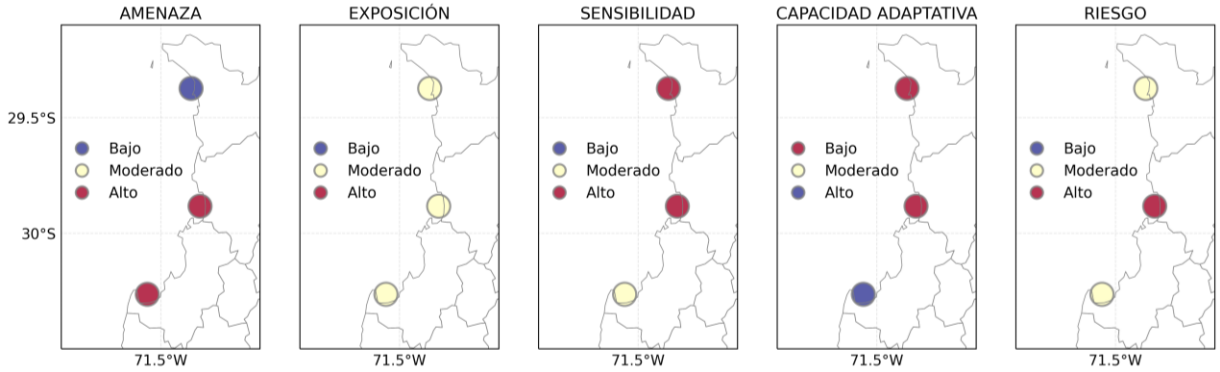


Figura 8.49. *Riesgo asociado a la pérdida de desembarque de la pesquería artesanal de la macha por cambios en el régimen de surgencia en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Pérdida de producción acuícola de ostión

Para la estimación de pérdida de producción acúicola de ostión por cambios en al temperatura superficial del mar y cambios en el régimen de surgencia se consideró como indicador de exposición el número de empresas acuícolas y organizaciones/gremios artesanales. Por otro lado, como indicador de sensibilidad se considera la operatividad y concentraciones de concesiones para las dos zonas donde se cultiva este recurso (Tongoy y Guanaqueros). Por último, se considera como indicador de capacidad adaptativa si existe monitoreo ambiental en ambas áreas.

El términos de la temperatura superficial del mar, nivel de amenaza es "alto" en la Bahía de Tongoy, es decir, se registra un mayor cambio en el número de días que se supera el umbral de temperatura superficial del mar definido para el recurso ostión del norte comparado con la Bahía de Guanaqueros, que presenta un nivel "bajo" de amenaza. Con respecto a los cambios en el regimen de surgencia, el nivel de amenaza es "alto" en la Bahía de Guanaqueros, es decir, se registra un mayor cambio en el número de días con intensidades anómalas de surgencia en el periodo futuro con respecto al periodo presente comparado con la Bahía de Tongoy, que presenta un nivel "bajo" de amenaza. Por otra parte, la exposición medida en término del número de empresas/organizaciones y producción del recurso sigue el mismo patrón que el índice de amenaza, con un nivel "alto" en la Bahía de Tongoy y "bajo" en la Bahía de Guanaqueros. La sensibilidad es "moderada" en ambas bahías, mientras que capacidad adaptativa es mayor en la Bahía de Tongoy ya que presenta un sistema de monitoreo oceanográfico-meteorológico desde el año 2014.

El riesgo de pérdida de producción acuícola del ostión del norte asociada a cambios en la temperatura superficial del mar presenta un nivel "alto" en la Bahía de Tongoy y un nivel "bajo" en la Bahía de Guanaqueros ***(Fig. 8.50)***. Por otro lado, el riesgo de pérdida de producción acuícola del ostión del norte asociada a cambios en el régimen de surgencia presenta un nivel "bajo" en la Bahía de Tongoy y un nivel "moderado" en la Bahía de Guanaqueros ***(Fig. 8.51)***.

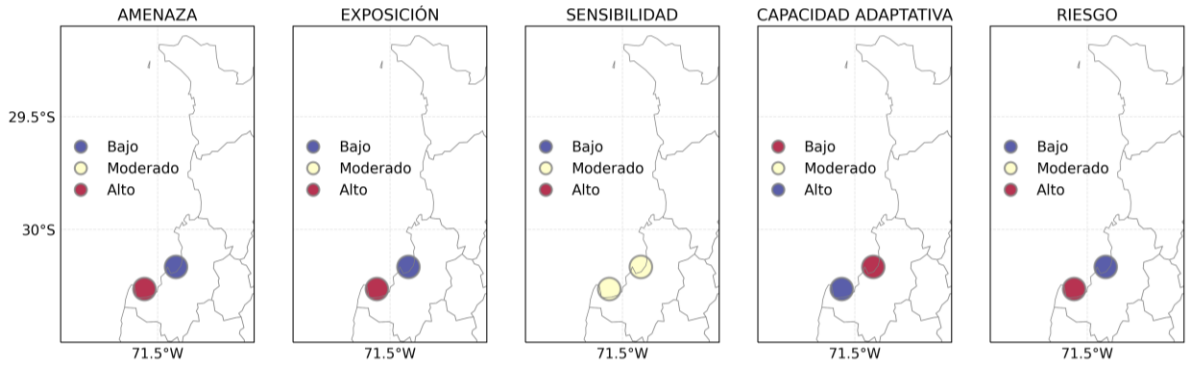


Figura 8.50. *Riesgo asociado a la pérdida de producción acuícola de ostión del norte por cambios en la temperatura superficial del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

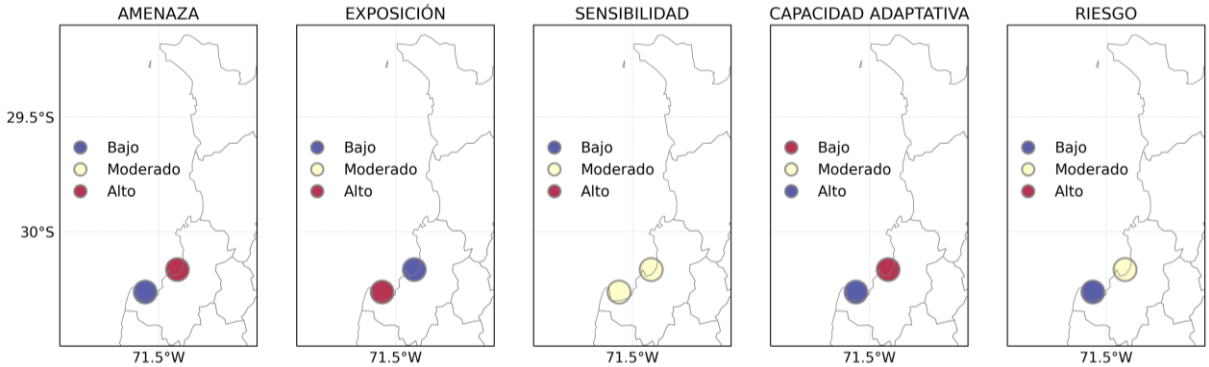


Figura 8.51. *Riesgo asociado a la pérdida de producción acuícola de ostión del norte por cambios en el régimen de surgencia en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia.*

Para el sector **Ciudad e Infraestructura**, se evaluaron tres cadenas de impactos relacionadas con el aumento de la presencia de medusas y fragatas portuguesas por cambios en la temperatura superficial del mar, y pérdida en la continuidad de la cadena de suministro de agua en los Servicios Sanitarios Rurales (SSRs) por reducción en las precipitaciones.

<u>Aumento de la presencia de medusas agua viva y fragata portuguesa en playas</u>

Para la estimación de aumento de presencia de medusas y fragata portuguesa por cambios en al temperatura superficial del mar se consideró como indicador de exposición la extensión de playas de arena para la Región de Coquimbo, como indicador de sensibilidad la distancia de la fuente biogeográfica, y como indicador de capacidad adaptavia los recursos que tiene cada municipio costero de la región de Coquimbo.

Para el horizonte 2040-2050 se espera que la zona norte de la región de Coquimbo presente un aumento importante en su temperatura superficial del mar (nivel de amenaza "alta" a "muy alta"). Por otro lado, los niveles de amenaza son "muy bajos" o "bajos" para el resto de la región en lugares como la Bahía de Coquimbo, Tongoy - Guanaqueros y Los Vilos. En cuanto a los niveles de exposición, estos son "altos" a "muy altos" en pocos puntos de la región, principalmente en La Serena y La Higuera para la medusa agua viva, mientras que para la fragata portuguesa la exposición presenta a nivel general valores que "bajos" a

"muy bajos" a lo largo de la región, con excepción de los municipios de La Serena y La Higuera que denotan la mayor exposición frente al aumento en la presencia de esta especie.

Por otro lado, la sensibilidad, asociada a la cercanía con la fuente geográfica de las poblaciones de la medusa 'aguaviva', muestra valores "altos" a "muy altos" incrementales hacia la zona sur de la región, mientras que para la fragata portuguesa muestra valores "altos" a "muy altos" incrementales hacia la zona norte de la región. La capacidad adaptativa, medida como recursos de municipios costeros disponibles, es en general "muy baja" hacia los extremos norte y sur de la región.

El riesgo de incremento en la presencia de medusas aguaviva por cambios en la temperatura superficial del mar durante la estación de verano es entre "moderado" a "alto", particularmente en la zona sur de la región (***ver Fig. 8.52***). Por otro lado, el riesgo de incremento en la presencia de fragata portuguesa por cambios en la temperatura superficial de mar durante la estación de verano alcanza niveles "muy altos" y "altos" en torno al extremo norte de la región (***ver Fig. 8.53***).

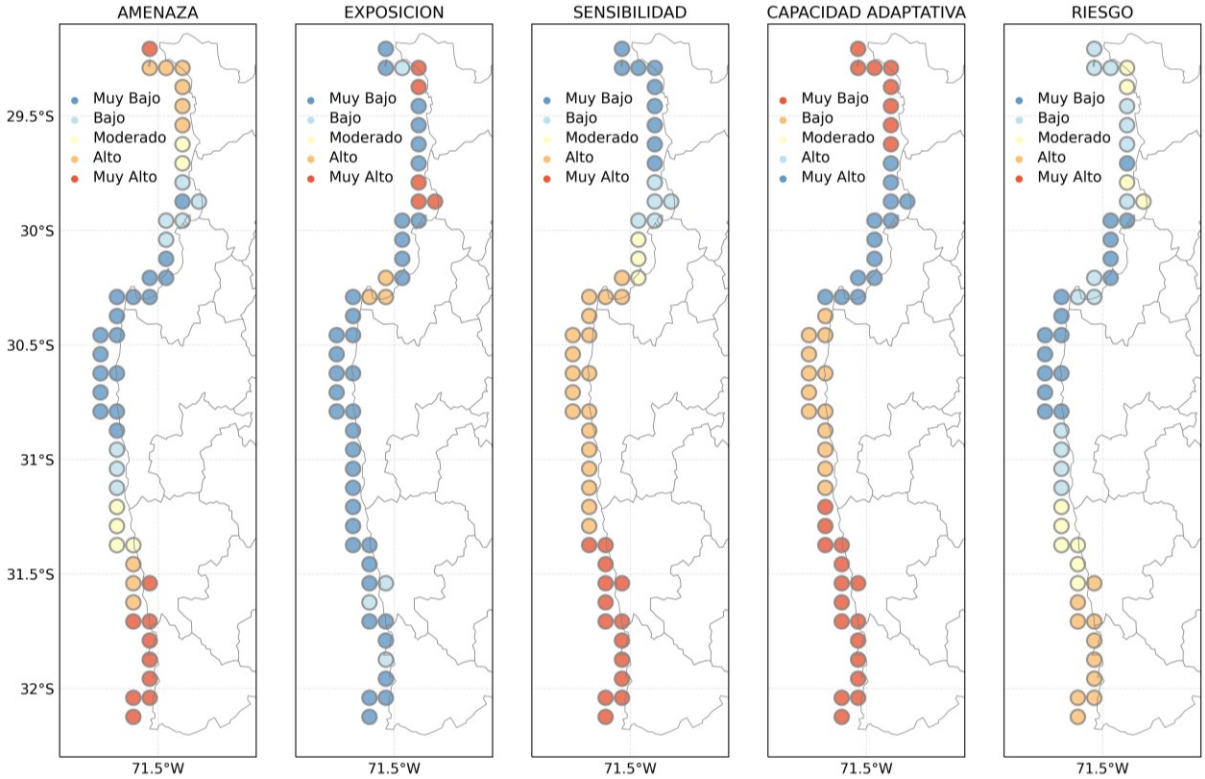


Figura 8.52. *Riesgo en el incremento de la presencia de medusas agua viva por aumento en la temperatura superficial del mar durante la estación de verano en la Región de Coquimbo. Fuente: AdaptaClim*

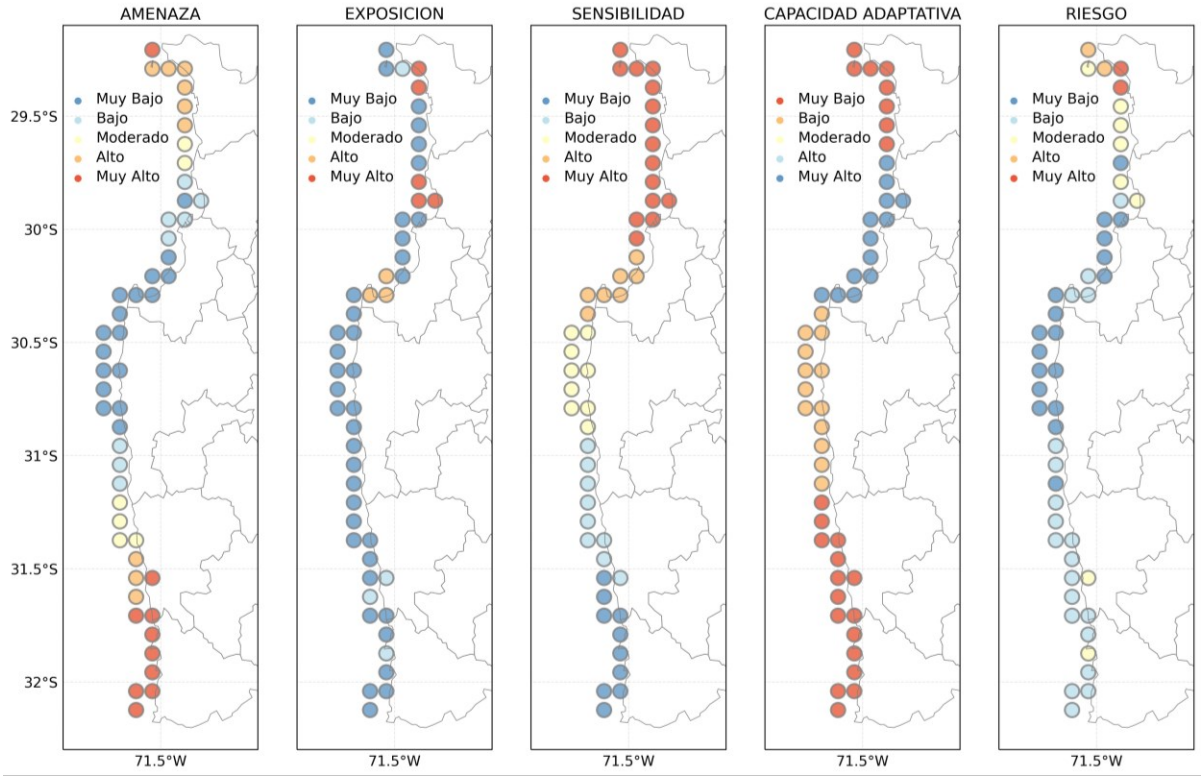


Figura 8.53. *Riesgo en el incremento de la presencia de fragata portuguesa por aumento en la temperatura superficial del mar durante la estación de verano en la Región de Coquimbo. Fuente: AdaptaClim.*

<u>Pérdida de continuidad de la cadena de suministro de agua potable de SSR</u>

Para la estimación del riesgo de pérdida de continuidad de la cadena de suministro de agua potable de SSR por reducción de precipitaciones se consideró como indicador de exposición un índice compuesto por tres variables (capacidad de producción de cada SSR, número de personas abastecidas por un arranque, y rangos de abastecimiento por persona). Por otro lado, el indicador de sensibilidad considera la capacidad de almacenamiento per capita de cada SSR, la ubicación estratégica en la cuenca, y el tipo de abastecimiento. Finalmente, el indicador de capacidad adaptativa considera si hay tecnologías presentes en cada SSR y si existe sistema de alcantarillado.

En la Región de Coquimbo, todos los Servicios Sanitarios Rurales (SSRs) presentan un riesgo de pérdida de abastecimiento en la cadena de suministro de agua potable por la disminución de las precipitaciones para un horizonte comprendido entre 2035 y 2065 bajo un escenario de altas emisiones (RCP8.5). Mientras que aquellos SSRs que se encuentran en las comunas de la provincia de Elqui presentan un riesgo "bajo" ante un escenario de disminución de precipitaciones, las comunas de las provincias de Limarí y Choapa presentan un riesgo "moderado" o "muy alto". En particular, las comunas de esas dos provincias son extremadamente relevantes ya que concentran más del 60% de la población rural que es actualmente abastecida por SSRs en la Región de Coqumbo (***ver Fig. 8.54***).

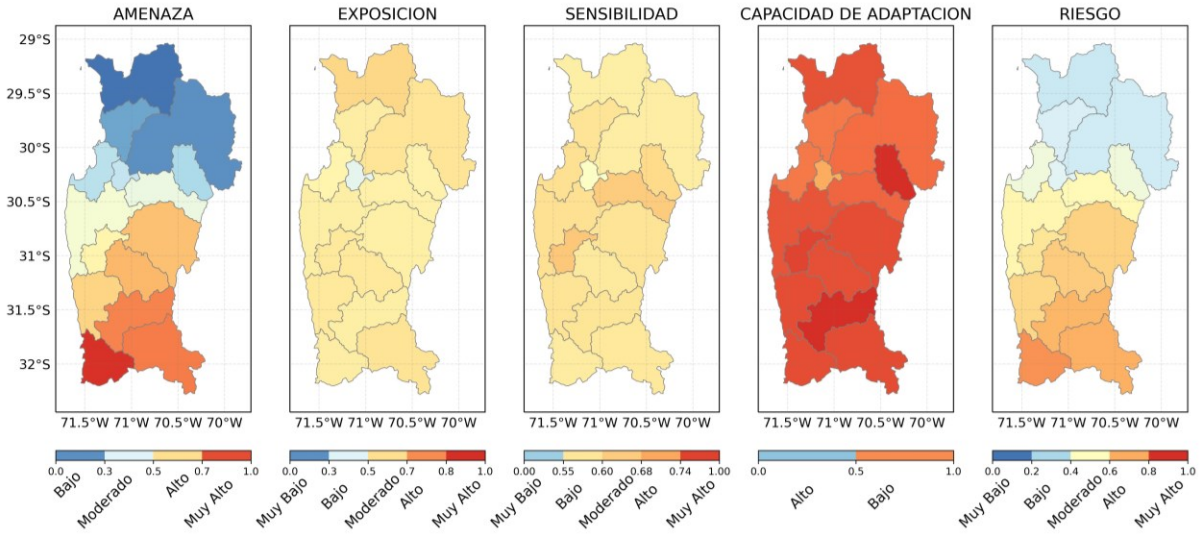


Figura 8.54. *Riesgo asociado a la pérdida en la continuidad de la cadena de suministro de agua potable en los Servicios Sanitarios Rurales (SSRs) por cambios en las precipitaciones. Fuente: AdaptaClim.*

La presente consultoría (***Anteproyecto del PARCC Coquimbo***)[88] aporta con 11 nuevas cadenas de impacto para los sectores "Agua y Suelo", "Ciudad e Infraestrucutra" y "Biodiversidad y Zona Costera". Estos nuevos riesgos se estiman bajo cambios en los regímenes de precipitaciones, sequía, olas de calor y cambios en la Temperatura Superficial del Mar (TSM).

Para el sector **Agua y Suelo** se generaron dos cadenas de impacto que evalúan el riesgo de pérdida de potencial fotosintético de flora nativa que habita la Región de Coquimbo frente a olas de calor y un aumento de la frecuencia de la sequía bajo escenarios de emisiones RCP8.5. La presente cadena de impacto considera como indicador de exposición el vigor de la vegetación nativa durante la estación de crecimiento, mientras que utiliza como indicador de sensibilidad, el nivel actual de aridez. El indicador de capacidad adaptativa es un indicador compuesto por dos índices que considera el tipo de vegetación y la calidad del suelo.

Los resultados indican que el riesgo de pérdida de capacidad fotosintética por parte de la vegetación silvestre ante un aumento de olas de calor es "alto" para las comunas de Los Vilos, Salamanca, Monte Patria y Coquimbo, y "bajo" para el resto de las comunas de la Región de Coquimbo. Los resultados sugieren que los ecosistemas regionales más amenazados por olas de calor serían los de bosque esclerófilo de quebradas y humedales ubicados en el límite sur de la Región ***(Fig. 8.55)***. Por otro lado, el riesgo de pérdida de vigor y capacidad fotosintética por parte de la vegetación silvestre ante un aumento en la frecuencia de sequías fluctúa es "muy alto" para la comuna de Los Vilos, y "alto" para todas las comunas más cercanas a la costa o de baja altitud. Los resultados sugieren que los ecosistemas regionales más amenzados por aumento en la frecuencia de sequías serían los de bosque esclerófilo de quebradas, humedales costeros y vegetación xerofítica de zonas de baja altitud ***(Fig. 8.56)***.

[88] Informe 1: Anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Cimático de la Región de Coquimbo (PARCC). Centro de Estudios Avanzados en Zonas Aridas (CEAZA).

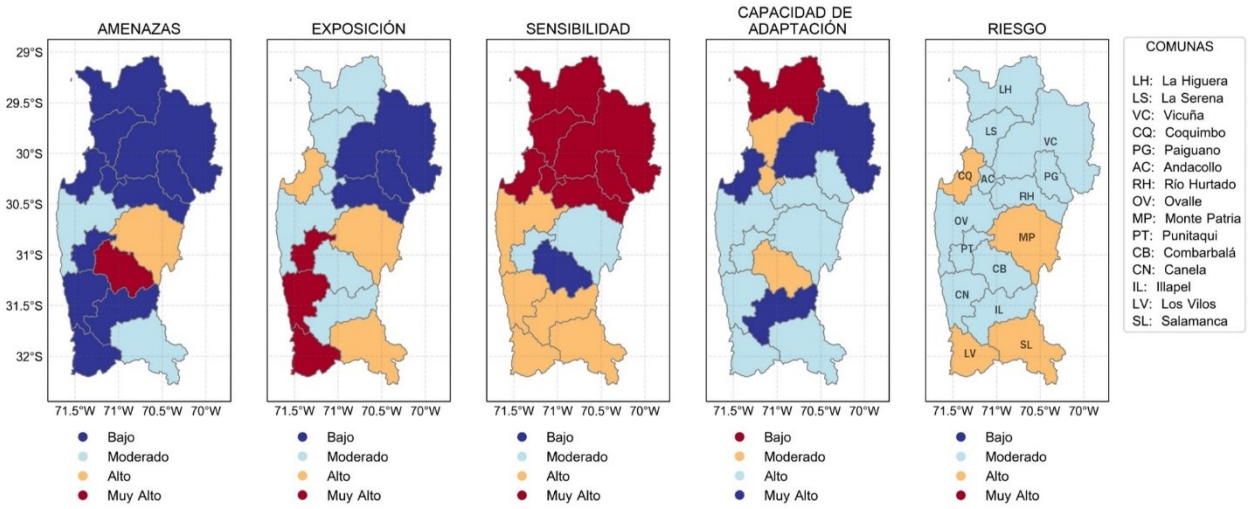


Figura 8.55. *Riesgo del aumento en días de olas de calor sobre el vigor y capacidad fotosintética de la vegetación silvestre en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría*

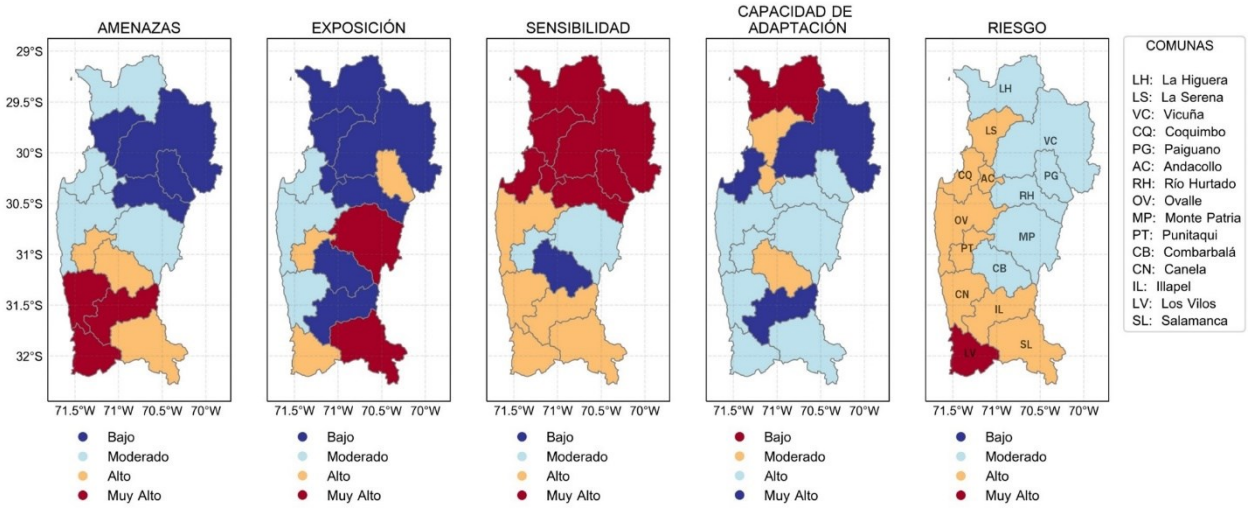


Figura 8.56. *Riesgo del aumento en la frecuencia de sequías sobre el vigor y pérdida de la capacidad fotosintética de la vegetación silvestre en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría*

Para el sector **Ciudad e Infraestructura** se evaluaron dos cadenas de impacto que abordan el impacto de la reducción de las precipitaciones y el incremento en la frecuencia de sequías sobre la pérdida de la capacidad de almacenamiento de los embalses de la Región de Coquimbo. Para ello se consideró como un indicador de exposición un índice compuesto por el porcentaje de almacenamiento al inicio de la temperatura, al término de esta, en la época estival y en la época invernal. El indicador de sensiblidad se basa en el volumen promedio de los afluentes, mientras que el indicador de capacidad adaptativa determina si para ese embalses existen modelos operacionales en base a escenario de cambio climático.

Los resultados indican que 6 de los 7 embalses analizados presentan una clasificación de riesgo "moderado" a "alto", a excepción del embalse La Laguna, en la cuenca de Elqui, el cual presenta un riesgo "bajo" frente a una reducción de las precipitaciones ***(Fig. 2.57)***. Por otro lado, el nivel de riesgo al cual están expuestos los embalses de la región, considerando los cambios en las frecuencias de las sequías se observa que todos

los embalses se encuentran en riesgo, y en específico 2 de ellos con riesgo "moderado" (El Bato y Corrales) y 5 con riesgo "alto" (Recoleta, Cogotí, La Paloma, Puclaro y La Laguna) ***(Fig. 8.58)***.

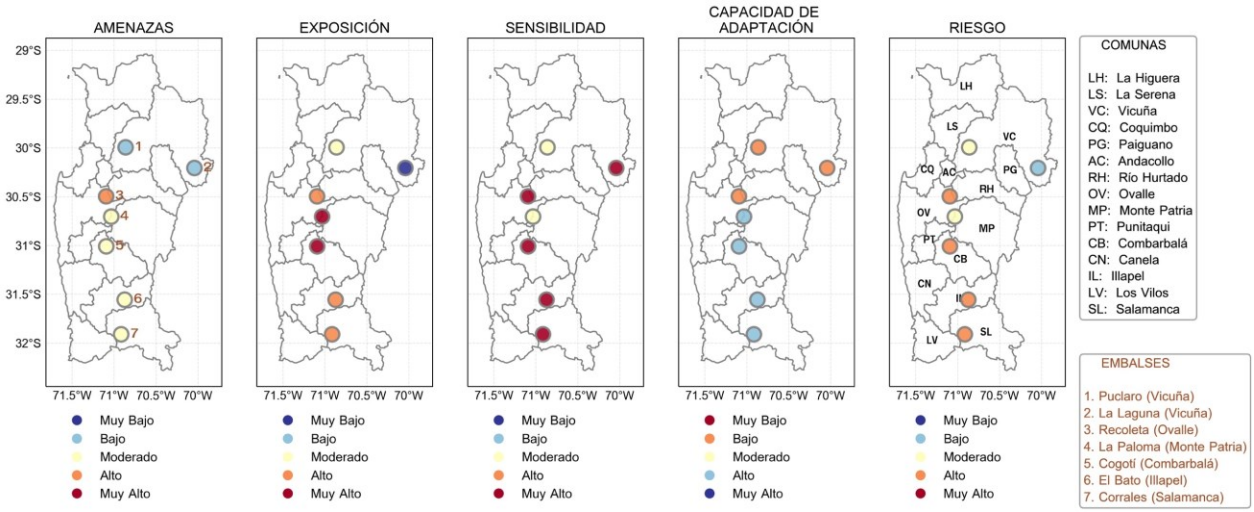


Figura 8.57. *Riesgo de embalses frente a Cambios en la capacidad de almacenamiento de los embalses por variaciones en las precipitaciones en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

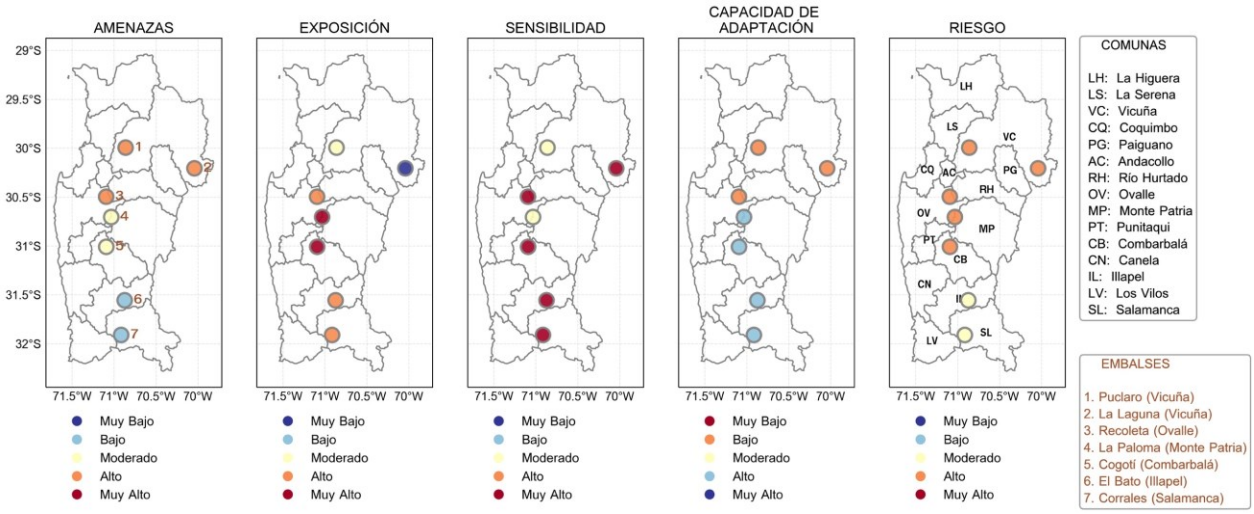


Figura 8.58. *Riesgo de embalses frente a "Cambios en la capacidad de almacenamiento de los embalses por aumento en la frecuencia de sequías en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

Para el sector **Biodiversidad y Zona Costera** se estimaron un total de 7 riesgos que abordan la pérdida de habitabilidad de especies tanto marinas como terrestres por cambios en la temperatura superficial del mar (huiros, chungungo) o reducción de precipitaciones (Chinchilla y Puma).

<u>Pérdida de habitabilidad de huiros</u>

Para la estimación del riesgo de pérdida de habitabilidad de huiros (*Lessonia trabeculata, Lessonia spicata, Lessonia berteroana, y Macrocystis pyrifera*) se consideró como indicador de exposición la distribución espacial de estas especies, mientra que el indicador de sensibilidad es un indicador fisiológico que determina

el margen de seguridad termal (tolerancia a cambios en la temperatura). El indicador de capacidad adaptativa está relacionado con la distancia al área marina protegida más cercana.

Los resultados determinan que la especie *Lessonia berteroana* exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad producto del cambio climático previsto para la región entre "moderado" a "alto", principalmente para la zona norte de la misma correspondiente a la comuna de La Higuera ***(Fig. 8.59)***. Por otro lado, la especie *Lessonia nigrescens* exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad producto del cambio climático entre "moderado" a "alto" a lo largo de todo el borde costero de la región ***(Fig. 8.60).*** La especie *Lessonia nigrescens* exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad "moderado" a "alto" para toda su distribución en el borde costero de la región ***(Fig. 8.61)****, mientras que Macrocystis pyrifera* exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad "moderado" a "alto" para toda su distribución en el borde costero a excepción de un sector ubicado en la parte sur de la comuna de Coquimbo ***(Fig. 8.62)***

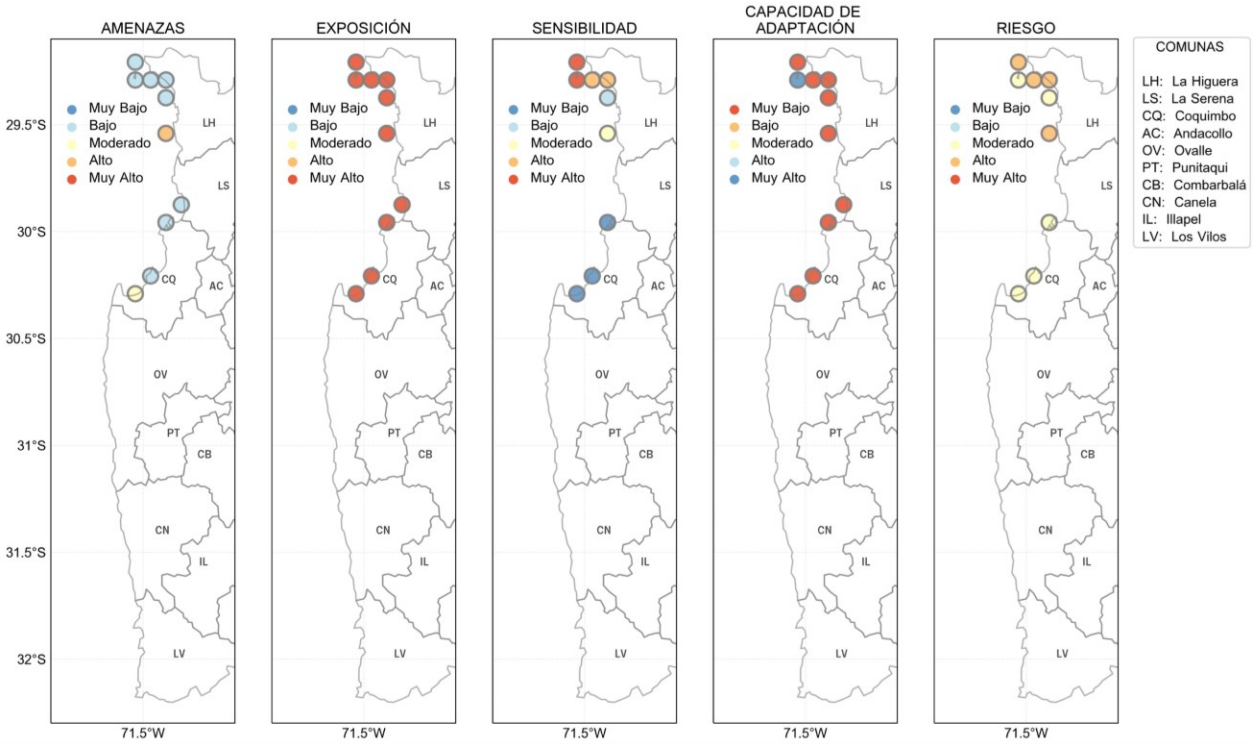


Figura 8.59. *Riesgo de cambios en la habitabilidad de Lessonia berteroana debido al incremento en la temperatura del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

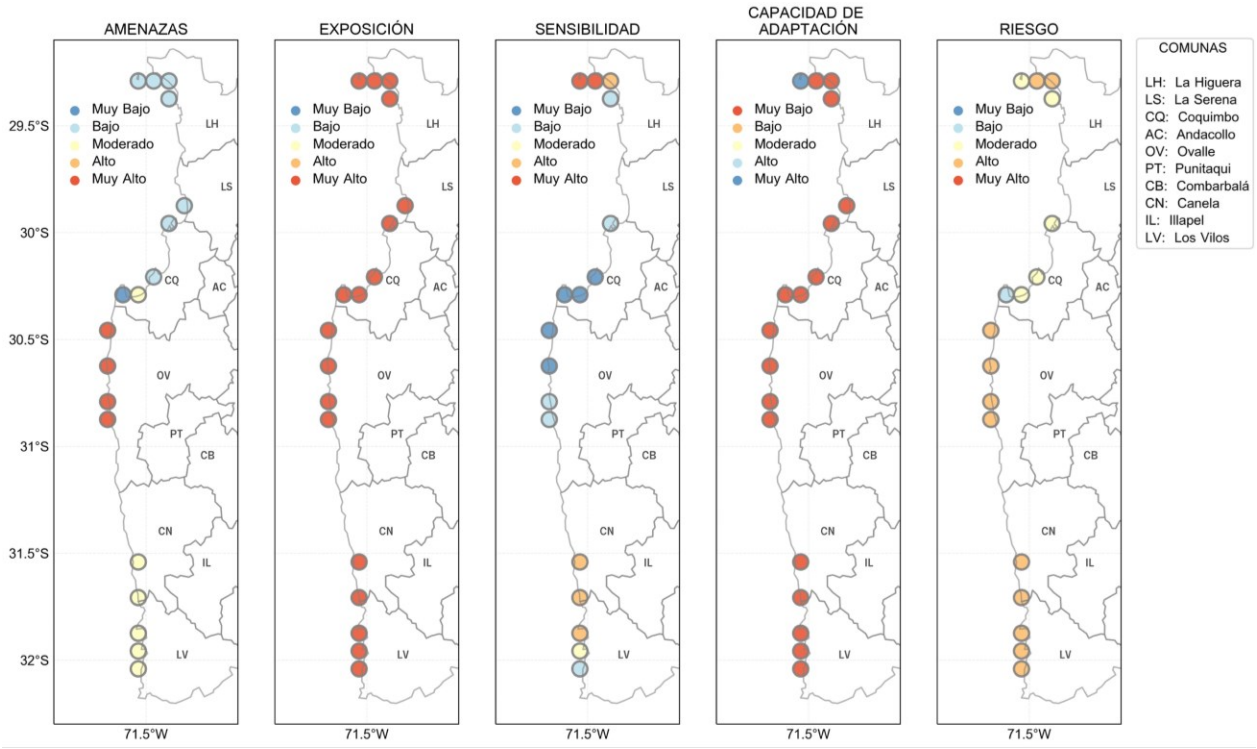


Figura 8.60. *Riesgo de cambios en la habitabilidad de Lessonia nigrescens debido al incremento en la temperatura del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

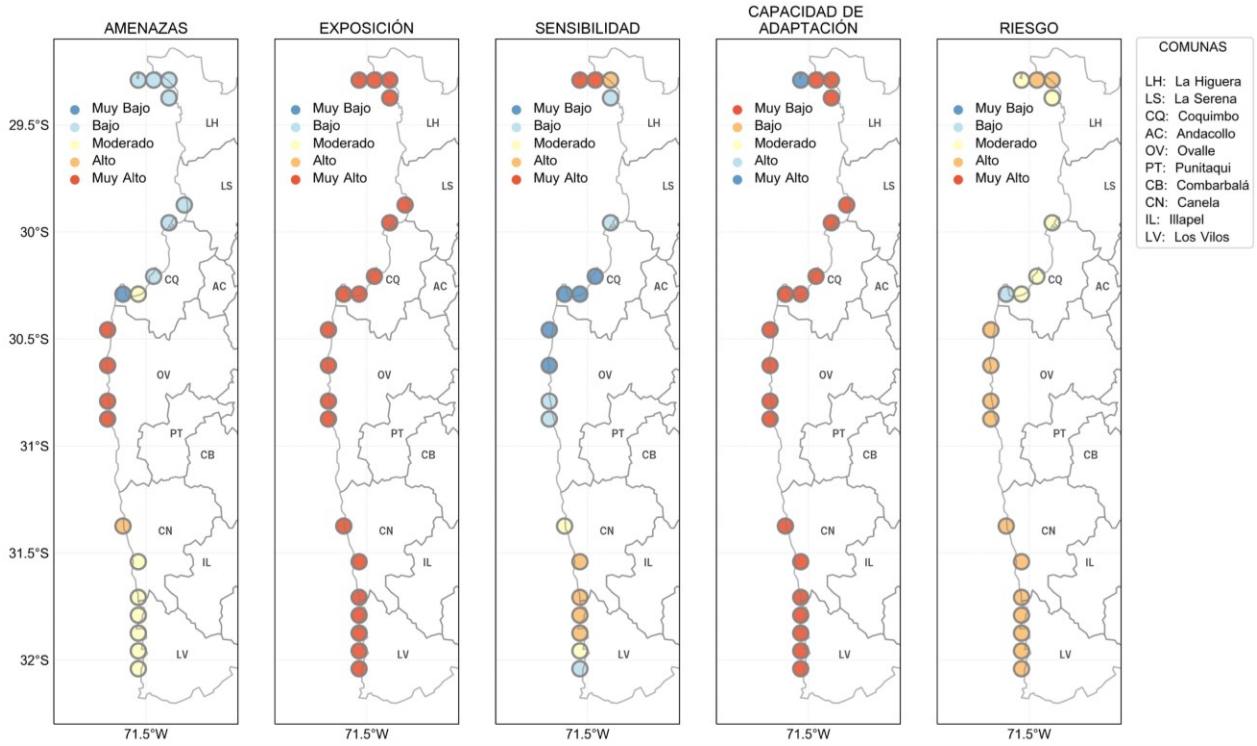


Figura 8.61. *Riesgo de cambios en la habitabilidad de Lessonia trabeculata debido al incremento en la temperatura del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

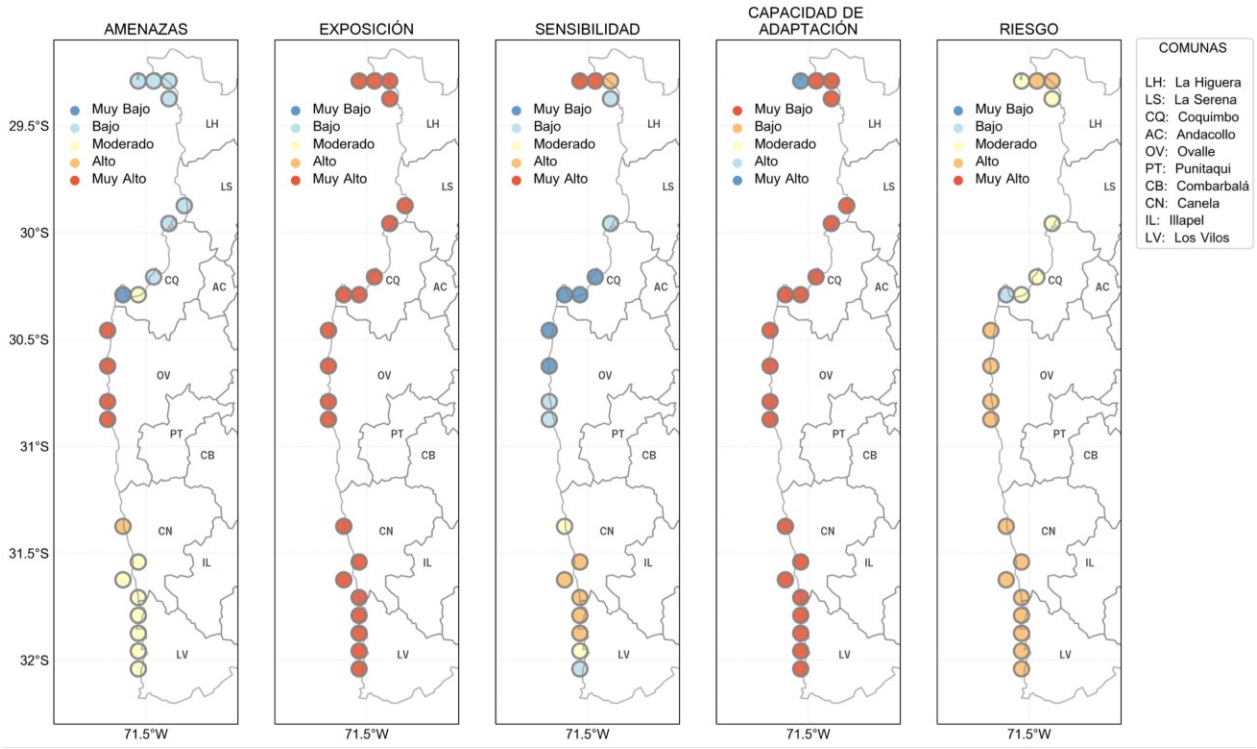


Figura 8.62. *Riesgo de cambios en la habitabilidad de Macrocystis pyrifera debido al incremento en la temperatura del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

<u>Pérdida de habitabilidad de chungungo</u>

Para la estimación del riesgo de pérdida de habitabilidad del chungungo se consideró como indicador de exposición, la distribución espacial de especie a lo largo de la región de Coquimbo, mientras que el indicador de sensibilidad es un indicador fisiológico que detemrina el margen de seguridad termal (tolerancia a cambios en la temperatura). El indicador de capacidad adaptativa está realciaonado con la distancia al área marina protegida más cercana.

Los resultados indican que el chungungo exhibe un riesgo de cambio en habitabilidad variable para su distribución en la región, alcanzando valores "moderados" a "altos" en las diferentes comunas de esta con especial relevancia para la parte sur de la misma en la comuna de Canela y Los Vilos ***(Fig. 8.63)***.

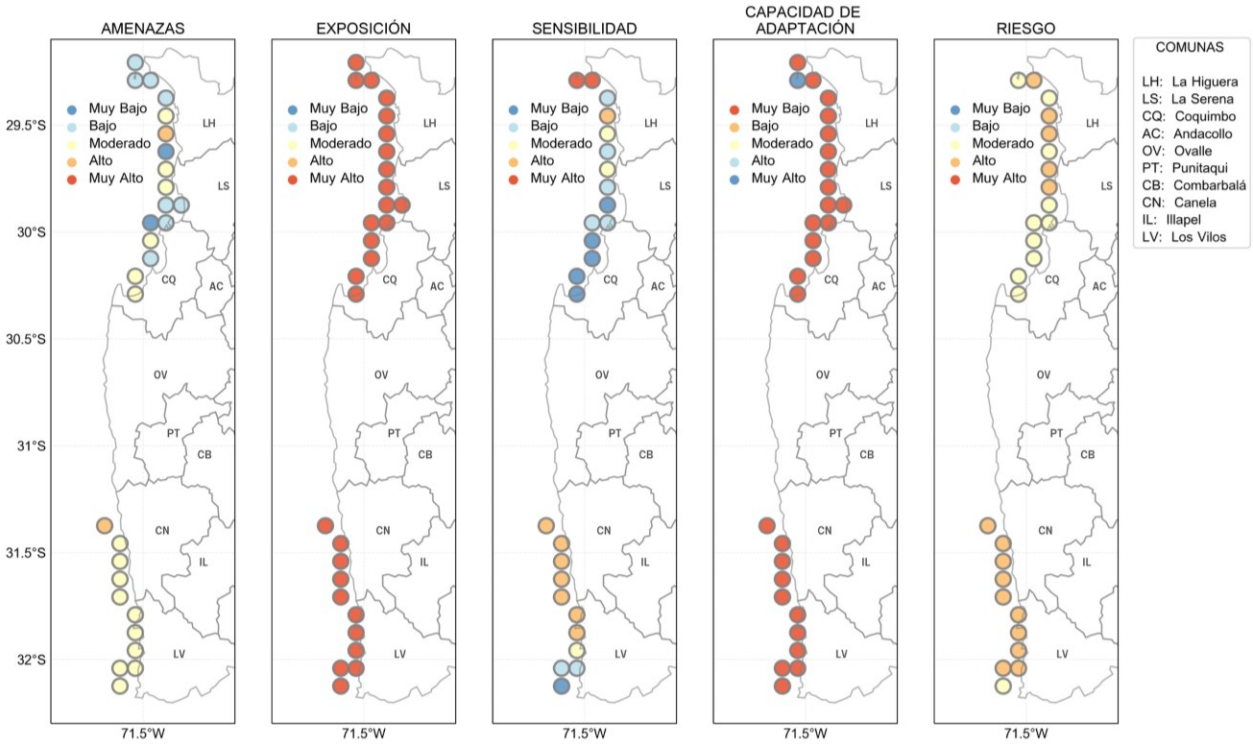


Figura 8.63. *Riesgo de cambios en la habitabilidad del Chungungo debido al incremento en la temperatura del mar en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

<u>Pérdida de habitabilidad del puma</u>

Para la estimación del riesgo de pérdida de habitabilidad del puma se consideró como indicador de exposición la distribución espacial de especie a lo largo de la Región de Coquimbo, mientras que el indicador de sensibilidad es un indicador fisiológico que determina el margen de seguridad de los requerimientos de precipitación. El indicador de capacidad adaptativa está relacionado con el porcentaje de la superficie de cada comuna con áreas protegidas.

La estimación del riesgo determina que el potencial riesgo de pérdida de habitabilidad para esta especie en la región es altamente variable, alcanzando valores "bajos" de riesgo de habitabilidad en las comunas de Ovalle y Punitaqui, "alto" en cinco comunas tanto en la zona norte de la misma (comuna de La Higuera) como en el extremo sur de la misma (comunas de Los Vilos, Illapel, Salamanca y Combarbalá), y "moderado" para las nueve comunas restantes de la región ***(Fig. 8.64)***.

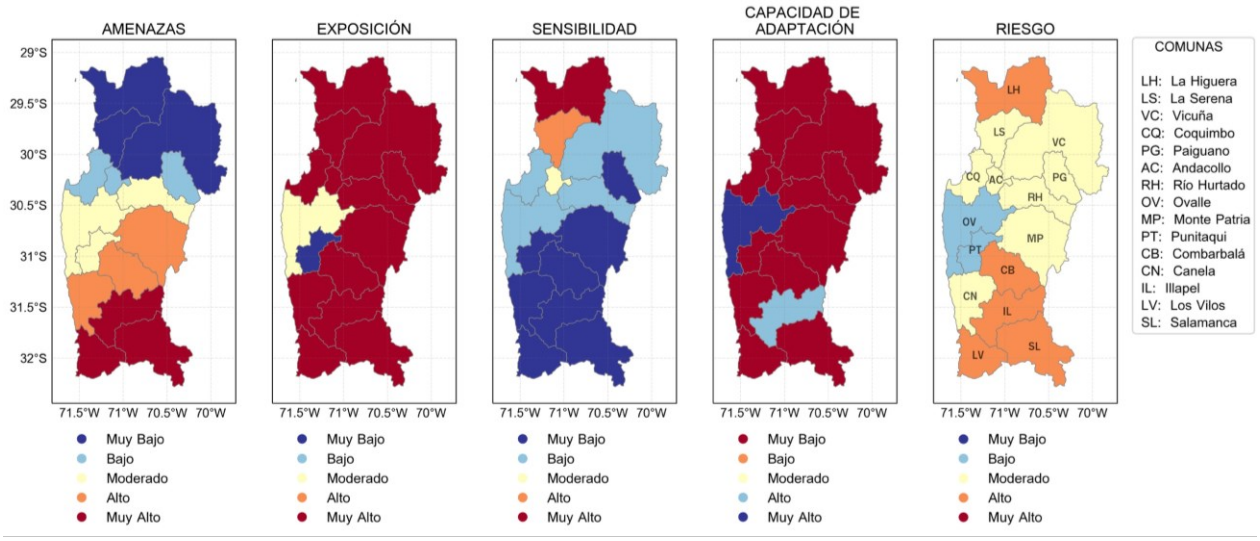


Figura 8.64. *Riesgo de cambios en la habitabilidad del puma debido a la reducción en la precipitación en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría.*

<u>Pérdida de habitabilidad de la chinchilla</u>

Para la estimación del riesgo de pérdida de habitabilidad de la chinchilla se consideró como indicador de exposición la distribución espacial de especie a lo largo de la Región de Coquimbo, mientras que el indicador de sensibilidad está relacionado con el margen de seguridad de los requerimientos que necesita esta especie en relación a la precipitación. El indicador de capacidad adaptativa está relacionado con el porcentaje de la superficia de cada comuna con áreas protegidas.

Los resultados indican que el riesgo de pérdida de habitabilidad de la chinchilla para la Región de Coquimbo es altamente variable entre comunas, alcanzando valores "moderados" en 8 comunas de la región por lo general del borde costero, a excepción de la comuna de Combarbalá ***(Fig. 8.65)***.

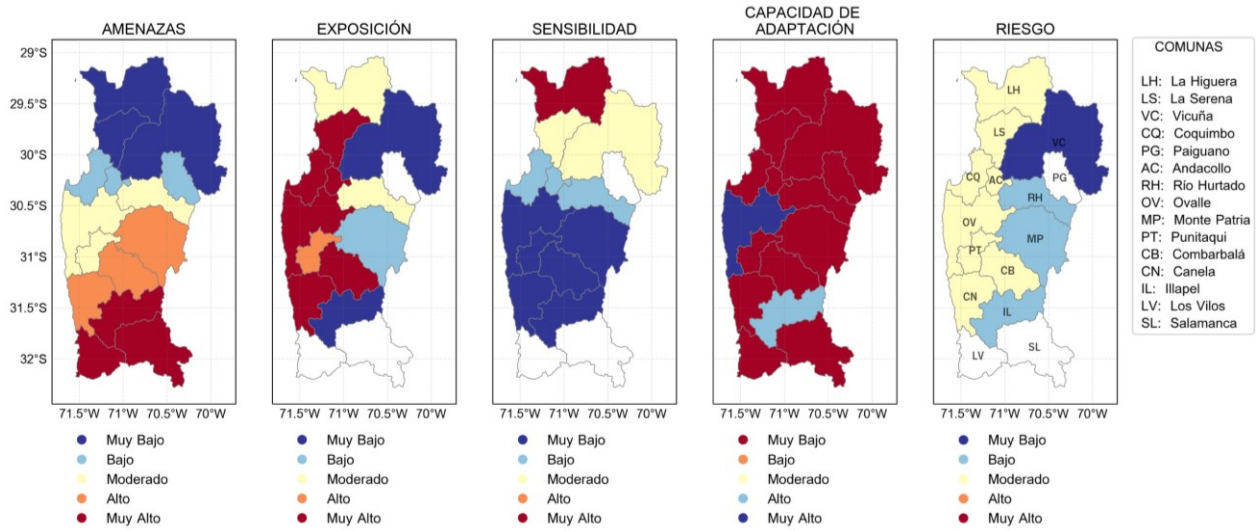


Figura 8.65. *Riesgo de cambios en la habitabilidad de la chinchilla debido a la reducción en la precipitación en la Región de Coquimbo. Fuente: Presente consultoría*

9. Definición de objetivos de reducción de emisiones GEI regionales

Tabla 9.1. *Detalle de los objetivos de reducción de emisiones de GEI regionales por sector, potencial de mitigacó y plazo. Se incluye un análisis de brechas y limitaciones para el cumplimiento de los objetivos. Fuente: Elaboración propia*

#	Emisiones	Sector	Fuente puntual	Objetivos de reducción[89]	Potencial de Mitigación[90]	Plazo	Brechas y Limitaciones[91]
1	**8%**	Industria y mineria	Actividades de quema de combustibles por la minería (con excepción de combustibles y canterías)	Reducir en un 50% las emisiones de combustible fósil.	625 kt CO_2eq	2030	• Se requiere de inversiones para la transicion a tecnológicos de generación de calor a partir de fuentes alternativas a los combustibles fósiles. • El uso de combustibles de origen bio podría plantearse sin cambios de tecnología sustanciales en la propia industria, pero la inversión se traslada a la valorización de los residuos, que deben estar concentrados para evirtar un mayor impacto debido al transporte del evitado debido a la quema.
2				Reducir las emisiones de CO_2 hasta llegar a carbono neutralidad en la minería	1250 kt CO_2q	2040	
3	**21%**	Industria y mineria	Consumo eléctrico de la industria manufactureras y de la construcción	100% de los grandes consumidores de energía industriales y del sector transporte deberán realizar un uso eficiente de la energía.	70 kt CO_2eq	2035	• Los métodos de minería energéticamente eficientes se pueden combinar con la automatización, con el beneficio de una mejor utilización y eficiencia de los equipos. Sin embargo, se requiere altas inversiones y adaptaciones en el proceso (Nwaila et al., 2022). • La automización de los procesos puede no tener una mejora en la rentabilidad (Andrews y Sengani, 2017). • La falta de integración con los sistemas existentes y la dependencia de una mano de obra no calificada (Di Carlo et al., 2021) • Actualmente, las industrias de la minería y construcción siguen aumentando sus tendencias.
4	**2%**	Industria y mineria	Quema de combustibles para la obtención de energía en industria	Reducir en un 50% las emisiones de combustible fósil.	40,48 kt CO_2eq	2030	• Se requiere de inversiones para la transicion a tecnológicos de generación de calor a partir de fuentes alternativas a los combustibles fósiles. • El uso de combustibles de origen bio podría plantearse sin cambios de tecnología sustanciales en la propia industria, pero la inversión se traslada a la valorización de los residuos, que deben estar concentrados para evirtar un mayor impacto debido al transporte del evitado debido a la quema.
5	**1%**	Industria y mineria				2030	

[89] Metas y Acciones
[90] Estimado a partir de las emisiones de 2018 y de los objetivos de reducción
[91] Referencias en Sección Anexos

			Refrigeración industrial debido a los gases de refrigeración en procesos industriales	Reducir en un 80% las emisiones de gases asociadas a la refrigeración en procesos industriales	90,15 kt CO_2eq		• El uso de equipos de aire acondicionado y refrigeración en temperaturas ambiente altas crea una serie de problemas técnicos. Las dos características técnicas clave que se abordarán son: a) La temperatura de rechazo de calor (a menudo denominada temperatura de condensación) es alta. Para una carga de refrigeración determinada, la cantidad de energía utilizada para proporcionar refrigeración será mayor en condiciones ambientales altas que en condiciones más templadas. Una unidad de aire acondicionado que funcione a 45 o C de temperatura ambiente podría usar aproximadamente un 50 % más de energía que a 35 o C de temperatura ambiente. Este problema se aplica principalmente a todos los refrigerantes, aunque en diferentes niveles. b) La carga de calor para aplicaciones como el aire acondicionado es mucho mayor para un tamaño de habitación dado que en temperaturas ambiente más bajas. En un clima templado, la demanda típica de enfriamiento del aire acondicionado es de 100 W/m 2 , mientras que en un ambiente muy alto podría llegar a los 250 W/m 2 .
6	**4%**	Residuos (CH_4)	Disposición de residuos (descomposición a CH_4 de la materia orgánica en relleno-139, basulal-4,6 y vertedero-4,6)	Valorizar un 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.	50 kt CO_2eq	2030	• La generación de residuos sólidos en Chile aumenta anualmente (27%). La mayor parte de la emisiones procede de los rellenos. Preparar los rellenos para la captura de metanos conlleva una elevada inversión necesaria para incrementar el rendimiento de captura en vertederos. Por otra parte, hay una baja gestión municipal de centros de reciclaje a nivel regional.
7	**1%**	Residuos (CH_4)	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticos		19,09 kt CO_2eq	2030	• Para invertir la tendencia de emisiones por tratamiento de agua es necesario el uso de técnicastratamiento de las aguas residuales que pueden extraer el metano de la materia orgánica a fin de obtener biogás, provocando el cambio de todas las instalaciones regionales y rurales y por lo tanto, una fuerte inversión en este sentido.
8	**8%**	Transporte	Automoviles	20% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en	263 kt CO_2eq	2040	• La electrificación de flotas implica más que cambiar un vehículo de combustible fósil por otro vehículo eléctrico. Para garantizar una transición exitosa a una flota de cero emisiones, los operadores deben pensar y planificar la integración y coordinación de varias piezas: a) Vehículos eléctricos que se adaptan a sus

				el sector transporte con respecto al 2018.			necesidades de movilidad, b) Estaciones de carga, c) Herramientas digitales para la gestión y seguimiento de flotas, d) Suministro de energía limpia, e) Infraestructura de red y servicios públicos y f)Educación y entrenamiento. Al mismo tiempo, el panorama emergente de los vehículos eléctricos aún está bastante fragmentado • La transición a los vehículos eléctricos requiere una inversión de capital alta por adelantado, para cubrir tanto el costo adicional incremental de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos de combustibles fósiles como los costos de las estaciones de carga y cualquier actualización de la red eléctrica para el suministro de energía. • Un proyecto de electrificación de flotas es una transición de años si se quiere evitar la interrupción de suministro. Para cumplir con los objetivos, la implementación de las flotas debería comenzar en la brevedad en las industrias.
9	**7%**	Transporte	Camiones para servicio ligero				
10	**2%**	Transporte	Aviación de cabotaje (nacional)				Disponibilidad limitada de bioqueroseno y otras alternativas tecnológicas, casi el 60 por ciento de la demanda de combustible deberá cubrirse con e-queroseno en 2050. El mayor desafío es que la producción de e-queroseno requiere cantidades significativas de CO_2: más del 90 por ciento del CO_2 requerido para la producción de e-queroseno en 2050 deberá ser cubierto por la captura directa de aire (DAC), conllevando una alta inversión (German Agency Energy, 2022)
11	**1%**	Transporte	Todo terreno				Además, de los desafíos indicados en los ítems 8 y 9. Se debe promover el uso de otra locomoción terrestre más sostenible asfaltando los caminos en la región. Sin embargo, este hecho, conlleva una alta inversión.
12	**8%**	Transporte	Camiones para servicio pesado y autobuses				Ver items 8 y 9
13	**Ver item 8**	Transporte	Automoviles	50% de reducción de emisiones de	656 kt CO_2eq	2050	Ver items 8 y 9

				contaminantes locales provenientes del transporte en ruta (vehículos particulares, comerciales, taxis y transporte público urbano nacional).			
14	**Ver item 9**	Transporte	Camiones para servicio ligero				Ver items 8 y 9
15	**Ver item 10**	Transporte	Aviación de cabotaje (nacional)				Ver item 10
16	**Ver item 11**	Transporte	Todo terreno				Ver item 11
17	**Ver item 12**	Transporte	Camiones para servicio pesado y autobuses				Ver items 8 y 9
18	**3%**	Construcción/Residencial	Consumo electríco comercial/institucional	El sector comercial, público, residencial, (CPR) al compromiso de reducción del 12% del consumo energético	30 kt CO_2eq	2030	Nunca será suficiente la generación de energía mediante fuentes renovables si previamente el diseño de las edificaciones y los equipamientos no son eficientes energéticamente. No existe un esfuerzo sistemático ni de los fabricantes, ni de los participantes en la cadena de comercialización de promover los electrodomésticos de alta eficiencia. Unido a todo de refrigeradores y equipos de aire acondicionado, es la inexistencia de centros de acopio, destrucción y gestión de residuos para estos equipos,

				(proyectado al año 2020).			
19	**1%**	Construcción/Residencial	Quema de combustibles para la obtención de energía en comercial/institucional	100% de edificaciones públicas son consumo energía neta cero	61 kt de CO_2eq	2030	Falta promover en el sector de la construcción: • edificios y viviendas pasivas y su orientación para aprovechar la energía solar y dieseños de ventilación natural en los edificios • incorporar materiales de baja energía incorporados para la construcción de edificios y vivienda • incentivar la construcción tecnologías integradas de energía renovable.
20	**2%**	Construcción/Residencial	Consumo electrico en edificios residenciales	La reducción del 20% de gases efecto invernadero, tomando como base las emisiones proyectadas al año 2020	50 kt CO_2eq	2030	Ver item 18
21	**5%**	Construcción/Residencial	Quema de combustibles para la obtención de energía en edificios residenciales	100% de edificaciones residenciales y no residenciales, son "consumo energía neta cero"	176 kt CO_2eq	2050	Ver item 19
22	**1%**	Construcción/Residencial	Aire condicionado debido a los gases de refrigeración	Reducir en un 80% las emisiones de gases asociadas a la refrigeración en procesos industriales	24,04 kt CO_2eq	2030	Ver items 5 y 19
23	**1%**	Construcción/Residencial	Refrigeración comercial debido a los gases de refrigeración	Reducir en un 80% las emisiones de gases asociadas a la refrigeración en procesos industriales	22,57 kt CO_2eq	2030	Ver item 5
24	**Ver item 3**	Energía	Consumo eléctrico de la industria	30% de reducción de intensidad de	428 kt CO_2eq	2030	Es necesario mejorar la competitividad de las energías renovables en Chile respecto a las industrias generadoras de energía tradicional, subiendo los impuesto de carbono o

			manufactureras y de la construcción	emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos repecto al 2007			implementar tanto un esquema de tarifas reguladas (al menos para los prosumidores fotovoltaicos) como promover un costo de capital promedio ponderado.
25	**Ver item 20**	Energía	Consumo eléctrico residencial				
26	**Ver item 18**	Energía	Consumo eléctrico comercial e instalaciones				
27	**Ver item 3**	Energía	Consumo eléctrico de la industria manufactureras y de la construcción	60% de las emisiones del sector energía en relación al año 2018	11172 kt CO_2eq	2050	
28	**Ver item 20**	Energía	Consumo eléctrico residencial				
29	**Ver item 18**	Energía	Consumo eléctrico comercial e instalaciones				
30	**1%**	Agricultura. Suelos agrícolas Agricultura. (CO_2)	Aplicación de Urea	Reducir en un 30% las emisiones de	39.53 kt CO_2eq	2030	• La aplicación más eficiente de los ferticizantes, favoreciendo así la absorción y reduciendo la cantidad aplicad, requiere, a su vez, de cambios en los

				GEI respecto al 2020.			procedimientos de cultivo, lo que requiere de la aceptación de los agricultores. Sería necesaria mayor grado de tecnificación del campo. • El uso de urea de origen residual (animal) está afectado por la disponibilidad y require de inversión en sistemas de estabilización y/o tratamiento de los residuos Esto reduciría la venta de fertilizante, lo que conllevaría la resistencia de las productoras de fertilizantes.
31	**2%**	Agricultura. Suelos agrícolas-Emisiones directas de N_2O de suelos agrícolas	Fertilizantes inorgánicos				• La aplicación más eficiente de los ferticizantes, favoreciendo así la absorción y reduciendo la cantidad aplicad, requiere, a su vez, de cambios en los procedimientos de cultivo, lo que requiere de la aceptación de los agricultores. • Sería necesaria mayor grado de tecnificación del campo. • Esto reduciría la venta de fertilizante, lo que conllevaría la resistencia de las productoras de fertilizantes.
32	**2%**	Suelos agrícolas-Emisiones directas de N_2O de suelos agrícolas	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo				Soluciones como el empleo de suplementos alimenticios basados en productos químicos pueden generar rechazo por la comunidad ganadera o recelos por incertidumbres en la seguiridad alimentario y otros pastos de especies que generen menos emisiones peden no estar disponibles. Aún queda investigacion por desarrollar
33	**1%**	Agricultura. Fermentación Entérica (CH4)	Ganado vacuno				• Soluciones como el empleo de suplementos alimenticios basados en productos químicos pueden generar rechazo por la comunidad ganadera o recelos por incertidumbres en la seguiridad alimentario y otros pastos de especies que generen menos emisiones peden no estar disponibles • Aún queda investigacion por desarrollar
34	**1%**	Agricultura. Fermentación Entérica (CH4)	Ganado caprino				• Soluciones como el empleo de suplementos alimenticios basados en productos químicos pueden generar rechazo por la comunidad ganadera o recelos por incertidumbres en la seguiridad alimentario y otros pastos de especies que generen menos emisiones peden no estar disponibles. • Aún queda investigacion por desarrollar
35	**-1%**	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Planes de manejo (Ley de bosque Nativo) {sumidero}	Reducir las emisiones de GEI asociadas a	4.8 kt CO_2eq	2030	El mantenimiento de la biomasa forestal y la repoblación entran en complicto con el uso de tierras para produccion de pasto o agricultura, así como la producción de madera.

				la degradación y deforestación en un 20% al año 2025, en base a las emisiones del periodo 2001-2013, así como aumentar la capacidad de los recursos vegetacionales como sumidero de carbono			La falta de rentabilidad económica de determinados sistemas de conservación favorece una gestión menos sostenible del suelo.
36	**-2%**	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Esclerofilos {sumidero}				
37	**-2%**	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Plantaciones forestales {sumidero}				
38	**-3%**	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Pastizales convertidos en plantaciones forestales {sumidero}				
39	**1%**	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura	Tierras convertidos en pastizales				
40	**3%**	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Pérdida anual de biomasa	Leña especies exótica				

10. Portafolio de medidas de mitigación y adaptación

10.1. Mitigación

El portafolio de medidas fue construido a partir del proceso participativo (Taller #1 al Taller #6). Para cada medida se identifica a que sector de mitigación aplica, así como si las medidas presentan co-beneficios con la adaptación al cambio climático.

Tabla 10.1. *Listado de acciones de mitigación obtenidas del proceso participativo. Fuente: Elaboración propia*

Sector	Medidas de Mitigación	Co-beneficios
AFOLU/Energía	Crear sistemas de biogás	
AFOLU	Incorporar el área de estudio, mediante política de levantamiento periódica de censo ganadero adecuada a la región	
AFOLU	Mejorar el almacenamiento y manejo del estiércol.	
AFOLU	Optimización del contenido de nitrógeno de la dieta del animal	
AFOLU	Incorporar dietas ricas en almidón en la ganadería	
AFOLU	Incorporación de lípidos dietéticos en las dietas	
AFOLU	Transparentar el uso de ganado caprino (uso y manejo y sus impactos)	
AFOLU	Fomentar las certificaciones sector agrícola sobre eficiencia y/o huella de carbono	
AFOLU	Urea procedente de efluentes de la ganadería	
AFOLU	Uso de inhibidores	
AFOLU	Forestar zonas ribereñas	X
AFOLU	Mecanismos compatibles tanto para la ganadería caprina como para los fines establecidos	
AFOLU	Implementar un plan de conservación de sumideros en áreas verdes	X
AFOLU	Implementar planes de restauración	X
AFOLU	Crear areas protegidas	X
AFOLU	Crear red de corredores biológicos con bienes nacionales	
AFOLU	Incorporar pagos por servicios ecosistémicos como incentivos a la conservación o restauración	X
AFOLU	Planificar y detener las parcelaciones	X
Energía	Adopción del hidrógeno verde como fuente de energía	
Energía	Crear y/o difundir fondos o subsidios disponibles para planes y proyectos de energías renovables	
Energía	Promover tecnologías de almacenamiento de energía	
IPPU	Considerar opciones de financiamiento (subsidios) para viviendas sustentables	X
IPPU/Energía	Diseñar edificios con calefacción solar	

IPPU/Energía	Identificar equipos con mayor consumo	
IPPU	Incorporar en el diseño de nueva infraestructura pública regional criterios de sustentabilidad	X
IPPU/Energía	Incorporar medidas de medición en el diseño de la vivienda para evitar uso de aire acondicionado	
IPPU/Energía	Incorporar suministro eléctrico solar en proyectos inmobiliarios	
IPPU/Energía	Mejorar la eficiencia energética de los edificios	
IPPU/Energía	Mejorar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración y durante la hidrofluorocarbonado	
IPPU/Energía	Priorizar su reemplazo de equipos	
IPPU	Promover el sellado y aislamiento de edificios para disminuir el consumo de energía en calefacción	X
IPPU/Energía	Proyectos para regimientos e instalaciones de FFAA para generación de ERNC	
IPPU	Aplicar marco conceptual de la ley 21455 para que los actores reunidos por sector que responsabilicen y tomen medidas	
IPPU/Energía	Contar con un sistema de gestión y de auditorías para la eficiencia energética en las empresas del sector.	
IPPU	Evaluar las fuentes de financiamiento factibles para la industria	
IPPU/Residuos	Fomentar la inclusión en la Ley REP de otros residuos no mineros fuera de los siete residuos prioritarios.	
IPPU/Energía	Generar contratos de energía eléctrica del sector minero proveniente de fuentes renovables.	
IPPU/Energía	Implementar mejorar de eficicienca energética en sus procesos.	
IPPU/Energía	Incorporar Energías renovables no convencionales (ERNC en adelante) en procesos mineros e industriales.	
IPPU/Energía	Incorporar sistemas de almacenamiento de energías renovables en las mismas industrias o mineras, para que les permita comprar grandes cantidades, por ejemplo, de energía solar y almacenarlas	
IPPU	Investigación y desarrollo de tecnologías	
IPPU	Medidas respecto a la captación de aguas, pensando en las desalinizadoras	
IPPU	Políticas de reutilización de aguas grises	X
IPPU/Energía	Promover el avance y uso del hidrógeno verde	
IPPU	Promover el uso de biocombustibles	
IPPU	Promover la generación de indicadores de circularidad en línea	
IPPU	Realizar una planficación del potencial de mitigación en los procesos mineros	
Residuos	Educación ambiental para el cambio cultural	X
Residuos	Mejorar la gestión municipal de manejo de residuos	
Residuos	Generar reciclaje de las aguas residuales	X
Residuos/Energía	Incorporar el uso de energía solar en las instalaciones de energía sostenible	
Residuos	Incorporar en las instituciones públicas separado en origen y valorización de los residuos orgánicos que generan	
Residuos	Lograr que todos los parques urbanos administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) valoricen los residuos orgánicos generados, preferentemente en sus instalaciones.	
Residuos	Mejorar la gestión del reciclaje	

Residuos	Promover el uso de composteras y vermicomposteras	
Residuos	Generar sistemas descentralizados de depuración de agua	
Transporte	Generar flota de autobuses eléctricos	
Transporte/Energía	Generar planes de flota cero emisiones	
Transporte/Energía	Mejorar la oferta de puntos de carga y centros de distribución de autos eléctricos	
Transporte	Ampliación del terminal puerto de Coquimbo como posible inicio de una red ferroviaria	
Transporte	Cambios en las modalidades de trabajo	
Transporte	Contar con la infraestructura necesaria (vías y redes) para fomentar el transporte ferroviario (de carga y transporte)	
Transporte	Debatir localmente sobre la construcción del túnel Aguas Negras	
Transporte	Educación ambiental para el cambio cultural	X
Transporte/Energía	Fomentar el transporte por tren eléctrico	
Transporte	Fortalecer y ampliar el transporte público	
Transporte	Fortalecimiento de lo local, como prácticas y costumbres, y generar soberanías que eviten el uso excesivo de transporte	
Transporte	Generar diferencias en la oferta de vehículos eléctricos y convencionales	
Transporte/Energía	Generar flota de autobuses eléctricos	
Transporte	Generar más rutas de bicicletas (ciclovías)	X
Transporte/Energía	Generar planes de flota cero emisiones	
Transporte	Generar procesos de cambio de flota	
Transporte	Gestionar un tren para pasajeros en la conurbación	
Transporte	Incorporar incentivos al uso de transporte público desde el sector público y privados.	
Transporte/Energía	Incorporar incentivos locales o nacionales al uso de vehículos eléctricos.	
Transporte	Incorporar el tren como medio de transporte.	
Transporte	Incorporar trenes de cargas	
Transporte/Energía	Mejorar el transporte de carga y potenciar vehículos eléctricos (camiones, rutas, puertos)	
Transporte/Energía	Mejorar la oferta de puntos de carga y centros de distribución de autos eléctricos	
Transporte/Energía	Promover el uso de biocombustibles	

10.2. Adaptación

El portafolio de medidas fue construido a partir del proceso participativo (Taller #1 al Taller #6). Para cada medida se identifica el componente de adaptación para el que tributa, así como sí presenta co-beneficios con la mitigación (reducción o aumento del secuestro de GEI).

Tabla 10.2. *Listado de acciones de adaptación obtenidas del proceso participativo. Fuente: Elaboración propia*

Componentes de adaptación	Medidas de adaptación	Co-beneficios
I+D+I	Mejorar y profundizar el conocimiento de la costa a nivel local	
	Aumentar la investigación	
	Investigar relaciones entre cambios en el entorno y el sector turístico	
	Investigar sobre riesgos de cambios que puedan ocurrir en los sedimentos del fondo marino provocados por las marejadas o las bajadas grandes de ríos	
	Evaluar el impacto del cierre de puertos en la economía	
	Generar estudios para diversificación de actividad junto con estudios de capacidad de carga de las AMERBs	
	Verificación constante y control de la contaminación de las aguas oceánicas	
	Estandarizar las metodologías de monitoreo de especies	
	Identificar y estudiar zonas de alta potencialidad para la conservación biológica	
	Fortalecer estudios hidrológicos de cuencas y embalses	
	Incorporar de modelación hidrológica para la proyección de caudales de cabecera	
	Incorporar de modelos ajustados a escenarios de cambio climático	
	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo	
	Entender las características y dinámicas de atributos funcionales de la vegetación silvestre que sirvan como predictores de servicios ecosistémicos	X
	Identificar y estudiar zonas de alta potencialidad para la conservación biológica	X
	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo	
Conservación y soluciones basadas en la naturaleza	Desarrollar e implementar estrategias de recuperación de suelos	X
	Conservar ecosistemas en la costa de manera multidimensional (restricciones, cambio cultural, otros)	X
	Proteger todos los humedales y cuencas de la región	X
	Restaurar con flora nativa	X
	Proteger de playas/ dunas	X
	Proteger y monitorear un banco de semillas de especies nativas	
	Generar áreas protegidas privadas (por falta de áreas estatales)	X

	Generar corredores biológicos	
	Generar programas de conservación de áreas marinas	X
	Mejorar la valorización y diversificación de atractivos a partir de otros recursos turísticos en base a conservación (Considerar idea de patrimonio turístico)	
	Desarrollar estrategias de manejo sostenible de los recursos naturales	X
	Proteger las zonas de alimentación de especies marinas	
	Generar acciones de restauración ecológica en ecosistemas terrestres y marinos	X
	Conservación y restauración de humedales	X
	Recuperar los suelos de alta cordillera	X
	Proteger a los glaciares	
	Incorporar soluciones basadas en la naturaleza (co-cultivos con algas)	X
	Hacer parte a las municipalidades y privados dueños de terrenos para potenciar el cuidado de todos los humedales	
	Hacer rondas en humedales y zonas protegidas, manejar el problema de amenazas hacia las personas que denuncian	
	Realizar acciones conjuntas con todos los sectores en torno a la fiscalización de quemas	
	Disminuir las áreas de cultivo (priorizar calidad antes que cantidad)	
	Recuperar, restaurar y proteger ecosistemas silvestres de la Región, que considere el equilibrio agua-suelo-vegetación.	X
	Recuperar suelos	X
	Generar estrategias de recuperación de suelos: manejo, regenerar su ecología y microorganismos	X
Educación, capacidades, prevención y difusión	Generar programas de educación ambiental para la adaptación	X
	Generar programas para la orofesionalización en los avistamientos para evitar impactos antrópicos	
	Preparar a las comunidades, no sólo en términos educacionales, sino equiparles, con herramientas, comunicación y brigadas de bomberos	
	Generar programas de educación y concientización sobre loteos irregulares, y, como pueden afectar posibles inundaciones	
	Generar programas e implementar acciones de prevención y educación respecto a incendio forestales	X
	Crear centros de investigación estudiantil, sobre medios de propagación y riego	
	Generar planes de acompañamiento tecnológico	
	Ampliar programas educativos sobre riesgos de contacto con especies (medusas, insectos)	
	Realizar a través del Departamento de Medioambiente (mun. La Serena) periódicamente (colegios, CESFAM, etc) y vía redes sociales de forma permanente.	
	Realizar diagnósticos participativos sobre educación ambiental comunitaria para los territorios de la comuna	
	Adaptación de tecnologías por comunidades mediante programas de educación.	
	Generar campañas educativas para conocer cómo actuar ante la picadura de estos organismos	
	Generar programas de planes de concientización hídrica domiciliaria	

	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientando a la comunidad	X
	Elaborar programa regional de educación ambiental	X
	Mejorar información para evitar loteos ilegales	
	Adoptar nuevas tecnologías por comunidades mediante programas de educación	
	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientado a la comunidad.	X
Política y Gobernanza	Generar mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional	
	Mejorar gestión de riesgo de desastres	
	Generar mecanismos de fortalecimiento de organizaciones sociales que manejan sistemas de Agua potable rural (APR)	
	Generar instancias para la participación de representantes ciudadanos y gobernanzas locales	
	Diversificar las actividades productivas	
	Incorporar la variable de cambio climático en la normativa	X
	Generar coordinaciones interinstitucionales	
	Normativa sobre plantaciones agrícolas y que especies se cultivan (Paltos, por ejemplo) y técnicas de riego	X
	Generar políticas de reconversión agrícola	X
	Disminuir las áreas de cultivo (priorizar calidad antes que cantidad)	X
	Velar por el agua para consumo humano	
	Adecuar los instrumentos públicos a realidad regional	X
	Cautelar el agua como subsistencia antes que el agua para la agricultura	
	Modificar la política de inversión de entubación de agua	
	Implementar una gestión integrada entre acuicultores artesanales e industriales (justicia)	
	Potenciar programas de acuicultura para la cría de alimento para las especies con más riesgo	
	Normar y fiscalizar actividades en bosques	X
	Hacer vigilancia y control sobre las cantidades extraídas de pesca industrial y artesanal.	
	Implementar ordenamiento territorial que permita mejorar información para evitar loteos ilegales	X
	Crear planes para recuperar aguas grises	
	Generar política de reconversión agrícola y ordenamiento territorial rural	X
	Mejorar el sistema y mercado del reparto de agua	
	Crear un plan de eficiencia hídrica para cultivos tradicionales (riego + capacitación)	
	Cautelar el uso de subsistencia del agua antes que el agua para la agricultura	
	Fortalecer organizaciones sociales que manejan sistemas de APR	
	Mejorar la planificación costera y gestión integral de bahías	
	Generar estrategias y planes para la recuperación de aguas residuales en uso doméstico	

	Normar plantaciones acorde al territorio	X
	Generar de un plan de eficiencia hídrica para cultivos incluyendo sectores urbanos y espacios públicos	
Monitoreo y fiscalización	Fortalecer el monitoreo y observación del océano	
	Reforzar acciones de fiscalización que permitan disminuir y controlar la extracción en áreas de libre acceso	
	Establecer capacidades de carga en relación a industrias existentes	
	Estandarizar las metodologías de monitoreo	
	Regular el comportamiento de los operadores turísticos	
	Actualizar información sobre estadísticas pesqueras incorporando la variable género	
	Mejorar el monitoreo de la pesquería (socio-ecológico)	
	Hacer vigilancia y control sobre las cantidades extraídas de pesca industrial y artesanal	
Inversiones y/o infraestructura Crítica; Tecnologías; Financiamiento	Generar e implementar de sistemas de alerta frente a eventos externos	
	Mejorar la infraestructura ante inundaciones	
	Implementar el uso de herramientas de acuicultura para repoblamiento con cepas de mayor resistencia	
	Impulsar acciones de turismo sustentable: considerar resguardos, mayor información e infraestructura de soporte	X
	Implementar tecnologías para la recuperación de aguas grises	
	Generar un sistema de alerta temprana sobre presencia de medusas	
	Mejorar tecnología de sistema de lavados en parques eólicas	
	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo	X
	Generar mecanismos de economía circular	X
	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo	X
	Aprovechar financiamiento de estudios para obras de mitigación	X
	Incorporar tecnologias de reutilización y/o recarga de agua	
	Incorporar tecnologías de control y monitoreo	
	Incrementar la capacidad de almacenamiento de agua	
	Promover la utilización de fertilizantes y detergentes orgánicos biodegradables	X
	Búscar de nuevas fuentes de agua y uso sustentable	
	Utilizar variedades de uva pisquera tardías o tempranas de acuerdo con las condiciones climáticas locales	
	Incorporar de tecnologías para reducir las tasas de evapotranspiración (mallas u otros)	
	Aumentar la superficie de riego de precisión tecnificado de predios de uva pisquera	
	Buscar alternativas de cultivos que requieran menos recurso hídrico	

11. Medios de Implementación

Los medios de implementanción para las medidas de adaptación y mitigación fueron obtenidos de la sistematización de los talleres participativos (Taller #4, #5 y #6).

11.1 Mitigación

Tabla 11.1. *Medidas de mitigación y medios o mecanismos de implementación obtenidos del proceso participativo. Fuente: Elaboración propia*

Sector	Medidas de mitigación	Medios o mecanismos de implementación
Energía	Descarbonizar el mix-eléctrico	• Minimizar emisiones de actividad portuaria (CAP) • Remediar la falta de conocimiento de datos técnicos • Modificación de las normativas para exigir la construcción con energías renovables y reducción de emisiones. • Promover el uso de energías renovables en todos los sectores productivos.
	Crear y/o difundir fondos o subsidios disponibles para planes y proyectos de energías renovables	• Promover fuentes de energía renovables • Generar una política regional de energías • Generar incentivos para las empresas • Buscar alternativas para fortalecer la transformación en energía (diversificar la matriz)
	Crear y/o difundir fondos o subsidios disponibles para planes y proyectos de energías renovables.	• Generar planes de educación ambiental.
Minería e Industria	Incorporar energías renovables no convencionales (ERNC en adelante) en procesos mineros e industriales	• Incorporar normativas legislativas que exijan incorporar las energías renovables. • Proponer que un porcentaje de la energía de las mineras o industrias debe ser autogenerada
	Generar planes de flota cero emisiones	• Pensar en una red de trenes para transporte de material, o un transporte más integrado
	Mejorar la eficiencia energética de los procesos	• Implementar equipos eléctricos (ya se usan en algunos procesos)

	Crear mecanismos de eficiencia de procesos	• Impulsar la investigación científica y el desarrollo de tecnologías para cada proceso
	Promover el uso de biocombustibles	• Diferenciar el ingreso al sistema de evaluación ambiental dependiendo del tipo de combustible que se utilice • Establecer bases específicas de aprobación de proyectos donde se exija una cierta cantidad de biocombustible • Promover las condiciones tanto tecnológicas como financieras para producirlo, transportarlo y utilizarlo
Transporte	Incorporar trenes de cargas	• Ampliación del terminal puerto de Coquimbo como posible inicio de una red ferroviaria.
	Crear incentivos al uso de transporte público desde el sector público y privados	• Fomentar el transporte masivo de pasajeros implementando buses eléctricos. • "Corredores de transporte público" • Instalar tranvía • Pista exclusiva de transporte público
	Generar más rutas de bicicletas	• Construcción de ciclovías con planificación siempre al construir calles • Crear e implementar un "Plan maestro de Ciclovías" • Promover el uso de bicicletas como beneficio social y de salud
	Mejorar la educación ambiental	• Crear calles peatonales en centros urbanos • Generar programas educativos cívicos en relación con el uso del automóvil. • Generar programas de educación ambiental comunitaria en los territorios.
	Incentivos locales o nacionales al uso de vehículos eléctricos	• Crear un subsidio para locomoción colectiva/pública para incentivar el uso de autos eléctricos
	Incorporar el tren como medio de transporte	• Gestionar un tren para pasajeros en la conurbación. • Generar una red e infraestructura para el uso de una red ferroviaria para la región
	Generar planes de restricción vehicular	• Restringir el ingreso de automóviles a centros urbanos

Uso de Suelo	Forestar zonas ribereñas	• Creación de herramientas legales. • Restaurar condiciones naturales en sectores altos (cordilleranos). • Recuperación de las napas
	Generar planes de reforestación	• Impulsar y fomentar la incorporación de especies nativas • Implementr nuevas técnicas de restauración de suelo • Generar mecanismos de innovación • Crear planes de ,anejo de suelo (regenerar la ecología de suelo mediante el uso de microorganismos)
	Mejorar el almacenamiento y manejo del estiércol	• Adopción de tecnologías • Generación de programas de educación sólidos
	Planificar y detener las parcelaciones	• Adecuación de marco normativo que permita implementar y fiscalizar
	Ganadería sustentable	• Manejo de pradera a través de la incorporación de especies forrajeras nativas • Difundir los programas de CONAF, INFOR Ampliar • Realizar un manejo de las dietas (equilibradas) • Adopción de tecnologías
	Usar la urea procedente de efluentes de la ganadería	• Generar mecanismos de economía circular • Incentivar la agricultura agroecológica
	Crear o fomentar certificaciones sector agrícola sobre eficiencia y/o huella de carbono	• Regulación de las zonas agrícolas, y cuota de producción como de lo que se cultiva.
	Crear red de corredores biológicos con bienes nacionales	• Mejorar la recarga natural y artificial de acuíferos
	Planificar y detener las parcelaciones	• Mejoras y cambios en el ordenamiento territorial
Construcción Residencial	Diseñar edificios con calefacción solar	• Creación de subsidios

	Mejorar la eficiencia energética de los edificios	• Incorporar diseños diseños (arquitectónico) de edificios ecológicos junto a instituciones
	Incorporar suministro eléctrico solar en proyectos inmobiliarios.	• Crear manuales sobre principios de sustentabilidad
	Incorporar en el diseño de nueva infraestructura pública regional con criterios de sustentabilidad	• Diseño de una estrategia de implementación
	Implementar proyectos para regimientos e instalaciones de FFAA para generación de ERNC.	• Incorporar energías no convencionales.
	Mejorar la eficiencia energética de los equipos de refrigeración y durante la hidrofluorocarbonado	• Incorporar medidas de medición en el diseño de la vivienda, para evitar uso de aire acondicionado
	Mejorar la educación ambiental en relación a residuos	• Mejorar el retiro de residuos y su separación (hacerse desde las casas, separado a los otros residuos no orgánicos) • Mejorar la fiscalización • Implementar un sistema de bolsas de distintos colores. • Crear alianzas público-privado junta a campañas de educación
	Generar reciclaje de las aguas residuales	• Generación de una política regional

11.2. Adaptación

Tabla 11.2. *Medidas de adaptación y medios o mecanismos de implementación obtenidos del proceso participativo. Fuente: Elaboración propia*

Sector	Medidas de adaptación	Medios de implementación
Zona Costera	Mejorar y profundizar el conocimiento de la costa a nivel local	• Instalar medidores de temperatura (monitoreo) • Mejorar el vínculo entre academia y gremio pesquero (local/científico) • Instalar más mareógrafos
	Generar sistemas de alerta frente a eventos extremos	• Crear un sistema de cámaras (mejorar seguridad, fiscalización) • Profundizar conocimiento sobre la bahía • Promover la vinculación de diversos actores públicos/privados/academia)
	Manejar y/o fiscalizar la pesca ilegal	• Aumentar dotación de armada para fiscalización
	Reforzar programas de conservación, protección y fiscalización sobre las actividades de extracción en áreas de libre acceso.	• Visibilizar aún más la protección
	Valorizar y diversificar atractivos a partir de otros recursos turísticos en base a conservación.	• Instalar acciones para cuidado de humedales y dunas • Certificar las playas de acuerdo a los ecosistemas
	Protección y restauración de humedales	• Eliminar relleno • Eliminar microbasurales. • Mantener ciclo hídrico, asegurar fuentes de agua • Restauración cuenca Río Elqui • Restaurar área desde donde se saca áridos • Reforestación de las riveras • Investigar estrategias de restauración
	Mejorar la planificación territorial costera	• Mejorar la coordinación de servicios públicos y privados para realizar una estrategia de manejo de la bahía (Delegación municipal, MOP, Armada) • Identificar aquellas medidas que actualmente afectan al borde costero y actualizar de acuerdo con los servicios/actividades que se realizan en la bahía

	Gestión integral de la bahía	• Generar un plan de manejo para la Bahía • Crear instrumentos de planificación/gestión "zona de interés turístico" reglamentado por ley • Mejorar la gobernanza del territorio con metodología de trabajo clara (municipios LS/Coquimbo).
	Asegurar infraestructura costera frente a eventos extremos y otras amenazas	• Crear un seguro social relacionado a afectaciones que puedan sufrir los usuarios de la costa
	Generación de un sistema de alerta temprana por presencia de medusas	• Crear planes de prevención • Crear planes de eduacación
	Crear programas de educación ambiental	• Crear proyectos de ciencia ciudadana • Crear programas de educación en colegios y agrupaciones • Crear programas de educación a los usuarios de la bahía • Incluir en restaurantes información sobre el cuidado de la costa y flora y fauna • Mejorar e incrementar la señalítica para los turistas
Biodiversidad	Involucrar e informar a la población sobre biodiversidad y cambio climático	• Crear jardines o aulas al aire libre, de aprendizaje y propagación generando también pequeñas plantaciones. • Trabajo conjunto con municipalidades, colegios y organizaciones. No solo en labores de limpieza. • Dar a conocer la flora y fauna de la región a los y las jóvenes, en todos los colegios • Crear alianzas público-privado para ornamentar los espacios con especies nativas de bajo requerimiento hídrico
	Generar mecanismos de economía circular	• Crear un plan maestro de medio ambiente para cada comuna, que facilite las actividades y la búsqueda de financiamientos
	Desarrollar estrategias de manejo sostenible de los recursos	• Generar compensaciones en zonas del arbolado urbano con pequeños núcleos de especies nativas para canalizar recursos. • Mejorar el trabajo con autoridades en todos los temas • Fiscalizar delitos medioambientales otorgando seguridad a los denunciantes en conjunto con PDI • Considerar también los humedales y vegas andinas en zona cordillerana, no solo humedales costeros.

		• Crear áreas de conservación o santuarios de la naturaleza
	Estandarizar las metodologías de monitoreo de especies	• Proteger y monitorear un banco de semillas de especies nativas. • Crear centros de investigación estudiantil,sobre medios de propagación y riego. • Crear bibliografía y guías sobre medios de propagación y conservación de los que no tenemos registros.
	Normar y fiscalizar actividades en bosques	• Modificar la Ley de arbolado para priorizar la flora nativa. • Generar parques de especies nativas con información interactiva
	Hacer vigilancia y control sobre las cantidades extraídas de pesca industrial y artesanal.	• Desarrollo en las zonas rurales de iniciativas, porque ellos tienen las semillas y las condiciones de espacio. • Hacer parte a las municipalidades y privados dueños de terrenos, para potenciar el cuidado de todos los humedales. • Hacer rondas en humedales y zonas protegidas, manejar el problema de amenazas hacia las personas que denuncian. • Realización acciones conjuntas con todos los sectores en torno a la fiscalización de quemas. • Modificar reglamentos para relocalizar las medidas de compensación en áreas más viables y cercanas • Promover la certificación de las empresas b y buscar financiamiento para proyectos de conservación de flora en espacios urbanos.
	Adaptación de tecnologías por comunidades, mediante programas de educación.	• Generar planes de acompañamiento tecnológico
Ciudad e Infraestructura	Generar campañas educativas para conocer cómo actuar ante la picadura de estos organismos.	• Ampliar programas educativos sobre riesgos de contacto con especies (medusas, insectos)
	Planes de concientización hídrica domiciliaria	• Crear programas permanentes y periodicos con el sector publico, sector educacional, etc.
	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientando a la comunidad.	• Realizar diagnósticos participativos sobre educación ambiental comunitaria para los territorios de la comuna. • Elaborar programa regional de educación ambiental.

	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo.	• Aprovechar financiamiento de estudios para obras de mitigación. • Adaptar los instrumentos sectoriales al cambio climático
	Generar mecanismos de economía circular	• Generar instancias de trabajo intersectorial en ámbitos de educación, salud, etc.
	Fortalecer estudios hidrológicos de cuencas y embalses.	• Integrar a Universidades de la región en realización de estudios hidrológicos de cuencas y embalses. • Incribir a universidades y centros de estudios en registro de consultores del MOP • Ampliar la participación comunitaria. • Mejoramiento de obtención de datos para proyección de caudales
	Mejorar información para evitar loteos ilegales.	• Aumentar la fiscalización municipal. • Generar plan de fiscalización en base a loteos ilegales. • Aumento de personal y recursos para fiscalización.
	Generación de estrategias, planes y proyectos para la implementación de aguas residuales en uso doméstico.	• Crear un reglamento de uso de aguas grises en todos los proyectos urbanos nuevos • Identificar mecanismos de uso de aguas grises en sector rural. • Reutilización de aguas para áreas verdes. • Proyectos colectivos e individuales en temas de reutilización de aguas. • Generar programas de pilotaje e incubación para reutilización de aguas en trabajo con municipios. • Redefinir la concepción de qué es un área verde. • Generar planes transversales de financiamiento, apuntando a nuevas construcciones y adecuación de infraestructura antigua.
	Instancias de diálogo entre organizaciones comunitarias y autoridades.	• Crear un subcomité de consejos técnicos de cambio climático, ampliado a participación comunitaria.
	Generación de mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional.	• Creación de mesas territoriales y consejos consultivos con organizaciones sociales que entreguen información a la comunidad.
	Mejorar la conectividad de la infraestructura ante inundaciones.	• Generar vías y conexiones de evacuación en planos reguladores intercomunales. • Re-estudio de la vialidad urbana. • Incorporar y ajustar los planos reguladores

	Incremento de la capacidad de almacenamiento de agua	• Priorizar la recarga de acuíferos por sobre los embalses. • Revisar la propiedad sobre el agua infiltrada.
Agua y Suelo	Generar mecanismos de fortalecimiento de organizaciones sociales que manejan sistemas de Agua potable rural (APR).	• -Servicios sanitarios rurales, encargados de acompañar y facilitar DOH. • -Contar con fuentes de financiamiento específicas. • -Generar programa de capacitaciones (distintas instituciones).
	Generar un mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional.	• Mediante participación ciudadana, con actores relevantes en la implementación del conocimiento local.
	Entender las características y dinámicas de atributos funcionales de la vegetación silvestre que sirvan como predictores deservicios ecosistémicos.	• Relevar los centros de investigación en el diseño e implementación de medidas.
	Adopción de tecnologías por comunidades, mediante programas de educación.	• Incentivar el financiamiento de programas de educación. • Fortalecer vínculo con servicio de salud, y especialmente en las postas, CESFAM y centros de atención. • Fortalecer Vínculo con otras instituciones, Subdirección de servicios sanitarios rurales MOP
	Generar mecanismos de economía circular.	• Incorporar a la comunidad en el proceso. • Crear conciencia comunitaria, para generar procesos de intercambio, de reutilización (trabajo comunitario), sensibilizar la comunidad. • Vinculación con el componente educación. • Crear programa que creen un sistema de vinculación con el municipio que es la entidad cerca de la comunidad. • Unificar criterios municipales.
	Difundir y aprovechar financiamiento público, fuentes de financiamiento, marco normativo.	• Valorizar las acciones que ya se realizan • Coordinación de acciones y financiamiento entre las distintas instituciones públicas.
	Modificar la política de inversión de entubación de agua.	• Revidar el modelo de gobernanza • Incentivo para la implementación de las políticas.
	Disminuir las áreas de cultivo (priorizar calidad antes que cantidad).	• Crear planes de cierre: regulación y recuperación de suelo.
	Recuperar, restaurar y proteger ecosistemas silvestres de la Región, que considere el equilibrio agua-suelo-vegetación.	• Implementar estrategias de manejo de suelo.
	Recuperar suelos	• Considerar como unidad viva. • Gestión del suelo, punto primordial para abordar el cambio climático

	Generar estrategias de recuperación de suelos: manejo, regenerar su ecología y microorganismos.	• Incorporación en la actualizacin del Plan regional de desarrollo, de ordenamiento territorial, Planes Intercomunales, PLADECOs. • Incluir indicadores que permitan medir el impacto de la línea de trabajo CC. • Resguardar la recuperación de suelo en los procesos de reconversión productiva
	Utilizar variedades de uva pisquera tardías o tempranas de acuerdo con las condiciones climáticas locales.	• Reconversión productiva, transformar áreas en otro tipo de cultivos.
	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo.	• Conversión de datos en información, capacidad de generar recopilación un *big data.*
	Buscar alternativas de cultivos que requieran menos recurso hídrico.	• Reconversión productiva, trabajo con distintas instituciones.

11.3. Estrategia de financiamiento

Tabla 11.3. *Fuentes de financiamiento/programas identificados, instituciones que otorgan el financiamiento, y tipo de financiamiento para la implementación de medidas de mitigación y adaptación. Fuente: Elaboración propia*

Fuente de Financiamiento/Programa	Institución(es)	Tipo de Financiamiento	Medidas
Programa Mujeres que Inspiran	Banco de Chile	Nacional	Adaptación
Programa Crece Mujer	Banco Estado	Nacional	Adaptación
Fondo Esperanza	Banco Estado	Nacional	Adaptación
Fondo concursable para las organizaciones de Usuarios de Agua	CNR	Nacional	Adaptación
Fondo Concursable Mujeres por la Equidad	Comunidad Mujer	Nacional	Adaptación
Fondo de Tierras y Aguas	CONADI, Ministerio de Desarrollo Social y Familia	Nacional	Adaptación
Programa de Formación y Capacitación para Mujeres Campesinas (Convenio INDAP – PRODEMU)	INDAP, Ministerio de Agricultura	Nacional	Adaptación
Programa "Adelante mujer rural"	INDAP, Ministerio de Agricultura	Nacional	Adaptación
Subsidio Semilla	Instituto Interamericano de Investigación del Cambio Global	Internacional/Nacional	Adaptación
Programas de Recuperación Ambiental y Social	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Adaptación
Programa de Prevención y Mitigación de Riesgos	SUBDERE	Nacional	Adaptación
Concurso público para el fomento a la inversión privada en obras de riego y drenaje	CNR-DOH	Nacional	Adaptación
Bonificación por inversiones de riego y drenaje (Ley N°18.450)	Comisión Nacional de Riego	Nacional	Adaptación
Fondo de Desarrollo Indígena	CONADI, Pueblo Chango, Ministerio de Desarrollo Social y Familia	Nacional	Adaptación
Fondo de Cultura y Educación	CONADI, Ministerio de Desarrollo Social y Familia	Nacional	Adaptación
Programa de estudios de riego y drenaje	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario	Nacional	Adaptación
Programa de Obras Menores de Riego	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario	Nacional	Adaptación
Programa de Riego Intrapredial – PRI	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario	Nacional	Adaptación
Fondo de Protección Ambiental	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Adaptación
Áreas Marinas Protegidas y Humedales	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Adaptación

Protección de los Recursos Naturales, Cambio Climático y Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Adaptación
Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF)	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Adaptación
Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Adaptación
Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAP)	Union Europea	Internacional	Adaptación
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility, GEF)	Banco Mundial - MMA	Internacional	Adaptación
Programa de Desarrollo Local	MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PUBLICA, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo	Regional	Adaptación
Programa Mujer Emprende	SERNAMEG, Ministerio de la Mujer y Equidad de Género	Nacional	Adaptación
Fondo de la Equidad de Género	SERNAMEG, Ministerio de la Mujer y Equidad de Género	Nacional	Adaptación
Corporación Regional de Desarrollo Productivo (CRDP)	CRDP	Regional	Adaptación
Programas de recuperación de espacios y parques	CONAF	Nacional	Adaptación
Programas de recuperación de suelos degradados	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Nacional	Adaptación
Plan Nacional de restauración de paisajes	Ministerio de Agricultura, Ministerio del Medio Ambiente, CONAF.	Nacional	Adaptación
Fondos de investigación del bosque nativo	CONAF	Nacional	Adaptación
Comisión de Recursos Hídricos y Desertificación	Cámara de Diputadas y Diputados	Nacional	Adaptación
Concesiones sanitarias	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), ECONSSA	Nacional	Adaptación
Fondos de Ciencia Pública	Ministerio de Medio Ambiente, CORFO	Nacional	Adaptación
Fondos concursables	Comisión Nacional de Riego	Nacional	Adaptación
Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED)	Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED)	Nacional	Adaptación
Fondo de Infraestructura BID	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Internacional	Mitigación
The Climate Emissions Reductions Facility (CERF)	Banco Mundial (World Bank)	Internacional	Mitigación
Strategic Climate Fund (SCF) Dentro del Climate Investment Funds (CIF)	Banco Mundial (World Bank) https://www.cif.org/cif-funding#strategic-climate-fund	Internacional	Mitigación

Planes de Descontaminación Ambiental	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Ponle Energía a tu Pyme	Agencia de Sostenibilidad Energética	Nacional	Mitigación
Mi Taxi Eléctrico	Agencia de Sostenibilidad Energética	Nacional	Mitigación
Hidrógeno Verde como carrier energético en la demanda de energía de la industria nacional	Agencia de Sostenibilidad Energética	Nacional	Mitigación
Crédito para Energías Limpias y Eficiencia Energética	Banco Estado	Nacional	Mitigación
Crédito para Electromovilidad	Banco Estado	Nacional	Mitigación
Ecovivienda	Banco Estado	Nacional	Mitigación
Crédito Economía Circular	Banco Estado	Nacional	Mitigación
Crédito para Energías Limpias y Eficiencia Energética	Banco Estado	Nacional	Mitigación
Seguro de Ahorro de Energía (ESI)	Banco Estado	Nacional	Mitigación
Fondo de infraestructura BID (InfraFund)	Banco Interamericano de Desarrollo (BID) https://www.idbinvest.org/es/soluciones/cambio-climatico	Internacional	Mitigación
Forest Carbon Partnership Facility (PCPF)	Banco Mundial	Internacional	Mitigación
Bio Carbon Fund	Banco Mundial	Internacional	Mitigación
Clean Technology Fund (CTF). Dentro del Climate Investment Funds (CIF)	Banco Mundial (World Bank)	Internacional	Mitigación
Credito Verde	CORFO	Nacional	Mitigación
Fondo de Inversión Forestal	CORFO	Nacional	Mitigación
Componentes de fomento productivo y transferencia de capacidades y educación	Corporación de Fomento a la Producción	Nacional	Mitigación
Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF)	European Investment Bank Group	Internacional	Mitigación
Fondo de Apoyo Regional (FAR)	GORE-Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones	Nacional	Mitigación
Programa desarrollo de Inversiones (PDI)	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario	Nacional	Mitigación
Fondos de Fomento y Programas de Energía	MINISTERIO DE ENERGÍA	Nacional	Mitigación
Fondo de Acceso a la Energía 2022	Ministerio de Energía	Nacional	Mitigación
Apoyo al Desarrollo de Energías Renovables no Convencionales	MINISTERIO DE ENERGÍA, Apoyo al Desarrollo de Energías Renovables No Convencionales	Nacional	Mitigación
Modelo de Pronóstico de Calidad del Aire	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación

Calefacción Sustentable	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Fondo del Reciclaje	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Desarrollo Productivo Sostenible	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Clean Technology Fund (CTF)	Multilateral (Banco Mundial, BID, GIZ, UNDP, UNEP)	Internacional	Mitigación
Partnership for Market Readiness (PMR)	Participanst Assambly (19 países participantes y 13 países contribuyentes) https://www.thepmr.org/	Internacional	Mitigación
Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS)	SUBDERE	Nacional	Mitigación
Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)	Subdere	Nacional	Mitigación
Programa de Energización	Subdere	Nacional	Mitigación
Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS)	Subdere	Nacional	Mitigación
Unidad Saneamiento Sanitario	Subdere	Nacional	Mitigación
Empresas parques eólicos (RSE)	Empresas parques eólicos (RSE)	Nacional	Mitigación
Academia Adriana Hoffmann	Ministerio del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Divisiones de educación y política	Ministerio del Medio Ambiente	Nacional	Mitigación
Proyecto Explora	ANID	Regional	Mitigación
Red de salud	CESFAM, COSAM	Regional	Mitigación
Quiero mi Barrio	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Municipal	Mitigación
Agencia de eficiencia energética	Agencia de Eficiencia Energética	Nacional	Mitigación
Transferencia e incorporación tecnológica	FIA, FIC	Nacional /Regional	Mitigación
Programa Barrios Comerciales	SERCOTEC	Regional	Mitigación
Programa recuperación de suelos	ODEPA	Nacional	Mitigación
Instituto Forestal	MINAGRI	Nacional	Mitigación
Programas orientados a comunidades agrícolas AFC	FIA	Nacional	Mitigación
Sistema de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos de Chile (SIMEF)	MINAGRI	Nacional	Mitigación
Programa Campus Sustentable	Red Campus Sustentable	Nacional	Mitigación
Programa Casa Solar	Agencia de Sostenibilidad Energética	Nacional	Mitigación
Subsidios a empresas	CORFO	Nacional	Mitigación
Programa de Emergencia Habitacional con vivienda industrializada	MINVU	Nacional	Mitigación

Fondo de Conservación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo	CONAF, Ministerio de Agricultura	Nacional	Transversal
Crea y Valida Empresarial Mujeres	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Semilla Expande para Empresas Lideradas por Mujeres	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Viraliza Formación para el Emprendimiento y la Innovación – Enfoque de Género	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
PAR Impulsa: emprendimientos y PYMES lideradas por mujeres	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Invierte Mujer	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Consolida y Expande Innovación Reactívate para Empresas Lideradas por Mujeres	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Súmate a Innovar Mujeres	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Súmate a Innovar para Empresas Lideradas por Mujeres	Listado de programas de apoyo y financiamiento con foco en mujeres CORFO, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
Fondo de Innovación, Ciencia y Tecnología	MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN	Nacional	Transversal
Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (fondos para investigación)	MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN	Nacional	Transversal
Fondo de Fomento para la Pesca Artesanal	Ministerio de Economía Fomento y Turismo - Consejo de Fomento de la Pesca Artesanal	Nacional	Transversal
Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura	Ministerio de Economía Fomento y Turismo - Consejo de investigación Pesquera y de Acuicultura	Nacional	Transversal
Fondo Nacional de Capacitación	Ministerio de Economía Fomento y Turismo - Consejo de Investigación Pesquera y de Acuicultura	Nacional	Transversal
Elijo PYME III Mujeres	SERCOTEC, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo	Nacional	Transversal
EUROCLIMA+	Unión Europea	Internacional	Transversal
Fundación para la Innovación Agraria	MINAGRI-GORE	Nacional-Regional	Transversal

Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico	ANID (CONICYT)	Nacional	Transversal
Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático	ASCC-CORFO	Nacional	Transversal
Certificación Ambiental Municipal	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Transversal
Fondos para la Innovación y Competitividad	GORE-SUBDERE	Regional	Transversal
Programas de Inversión Regional	GORES	Regional	Transversal
Planes para Desarrollo de Territorios Rezagados	GORES	Regional	Transversal
Créditos preferentes Banco Estado	Banco Estado	Nacional	Transversal
Desarrollo de prototipos y proyectos	CORFO	Nacional	Transversal
INDAP	INDAP	Nacional	Transversal
Programa de Desarrollo de Inversiones	INDAP	Nacional	Transversal
INDESPA	INDESPA	Nacional	Transversal
Fondos sectoriales para inversiones y de gestión interna	MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS	Nacional	Transversal
Programa Mejoramiento de Barrios	MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PUBLICA, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo	Nacional	Transversal
Transferencias a Gobiernos Regionales	MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PUBLICA, Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo	Regional	Transversal
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) – UNFCCC	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Internacional/Nacional	Transversal
Fondos STAR para Chile en el GEF 6	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Internacional/Nacional	Transversal
Estudios Medioambientales	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Transversal
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)	MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Subsecretaría del Medio Ambiente	Nacional	Transversal
MINVU	MINVU	Nacional	Transversal
Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)	MOP	Nacional	Transversal
Programa UN-REDD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	Internacional	Transversal
SERCOTEC	SERCOTEC	Nacional	Transversal
Provisión de Saneamiento Sanitario	SUBDERE (Unidad Saneamiento Sanitario) -GORE	Regional	Transversal
Fondo Nacional de Desarrollo Regional	SUBDERE-GORE	Regional	Transversal

12. Portafolio de medidas priorizadas de adaptación y mitigación

El portafolio de medidas priorizadas fue construido a partir del proceso participativo (Talleres #4 y #5). Para cada medida se identifica sector de mitigación y adaptación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC). Para las medidas de adaptación se incluye información sobre el eje estratégico de la OCDE al que aporta cada medida, así como el lineamiento al cual computa cada medida de adaptación.

12.1. Mitigación

Tabla 12.1. *Listado de acciones de mitigación priorizadas obtenidas del proceso participativo. Fuente: Elaboración propia*

Sector de Mitigación LMCC	Medida de Mitigación
Energía	Elaborar un plan de desarrollo comunal que contemple una educación ambiental y consumo sustentable, la promoción de las energías renovables para reducir la huella producida por el uso de otras energías, y la reducción del consumo energético
	Generar políticas regionales para incentivar el autoconsumo y atracción de proyectos de generación de energía de fuentes renovables
Minería e Industria	Implementar el uso de energías renovables no convencionales en todos los procesos incluyendo el transporte con miras al uso de una red de trenes eléctricos
	Mejorar la eficiencia de las energías convencionales y no convencionales actual
	Implementar los conceptos de la economía circular, pensando en reutilizar tanto los residuos producidos en los procesos de producción como las aguas grises
Transporte	Generar más y mejores rutas para bicicletas y medios de transporte limpios
	Fortalecer y ampliar el transporte público pensando en la inclusión de un tren eléctrico
	Generar incentivos locales o nacionales para el uso de autos eléctricos acompañado de la aplicación de restricciones vehiculares a autos convencionales
	Potenciar los puntos de distribución de carga de la automóviles eléctricos
Uso de Suelo	Aumentar la capacidad de captura de GEI
	Restaurar ecosistemas, especialmente lo que respecta a forestaciones de zonas ribereñas
	Restaurar ambientes en zonas urbanas y zonas agrícolas de explotación
Construcción Residencial	Incorporar Energías Renovables No Convencionales (ERNC)
	Diseño e incorporación de subsidios de continuación para la mantención o reparación de dispositivos (ej. paneles solares)
	Mejorar el manejo de residuos y reciclaje

12.1. Adaptación

Tabla 12.2. *Listado de acciones de adaptación priorizadas obtenidas del proceso participativo.*

Sector Adaptación LMCC	***Eje Estrátegico OCDE***	***Lineamiento***	***Medida de adaptación***
Biodiversidad	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas	Recuperar, restaurar y proteger ecosistemas silvestres de la Región, que considere el equilibrio agua-suelo-vegetación
Biodiversidad	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Entender características y dinámicas de atributos funcionales de la vegetación silvestre para la identificación de servicios ecosistémicos
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Generar corredores de protección que conecten las áreas actualmente protegidas
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Proteger los glaciares
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Aumentar la extensión de Areas de Protección
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Creación de nuevas áreas protegidas o figuras de protección en la zona donde habitan las especies vulnerables
Biodiversidad	Reducción de Riesgo Climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Generar acciones de restauración ecológica
Biodiversidad	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Identificar y estudiar zonas de alta potencialidad para la conservación biológica
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Impulsar una política de cero construcciones industriales en zonas cercanas al paso o hábitat de las especies vulnerables
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas	Realizar manejo de la expansión de las inmobiliarias con el fin de proteger las áreas verdes y ecosistemas.

Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas	Realizar un plan regulador para identificar las áreas a proteger
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente	Modificar la ley de arbolados, privilegiando la flora nativa
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Implementar ordenamiento territorial que permita mejorar información para evitar loteos ilegales
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Normar y fiscalizar actividades en bosques
Biodiversidad	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Reforestación de algas marinas y sistemas dunares
Biodiversidad	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas	Conservar de manera efectiva los humedales
Biodiversidad	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas	Conservación de playas y sistemas dunares
Biodiversidad	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas	Proteger sistemas dunares
Biodiversidad	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Estandarizar las metodologías de monitoreo de especies marinas y terrestres
Energía	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Mejorar tecnología de sistema de lavados en parques eólicos
Infraestructura	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente	Determinar el impacto del cierre de puertos en la economía
Infraestructura	Reducción de Riesgo Climático	Protección de infraestructura publico-privada	Mejorar conectividad de infraestructura ante inundaciones
Infraestructura	Reducción de Riesgo Climático	Protección de infraestructura publico-privada	Asegurar infraestructura costera adecuada
Pesca y Acuicultura	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Verificación constante y control de la contaminación de las aguas oceánicas.
Pesca y Acuicultura	Reducción de Riesgo Climático	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Incorporar soluciones basadas en la naturaleza en la pesquería y acuicultura

Pesca y Acuicultura	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Reforzar programas de conservación, protección y fiscalización sobre las actividades de extracción en áreas de libre acceso
Pesca y Acuicultura	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Generación de planes para evitar la pesca ilegal
Pesca y Acuicultura	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Incorporar apoyo técnico para el manejo de los recursos pesqueros
Pesca y Acuicultura	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Incorporar la variable género en las estadísticas pesqueras
Pesca y Acuicultura	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Limitar actividades como pesca deportiva sobre aquellas especies claves en el ecosistema
Pesca y Acuicultura	Reducción de Riesgo Climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Potencializar programas de acuicultura para la cría de alimento para las especies con más riesgo.
Pesca y Acuicultura	Reducción de Riesgo Climático	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Evaluar y utilizar herramientas y técnicas de la acuicultura para repoblar con cepas más resistentes
Pesca y Acuicultura	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Incorporación de estrategias de manejo sostenible de los recursos
Pesca y Acuicultura	Reducción de Riesgo Climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Verificar las tallas mínimas para la extracción o pesca.
Pesca y Acuicultura	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Mejorar el monitoreo de las pesquería bajo un contexto integrativo y socio-ecologico
Pesca y Acuicultura	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Mejorar y actualizar las estadísticas pesqueras
Pesca y Acuicultura	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Hacer vigilancia y control sobre las cantidades extraídas de pesca industrial y artesanal
Pesca y Acuicultura	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Investigar sobre los impactos de las marejadas sobre el fondo marino
Pesca y Acuicultura	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Generar estudios de capacidad de carga

Recursos Hídricos	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Incremento de la capacidad de almacenamiento de agua
Recursos Hídricos	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Mejorar el sistema y mercado del reparto de agua
Recursos Hídricos	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Análisis de buenas prácticas en otras latitudes sobre gestión del agua.
Recursos Hídricos	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Fortalecimiento de instrumentos financiamiento	Modificar la política de inversión de entubación de agua
Recursos Hídricos	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Generar planes, estrategias y proyectos que permitan incorporar la recuperación de aguas grises.
Recursos Hídricos	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Educación para el cambio climático	Generar planes de concientización hídrica domiciliaria
Recursos Hídricos	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Promover la recarga natural y artificial de acuíferos
Recursos Hídricos	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Búsqueda de nuevas fuentes de agua (uso sustentable)
Recursos Hídricos	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Incorporación de procesos de reutilización y/o recarga
Recursos Hídricos	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Fortalecer estudios hidrológicos de cuencas y embalses
Recursos Hídricos/Silvioagropecuario	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Generar un plan de eficiencia hídrica para cultivos tradicionales a través de la capacitación
Recursos Hídricos/Silvioagropecuario	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Incorporación de modelación hidrológica para la proyección de caudales de cabecera
Recursos Hídricos/Silvioagropecuario	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Realizar estudios para la implementación de nuevas tecnologías de riego según tipo o características de suelo y cultivo
Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Crear bancos de semillas para proteger y restaurar.
Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Aumentar la superficie de riego de precisión tecnificado de predios de uva pisquera

Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Buscar alternativas de cultivos que requieran menos recurso hídrico
Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Cautelar el uso de subsistencia del agua frente que el agua para la agricultura.
Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Incorporación de tecnologías para reducir las tasas de evapotranspiración (mallas u otros)
Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Utilizar variedades de uva pisquera tardías o tempranas de acuerdo con las condiciones climáticas locales
Silvioagropecuario	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Promover una política de reconversión agrícola
Silvioagropecuario	Reducción de Riesgo Climático	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hidrica	Disminuir las áreas de cultivo
Silvioagropecuario	Educación, capacitación y concientización	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Promover la utilización de fertilizantes y detergentes orgánicos/biodegradables.
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Incorporación de modelos operacionales ajustados a escenarios de cambio climático
Transversal	Reducción de Riesgo Climático	Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente	Crear jardines, parques o aulas al aire libre con flora nativa.
Transversal	Educación, capacitación y concientización	Gestión y participación comunitaria	Involucrar e informar a la población sobre biodiversidad y cambio climático
Transversal	Educación, capacitación y concientización	Gestión y participación comunitaria	Implementar acciones de prevención y educación respecto a incendio forestales
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Educación para el cambio climático	Adopción de nuevas tecnologías por comunidades rurales mediante programas de educación
Transversal	Educación, capacitación y concientización	Educación para el cambio climático	Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientado a la comunidad.
Transversal	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Informar y reforzar los procesos de marcos legales y mecanismos de denuncias.
Transversal	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Legislación más participativa sobre planes de manejo/ Aumento de la participación en la legislación sobre planes de manejo
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Gestión y participación comunitaria	Generación y actualización de un mapa de actores y análisis de relación respecto a las acciones desplegadas en el territorio regional

Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Gestión y participación comunitaria	Promover instancias de diálogo entre organizaciones comunitarias y autoridades
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Gestión y participación comunitaria	Mejorar comunicación entre diversos actores relacionados al borde costero
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Implementar una gestion integrada entre acuicultores artesanales e industriales
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Gestión y participación comunitaria	Fortalecer organizaciones sociales que manejan sistemas de APR
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Gestión y participación comunitaria	Generar mecanismos de fortalecimiento de organizaciones sociales que manejan los Servicios Sanitarios Rurales (SSR)
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fortalecimiento de instrumentos financiamiento	Difundir las fuentes de financiamiento público y su marco normativo
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fortalecimiento de instrumentos financiamiento	Mejorar financiamiento en monitoreo
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Generar big data de la información regional.
Transversal	Reducción de Riesgo Climático	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Mejorar el monitoreo y generación de sistemas de alerta frente a amenazas climáticas
Transversal	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Incorporación de tecnologías de control y monitoreo
Turismo	Educación, capacitación y concientización	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Valorizar y diversificar atractivos a partir de otros recursos turísticos en base a conservación
Turismo	Educación, capacitación y concientización	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Valorizar y diversificar las actividades y atractivos turísticos orientándose a la sustentabilidad
Turismo	Coodinación intersectorial e interinstitucional	Fortalecimiento de normas y lineamientos técnicos para la resiliencia de sectores productivos	Adaptación de oferta turística, en relación con la población flotante por el turismo.
Turismo	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional	Normar las actividades turísticas de avistamiento de fauna marina y terrestre
Turismo	Educación, capacitación y concientización	Educación para el cambio climático	Generar campañas educativas para conocer cómo actuar ante la picadura de estos organismos (medusas?)
Turismo	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Investigar relaciones entre cambios en el entorno y el sector turístico

Turismo	Reducción de Riesgo Climático	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Generación de un sistema de alerta temprana por presencia de medusas
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Habilitación de plataformas de monitoreo, información y sistemas de alerta	Mejorar y profundizar el conocimiento de la costa a nivel local a través de datos, monitoreos y mareógrafos disponibles
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Proteger zonas de alimentación de fauna marina y terrestre
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Resiliencia al cambio climático mediante la planificación territorial	Gestión integral de la bahía
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Resiliencia al cambio climático mediante la planificación territorial	Mejorar la planificación territorial costera
Zona Costera	Reducción de Riesgo Climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Proteger el ecosistema costero y su hábitat (estrategias de prevención en cuanto a infraestructura, pero también en temas culturales, actitudinales)
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Diversificación de actividad junto con estudios de capacidad de carga de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB).
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Gestión integrada en el manejo de las areas costeras entre acuicultores artesanales e industriales
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Incorporacion de apoyo técnico - cientifico para el manejo de los ecosistemas costeros.
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Actualizacion de la zonificación de uso de borde costero, considerando los diferentes escenarios de cambio climático.
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Investigación del recurso pesquero y la acuicultura frente al cambio climatico	Desarrollar estrategias de manejo sostenible de los recursos marinos.
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Investigación del recurso pesquero y la acuicultura frente al cambio climatico	Generar metodologias para fiscalizar la pesca ilegal
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Investigación del recurso pesquero y la acuicultura frente al cambio climatico	Potenciar programas de acuicultura para la cría de alimento para las especies con más riesgo.
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Investigación del recurso pesquero y la acuicultura frente al cambio climatico	Reforzar programas de conservación, protección y fiscalización sobre las especies en categorias de cuidado o peligro de extinción.

Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Investigación del recurso pesquero y la acuicultura frente al cambio climatico	Vigilancia y control sobre las cantidades extraídas de pesca industrial y artesanal.
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Investigar la interacción y/o impactos del turismo sobre los ecosistemas costeros.
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Investigar la interacción del turismo en los ecosistemas marinos
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Generar estudios de capacidad de carga en zonas costeras relacionadas con turismo y acuicultura
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Generar estudios de valoración de los servicios ecosistémicos asociados a las zonas costeras.
Zona Costera	Investigacion en impactos y escenarios climáticos	Promoción de la investigación científica	Establecer zonas con potencial de refugio climatico para las especies marino costeras.
Zona Costera	Manejo político-administrativo del tema del cambio climático	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero	Legislación participativa sobre planes de manejo en los ecosistemas costeros.

13. Fichas de medidas de adaptación y mitigación

13.1. Mitigación

A continuación se presenta un listado de las fichas de mitigacíón con el sector de mitigación ***(Tabla 13.1)***. El detalle de las fichas puede ser encontrado más abajo y en la ***Matriz 13.1.***

Tabla 13.1. *Listado de fichas de mitigación para el Anteproycto del PARCC de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Sector Mitigación	***Ficha***
Minería	**Ficha 1:** Reducir los combustibles fósiles en la minería de la Región de Coquimbo mediante incremento de la eficiencia energética y/o la sustitución por fuentes renovables
Minería	**Ficha 2:** Reemplazo de vehículos en procesos mineros para alcanzar una flota cero emisiones en la Región de Coquimbo
Transporte	**Ficha 3:** Creación de una red movilidad sustentable en la Región de Coquimbo que minimice las emisiones de GEI
Energía	**Ficha 4:** Incremento de la capacidad de generación electrica mediante fuentes renovables y transformación del sistema de respaldo a plantas flexibles de gas natural
Vivienda y Urbanismo	**Ficha 5:** Instalación de sistemas de bajas emisiones para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos en viviendas de la Región de Coquimbo
Vivienda y Urbanismo	**Ficha 6:** Mejora de la eficiencia energética en las edificaciones particulares de la Región de Coquimbo
Vivienda y Urbanismo	**Ficha 7:** Valorización de la materia orgánica residual generada en áreas urbanas de la Región de Coquimbo
Vivienda y Urbanismo	**Ficha 8:** Restauración de ambientes en zonas urbanas de la Región de Coquimbo*
Uso de Tierra	**Ficha 9:** Forestación de zonas ribereñas de la Región de Coquimbo para incremento de capacidad de secuestro de CO_2*
Uso de Tierra	**Ficha 10:** Restauración de ambientes en zonas agrícolas de explotación de la Región de Coquimbo*
Uso de Tierra	**Ficha 11:** Manejo sustentable y protección de los bosques nativos de la Región de Coquimbo para aumentar el secuestro de carbono*
Agricultura	**Ficha 12:** Promoción de la innovación en agricultura para la reducción de emisiones de GEI generadas por la aplicación de fertilizantes inorgánicos (CO_2 y N_2O) *
Ganadería	**Ficha 13:** Promoción de la innovación en ganadería para la reducción de emisiones de GEI de origen biogénico (CH_4 y N_2O) *

* Co-beneficios con adaptación

Ficha 1: Reducir los combustibles fósiles en la minería de la Región de Coquimbo mediante incremento de la eficiencia energética y/o la sustitución por fuentes renovables

Nombre de la medida	**Reducir los combustibles fósiles en la minería en la Región de Coquimbo mediante incremento de la eficiencia energética y/ o la sustitución por fuentes renovables**					
Objetivo específico a que obedece	Reducción del 70% de las emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector Industria y Minería al 2050 con respecto al 2018					
Categoría de la medida	Mitigación					
Descripción de la medida	Esta medida consiste en identificar y realizar un mapeo de la infraestructura critica operacional y energética y la implementación de sistemas de gestión de la energía (SGE) en la industria minera generando nuevas oportunidades de ahorro energético y disminución de las emisiones de GEI y locales asociadas					
Meta o resultados esperados	30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos repecto al 2007					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Creación e instalación de una mesa público-privada que planteen el procedimiento de incorparación de energías renovables no convencionales y el uso de combustibles bajas emisiones (hidrógeno verde).	1.1 Creación e instalación de la mesa público-privada 1.2 Creación e instalación de un Procedimiento de trabajo y comunicación para la mesa					Se define un procedimiento de trabajo para la entrega de resultados y metodología de comunicación
2. Realización de estudio del potencial de mitigación y creación de plan de trabajo dede mitigación para la transición por parte de todas las mediana y gran mineria de la Región.	2.1 Definición de la metodología para la realización del estudio	2.2 Determinación del potencial de mitigación de 75% procesos de la grande y media minería y es remitido a la mesa público-privada	2.3 Creacción de una propuesta de plan de trabajo			Para el 100% de los procesos de la minería grande y mediana se ha determinado su potencial de mitigación y plan de trabajo hacia la transición verde.
3. Creación de un plan financiamiento para la ejecutar el plan de mitigación hacia la transición y adquisión del financiamiento requerido			3.1 Identificación de fuentes de financiamiento 3.2 Definición de plan de financiamiento			100% de las mediana y grande mineria presenta un plan de finaciamiento para ejecutar el plan de trabajo hacia la transición verde.
4. Ejecución de planes de mitigación				4.1 Inicios de trabajos de adaptación de los procesos para la transición verde que se 30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos repecto al 2007	4.2 Ejecución trabajos de adaptación de los procesos para la transición verde que se 30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos repecto al 2007	Mejorada los procesos mineros que logren el 30% de reducción de intensidad de emisiones de GEI al 2030 según los compromisos internacionales adquiridos repecto al 2007
Institución Responsable	Ministerio de Minería y Telecomunicaciones					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Hacienda, Ministerio de medioambiente, Ministerio de Energía					
Estimación del costo de la medida	15,000 $ Chilenos / tonelada CO2eq mitigado (coste de la política para que se lleve a cabo la transión, no de la inversión en tecnología). Estimado a partir de costes de políticas para la conversión de la generación de energía					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Beneficos sociales, culturales, ambientales, economicos					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondos Verdes para el Clima (Ministerio de Haccienda), Credito Verde (Corfo), Seguro Ahorro de Energía (Ministerio de Hacienda), Creditos para Energías limpias y Eficiencia Energética (Ministerio de Hacienda), Global Energy Efficiency and Renewable Energy (European investment Bankk Group)+B30					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022); Política Nacional Minera (2022); Planificación Energética de Largo Plazo (2021); Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021) ; Plan de Mitigación de; Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017) ; Energía 2050: Política Energética de Chile (2017)					

Ficha 2: Reemplazo de vehículos en procesos mineros para alcanzar una flota cero emisiones en la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Reemplazo de vehículos en proceosos mineros para alcanzar una flota cero emisiones en la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Redución de al menos un 50% las emisiones de CO2 equivalente de las operaciones de gran mineria					
Categoría de la medida	Mitigación					
Descripción de la medida	Actualmente, las emisiones de la fase mina de los proyectos mineros representan más del 80% de las emisiones de la minería del cobre. Se asume que en 2030 el 20% de la flota de camiones de la minería es cero emisiones llegando esta cifra a 80% en 2050. Esta medida apunta a la masificación de camiones mineros cero emisiones					
Meta o resultados esperados	El 100% de la gran minería dispone de un plan de recambio y ha iniciado en un 30% su recambio de transporte.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Creación de mesa público-privada que planteen el plan de recambio hacia una flota de cero emisiones y trenes de carga	1.1 Creación e instalación de la mesa público-privada 1.2 Creación e instalación de un Procedimiento de trabajo y comunicación para la mesa					Se define un procedimiento de trabajo para la entrega de resultados y metodología de comunicación
2. Creación de un plan de sustitución hacia la flota cero por parte de las empresas. En el plan incorpora plan de recambio, presupuesto y financimeinto	2.1 Definción de un plan de trabajo y financiamiento para vehículos ligeros por parte de las empresas	2.2 Definición de un un plan de trabajo y financiamiento para camiones y vehiculos pesados por parte de las empresas	2.3 Defincion de un plan de trabajo y financiamiento para maquinarias pesadas por parte de las empresas			100% de la gran minería tienen un plan de trabajo de recambio hacia la flota de cero emisiones
3. Ejecución de los planes de sustitución				3.1 Implementación de la flota cero emisiones en un 10% de lo vehiculos.	3.2 Implementación de la flota cero emisiones en un 30% de lo vehiculos.	Se realiza el recambio de transporte el 30% de los vehículos.
4 Realización y publicaciones de licitaciones para la construcción y mantenimiento de una red de tren de carga.		4.1 Adjudicación de la licitación a empresa constructora	4.2 Adjudicación de la licitación a empresa constructora			Indicadores que permintan medir el progreso de la medida en realacion a la medida propuesta: Forma de cálculo y plazo
5. Construcción de tren de carga				5.1 50% Construcción del tren de carga	5.2 100% Construcción del tren de carga	Indicadores que permintan medir el progreso de la medida en relacion a la medida propuesta: Forma de cálculo y plazo
Institución Responsable	Ministerio de Minería					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Hacienda, Ministerio de Transporte					
Estimación del costo de la medida	4 500 M$ Chilenos/km de vía de tren (vía única y en terreno favorable; puede incrementarse hasta 16 000 M$/km si es trayecto es complejo); Flota zero Emisines: 300 -1 000 M$ Chilenos por vehículo según características					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Reduccion de emisiones locales de contaminantes debidas al transporte					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondos Verdes para el Clima (Ministerio de Haccienda), Credito Verde (Corfo), Seguro Ahorro de Energía (Ministerio de Hacienda), Creditos para Energías limpias y Eficiencia Energética (Ministerio de Hacienda), Global Energy Efficiency and Renewable Energy (European investment Bankk Group)+B30					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022); Política Nacional Minera (2022); Estrategia Nacional de Electromovilidad (2021) ; Planificación Energética de Largo Plazo (2021) ; Estrategia Climática de; Largo Plazo de Chile (2021) ; Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017) ; Energía 2050: Política Energética de Chile (2017)					

Ficha 3: Creación de una red movilidad sustentable en la Región de Coquimbo que minimice las emisiones de GEI

Nombre de la medida	**Creación de una red movilidad sustentable en la Región de Coquimbo que minimice las emisiones de GEI**					
Objetivo específico a que obedece	Reducción en un 20% con respecto a valores de 2018 de las emisiones directas de GEI provenientes del sector transporte por el uso de combustibles fósiles					
Categoría de la medida:	Mitigación					
Descripción de la medida	Incentivar de medidas para incrementar la penetración de vehículos cero emisiones que ingresen a la región. Esta medida evalúa la implementación de infracturas que incentiven el transporte sostenible y la compra de vehículos sostenibles (como biciletas y buses, taxis, vehículos particulares eléctricos). Se consideran trayectorias progresivas de forma tal que al 2050, para el parque de vehículos privados, taxis y buses la penetración de electromovilidad sea 100% en el 2050.					
Meta o resultados esperados	Al menos 6% de participación de bicicletas en ciudades medianas y pequeñas 100% del parque de buses y taxis de transporte urbano público y privado son vehículos cero emisiones. 5% vehículos particulares de movilización electrica.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Realizar un estudio que analice la factibilidad de implementar medios de transporte alternativos (tranvia, tren y ciclovias, vehiculos colectivos cero emisiones) puntos eléctricos de recarga y estacionamientos de bicicletas, con el objetivo que permitan la intermodalidad, en distintas zonas urbanas de la región de Coquimbo. Este análisis debe considerar el análisis de los instrumentos de planificación territorial y la priorización de las redes	1.1 Definición de alcance, metodología y agentes participantes en el estudio 1.2 Realización de plan de factibilidad de transporte colectivos alternativos y redes de ciclovias urbanas 1.3 Publicación y difusión del plan					Se define un procedimiento de trabajo para la entrega de resultados y metodología de comunicación
2. Aumentar los kilómetros de vías exclusivas en las zonas urbanas, destinadas para el uso de transporte público: esto busca mejorar los tiempos de desplazamiento, disminuye la congestión vehicular, reducir el consumo de combustible y hacer más eficiente los viajes. Evaluar la factibilidad de implementación a través de ordenanzas municipales.	2.1 Análisis del potencial de incremento de los kilometros de vías exclusivas en las zonas urbanas destinadas para el uso de transporte público. 2.2 Estudio de factibilidad de implementación de ordenanzas municipales 2.3 Incremento de km de vía exclusiva y ordenanzas municipales de acuerdo a los resultados de 2.1 y 2.2					100% plan de trabajo de recambio hacia la flota de cero emisiones en empresas y asociaciones de colectiveros
3. Construcción del primer tramo de red ciclovias priorizadas		3.1 Adjudicación de la licitación a empresa constructora	3.2. 15% de ciclovias construidas respecto a la red total definido en el plan de mitigación en la cornurbación Coquimbo y la Serena	3.3. 30% de ciclovias construidas respecto a la red total definido en el plan de mitigación en la cornurbación Coquimbo y la Serena	3.4 40% de ciclovias construidas respecto a la red total definido en el plan de mitigación en la cornurbación Coquimbo y la Serena	% de km construidos respecto a los tramos priorizados según 1.2
4. Construcción y mantenimiento del tranvía Coquimbo la Serena	4.1 Adjudicación de la licitación a empresa constructora	4.2 50% Construcción del tranvía Coquimbo La Serena	4.3 100% Construcción del tranvía Coquimbo La Serena			% de km construidos respecto al proyecto inicial según 1.2
5. Promoción económica del uso del transporte colectivo y uso de la bicicleta junto con la penalización fiscal del transporte indiviual		5.1 Creación de mesa de publico-privada, comunal y universidades que realicen un plan regional con recomendaciones para el uso de transporte publico y bicicleta 5.2 Definición del plan regional por la mesa público-privada	5.3 Difusión del plan en instuciones educacionales, públicas y centro comunales			Disminición del % de desplamientos individuales en vehículo propio respecto al total de desplazamientos
6. Instalación de puntos de recargas de vehículos eléctricos.		6.1 Adjudicación de la licitación del 50 % de los puntos de recarga según resultados de 1.2	6.2 Instalación del 50% de los puntos de recarga 6.3 Adjudicación de la licitación del 50 % de los puntos de recarga restantes según resultados de 1.2	6.4 Instalación del 50% de los puntos de recarga restantes	6.5 Revisión de la necesidad de instalación de más puntos de recarga	% de puntos de recarga instalados respecto al total requerido según 1.2
7. Sustitución de vehículos de transporte colectivo actuales por vehículos cero emisiones (al menos 20% para cumplir objetivo de reducción)	7.1 Establecimiento de mesa público privada para la definición de un plan de sustitución de vehículos colectivos actuales por vehículos ceso emisiones (mínimo 20% de la flota) 7.2 Establecimiento de plan de trabajo y plazos.	7.3 Definición de plan de sustitución, incluyendo plan de financiación (fuentes y posbles subsidiso públicos o ventajas fiscales). Debe priorizarse la sustitución de los vehículos con mayor contribución a la emisión de GEI en un horizonte temporal de 5 años.	7.4 Adquisición de los primeros vehículos según priorización de sustitución del plan 7.2 7.5 Incorporación a la flota de los primeros vehículos	7.6 Adquisición de vehículos según plan 7.2 7.7 Incorporación a la flota de los vehículos adquiridos	7.8 Adquisición de los últimos vehículos 7.9 Incorporación a la flota de los últimos vehículos incluidos en el plan 7.2	% flota transporte colectivos cero emisiones
Institución Responsable	Ministerio de Vivienda y Urbanismo					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Hacienda, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Transporte					
Estimación del costo de la medida	500 - 1 500 M$ Chilenos por km de ciclo vía (fuente de precios europeos); 300 0000 M$ Tranvía; -200 000 (ahorro) $/tonelada CO_2eq evitada por aplicación de políticas para el formento de la movilidad sostenible; 1 200 y 6 000 M$ Chilenos por Puntos de carga para vehículos eléctricos (Level 2); 1 000 M$ Chilenos por vehículo colectivo cero emisiones (precio medio)					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Beneficios sociales y económicos					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR); Fondos verdes para el Clima (Ministerio de Hacienda); Fondo de Infraestructuras BID (Banco Interamericano de Desarrollo)					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022), Estrategia Nacional de Electromovilidad (2021) , Planificación Energética de Largo Plazo (2021) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021) , Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017), Energía 2050: Política Energética de Chile (2017)					

Ficha 4: Incremento de la capacidad de generación electrica mediante fuentes renovables y transformación del sistema de respaldo a plantas flexibles de gas natural

Nombre de la medida	**Incremento de la capacidad de generación electrica mediante fuentes renovables y transformación del sistema de respaldo a plantas flexibles de gas natural**					
Objetivo especifico a que obedece	75% de reducción de emisiones de GEI provenientes de la generación eléctrica					
Categoría de la medida:	Mitigación					
Descripción de la medida	Generación de políticas regionales para incentivar la atracción de proyectos de generación de energía de fuentes renovables, tanto en plantas de generación como autoconsumo, y la trasnformación de las plantas térmicas del sistema de soporte para pasar del uso de diesel a plantas flexibles que consuman gas natural y que, en un futuro pueda consumir hidrógeno u otro combustible de origen renovable. A pesar de que en torno al 95 % de la electricidad generada en la región procede de fuentes renovables, gran parte de la electricidad consumida en la misma procedió de fuera de la región y fue generada a partir de combustibles fósiles.					
Meta o resultados esperados	100% de la energía producida por la generación eléctrica del país proviene de energías renovables o energías cero emisiones					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Crear una cartera de proyectos de energía renovables en la región, analisis de factibilidad técnica, medioambiental y posibles financiamientos.	1.1 Establecimiento de la mesa público-privada para definir el plan de desarrollo 1.2 Definición de un procedimiento de trabajo, incluyendo la entrega de resultados y metodología de comunicación	1.3 Creación de una cartera de proyectos de energía renovables en la región, analisis de factibilidad técnica, medioambiental y posibles financiamientos incluyendo: - Recursos renovables disponibles: solar, eólica, biogas (coordinación con Ficha 7 para este último) - Nuevas plantas de generación o su ampliación - Proyectos de generación para autoconsumo - Trasnformación de las plantas del sistema de soporte 1.4 Puesta en marcha de las herramientas necesarias para facilitar el desarrollo de los proectos de la cartera (divulgación de las propias herramientas, incentivos fiscales, por ejemplo, oficina de tramitación	1.5 Puesta en marcha de las herramientas necesarias para facilitar el desarrollo de los proectos de la cartera (divulgación de las propias herramientas, incentivos fiscales, por ejemplo, oficina de tramitación especializada, ...)	1.6 Revisión de la cartera de proyectos	1.7 Revisión de las herramientas facilitadoras (coordinado con 3.3)	Cartera de proyectos Herramientas facilitadoras de la ejecución de los proyectos
2. Campaña de concienciación y buenas prácticas en el uso y generación de la energía eléctrica dirigida a entidades tanto público como privadas	2.1 Elaboración de la campaña de concienciación	2.2 Ejecución de la campaña	2.3 Ejecución de la campaña (continuación)			% Disminución de consumo en viviendas e instituciones respecto a valores de 2020
3. Monitoreo de la planificación y ejecución, de proyectos de generación eléctrica a partir de fuentes renovables y de transformación de las plantas del sistema de respaldo a plantas flexibles de gas		3.1 Definición de un sistema de monitoreo que incluya procedimiento de recogida de información, análisis de la misma y método de comunicación de resultados	3.2 Monitoreo de proyectos sobre generación con renovables o transformación de plantas del sistema de soporte	3.3 Monitoreo de proyectos sobre generación con renovables o transformación de plantas del sistema de soporte (continuación)	3.4 Monitoreo de proyectos sobre generación con renovables o transformación de plantas del sistema de soporte (continuación) 3.5 Análisis de los resultados del monitoreo y revisión de las herramientas definidas en 1.4 si necesario	% de inncremento de la energía eléctrica consumida en la región que proviene de fuentes renovables % de los recursos renovables identificados para la generación eléctrica que se usan para tal fin % de la potencia del sistema de respaldo generado en plantas flexibles de gas natural
Institución Responsable	Minsterio de Energía					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional, Ministerio de Hacienda					
Estimación del costo de la medida	Los costes en subsidios a las renovables pueden alcanzar 120 000 $ Chilenos / tonelada CO2eq mitigado					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Otros planes regionales sobre mitigación en generación eléctrica al disminuir la demanda del exterior; absorción de biogas procedente de residuos					
Nivel de transversalización de género	Ciega al gérnero					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondos Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), Fondos Verdes para el clima, Clean technology Fund (Banco Mundial), Strategic Climate Fund (Banco Mundial)					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022), Planificación Energética de Largo Plazo (2021) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021) , Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017) , Energía 2050: Política Energética de Chile (2017) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021)					

Ficha 5: Instalación de sistemas de bajas emisiones para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos en viviendas

Nombre de la medida	**Instalación de sistemas de bajas emisiones para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos en viviendas de la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	100% de hogares acceden a energía para satisfacer necesidades de calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos a partir de fuentes de energía limpia de bajas emisiones					
Categoría de la medida:	Mitigación					
Descripción de la medida	La medida se aplica sobre las viviendas (casas y departamentos), edificios públicos y privados que utilizan calefacción y agua caliente sanitaria de acuerdo al Ministerio de Energía. Se considera una meta de 100% de viviendas con calefacción, agua caliente y cocción de alimentos con fuentes de energías de bajas emisiones. Se considera la implementación de medidas a traves de recambio de tecnologías, como programa de recambio de calefactores.					
Meta o resultados esperados	100% de las edificaciones nuevas cuentas con los estándares de la OCDE 100% de las edificaciones existentes informan su consumo energético al momento de la venta. 100% de las principales categorías y artefactos son equipos energéticamente eficientes. 100% de edificaciones nuevas cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Establecimiento de una hoja de ruta para la incorporación de tecnologías de bajas emisiones para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos en viviendas. Coordinación con Fichas 5 y 6.	1.1 Constitución de un panel técnico que revise las técnicas y tecnologías disponibles para calefacción, cocción de alimentos y agua caliente sanitaria aplicables a viviendas 1.2. Redacción de una guía de mejores técnicas aplicables a la edificación y de las intervenciones necesarias para su implementación en viviendas existentes	1.3 Constitución de una mesa público-privada para la definición de un plan maestro para la implantación de las mejores técnicas según 1.2 1.4 Definición de alcance, metodología de trabajo y plazos	1.5 Publicación de la hoja de ruta (a dos años), que incluirá actuaciones en términos de requisitos legales para las edificaciones nuevas, incentivos económicos para alcanzar los objetivos (o beneficios fiscales) y herramientas técnicas necesarias (como certificaciones, formación del personal de empresas y administración). Tener en cuenta resultados de 2.3 1.6 Establecimiento de un sistema de monitoreo de la implantación de la hoja de ruta y su impacto en términos de mitigación del cambio climático, otros impactos ambientales, sociales y económicos	1.7 Seguimiento de la ejecución de la hoja de ruta y toma de medidas si fuera necesario para alcanzar los objetivos	1.8 Seguimiento de la ejecución de la hoja de ruta y toma de medidas si fuera necesario para alcanzar los objetivos (continuación) 1.9 Publicación de informe de estado de implantación de las mejores técnicas disponibles de 1.2 y su impacto ambiental, económico y social	Guía de mejores técnicas disponibles Hoja de ruta para su implementación
2. Realizar una planificación de catrasto de casas, demanda energética por vivienda y plan de cofinanciamiento en la implementación		2.1 Definir sistema para recopilación e incorporación al catastro de viviendas de información sobre las necesidades de energía para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos, así como de los sitemas disponibles para ello (en base a 1.2) 2.2 Recopilación y registro de la información en el catastro	2.3 Recopilación y registro de la información en el catastro (continuación)			Inclusión en el catastro de vivienda de información sobre las necesidades de energía para calefacción, agua caliente sanitaria y cocción de alimentos, así como de los sitemas disponibles para ello
3. Difusión y ejecución de la hoja de ruta de actividad 1		3.1 Ampliar la capacidad técnica de las Municipalidades y Entidades de Asistencia técnica en convenio con el MINVU para mejorar la calidad de los diagnósticos sociales de las familias que acceden a las obras de eficiencia energética, para conocer mejor las condiciones de uso, de salud, y culturales de los miembros del grupo familiar para mejorar la focalización de las intervenciones en las viviendas y/o habitantes 3.2 Creación de los elementos necesarios para dar soporte a la definición y financiación de proyectos de intervención en viviendas (adquisición de bienes, obras e instalaciones)	3.3 Difusión de la hoja de ruta en centro comunales y rurales 3.4 Asistencia en la definición de proyectos y búsqueda de financiación	3.5 Intervenciones en viviendas	3.6 Intervenciones en viviendas (continuación)	% de casas casatradas con sistemas de bajas emisiones catrastada respecto al proyecto inicial de la hoja de ruta
Institución Responsable	Ministerio de Vivienda y Urbanismo					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Hacienda y Ministerio de Energía					
Estimación del costo de la medida	La reducción de consumo redunda en la mayoría de los casos en un ahorro a futuro, si bien se requiere de inversión inicial que dependerá de la edifiación					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Beneficios sociales, económicos y ambientales					
Nivel de transversalización de género	Transformadoras de género					
Posibles fuentes de financiamiento	Bonos Verdes, Fondos Veredes para el clima, Credito Verdes, Ecovivienda, Creditos para la energías limpias, credtios para energías limpias y eficiencia energética-empresas					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022), Planificación Energética de Largo Plazo (2021) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021), Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017) , Energía 2050: Política Energética de Chile (2017) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021), Estrategia de Construcción Sustentable (2013)					

Ficha 6: Mejora de la eficiencia energética en las edificaciones particulares de la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Mejora de la eficiencia energética en las edificaciones particulares de la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	100% de edificaciones nuevas, residenciales y no residenciales, son "consumo energía neta cero"					
Categoría de la medida:	Mitigación					
Descripción de la medida	Incentivar el diseño, construcción y operación adecuada de viviendas nuevas con sistemas de gestión de energía y confort térmico a través de la técnicas de eficiencia energética en el diseño de la construcción e instalación de equipos durante eficiencia ene tales como el acondicionamiento térmico, sistemas de ventilación natural, para reducir la demanda de energética, la incorporación de sistemas solares térmicos para el ahorro en consumo de gas para agua caliente sanitaria, sistemas de control y gestión inteligente del consumo de energía y la incorporación de paneles fotovoltaicos para el ahorro en consumo de electricidad, junto al proceso de habilitación social y capacitación de los usuarios para la correcta operación de estos sistemas.					
Meta o resultados esperados	100% de las edificaciones nuevas cuentan con instalaciones de energía renovables no convencionales 30% de las edificaciones cuentan con sistemas de control y gestión inteligente de la energía.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Creación de un estándar de construcción para adaptar la normativa existente a edificaciones de consumo de nergía neta cero y hoja de ruta para su implantación. Considerar coordinación con la Ficha 5	1.1 Constitución de un panel técnico que revise los stándares existentes de construcción que permitan la construcicón de edificaciones de consumo de energía neta cero 1.2. Definición de nuevos stándares de contrucción, afectando a clasificación de: - proyectos - materiales constructivos - elecmentos auxiliares - servicios y a todo aquello que afecte a la eficiencia energética de la edificación	1.3 Constitución de una mesa público-privada para la definición de un plan maestro para la implantación del estándar de construcción resultado de 1.2 1.4 Definición de alcance, metodología de trabajo y plazos	1.5 Publicación del plan maestro (a dos años), que incluirá actuaciones en términos de requisitos legales para las edificaciones, incentivos económicos para alcanzar los objetivos (o beneficios fiscales) y herramientas técnicas necesarias (como certificaciones) 1.6 Establecimiento de un sistema de monitoreo de la implantación del plan maestro y su impacto en términos de mitigación del cambio climático, otros impactos ambientales, sociales y económicos	1.7 Seguimiento de la ejecución del plan maestro y toma de medidas si fuera necesario para alcanzar los objetivos	1.8 Seguimiento de la ejecución del plan maestro y toma de medidas si fuera necesario para alcanzar los objetivos (continuación) 1.9 Publicación de informe de estado de implantación del estandar de construcción de edificación de consumo de nergía neta cero y su impacto ambiental, económico y social	Nuevo estándar de construcción para la edificaicón Plan maestro para su implantación
2. Proyectos de rehabilitación e incremento de eficiencia energética de edificaciones existentes (medida complementaria) Considerar coordinación con la Ficha 5	2.1 Levantamiento de información sobre el catastro de edificaciones en el que se describan los elementos que afecten a la eficiencia energética (en paralelo con 1.2)	2.2 Desarrollo de una guía de intervenciones para la reabilitación e incremento de eficiencia energética de edificaciones existentes	2.3 Desarrollo de los mecanismos (incluidos fiscales) que favorezcan la ejecución de proyectos que lleven a intervenciones según 2.2 2.4 Definición de sistema de monitoreo de intervenciones, su efecto en la mitigación de cambio climático y otros impactos ambientales, económicos y sociales	2.5 Seguimiento de la ejecución proyectos de intervención en edificios según 2.4	2.6 Seguimiento de la ejecución proyectos de intervención en edificios según 2.4 (continuación) 2.7 Actualización de la información de 2.1 para determinar el impacto de las intervenciones realizadas 2.8 Revisión de 2.3 según 2.6 si fuera necesario	Incorporación de información relativa a la eficiencia energética en catastro de ediicios % de reducción de emisiones de GEI respecto a niveles de 2020 en las edificaciónes existentes
Institución Responsable	Ministerio de Vivienda y Urbanismo					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Hacienda y Ministerio de Energía					
Estimación del costo de la medida	La reducción de consumo redunda en la mayoría de los casos en un ahorro a futuro, si bien se requiere de inversión inicial que dependerá de la edificación					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Beneficios sociales, económicos y ambientales					
Nivel de transversalización de género	Transformadoras de género					
Posibles fuentes de financiamiento	Bonos Verdes, Fondos Veredes para el clima, Credito Verdes, Ecovivienda, Creditos para la energías limpias, creditos para energías limpias y eficiencia energética-empresas					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022), Planificación Energética de Largo Plazo (2021) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021) , Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017), Energía 2050: Política Energética d Chile (2017), Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021) , Estrategia de Construcción Sustentable (2013)					

Ficha 7: Valorización de la materia orgánica residual generada en áreas urbanas de la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Valorización de la materia orgánica residual generada en áreas urbanas de la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Valorizar un 30% de los residuos orgánicos generados a nivel municipal.					
Categoría de la medida:	Mitigación en Sector Vivienda y Urbanismo					
Descripción de la medida	La medida busca definir por un lado un plan que mejore la eficiencia en la gestión de residuos, incorporando los lineamientos de economía circular y la valorización de los residuos. Se debe considerar estrategias de comunicación para la difusión a escala territorio, así como el fortalecimiento regional. Entre las tecnologías a implemtnar se considera la cantura de biogas tanto en relleno sanitarios como en plantas de tratamientos de agua, reciclaje, compostaje, digestión anaerobica y gasificación. Estas tecnologías se alienan a las estrategias de residuos orgánicos que define como meta el 66% de los residuos .					
Meta o resultados esperados	Contar con 500.000 familias que utilicen composteras y/o vermicomposteras en sus viviendas. Llegar a 5.000 establecimientos educacionales con composteras y/o vermicomposteras. Alcanzar 500 barrios del programa "Quiero mi Barrio" haciendo compostaje y/o vermicompostaje. Contar con un 50 % de las instituciones públicas separando en origen y valorizando los residuos orgánicos que generan. Lograr que todos los parques urbanos administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) valoricen los residuos orgánicos generados, preferentemente en sus instalaciones.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Implantación de sistemas de recogida selectiva de materia orgánica en las municipalidades	1.1 Creación de una mesa público-privada que defina una hoja de ruta hasta llegar a implantar los sitemas de recogida selectiva de materia orgánica en áreas urbanas	1.2 Publicación y difusión de la hoja de ruta para la implantación de la recogida selectiva de la materia orgánica en áreas urbanas	1.3 Campañas de concienciación para la separación de la materia orgánica 1.4 Inicio de ensayos piloto de recogida selectiva (includios en la hoja de ruta 1.2) 1.5 Ejecuciones de las modificaciones necesarias en vertederos para la recepción y gestion de la nueva corriente de residuos orgánicos	1.5 Análisis de los resultados de los ensayos piloto 1.6 Implantación progresiva del sistema de recogida selectiva de materia orgánica (tener encuenta los resultadosde 1.5) 1.7 Intensificación de las campañas de concienciación si es neceasario en base a os resultados de 1.5	1.8 Implantación generalizada del sistema de recogida selectiva según áreas priorizadas y plazos definidos en 1.2	Porcentaje de la población en zonas con recogida selectiva implantada Porcentaje de residuos orgánicos recogidos de manera selectiva sobre el total generado en áreas urbanas (y no dedicado al compostaje doméstico; ver actividad 2)
2. Fomento de la implantación del compostaje doméstico o en programas municipales	2.1 Creación de una Guía para el compostaje doméstico destinada a las familias 2.2 Creación de una Guía para la elaboración de proyectos en las municipalidades destinados al compostaje 2.3 Creación de una Guía para centros educativos para la realización de compostaje	2.4 Jornadas de concienciación y capacitaciones para llevar a cabo el compostaje 2.5 Apertura de un programa de ayudas con asesoramiento técnico para la implantación de programas de compostaje en centros educativos y municipalidades 2.6 Creación de grupo de trabajo para el monitoreo de los proyectos de compostaje y compostaje doméstico en términos de participantes, cantidad de residuos y emisiones evitadas.	2.7 Ejecución de proyectos para el compostaje de residuos en centros educacionales y barrios. 2.8 Monitoreo de proyectos de compostaje y compostaje doméstico	2.7 Ejecución de proyectos para el compostaje de residuos en centros educacionales y barrios. (continuación) 2.8 Monitoreo de proyectos de compostaje y compostaje doméstico (continuación)	2.7 Ejecución de proyectos para el compostaje de residuos en centros educacionales y barrios. (continuación) 2.8 Monitoreo de proyectos de compostaje y compostaje doméstico. (continuación) 2.9 Publicación de informe de datos del monitoreo y modificación de las guías programas de concienciación y capacitación si fuera necesario	Porcentaje de la población cuyos residuos orgánicos son compostados (de manera doméstica, a nivel de barrio o centros educacionales). El 100% de los establecimeintos educacionales valorizan residuos, 50% de los barrios valorizan residuos y 25% de las casas catrastadas. Porcentaje de residuos orgánicos sobre el total generado en áreas urbanas que es compostado (sin ser gestionados en vertedero; ver actividad 1)
3. Instalación y mejora de sistemas de captación de metano en rellenos sanitarios y plantas con tratamiento anaerobio de aguas residuales	3.1 Levantamiento de información de emisiones de metano en rellenos sanitarios y plantas de tratamiento incluyendo procedimientos técnicos de gestión y tratamiento de los residuos. 3.2 Identificación de proyosctos de adecuación y capatación de metano	3.3 Definición de los proyectos y búsqueda de financiación		3.4 Ejecución de proyectos	3.4 Ejecución de proyectos (continuación) 3.5 Monitoreo y evaluación del impacto en términos de reducción de emisiones	100% de los rellenos sanitarios y tratamientos anaerobios de aguas disponen de sistema de captura de biogas con una eficiencia acorde con el estado del arte.
4. Instalación de sistemas de tratamiento aerobio de aguas residuales con valorización de lodos	4.1 En paralelo a 3.1 y 3.2, identifiación de proyectos de instalación de plantas de tratamiento aerobio y procesos de valorización de lodos	4.3 Definición de los proyectos y búsqueda de financiación		4.4 Ejecución de proyectos	4.4 Ejecución de proyectos (continuación) 4.5 Monitoreo y evaluación del impacto en términos de reducción de emisiones	100% de los nuevos sistemas de tratamiento de aguas residuales urbanas son de tipo aerobio y con valorización de lodos
Institución Responsable	Ministerio de Vivienda y Urbanismo					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Salud, Obras públicas, Subdere					
Estimación del costo de la medida	Beneficio potencial de casi 3 000 000 $ Chilenos / tonelada de CO_2eq mitigado (en el caso de producción de biogas a partir de residuos sólidos); 3 500 000 $ Chileno / tonelada de CO2eq mitigado (coste de iversión para tratamiento de aguas y lodos de depuradora) Mediante la captación de methano se evitan emisiones por producción de energía, ya que este será un combustible renovable alternativo a los fósiles					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Sociales, culturales, ambientales, economicos					
Nivel de transversalización de género	Transformadoras de género					
Posibles fuentes de financiamiento	Bonos Verdes, Fondos para el reciclaje, crédito de economía circular, programa nacional de residuos solidos					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático (2022), Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (2021), Planificación Energética de Largo Plazo (2021) , Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (2021), Plan de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para el Sector de la Energía (2017), Energía 2050: Política Energética de Chile (2017) ,Estrategia de Construcción Sustentable (2013)					

Ficha 8: Restauración de ambientes en zonas urbanas de la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Restauración de ambientes en zonas urbanas de la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Recuperación de la capacidad de captura por biomasa natural en zonas urbanas y zonas agrícolas de explotación					
Categoría de la medida:	Mitigación					
Descripción de la medida	Actividades para incrementar la capacidad de captura por biomasa natural en zonas urbanas					
Meta o resultados esperados	Incremento de la capacidad de captura de CO_2 por biomasa natural en suelos urbanos. Capacidad de captura por habitante en $kgCO_2$/hab de las ciudades de La Serena y Coquimbo					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Promoción del desarrollo de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos	1.1 Identificación y análisis (ventajas, incaonvenientes, ámbito de aplicación) de prácticas sobre restauración de ecosistemas urbanos, incluyendo los beneficios derivados de su implantación relativos a: -captación de CO2 -regulación de microclimas -captación de lluvia y retención de agua -mejora de la calidad del aire -incrementeo/mantenimiento de la biodiversidad -bienestar general de las persona 1.2 Establecimiento de un mecanismo de apoyo regional para financiamiento y licitación de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos por parte de las municipalidades	1.3 Campañas y talleres de difusión de alternativas de restauración de ecosistemas, haciendo énfasis en sus beneficios, dirigidos tanto a corporaciones municipales como asociaciones vecinales, de comerciantes locales y profesionales 1.4 Establecimiento de indicadores y mecanismo de evaluación del impacto de los proyectos de restauración de ecosistema urbano en términos de mitigación de cambio climático y otras ventajas (en base a 1.1) 1.5 Cursos de capacitación orientados a corporaciones municipales y profesionales. Extensión universitaria y/o asociaciones profesionales	1.6 Reporte de resultados en base a 2.2 y difusión de los mismos.	1.7 Reporte de resultados en base a 2.3 y difusión de los mismos.	1.8 Reporte de resultados en base a 2.4 y difusión de los mismos.	Número de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas urbanas licitados e importe ejecutado Impacto de los proyectos ejecutados según indicadores definidos en 1.4
2. Monitoreo del impacto de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos ejecutados		2.1 Definición de modelo de reporte para el monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos y su impacto (en base a 1.4)	2.2 Monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos y su impacto según modelo de reporte (2.1)	2.3 Monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos y su impacto según modelo de reporte (2.1)	2.4 Monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas urbanos y su impacto según modelo de reporte (2.1)	Modelo de reporte Reporte anual del impacto de los proyectos de restauración de ecosistemas urbanos
Institución Responsable	CONAF, Ministerio de Agricultura					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional Coquimbo, Ministerio de Medio Ambiente, Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Comisión Nacional de Riego, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Corporación regional de Desarrollo Productivo, Universidades y Centros de Investigación Regionales y Nacionales.					
Estimación del costo de la medida	300 M$ Chilenos /ha (referencia para parques urbanos)					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Adaptación; beneficios sociales y económicos					
Nivel de transversalización de género	Ciego al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Fundación para la Innovación Agraria, Fondos Regionales de Iniciativa Local; Fondo de Protección Ambiental (FPA); Fondo Nacional de Desarrollo Regional; Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico; Nodos y nuevos instrumentos ANID; Privados					
Instrumentos	Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, Planes Reguladores Intercomunales (PRI), Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO), Estrategia Regional de innovación.					

Ficha 9: Forestación de zonas ribereñas para incremento de capacidad de secuestro de CO_2 en la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Forestación de zonas ribereñas para incremento de capacidad de secuestro de CO_2 en la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Aporte al compromiso nacional de recuperación 200.000 hectáreas de bosques nativos para el año 2030					
Categoría de la medida:	Mitigación - Sector Uso de la tierra, Cambio de uso de la tierra y silvicultura (Uso de Suelo)					
Descripción de la medida	Actividades para la recuperación de capacidad de captura por biomasa natural en bosques. Implica una transformación en el uso de la tierra de no bosque a bosque, de acuerdo con las definiciones de forestación y bosque de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación («FAO»). Definición de bosque de la FAO (sustituida por definición nacional de haberla): Tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. Ref.: Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Términos y definiciones (versión de 4.6.2021): http://www.fao.org/3/I8661ES/i8661es.pdf) Definición de forestación de la FAO: Establecimiento de bosque mediante la plantación y/o siembra deliberada en tierra que, hasta ese momento, estaba bajo otro uso. Iimplica una transformación en el uso de la tierra de no bosque a bosque. (ref: Evaluación de los recursos forestales mundiales 20 Términos y definiciones (versión de 4.6.2021): http://www.fao.org/3/I8661ES/i8661es.pdf). La forestación vendrá seguida de un proceso de protección y acompañada de un plan de sustentabilidad (plan de gestión forestal o instrumento equivalente que abarque un período de 10 aós o más).					
Meta o resultados esperados	Reducción del número de hectares de zonas riberañas degradadas e incremento de la capacidad de captura de CO_2					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Realizar un levantamiento de información existente y/ o nueva de la distribución espacial de zonas ribereñas que hayan sido degradadas perdiendo su condición de bosque (según definición).	1.1 Creación del grupo de trabajo en el marco del CORECC 1.2 Catastro de zonas ribereñas degradadas, incluyendo información sobre su estado y los usos actuales del suelo					1. Catastro de zonas ribereñas degradadas (actualizado cada 4 años)
2. Elaborar un plan regional de forestación de zonas ribereñas.	2.1 Identificación y selección de prácticas y criterios para una forestación sustentable de las zonas ribereñas 2.2 Definición del marco legal que favorezca la ejecución y financiación de medidas de restauración	2.2 Priorización de zonas de intervención y borrador de intervenciones en base a 1.1 y 2.1 2.3 Periodo de consulta pública y valoración de respuestas de partes interesadas 2.4 Plan de forestación de zonas ribereñas				2. Publicación y difusión del plan regional de forestación de zonas ribereñas
3. Ejecutar el plan regional de forestación de zonas ribereñas.			3.1. Ejecución de actividades definidas en 2.4	3.2. Ejecución de actividades definidas en 2.4	3.3. Ejecución de actividades definidas en 2.4	3. Porcentaje de hectareas de zona ribereñas, de las recogidas en el catastro (1.1), con proyectos de restauración iniciados y porcentaje de ejecución de los mismos. Incremento de la capacidad de captura de CO_2
Institución Responsable	CONAF, Ministerio de Agricultura					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Vivienda y Urbanismo					
Estimación del costo de la medida	7 000 $ Chilenos /tCO_2 (rango superior para paises en vías de desarrollo); hasta 12 000 $/tCO2 reducida por políticas de forestación					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Adaptación; benficios sociales y económicos					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	CONAF, INDAP, Strategic Climate Fund (SCF) dentro del Climate Investment Funds (CIF) {Baco Mundial}, The Climate Emissions Reductions Facility (CERF) {Banco Mundial}, Naciones Unidas					
Instrumentos	Programa de forestación para pequeños y medianos propietarios {CONAF}, Plan de restauración del Paisaje (2021), Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios {Indap}, The Forest Investment Program {Baco Mundial}, FCPF (Forest Carbon Partnership Facility) {Baco Mundial}, UN-REDD Programme Fund {Naciones Unidas}, Global Environment Facility (GEF) {FAO-Naciones Unidas}					

Ficha 10: Restauración de ambientes en zonas agrícolas de explotación de la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Restauración de ambientes en zonas agrícolas de explotación de la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Recuperación de la capacidad de captura por biomasa natural en zonas agrícolas de explotación					
Categoría de la medida	Mitigación					
Descripción de la medida	Actividades para la recuperación de la capacidad de captura por biomasa natural en zonas agrícolas de explotación					
Meta o resultados esperados	Incremento de la capacidad de captura de CO_2 por biomasa natural en suelos agrícolas en explotación. Capacidad de captura en $kgCO_2$/ha de predios dedicados a la agricultura					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Generación de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación. Debe considerarse coordinación con la medida Agricultura 1 y Ganadería 1.	1.1 Identificación y análisis (ventajas, inconvenientes, ámbito de aplicación) de prácticas sobre restauración de ecosistemas agrícolas de explotación, incluyendo los beneficios derivados de su implantación relativos a: -captación de CO2 -impacto en la producción (calidad/cantidad) -impacto económico -impacto en la biodiversidad -control de plagas / reducción del uso de pesticidas 1.2 Establecimiento de un mecanismo de apoyo regional para financiamiento y licitación de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación	1.3 Campañas y talleres de difusión de alternativas de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación, haciendo énfasis en los beneficios de sistemas agroforestales, dirigidos a propietarios y profesionales 1.4 Establecimiento de indicadores y mecanismo de evaluación del impacto de los proyectos de restauración de ecosistema en zonas agrícolas de explotación en términos de mitigación de cambio climático y otras ventajas (en base a 1.1) 1.5 Cursos de capacitación orientados a agricultores y otros profesionales implicados en la restauración. Extensión universitaria y/o asociaciones profesionales	1.6 Reporte de resultados en base a 2.2 y difusión de los mismos.	1.7 Reporte de resultados en base a 2.3 y difusión de los mismos.	1.8 Reporte de resultados en base a 2.4 y difusión de los mismos.	1. Número de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación 2. Impacto de los proyectos ejecutados según indicadores definidos en 1.4
2. Monitoreo del impacto de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación		2.1 Definición de modelo de reporte para el monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas en explotación y su impacto (en base a 1.4)	2.2 Monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación y su impacto según modelo de reporte (2.1)	2.3 Monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación y su impacto según modelo de reporte (2.1)	2.4 Monitoreo de la ejecución de proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotacióny su impacto según modelo de reporte (2.1)	1. Modelo de reporte 2. Reporte anual del impacto de los proyectos de restauración de ecosistemas en zonas agrícolas de explotación
Institución Responsable	Ministerio de Medio Ambiente					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Agrícultura, INDAP, Municipios, CONAF, SAG.					
Estimación del costo de la medida	2 000 000 $ Chilenos / ha (bosques y humedales) El coste puede ser mucho mayor según el tipo de ecosistema a restaurar y su ubicación					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Adaptación					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Fundación para la Innovación Agraria, Fondo Nacional de Desarrollo Regional, Fondos para la Innovación y Competitividad, Instituto de Desarrollo Agropecuario					
Instrumentos	Actualización de Instrumentos de Planificación Territorial, Plan Nacional de Restauración de Paisaje 2020 – 2030, Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, Política Regional de Desarrollo Rural Campesino, Estrategia Regional de Desarrollo					

Ficha 11: Manejo sustentable y protección de los bosques nativos de la Región de Coquimbo para aumentar el secuestro de carbono

Nombre de la medida	**Manejo sustentable y protección de los bosques nativos de la Región de Coquimbo para aumentar el secuestro de carbono**
Objetivo específico a que obedece	Reducir las emisiones del sector forestal por degradación y deforestación del bosque nativo en un 25% al 2030, considerando las emisiones promedio entre el periodo 2001-2031
Categoría de la medida	Mitigación
Descripción de la medida	Actividades para la preservación de la capacidad de captura de la biomasa natural existente en los bosques nativos de la región
Meta o resultados esperados	Aumentar de la superficie de bosque nativo manejada de forma sustentable. Alcanzar el 25 % de la superficie de bosque nativo Aumento de la superficie de bosque nativo protegida. Alcanzar el 25 % de la superficie de bosque nativo Aumento de los ingresos por productos forestales no madereros. (Actualmente existen 48000 h de bosque nativo en la región; supone el 0,3% del total de la superficie de bosque nativo de Chile, 14,1 Mha)

Actividades	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de Progreso de la Actividad
1. Realizar un levantamiento de información existente y/ o nueva de la distribución espacial de bosques nativos que conserven su condición de bosque (según definición)	1.1 Inventario de bosques nativos, incluyendo información relacionada con el riesgo de degradación (y subsecuente pérdida de capacidad de captura) como: actividades humanas dentro y en su entorno y nivel de protección. Ejemplos de tipo de protección: a) la zona está clasificada en la zona forestal permanente según la definición de la FAO (11): Área de bosque que está designada para ser mantenida como bosque y no se puede convertir a otro uso de la tierra. FAO, Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Términos y definiciones (versión de 4.6.2021): http://www.fao.org/3/ I8661ES/i8661es.pdf). b) la zona está clasificada como espacio protegido; c) la zona está sujeta a alguna garantía legal o contractual que garantiza que seguirá siendo bosque				1.2 Actualización del inventario de bosques nativos 1.1	1. Capacidad de captura de CO2 protegida y cuantificación del riesgo de pérdida de biomasa en comparación de la situación inicial del año 1
2. Conservar y proteger de manera efectiva los bosques nativos	2.1 Revisión de las figuras de protección existentes/aplicables en la región y actualización si procede (incluyendo la definición de boscque nativo). 2.2 Guía para facilitar la definición de planes de manejo sustentable de bosque nativo bassada en stándares internacionales (Ejemplo: REGLAMENTO DELEGADO (UE) 2021/2139 DE LA COMISIÓN de 4 de junio de 2021). 2.3 Creación de una oficina técnica reginoal para asesorar en la definición de planes de manejo sustentable, su certificación, su monitoreo y autoria	2.2 Propuestas para la protección y manejo sustentable de bosques nativos que incluya, por ejemplo: - Medidas de difusión y capacitación (sobre certificación, manejo y ventajas ambientales) - Cambios normativos relativos a la certificación y la asignación de incentivos - Programas piloto de manejo sustentable - Reconversión de sectores económicos afectados por procesos de protección o cambios en el sistema de manejo. 2.3 Periodo de consulta pública y valoración de respuestas de partes interesadas 2.4 Programa de protección y manejo sustentable de bosques	2.3 Monitoreo de la oficina técnica (2.3) de la progresión del plan y modificación del mismo en caso de que sea necesario	2.4 Monitoreo de la oficina técnica (2.3) de la progresión del plan y modificación del mismo en caso de que sea necesario	2.5. Evaluación de la efectividad de actividades de protección, y actualizar planes de manejo y acciones de año 2 a 4. 2.6. Evaluación de la nueva legislación y aplicabilidad en la conservación y protección de bosques navitos	1. Nuevo marco normativo para la conservación y protección de bosques nativos

Institución Responsable	Gobierno Regional de Coquimbo
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Relaciones Exteriores; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Obras Públicas; Ministerio de Agricultura; Municipalidades; Corporación Nacional Forestal (CONAF); Servicio Agrícola Ganadero (SAG), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA); CORFO; Comité de Capital Natural; Universidades Regionales y Centros de Investigación.
Estimación del costo de la medida	30 000 $ Chilenos / tCO_2 - 500 000 - 1 000 000 $ Chilenos/ha
Sinergias o co-beneficios de la medida	Adaptación
Nivel de transversalización de género	Ciega al género
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Inversión para la Competitividad; Fondo de Protección Ambiental (FPA); Fondo Nacional de Desarrollo Regional; ANID; Fondo de Investigación del Bosque Nativo - CONAF, GEF; Aportes Privados, Fondos Internacionales.
Instrumentos	Plan nacional de Adaptación al Cambio Climático; Plan Regulador Intercomunal (PRI); Plan Regional de Ordenamiento Territorial; Estrategia Nacional y Regional de Biodiversidad; Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE; Ley N°20.962; Ley Marco de Cambio Climático; Estrategia Climatica de Largo Plazo; Estrategia Regional de Desarrollo (ERD); Planes reguladores comunales

Ficha 12: Promoción de la innovación en agricultura para la reducción de emisiones de GEI generadas por la aplicación de fertilizantes inorgánicos (CO_2 y N_2O)

Nombre de la medida	**Promoción de la innovación en agricultura para la reducción de emisiones de GEI generadas por la aplicación de fertilizantes inorgánicos (CO_2 y N_2O)**					
Objetivo específico a que obedece	Reducir en un 30% las emisiones de GEI respecto al 2020					
Categoría de la medida	Mitigación en Sector Agricultura					
Descripción de la medida	Actividades encaminadas a la reducción de las emisiones derivadas de las siguientes actividades que suponen un 3 % de las emisiones de GEI de la región: Agricultura. Suelos agrícolas. (CO2)-Aplicación de Urea (1%) Agricultura. Suelos agrícolas-Emisiones directas de N2O de / Fertilizantes inorgánicos (2%)					
Meta o resultados esperados	Reducción de emisiones de GEI de las fuentes puntuales incluidas en la descripción de la actividad respecto a los niveles registrados en 2020					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Realizar un levantamiento de información existente y/ o nueva de la distribución espacial de predios dedicados a la agricultura en en la región, incluyendo los tipos y procedimientos de cultivo, con especial incapié en el modo de aplicación de fertilizantes.	1.1 Creación del grupo de trabajo en el marco del CORECC 1.2 Generación de un encuesta para la recopilación de información de los predios dedicados a la agricultura, incluyendo los aspectos relativos a la aplicación de fertilizantes 1.3 Generación de un catastro de predios dedicados a la agricultura en la región, incluyendo la descripción de los procedimientos de cultivo, con especial énfasis en los métodos de manejo de fertilizantes, incluyendo la emisiones de GEI resultantes			1.4 Actualización de 1.3		1. Catastro de predios con información sobre las prácticas agrícolas, haciendo especial énfasis en el manejo de fertilizantes (actualizado cada 4 años)
2. Realizar análisis del estado del arte sobre manejo sostenible de fertilizantes, identificando aquellas prácticas que contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y evaluando su idoneidad de aplicación en la región.	2.1 Identificación, descripción y estimación del potencial de mitigación de las mejores prácticas disponibles, en término de reducción de emisiones de GEI, de los siguientes aspectos de la aplicaicón de fertilizantes. Debe contener, como mínimo, alternativas relativas a: - Cantidad aplicada - Momento de aplicación - Modo de aplicación (incluyendo la inyección) - Fuente (mayor eficiencia y/o generados a partirr de residuos orgánicos), - Proceso de conservación - Rotación de cultivos	2.2 Determinación del grado de aplicación actual de las prácticas identificadas (en base a 1.3 y 2.1) y estimación de su aplicabilidad en la región en función al nivel de aceptación esperado, presupuesto y adecuación a las características propias de los predios y su actividad agrícola actual.		2.3 Actualización del estado del arte	2.3 Actualización de 2.2 en base a 1.4 y 2.3	1. Publicación de informes del estado del arte de las prácticas de manejo sustentable de fertilizantes en agricultura (cada 4 años) 2. Publiación de informe de estado/potencial de implantación de practicas de manejo sustentable de fertilizantes en la región, incluyendo evolución/proyectión de emisiones de GEI resultantes y su relación con el cambio de prácticas (cada 4 ños).
3. Elaborar un manual o guías de prácticas sobre manejo sustentable de fertilizantes. El manual o guías se deberán ir actualizando en la medida que la investigación científica en la materia vaya aportando nueva información que ayude al objetivo de esta medida.		3.1 Generación de un manual o guía sobre manejo sostenible de fertilizantes			3.2 Actualización de Manual o guía sobre manejo sostenible de fertilizantes en base a 2.3	1. Publicación de Manual o guía sobre manejo sostenible de fertilizantes
4. Ejecutar programas anuales de capacitación y difusión e implantación de las medidas recogidas en las guías o manual indicado en la actividad anterior			4.1 Generación de un programa de capacitación y difusión de conocimientos y experiencias, junto con resaltar los beneficios de emplear técnicas sustentables de aplicaicón de fertilizantes 4.2 Generación de proyectos de implantación a escala piloto de medidas de manejo sustentable de fertilizantes con asesoramiento del grupo de trabajo del CORECC	4.3 Generación de capacitación y difusión de conocimientos y experiencias, junto con resaltar los beneficios de emplear técnicas sustentables de aplicaicón de fertilizantes 4.4 Generación de proyectos de implantación a escala piloto de medidas de manejo sustentable de fertilizantes con asesoramiento del grupo de trabajo del CORECC	4.5 capacitación y difusión de conocimientos y experiencias, junto con resaltar los beneficios de emplear técnicas sustentables de aplicaicón de fertilizantes 4.6 Generación de un programa de proyectos de implantación a escala piloto de medidas de manejo sustentable de fertilizantes con asesoramiento del grupo de trabajo del CORECC	1. Porcentaje de hectareas dedicadas a la agricultura (incluidas en el catastro de la actividad 1) impactadas por los programas de difusión (calculado a partir de las hectareas gestionadas por las empresas o propiedad destinatarias de la difusión) 2. Número de profesionales formados en técnicas de manejo sustentable de fertilizates a través de la difusión. 3. Proyectos pioloto llevados a cabo y hectareas receptoras de las experiencias piloto (debe verificarse la continuidad en el tiempo de las prácticas sustentables)
5. Fomentar la investigación científica regional en manejo sustentable de fertilizantes que contribuyan a la mitigación del cambio climático, mediante la gestión de fondos disponibles en organismos públicos de fomento, a través de concursos diseñados para esta finalidad. En la medida que se vayan generando prácticas, éstas deben irse probando en predios pilotos con el fin de difundir sus beneficios mediante visitas de campo u otros medios.	5.7 Inclusión de línea específica sobre manejo sustentable de fertilizantes en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.8 Inclusión de línea específica sobre manejo sustentable de fertilizantes en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.9 Inclusión de línea específica sobre manejo sustentable de fertilizantes en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.10 Inclusión de línea específica sobre manejo sustentable de fertilizantes en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.11 Inclusión de línea específica sobre manejo sustentable de fertilizantes en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	1. Importe de ayudas a I+D adjudicados a proyectos de investigación relacionados con la investigación en manejo sustentalbe de fertilizantes
6. Establecimiento de un sistema de certificación en manejo sustentable de fertilizantes en agricultura	6.1 Revisión de los sistemas de certificación existentes sobre agricultura sostenible en relación a los requisitos de manejo de fertilizantes	6.2 Definición de indicadores de manejo sustentable de fertilizantes en agricultura o adopción de indicadores existentes en sistemas de certificación de agricultura sustentable	6.3 Establecimiento de sistema de apoyo para la certificación en usos sutentable de fertilizantes u utras certificaciones sobre agricultura sustentable considerados equivalentes en el resultado anterior de la misma actividad 6.4 Definición de incentivos económicos y/o fiscales para cultivos certificados		6.5 Revisión de los requisitos de certificación en base a los avances en el estado del arte	1. Porcentaje de hectareas dedicadas a la agricultura (incluidas en el catastro de la actividad 1) certificadas como sustentables en el manejo de fertilizantes o con certificación en agricultura sustentable que incluya indicadores equivalentes en relacion al manejo de fertilizantes
Institución Responsable	Ministerio de Agricultura					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional Coquimbo, INDAP, SAG, CONAF, Asociaciones agrícolas, Cooperativas campesinas, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Medio Ambiente; Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Corporación regional de Desarrollo Productivo, Universidades y Centros de Investigación Regionales y Nacionales.					
Estimación del costo de la medida	50 000 $ Chileno / ton CO2eq reducida (valor superior por aplicación de medias de mitigación), aunque puede alcanzar valores negativos por ahorro de fertilizante; 70 000 $ Chileno / ton CO2eq reducida para políticas agrícolas de reducción					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Adaptación - protección recursos hídricos / biodiversidad // Mitigación - ganadería; ahorro económico (desarrollado nuevas medidas)					
Nivel de transversalización de género	Ciego al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Programa de Desarrollo de Inversiones, Instituto de Desarrollo Agropecuario					
Instrumentos	Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, Planes Reguladores Intercomunales (PRI), Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO), Estrategia Reional de innovación.					

Ficha 13: Promoción de la innovación en ganadería para la reducción de emisiones de GEI de origen biogénico (CH_4 y N_2O)

Nombre de la medida	**Promoción de la innovación en ganadería para la reducción de emisiones de GEI de origen biogénico (CH_4 y N_2O)**					
Objetivo específico a que obedece	Reducir en un 30% las emisiones de GEI respecto al 2020					
Categoría de la medida	Mitigación en el Sector Ganadería					
Descripción de la medida	Actividades encaminadas a la reducción de las emisiones derivadas de las siguientes actividades que suponen un 4 % de las emisiones de GEI de la región: Agricultura. Suelos agrícolas-Emisiones directas de N_2O de suelos agrícolas / Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas (2%) Agricultura. Fermentación Entérica (CH4) / Ganado vacuno (1%) Agricultura. Fermentación Entérica (CH4) / Ganado Caprino (1%) No se plantean actividades encaminadas a reducir el consumo de carne, como aquellas encaminadas a difundir modelos de dietas sostenibles. Aunque se debe dejar constancia, dado el impacto directo que tendría en la reducción de emisiones de GEI y las sinergias positivas con otros objetivos abmientales y de salud.					
Meta o resultados esperados	Reducción de emisiones de GEI de las fuentes puntuales incluidas en la descripción de la actividad respecto a los niveles registrados en 2020					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Realizar un levantamiento de información existente y/ o nueva de la distribución espacial de explotaciones de ganado vacuno y caprino en en la región, incluyendo número de cabezas y los procedimientos ganaderos, incluyendo aquellos relacionados con la alimentación y el manejo de los residuos orgánicos.	1.1 Creación del grupo de trabajo en el marco del CORECC 1.2 Encuesta para la recopilación de información de las explotaciones ganaderas (vacuno y caprino), incluyendo número de cabezas y los aspectos relativos a la alimentación del ganado y la gestión de los residuos 1.3 Catastro de explotaciones ganaderas en la región			1.4 Actualización de 1.3		1. Catastro de explotaciones ganaderas, con información sobre las prácticas empleadas, haciendo especial énfasis en la alimentación y en el manejo d los residuos (actualizado cada 4 años)
2. Realizar un análisis del estado del arte sobre ganadería sostenible, identificando aquellas prácticas que contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y evaluando su idoneidad de aplicación en la región. La reducción de emisiones de GEI debe ser neta en el ciclo de vida completo.	2.1 Identificación, descripción y estimación del potencial de mitigación de las mejores prácticas disponibles, en término de reducción de emisiones de GEI, de los siguientes aspectos de la ganadería que afectan a la digestión entérica: - Formulación de la dieta (incluyendo las característica del forraje, relación forraje/concentrado y el uso de grasas vegetale como suplemento) - Empleo de aditivos en la alimentación - Cría selectiva (directa e indirecta)	2.2 Determinación del grado de aplicación actual de las prácticas identificadas (en base a 1.3 y 2.1) y estimación de su aplicabilidad en la región en función al nivel de aceptación esperado, presupuesto y adecuación a las características propias de las explotaciones ganaderas existentes		2.3 Actualización del estado del arte	2.3 Actualización de 2.2 en base a 1.4 y 2.3	1. Publicación de informes del estado del arte de las prácticas de ganadería sustentable (cada 4 años) 2. Publiación de informe de estado/potencial de implantación de practicas de ganadería sustentable incluyendo evolución/proyectión de emisiones de GEI resultantes y su relación con el cambio de prácticas (cada 4 ños).
3. Elaborar un manual o guías de prácticas sobre ganadería sustentable. El manual o guías se deberán ir actualizando en la medida que la investigación científica en la materia vaya aportando nueva información que ayude al objetivo de esta medida.		3.1 Generación de un manual o guía sobre ganadería sustentable			3.2 Actualización de Manual o guía sobre manejo sostenible de fertilizantes en base a 2.3	1. Publicación de Manual o guía sobre ganadería sustentable
4. Ejecutar programas anuales de capacitación y difusión e implantación de las medidas recogidas en las guías o manual indicado en la actividad anterior			4.1 Ejecución de un programa de capacitación y difusión de conocimientos y experiencias, junto con resaltar los beneficios de emplear prácticas de ganadería sustentable 4.2 Ejecución de proyectos de implantación a escala piloto de medidas de prácticas de ganadería sustentable con asesoramiento del grupo de trabajo del CORECC	4.3 Ejecución de programa de capacitación y difusión de conocimientos y experiencias, junto con resaltar los beneficios de emplear prácticas de ganadería sustentable 4.4 Ejecución de programa de proyectos de implantación a escala piloto de prácticas de ganadería sustentable con asesoramiento del grupo de trabajo del CORECC	4.5 Programa de capacitación y difusión de conocimientos y experiencias, junto con resaltar los beneficios de emplear técnicas sustentables de aplicaicón de prácticas de ganadería sustentable 4.6 Programa de proyectos de implantación a escala piloto de prácticas de ganadería sustentable con asesoramiento del grupo de trabajo del CORECC	1. Porcentaje de hectareas dedicadas a la agricultura (incluidas en el catastro de la actividad 1) impactadas por los programas de difusión (calculado a partir de las hectareas gestionadas por las empresas o propiedad destinatarias de la difusión) 2. Número de profesionales formados en prácticas de ganadería sustentable a través de la difusión. 3. Proyectos pioloto llevados a cabo y hectareas receptoras de las experiencias piloto (debe verificarse la continuidad en el tiempo de las prácticas sustentables)
5. Aumentar la investigación científica regional en prácticas de ganadería sustentable que promuevan la mitigación del cambio climático, mediante la gestión de fondos disponibles en organismos públicos de fomento, a través de concursos diseñados para esta finalidad. En la medida que se vayan generando prácticas, éstas deben irse probando con proyectos pilotos con el fin de difundir sus beneficios mediante visitas de campo u otros medios.	5.7 Inclusión de línea específica sobre prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.8 Inclusión de línea específica sobre prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.9 Inclusión de línea específica sobre prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.10 Inclusión de línea específica sobre prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	5.11 Inclusión de línea específica sobre prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI en las diferenes convocatorias públicas de ayudas a la investigación y el desarrollo	1. Importe de ayudas a I+D adjudicados a proyectos de investigación relacionados con la investigación en prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI
6. Establecimiento de un sistema de certificación en ganadería sustentable que incluya los aspectos relativos a la mitigación del cambio climáticos recogidos en el manual/ guía o equivalentes.	6.1 Revisión de los sistemas de certificación existentes sobre ganadería sostenible en relación a los requisitos de mitigación de emisiones de GEI	6.2 Definición de indicadores de prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI o adopción de indicadores existentes en sistemas de certificación de ganadería sustentable	6.3 Establecimiento de sistema de apoyo para la certificación en prácticas de ganadería sustentable para mitigación de emisiones de GEI u utras certificaciones sobre ganadería sustentable considerados equivalentes en el resultado anterior de la misma actividad 6.4 Definición de incentivos económicos y/o fiscales para explotaciones ganaderas sustentables		6.5 Revisión de los requisitos de certificación en base a los avances en el estado del arte	1. Porcentaje de cabezas de ganado vacuno y caprino (incluidas en el catastro de la actividad 1) certificadas como sustentables o con certificación en ganadería sustentable que incluya indicadores equivalentes en relacion a la mitigación del cambio climático
Institución Responsable	SAG					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional Coquimbo, INDAP, CONAF, Asociaciones ganaderas y agrícolas, Cooperativas campesinas, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Medio Ambiente; Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Corporación regional de Desarrollo Productivo, Universidades y Centros de Investigación Regionales y Nacionales.					
Estimación del costo de la medida	850 000 $ Chilenos / t Metano reducida (coste medio de las soluciones actuales)					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Adaptación - protección contra incendios / biodiversidad // Mitigación - uso del suelo / agricultura					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Programa de Desarrollo de Inversiones, Instituto de Desarrollo Agropecuario					
Instrumentos	Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, Planes Reguladores Intercomunales (PRI), Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO), Estrategia Reional de innovación.					

13.2. Adaptación

A continuación se presenta un listado de las fichas de adaptación con el sector de adaptación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) al cual computan ***(Tabla 13.2)***. El detalle de las fichas puede ser encontrado más abajo y en la ***Matriz 13.2***.

Tabla 13.2. *Listado de fichas de adaptación para el Anteproycto del PARCC de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Sector Adaptación LMCC	***Ficha***
Biodiversidad	**Ficha 1:** Protección, conservación y restauración de humedales, sistemas dunares y playas*
Biodiversidad	**Ficha 2:** Ordenamiento territorial para la protección y conservación de ecosistemas y especies vulnerables terrestres*
Biodiversidad	**Ficha 3:** Fomento de la investigación científica sobre interacciones entre flora-fauna silvestre y el entorno para su conservación y protección*
Recursos Hídricos	**Ficha 4:** Búsqueda de nuevas fuentes y fomento del uso sustentable del agua
Recursos Hídricos	**Ficha 5:** Fortalecimiento institucional y mejora de la infraestructura hídrica para mejorar la gestión del agua bajo un escenario de cambio climático
Recursos Hídricos	**Ficha 6:** Impulsar la investigación científica para recuperar, restaurar y proteger ecosistemas naturales en función del flujo de carbono y eficiencia en el uso del agua*
Zona Costera	**Ficha 7:** Avances en la investigación científica integrativa, inter y transdiciplinaria para la conservación y protección de la zona costera y sus servicios ecosistémicos*
Pesca y Acuicultura	**Ficha 8:** Mejorar la resiliencia de las pesquerías y la acuicultura a través de la promoción del uso sostenible de recursos marinos y la reducción de riesgo*
Silvioagropecuario	**Ficha 9:** Incorporación de tecnologías para la gestión hidrica con fines agricolas*
Turismo	**Ficha 10:** Adaptación, diversificación y gestión sustentable del sector turismo frente al cambio climático*
Transversal	**Ficha 11:** Promover la educación ambiental y espacios para el conocimiento en temáticas de cambio climático, impactos y riesgos*
Transversal	**Ficha 12:** Promover la gobernanza climática en la Región de Coquimbo*

* Co-beneficios con mitigación

Ficha 1: Protección, conservación y restauración de humedales, sistemas dunares y playas

Nombre de la medida	**Protección, conservación y restauración de humedales, sistemas dunares y playas**					
Objetivo específico a que obedece	Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marino-costero					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la medida	La medida busca incrementar el nivel de protección, conservación y restauración de los ecosistemas de humedales, dunas y playas de la Región de Coquimbo con el fin de recuperar su estructura y funcionamiento, así como los servicios ecosistémicos que entregan y que adaptación y mitigación del cambio climático. La medida incorpora un componente de diagnósis, así como medidas especificas de restauración, protección, conservación y monitoreo. Se incorporan también actividades que requieren de la implementación de planes de manejo integrales y cambios en la planificacón territorial.					
Meta o resultados esperados	Avance efectivo en la protección, conservación y restauración de los humedales, sistemas dunares y playas de la Región de Coquimbo a través de la generación de conocimiento, fortalecimiento de capacidades y políticas regionales, y el fomento de actividades productivas sustentables con el medio ambiente.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Generar un catastro de humedales, playas y sistemas dunares, incluyendo sus límites, caracterización socioecológica, amenazas, impactos, vulnerabilidad y nivel de riesgo frente al cambio climático	1.1. Actualización del inventario de humedales, sistemas dunares y playas de la región en base a diferentes fuentes de información. 1.2. Revisión y compilación de información científica, técnica y mapa de actores. 1.3. Revisión de figuras de protección en humedales de la Región, y compilación de planes de gestión existentes.					1. Generación de Plan Maestro o informe técnico con información actualizada sobre el estado de los humedales, sistemas dunares y playas de la Región de Coquimbo cuyo contenido integre información sobre el estado de la gobernanza, las amenazas, la vulnerabilidad y la exposición de los espacios catastrados
2. Conservar y proteger de manera efectiva los humedales, sistemas dunares y playas.		2.1. Desarrollo, implementación o actualización de Planes de manejo (fiscalización, monitoreo) para todos los humedales, sistemas dunares y playas de la Región. 2.2. Elaboración de Plan Regional de Conservación y protección de humedales y sistemas dunares ante escenario de cambio climático, incluyendo actores, fuentes de financiamiento, diagnóstico, gobernanza y medidas, vinculados a políticas nacionales para su protección. 2.3. Generar instancias para la participación ciudadana vinculante en procesos de conservación y protección de ecosistemas marinos 2.4. Activar Planes de Protección de servicios ecosistémicos y patrimonio socio-natural de humedales.	2.5. Promover plan de coordinación intersectorial multinivel con enfoque de cambio climático, junto a la articulación de actores públicos, privados y sociedad civil para la gestión, conservación y protección de humedales, sistemas dunares y playas. 2.6. Generación de proyectos pilotos en sitios prioritarios por su riesgo frente al cambio climático 2.7. Incorporar el enfoque de *Ecosystem-Based Management* y *Climate-Adaptive Management* en los planes de protección regionales de protección de humedales y sistemas dunares.	2.8. Generar Planes de Gestión Integrada Costera y Gestión Integrada de Cuencas, que incluya perspectiva de cambio climático. 2.9. Vincular humedales, sistemas dunares y playas en la Estrategia Regional de Desarrollo. 2.10. Integración de humedales, sistemas dunares y playas en la actualización de las herramientas de ordenamiento territorial de la región (PRC, PROT, PRI).	2.11. Evaluación de la efectividad de actividades de protección, y actualizar planes de manejo y acciones de año 1 a 4. 2.12. Evaluación de la nueva legislación y aplicablilidad en la conservación y protección de humedales, sistemas dunares y playas.	1. Aumento de hectáreas en zonas de conservación y áreas protegidas que contemplen humedales, sistemas dunares y playas. 2. Aumento en los niveles vegetacionales de humedales, sistemas dunares y playas
3. Rehabilitación y restauración ecológica de humedales	3.1. Diagnóstico y elaboración de un Plan Regional de Rehabilitación y Restauración Ecológica, priorizando humedales. 3.2. Articular el diseño del plan regional de rehabilitación y restauración ecológica de humedales con políticas nacionales vinculadas a restauración del paisaje (Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030). 3.3. Identificar y priorizar zonas potenciales de rehabilitación según diversos criterios vinculados al Plan Maestro.	3.4. Difusión del Plan Regional de Rehabilitación y Restauración Ecológica de humedales. 3.5. Implementación de financiamiento público y privada para la aplicación del Plan Regional de Rehabilitación y Restauración Ecológica de humedales. 3.6. Generación de proyectos pilotos que fomenten la implementación de las medidas de restauración del Plan Regional de Rehabilitación y Restauración Ecológica de humedales.				1. Aumento de iniciativas de Rehabilitación y Restauración Ecológica de Humedales en la región. 2. Evaluación sobre el alcance del Plan Regional de Rehabilitación y Restauración Ecológica de humedales.
4. Investigación y monitoreo de sistemas dunares, humedales y playas	4.1. Identificación de temáticas prioritarias y desarrollar proyectos de investigación en temas como el carbono azul, investigación multidisciplinar en humedales - hidrología, geomorfología de playas y sistemas dunares, oceanografía, química del carbono, fisiología vegetal, biología, entre otras. 4.2. Generar investigación sobre los impactos del cambio climático sobre ecosistemas marinos y sus servicios ecosistémicos. 4.3. Generar investigación para la propuesta e implementación de medidas de adaptación en humedales, sistemas dunares y playas 4.4. Fortalecimiento de la transferencia conocimiento a sector público, privado y sociedad civil.	4.5. Diseño e implementación de un plan de monitoreo de salud ecosistémica y bienestar humano (calidad del agua, hábitat, fauna y flora, calidad de vida, salud humana vinculada a humedales, sistemas dunares y playas)				1. Aumento en el número de iniciativas de monitoreo 2. Aumento de instancias de transferencia de información entre la academia, el sector público y privado, y sociedad civil. 3. Generación de programas de investigación con financiamiento para el monitoreo y seguimiento de medidas implementadas en los humedales, sistemas dunares y playas
Institución Responsable	Ministerio de Medio Ambiente					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Bienes Nacionales; Armada; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Vivienda y Urbanismo; Ministerio de Defensa Nacional; Ministerio de Educación; Ministerio de Obras Públicas; de Agricultura; CONAF; Universidades Regionales.					
Estimación del costo de la medida	UF 35.000 - 45.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Mitigación, ganancias de biodiversidad y aumento de servicios ecosistémicos, contribución al secuestro de carbono					
Nivel de transversalización de género	Ciega					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA); Fondo Nacional de Desarrollo Regional; Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico; Fondo para la Innovación y Competitividad; Nodos y nuevos instrumentos ANID; Privados					
Instrumentos	Plan de Acción Nacional de Cambio Climático; Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático;Plan Nacional de Protección de Humedales; Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 – 2030; Plan de Adaptación del Sector Biodiversidad; Ley Nº 21.202, modifica diverso legales con el objetivo de proteger los Humedales Urbanos y el Decreto Nº 15 de 2020 del Ministerio del Medio Ambiente que establece Reglamento de la Ley Nº21.202.					

Ficha 2: Ordenamiento territorial para la protección y conservación de ecosistemas y especies vulnerables terrestres

Nombre de la ficha	**Ordenamiento territorial para la protección y conservación de ecosistemas y especies vulnerables terrestres**					
Objetivo específico a que obedece	Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marino-costero; Fomento de la adaptación basada en ecosistema; Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional					
Categoría de la medida	Adaptacion					
Descripción de la ficha	Se propone el desarrollo y aplicación de acciones de conservación y protección, así como de generación de conocimiento y restauración ecológica enfocados en resguardar el equilibrio hídrico y biodiversidad de ecosistemas silvestres de la Región. Se busca coo de ecosistemas silvestres para identificar potenciales refugios climáticos. Ya recuperados, restaurados y protegidos, se apunta al uso de soluciones basadas en la naturaleza para aportar a la seguridad hídrica del interfaz urbano-rural-silvestre, de acuerdo a las características l					
Meta o resultados esperados	Avanzar en el aumento y consolidación de zonas de protección y conservación de ecosistemas vulnerables dentro de la Región, a través del ordenamiento territorial y la integración del riesgo climático en su aplicación.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Recuperar, restaurar y proteger ecosistemas silvestres de la Región, que considere el equilibrio agua-suelo-vegetación	1.1. Generar catastro para la identificación, aumento de extensión o creación de nuevas áreas protegidas y/o figuras de protección, en zonas donde habitan las especies vulnerables de flora y fauna nativa de la Región, incluyendo zonas asociadas a glaciares y glaciares rocosos.	1.2. Gestionar planes de implementación para asegurar y proteger corredores de protección que conecten las áreas actualmente protegidas. 1.3. Aplicar instrumentos de protección en sitios y zonas prioritarias para la conservación biológica. 1.4. Entender características de atributos funcionales de la vegetación silvestre asociadas a una mayor eficiencia del uso del agua desde la planta al	1.5. Implementar piloto de acciones de restauración ecológica que permitan la reconexión de parches vegetacional, el fortalecimiento de infraestructura verde, la conservación de biodiversidad y recursos genéticos de la Región.	1.6. Zonificar junto a un Plan Regulador nuevas áreas de protección y conservación dentro de la Región.	1.7. Integrar áreas de protección y conservación a la reducción del riesgo de desastres (RDD) en las herramientas de planificación territorial, permitiendo disminuir perdidas de habitat de flora y fauna nativa.	1. Aumento de superficie en hectáreas de Áreas de Protección y Conservación dentro de la Región. Aumento de inversión e iniciativas de restauración ecológicas visualizadas a escala regional en la Plataforma virtual de Restauración Ecológica del Ministerio del Medio Ambiente.
2. Proteger de riesgo hídrico a ecosistemas en zonas de interfaz	2.1. Catastro georreferenciado de ecosistemas vulnerables en zonas de interfaz urbano-rural dentro de la región.	2.2. Impulsar una política de cero construcciones industriales en zonas cercanas al paso o hábitat de especies vulnerables. 2.3. Normar y limitar proyectos inmobiliarios con el fin de proteger las áreas verdes y ecosistemas silvestres. 2.4. Implementar normativa de ordenamiento territorial para evitar loteos ilegales en zonas de riesgo, afectación de ecosistemas vulnerables y laderas de cuencas. 2.5. Normar y fiscalizar actividades recreativas y productivas en matorrales y bosques. 2.6. Modificar la Ley de Arbolados, privilegiando la flora nativa.	2.7. Zonificación de glaciares rocosos para su protección, en zonas expuestas a faenas mineras dentro de la Región.			1. Generación de informe técnico donde se reconozcan ecosistemas vulnerables en zonas de interfaz con riesgo hídrico. Tramitación y/o aplicación de normativas establecidas.
Institución Responsable	Ministerio de Medio Ambiente					
Institución(es) colaboradora(s)	Consejo de Monumentos Nacionales; Gobierno Regional; Ministerio de Bienes Nacionales; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Vivienda y Urbanismo; Municipalidades; Ministerio de Obras Públicas; Ministerio de Agricultura; Corporación Naciona					
Estimación del costo de la medida	UF 40.000 - 60.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Mitigación					
Nivel de transversalización de género	Ciega					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA); Fondo Nacional de Desarrollo Regional, Fondo de Innovación para la Competitividad					
Instrumentos	Estrategia Regional de Desarrollo (ERD); Planes reguladores comunales; Plan nacional de Adaptación al Cambio Climático; Plan Regulador Intercomunal (PRI); Plan Regional de Ordenamiento Territorial; Estrategia Nacional y Regional de Biodiversidad; Sistema Nac la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE					

Ficha 3: Fomento de la investigación científica sobre interacciones entre flora-fauna silvestre y el entorno para su conservación y protección

Nombre de la ficha	**Fomento de la investigación científica sobre interacciones entre flora-fauna silvestre y el entorno para su conservación y protección**					
Objetivo específico a que obedece	Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marino-costero; Fomento de la adaptación basada en ecosistema; Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio climatico en la gestión regional					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la ficha	De acuerdo a las obligaciones y normativas asumidas y generadas por Chile respecto a la convención CITES, la presente medida propone aumentar y profundizar el conocimiento científico sobre las bases biológicas, ecológicas y ecofisiológicas que subyacen las ejercer programas y planes de conservación y protección integral, basados en la aplicación de conocimiento y desarrollo científico y tecnológico.					
Meta o resultados esperados	Fortalecer las bases científicas para la conservación y protección de la flora y fauna silvestre de la Región de Coquimbo y sus interacciones con el medio.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Fomentar la investigación científica sobre las bases biológicas, ecológicas y ecofisiológicas que sostienen las interacciones entre flora y fauna silvestre.	1.1. Revisión, sistematización y consolidación de bases de datos sobre investigaciones científicas de flora y fauna de la Región de Coquimbo. 1.2. Catastro de las capacidades técnicas y de capital humano para desarrollar investigación de punta sobre interacciones entre flora y fauna. 1.3. Establecer un presupuesto Regional basal para fortalecer investigación la científica de las interacciones entre flora y fauna en un contexto de cambio global.	1.4. Fomentar y gestionar proyectos de investigación intra, inter y transdisciplinarias para abordar vacíos y brechas de información científica respecto a componentes biológicos, ecológicos y ecofisiológicos que subyacen las interacciones entre flora y fauna silvestre. 1.5. Ejecución de proyectos de investigación para la conservación y protección de flora y fauna silvestre.	1.6. Ejecución de proyectos de investigación para la conservación y protección de flora y fauna silvestre.	1.7. Ejecución de proyectos de investigación para la conservación y protección de flora y fauna silvestre.	1.8. Gestión para establecer un programa de monitoreo y modelacción a largo plazo de interacciones entre flora y fauna con fines de conservación y protección. 1.9. Desarrollar y gestionar un plan Regional de conservación y protección de especies de flora y fauna silvestre claves para el equilibrio ecosistémico.	1. Aumento y profundización del conocimiento de las interacciones entre flora y fauna silvestre y las características de su entorno. 2. Aumento en la inversión pública-privada en ciencia y tecnología enfocada en comprender las relaciones dentro y entre flora y fauna, y su entorno natural.
2. Establecer y priorizar sitios con características de corredores biológicos y/ o refugios climáticos para conservación y protección.	2.1. Revisar y actualizar el catastro de flora y fauna de la Región de Coquimbo. 2.2. Identificación de presiones y barreras a las intercaciones entre flora y fauna, especialmente en especies claves para el equilibrio ecosistémico. 2.3. Desarrollar un plan Regional para establecer y priorizar la conservación y protección de sitios con potencial para cooredores biológicos y/o refugios climáticos.	2.4. Implementación del plan Regional para establecer y priorizar la conservación y protección de sitios con potencial para ser corredores biológicos y/o refugios climáticos. 2.5. Seleccionar sitios prioritarios en cada Provincia de la Región para monitoreo constante.	2.6. Establecer criterios mínimos para la delimitación de corredores biológicos y refugios climáticos.	2.7. Gestión para el desarrollo de observación y monitoreo constante de corredores biológicos y refugios climáticos.	2.8. Gestión para la continuidad e implementación a largo plazo de un plan Regional para la conservación y protección de corredores biológicos y refugios climáticos.	1. Avances en la conservación y protección de sitios con características de corredores biológicos y refugios climáticos en las tres provincias de la Región de Coquimbo. 2. Aumento de inversión pública-privada para la observación y monitoreo de corredores biológicos y refugios climáticos.
Institución Responsable	Gobierno Regional					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Inovación; Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Relaciones Exteriores; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Obras Públicas; Ministerio de Agricultura; Municipalidades; Corporación Nacional Investigaciones Agropecuarias (INIA); CORFO; Comité de Capital Natural; Universidades Regionales y Centros de Investigación.					
Estimación del costo de la medida	UF 70.000 - 100.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Mitigación					
Nivel de transversalización de género	Ciega					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Inversión para la Competitividad; Fondo de Protección Ambiental (FPA); Fondo Nacional de Desarrollo Regional; ANID; Fondo de Investigación del Bosque Nativo - CONAF, GEF; Aportes Privados, Fondos Internacionales.					
Instrumentos	Ley N°20.962; Ley Marco de Cambio Climático; Estrategia Climatica de Largo Plazo; Estrategia Regional de Desarrollo (ERD); Planes reguladores comunales; Plan nacional de Adaptación al Cambio Climático; Plan Regulador Intercomunal (PRI); Plan Regional de Ordenami Biodiversidad; Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE					

Ficha 4: Búsqueda de nuevas fuentes y fomento del uso sustentable del agua

Nombre de la medida	**Busqueda de nuevas fuentes y fomento del uso sustentable del agua**
Objetivo específico a que obedece	Manejo Político-Administrativo del Cambio Climático, Reducción del Riesgo Climático y Coordinación intersectorial e interinstitucional.
Categoría de la medida	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hídrica y Educación para el Cambio Climático.
Descripción de la ficha	A partir de la implementación de estrategias de reutilización de agua, infiltración, identificación de nuevas fuentes y desarrollo de conciencia social, se busca aportar a la sustentabilidad en el uso del agua. Este proceso apunta que mediante el uso de tec más sustentable del agua, en escalas diferenciadas, siendo de relevancia la mirada integrada de cuenca, pero también el aporte de la sociedad y de la población sobre el uso de los recursos hídricos en el territorio en el cual se encuentra inserto.
Meta o resultados esperados	Mantener e incrementar la oferta de agua en los territorios a partir de la implementación de estrategias de reutilización de aguas a distintas escalas, pero también favorecer la prospección de nuevas fuentes de agua (superficial y subterránea) para satisfacer

Actividades	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de Progreso de la Actividad
1. Generar planes, estrategias y proyectos que permitan incorporar la recuperación de aguas grises.	1.1. Prospección de tecnologías para la recuperación de aguas grises bajo condiciones de la Región de Coquimbo. 1.2. Análisis legal sobre los alcances de la reutilización de aguas grises (propiedad, usos). 1.3. Definición de una línea base sobre la reutilización de agua en la región. 1.4. Estimación de la disponibilidad de aguas grises en la región. 1.5. Desarrollo de un plan de financiamiento para inversiones para la recuperación de aguas grises. 1.6. Desarrollo de un plan maestro para la reutilización de aguas grises en la región. 1.7. Desarrollo de una estrategia de posicionamiento de soluciones tecnológicas para la reutilización de aguas grises a escala domiciliaria, industrial y empresarial. 1.8. Desarrollo de un plan de difusión y transferencia tecnológica para reutilización de aguas grises.	1.9. Implementación del plan maestro de reutilización de aguas grises en la región. 1.10. Implementación del plan de financiamiento para inversiones para la recuperación de aguas grises. 1.11. Implementación del modelo de posicionamiento de soluciones a distintas escalas. 1.12. Implementación Difusión y transferencia tecnológica de soluciones para la reutilización de aguas grises. 1.13. Seguimiento y evaluación del plan de financiamiento para inversiones. 1.14. Seguimiento del modelo de posicionamiento de soluciones a distintas escalas.	1.15. Seguimiento y evaluación del plan maestro para la reutilización de aguas grises en la región. 1.16. Seguimiento y evaluación del plan de financiamiento para inversiones. 1.17. Seguimiento del modelo de posicionamiento de soluciones a distintas escalas.	1.18. Seguimiento y evaluación de la aplicación del plan maestro regional de reutilización de aguas grises.		• Tecnologías identificadas aplicables a la condición local para la reutilización de aguas grises. • Tecnologías implementadas de acuerdo al plan de inversiones. • Plan maestro de reutilización de aguas grises implementado. • Iniciativas ejecutadas de reutilización según el plan maestro.
2. Generar planes de concientización hídrica domiciliaria	2.1. Línea base sobre concientización en el uso del agua, bajo la realidad local de la región de Coquimbo. 2.2. Prospección de fuentes de financiamiento orientadas al desarrollo de planes de concientización social en temáticas de relevancia.	2.3. Desarrollo de un plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario urbano. 2.4. Desarrollo de un plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario rural. 2.5. Desarrollo de un plan de difusión para la concientización hídrica. 2.6. Desarrollo de un plan de identidad regional sobre el uso eficiente del agua a nivel domiciliario.	2.7. Implementación de un plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario urbano. 2.8. Implementación de un plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario rural. 2.9. Implementación de un plan de difusión para la concientización hídrica. 2.10. Implementación de un plan de identidad regional sobre el uso eficiente del agua a nivel domiciliario.	2.11. Seguimiento del plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario urbano. 2.12. Seguimiento del plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario rural. 2.13. Seguimiento del plan de difusión para la concientización hídrica. 2.14. Seguimiento del plan de identidad regional sobre el uso eficiente del agua a nivel domiciliario.	2.15. Seguimiento del plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario urbano. 2.16. Seguimiento del plan de concientización para el uso del agua a nivel domiciliario rural. 2.17. Seguimiento del plan de difusión para la concientización hídrica. 2.18. Seguimiento del plan de identidad regional sobre el uso eficiente del agua a nivel domiciliario.	• Hogares intervenidos con los planes de concientización hídrica a nivel urbano. • Hogares intervenidos con los planes de concientización hídrica a nivel rural. • Incorporación tecnológica para la concientización en el uso de agua domiciliario. • Material desarrollado para la concientización hídrica domiciliaria.
3. Promover la recarga natural y artificial de acuíferos	3.1. Línea base para la definición de tecnologías y métodos de Recarga Artificial de Acuíferos (RAA). 3.2. Línea base para la definición de tecnologías y métodos de Recarga Natural de Acuíferos (RNA). 3.3. Catastro de iniciativas de RAA desarrolladas en la región. 3.4. Catastro de iniciativas de RNA desarrolladas en la región. 3.5. Evaluación de iniciativas de RAA ejecutadas en la región. 3.6. Evaluación de iniciativas de RNA ejecutadas en la región. 3.7. Diagnóstico de los instrumentos de fomento a la RAA, a nivel local y nacional.	3.8. Propuesta técnica de metodologías y tecnologías para la RAA y RNA en la región. 3.9. Fortalecimiento de los instrumentos de financiamiento para la RAA y RNA. 3.10. Propuesta técnica de identificación de sitios potenciales de RAA y RNA para la región a diversas escalas. 3.11. Desarrollo de un Plan Maestro regional para la RAA y RNA.	3.12. Priorización de tecnologías para la RAA y RNA. 3.13. Priorización de sitios para la RAA y RNA. 3.14. Implementación del Plan Maestro Regional para la RAA y RNA.	3.15. Implementación de puntos de RAA y RNA en la región. 3.16. Seguimiento y. Evaluación del Plan Maestro para la RAA y RNA.	3.17. Implementación de puntos de RAA y RNA en la región. 3.18. Seguimiento y. Evaluación del Plan Maestro para la RAA y RNA.	• Tecnologías identificadas aplicables a la región en RAA y RNA. • Sitios intervenidos para RAA. • Sitios intervenidos para RNA. • Actividades desarrolladas de acuerdo al Plan Maestro Regional.
4. Búsqueda de nuevas fuentes de agua (uso sustentable)	4.1. Estimación de la demanda de agua a satisfacer con una nueva fuente superficial. 4.2. Estimación de la demanda de agua a satisfacer con una nueva fuente subterránea. 4.3. Prospección nuevas fuentes de agua superficial y subterránea. 4.4. Prospección de fuentes de financiamiento orientadas a las nuevas fuentes de agua superficial y subterránea	4.5. Propuesta técnica para la identificación de sitios potenciales con nuevas fuentes de agua superficial. 4.6. Propuesta técnica para la identificación de sitios potenciales con nuevas fuentes de agua subterránea. 4.7. Desarrollo de un programa de implementación de nuevas fuentes de agua superficial. 4.8. Desarrollo de un programa de implementación de nuevas fuentes de agua subterránea. 4.9. Desarrollo de un plan de manejo sustentable de nuevas fuentes superficiales.	4.10. Implementación de nuevas fuentes de agua superficial. 4.11. Implementación de nuevas fuentes de agua subterránea. 4.12. Ejecución del plan de manejo sustentable de nuevas fuentes superficiales. 4.13. Ejecución del plan de manejo sustentable de nuevas fuentes subterráneas.	4.14. Seguimiento del impacto de las nuevas fuentes superficiales. 4.15. Seguimiento del impacto de las nuevas fuentes subterráneas.	4.16. Seguimiento del impacto de las nuevas fuentes superficiales. 4.17. Seguimiento del impacto de las nuevas fuentes subterráneas.	• Nuevas fuentes de agua superficial y subterránea identificadas. • Iniciativas desarrolladas para nuevas fuentes de agua. • Sitios potenciales identificados en la región como nueva fuente.
5. Incorporación de procesos de reutilización y/ o recarga	5.1. Prospección de tecnologías para la reutilización de aguas a nivel domiciliario, industrial y empresarial. 5.2. Prospección de tecnologías para la RAA a pequeña escala. 5.3. Desarrollo de un plan de incorporación tecnológica a nivel domiciliario, industrial y empresarial. 5.4. Desarrollo de un plan de incorporación tecnológica para la RAA a pequeña escala. 5.5. Desarrollo de un plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de procesos de reutilización de agua y RAA a pequeña escala. 5.6. Prospección de fuentes de financiamiento orientados a la incorporación de reutilización de agua en procesos y RAA a pequeña escala.	5.7. Creación de un plan de fomento a la incorporación de reutilización de agua en procesos a nivel domiciliario, industrial y empresarial. 5.8. Creación de un plan de fomento a la RAA a pequeña escala. 5.9. Implementación del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de procesos de reutilización de agua y RAA a pequeña escala. 5.10. Implementación del plan de fomento a la incorporación de reutilización de agua en procesos a nivel domiciliario, industrial y empresarial y RAA a pequeña escala.	5.11. Seguimiento del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de procesos de reutilización de agua. 5.12. Seguimiento del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de RAA a pequeña escala.	5.13. Seguimiento del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de procesos de reutilización de agua. 5.14. Seguimiento del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de RAA a pequeña escala.	5.15. Seguimiento del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de procesos de reutilización de agua. 5.16. Seguimiento del plan de difusión y transferencia tecnológica para la incorporación de RAA a pequeña escala.	• Tecnologías identificadas para la reutilización de agua a nivel domiciliario, industrial y empresarial. • Tecnologías identificadas para la RAA a pequeña escala. • Plan de incorporación tecnológica implementado. • Plan de difusión y transferencia tecnológico implementado.

Institución Responsable	Gobierno Regional de Coquimbo
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional (Divisiones), Ministerio de Obras Públicas, Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Superintendencia de Servicos Sanitarios, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Salud, SEREMI de Salud, Direcció Nacional de Riego, Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Corporación regional de Desarrollo Productivo, Universidades, Centros de Investigación Regional y Nacionales.
Estimación del costo de la medida	UF 200.000 - 350.000
Sinergias o co-beneficios de la medida	La implementación de estrategias de trabajo que orienten a reutilizar el agua y ser más eficiente en su uso se plantea como un desafío de relevancia. Se visualiza que el trabajo realizado en la búsqueda de nuevas fuentes o de estrategias de reutilización, deben relevancia sobre la sociedad. Se destaca que, estrategias que apunten a la reutilización de agua deben orientarse en todas estas escalas, acompañadas de planes de difusión y transferencia, incorporación tecnológica y financiemiento específico. A nivel de la prospecci maneras sustentables de extracción, aportanto al equilibrio entre oferta y demanda, pero también entre agua superficial y subterránea, siendo un complemento en zonas limitadas, o única fuente en zonas con restricción de agua.
Nivel de transversalización de género	Ciega al género
Posibles fuentes de financiamiento	Gobierno Regional, Direccion de Obras Hidráulicas (DOH), Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Educación (MINEDUC), Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio de Vialidad y Urbanismo, Comisión Nacional de Riego (CNR), Corporación de Fomento Productivo (CORF
Instrumentos	Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, Plan Nacional de Recarga de Acuíferos para la Agricultura, Planes de Emergencia y Escasez Hídrica, Estrategia Reional de

Ficha 5: Fortalecimiento institucional y mejora de la infraestructura hídrica para mejorar la gestión del agua bajo un escenario de cambio climático

Nombre de la medida	**Fortalecimiento institucional y mejora de la infraestructura hídrica para mejorar la gestión del agua bajo un escenario de cambio climático**					
Objetivo específico a que obedece	Coordinación intersectorial e interinstitucional y Manejo Político-Administrativo del Cambio Climático.					
Categoría de la medida	Fomento de la seguridad y sostenibiliad hídrica y fortalecimiento de instrumentos de financiamiento.					
Descripción de la ficha	Mediante la adopción e incorporación de capacidades específicas en temáticas hídricas, desarrollo de estrategias de gestión y fortalecimiento de planes y programas de inversión, se busca fortalecer la capacidad de adaptación de las organizaciones de usuarios y disponibilidad de agua. Este proceso permitirá mejorar la capacidad de respuesta de los territorios a cambios en la dinámica y oferta de agua. Por su parte, la intervención en el entorno hídrico, a nivel de planes y/o programas, permitirán fortalecer la infraestructura hídrica y su adaptación a los efectos del cambio climático.					
Meta o resultados esperados	Fortalecer la resiliencia de la infraestructura hídrica existente en la región, para mantener o incrementar la oferta de agua para las actividades económicas y reducir la incertidumbre de la disponibilidad de agua.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Incremento de la capacidad de almacenamiento de agua	1.1. Desarrollo de la línea base para determinar la capacidad de almacenamiento de agua a nivel intra predial. 1.2. Diseño de un programa de inversiones intraprediales para la construcción de nuevas obras de almacenamiento. 1.3. Diseño de un programa de inversiones intraprediales para la re-habilitación de obras de almacenamiento. 1.4. Diseño de un programa de fomento para la construcción y rehabilitación de infraestructura extra predial. 1.4. Estudio para la priorización de inversiones intra prediales. 1.5. Estudio para la priorización de inversiones extra prediales. 1.6. Estudio de evaluación sobre el impacto de las inversiones extra prediales en el balance de cuenca. 1.7. Estudio para la implementación de grandes obras de almacenamiento.	1.8. Implementación del programa de inversiones intrapredriales para la construcción de nuevas obras. 1.9. Implementación del programa de inversiones intrapredriales para la re-habilitación. 1.10. Implementación del programa de inversiones extra prediales. 1.11. Seguimiento y evaluación del plan de inversiones intra prediales para la construcción de nuevas obras. 1.12. Seguimiento y evaluación del programa de inversiones extra prediales.	1.13. Seguimiento y evaluación del plan de inversiones intra prediales para la construcción de nuevas obras. 1.14. Seguimiento y evaluación del plan de inversiones intra prediales para la rehabilitación. 1.15. Seguimiento y evaluación del programa de inversiones extra prediales.	1.16. Seguimiento y evaluación del plan de inversiones intra prediales para la construcción de nuevas obras. 1.17. Seguimiento y evaluación del plan de inversiones intra prediales para la rehabilitación. 1.18. Seguimiento y evaluación del programa de inversiones extra prediales.		• Obras menores de almacenamiento construidas de acuerdo al programa de nuevas inversiones. • Hectáreas beneficiadas con la implementación de nuevas inversiones. • Beneficiarios participantes del programa de nuevas inversiones. • Obras menores de almacenamiento habilitadas por el programa de rehabilitación. • Hectáreas beneficiadas con la rehabilitación de obras. • Beneficiarios participantes del programa de rehabilitación de obras.
2. Análisis de buenas prácticas en otras latitudes sobre gestión del agua.	2.1. Prospección de modelos de buenas prácticas de gestión hídrica. 2.2. Definición de una línea base de las buenas prácticas de gestión hídrica en Chile. 2.3. Línea base para el desarrollo del concepto de buenas prácticas de gestión hídrica. 2.4. Definición de los alcances del concepto de buenas prácticas de gestión hídrica.	2.5. Desarrollo de un modelo de buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.6. Desarrollo de los requerimientos técnicos y financieros para la implementación de buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.7. Desarrollo de un modelo de financiamiento para la aplicación de las buenas de gestión hídrica organizacional. 2.8. Desarrollo de un modelo para la selección de organizaciones piloto para la implementación de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.9. Desarrollo de un plan de difusión y posicionamiento de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional.	2.10. Identificación y selección de organizaciones piloto para la implementación de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.11. Desarrollo y ejecución de un plan de seguimiento y evaluación de la implementación de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.12. Desarrollo y ejecución de un plan de evaluación de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.13. Implementación y seguimiento del plan de difusión y posicionamiento de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional.	2.14. Evaluación de la implementación de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional. 2.15. Seguimiento del plan de difusión y posicionamiento de las buenas prácticas de gestión hídrica organizacional.		• Organizaciones de usuarios de agua con buenas prácticas de gestión hídrica organizacional implementada. • Certificaciones en buenas prácticas de gestión hídrica organizacional.
3. Modificar la politica de inversión de entubación de agua	3.1. Evaluación de criterios sujetos de análisis en los programas de financiamiento de obras de riego y drenaje. 3.2. Desarrollo de un plan de ajuste a los programas de financiamiento en obras de riego y drenaje. 3.3. Estudio de estado, alcance e impacto de programas o planes existentes para la inversión en riego y drenaje.	3.4. Estudio para la definición de nuevos criterios para el financiamiento de obras de riego y drenaje. 3.4. Estudio en base a modelación. hidrológica para la evaluación del impacto de obras de entubación en sectores críticos de las cuencas.				• Modificaciones a las bases de los programas de inversión para obras de riego y drenaje. • Nuevos criterios y/o consideraciones para la evaluación de nuevos proyectos de riego y drenaje.
Institución Responsable	Gobierno Regional de Coquimbo					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional (Divisiones), Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas, Dirección General de Aguas, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente, Comisión Nacional de Riego, Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Universidades, Cen					
Estimación del costo de la medida	UF 200.000 - 300.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	A través de la aplicación de estas medidas se espera fortalecer la gestión del agua a través de la incorporación de capacidades específicas para la gestión del agua a nivel de organizaciones y entorno hídrico, pero también mediante la inversión en infraestructura crítica. La adopción de capacidades que permitan mejorar la toma de decisiones, ajustar el manejo del agua en el territorio y el fortalecimiento de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) apuntar a la reducción de las brechas hídricas. Por su parte, el fortalecimiento de planes y/o programas de inversión ajustados a las realidades locales, permitirían favorecer e incrementar el impacto de estas sobre la disponibilidad de agua en el territorio, representado en reducción de pérdidas por conducción, incremento en la capacidad de almacenamiento y capacidad de respuesta a la dinámica hídrica del territorio.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Gobierno Regional, Direccion de Obras Hidráulicas (DOH), Ministerio de Obras Públicas (MOP), Comisión Nacional de Riego (CNR), Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Fondo concursable para las organizaciones de Usuarios de Agua					
Instrumentos	Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, Ley de Fomento al Riego y Drenaje, Fondos Concursables Organizaciones de Usuarios de Aguas, Planes de Regulación y Embalses, Planes de Emergencia y Escasez Hídrica, Estrategia Reional de innovación.					

Ficha 6: Impulsar la investigación científica para recuperar, restaurar y proteger ecosistemas naturales en función del flujo de carbono y eficiencia en el uso del agua

Nombre de la ficha	**Impulsar la investigación científica para recuperar, restaurar y proteger ecosistemas naturales en función del flujo de carbono y eficiencia en el uso del agua**					
Objetivo específico a que obedece	Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marino-costero; Fomento de la adaptación basada en ecosistema; Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la ficha	En base al Artículo 1° y las deficniciones del Artículo 3° de la Ley Marco de Cambio Climático donde se menciona transitar a un desarrollo bajo en emisiones hasta alcanzar y mantener la carbono nutralidad, así como resguardar la seguridad hídrica, la presen características de ecosistemas naturales que permitan capturar y almacenar carbono y agua. Junto a la profundización y generación de nuevo conocimiento, esta medida también propone el desarrollo y establecimeinto de un plan Regional de Restauración Ecológica de suelos y la capacidad de captura y almacenamiento de carbono y agua de ecosistemas naturales de la Región de Coquimbo.					
Meta o resultados esperados	Aumento del conocimiento científico sobre atributos funcionales de suelos y ecosistemas naturales de la Región respecto a la función fuente-sumidero de carbono, y flujo-ciclo hidrológico. Gestión de un Plan Regional de Restauración Ecológica de suelos y eco agua.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Generar y profundizar conocimiento sobre el flujo de carbono y agua en ecosistemas naturales de la Región	1.1. Sistematización de una base de datos para la gestionar vacíos y brechas de información científica respecto a componentes de los ecosistemas naturales asociados al flujo de carbono. 1.2. Revisión y sistematización de las bases de datos para gestionar vacíos y brechas de información científica respecto a componentes de los ecosistemas naturales asociados al ciclo hidrológico. 1.3. Catastro de las capacidades técnicas y de capital humano para desarrollar estudios de campo de parámetros bióticos y abióticos asociados a la capacidad de captura y almacenamiento de carbono y agua en ecosistemas naturales de la Región	1.4. Establecer criterios mínimos de la función fuente-sumidero de carbono en ecosistemas naturales de la Región. 1.5. Establecer criterios mínimos de la función de captura y almacenamiento de agua en ecosistemas naturales de la Región. 1.6. Desarrollar una matriz de priorización de ecosistemas naturales piloto en los que se profundizará la investigación en torno al flujo de carbono y ciclo hidrológico. 1.7. Desarrollar e implementar un programa Regional de investigación multidisciplanaria sobre la función fuente y sumidero de carbono, y captura y almacenamiento de agua de ecosistemas naturales.	1.8. Ejecución del programa Regional de investigación multidisciplinaria en base a criterios mínimos de función fuente-sumidero de carbono, y captura-almacenamiento de agua en ecosistemas naturales pilotos.	1.9. Ejecución del programa Regional de investigación multidisciplinaria en base a criterios mínimos de función fuente-sumidero de carbono, y captura-almacenamiento de agua en ecosistemas naturales pilotos.	1.10. Gestión para establecer un programa Regional de investigación multidisciplinaria a largo plazo de la función fuente-sumidero de carbonmo y captura-almacenamiento de agua en ecosistemas naturales de la Región de Coquimbo.	1. Aumento del conocimiento sobre atributos funcionales de suelos y ecosistemas naturales de la Región implicados en la función fuente-sumidero de carbono, y flujo y ciclo del agua. 2. Puesta en valor y aumento de la inversión pública-privada en ciencia y tecnología enfocada en comprender funciones ecosistémicas asociadas a la captura y almacenamiento de agua y carbono.
2. Recuperación y restauración ecológica de areas naturales degradadas en función del ciclo hidrológico, y captura y almacenamiento de carbono.	2.1. Generación de un catastro del estado de degradación ecosistemas naturales de la Región, respecto a su estructura, composición de especies y propiedades funcionales, especialmente de sitios prioritarios para la conservación. 2.2. Identificación de presiones y barreras bióticas y abióticas para evaluar la capacidad de regeneración y las funciones fuente-sumidero de carbono y flujo de agua en ecosistemas naturales degradados. 2.3. Desarrollar un plan Regional de restauración ecológica de suelos y ecosistemas degradados en función de la captura y almacenamiento de agua y carbono, y de aspectos socioecológicos.	2.4. Implementación del plan Regional de restauración ecológica de suelos y ecosistemas degradados en sitios prioritarios para la conservación, en función de la captura y almacenamiento de agua y carbono, y aspectos socioecológicos.	2.5. Monitoreo del proceso de restauración en sitios prioritarios para la conservación.	2.6. Monitoreo del proceso de restauración en sitios prioritarios para la conservación.	2.7. Gestión para la continuidad e implementación a largo plazo del proceso de restauración en sitios prioritarios para la conservación, y su aplicación en ecosistemas naturales degradados con potencial de captura y almacenamiento de agua y carbono.	1. Aumento de inversión pública-privada en iniciativas de restauración ecológicas para la recuperación de suelos y ecosistemas naturales degradados enfocados en la captura y almacenamiento de carbono y provisión de agua. 2. Contar con procesos de restauración ecológica en sitios priritarios para la conservación en las tres provincias de la Región.
Institución Responsable	Gobierno Regional					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Ciencia, Conocimiento, Tecnología e Inovación; Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Economía, Fomento y Turismo; Ministerio de Obras Públicas; Ministerio de Agricultura; Municipalidades; Corporación Nacional Forestal (CONAF); Instituto de Inves (SAG); Comité de Capital Natural; Universidades Regionales y Centros de Investigación.					
Estimación del costo de la medida	UF 160.000-200.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Mitigación					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Inversión para la Competitividad; Fondo de Protección Ambiental (FPA); Fondo Nacional de Desarrollo Regional; ANID; Fondo de Investigación del Bosque Nativo - CONAF, GEF; Aportes Privados.					
Instrumentos	Ley Marco de Cambio Climático; Estrategia Climatica de Largo Plazo; Estrategia Regional de Desarrollo (ERD); Planes reguladores comunales; Plan nacional de Adaptación al Cambio Climático; Plan Regulador Intercomunal (PRI); Plan Regional de Ordenamiento Territo Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE); Manual para la planificación del manejo de las áreas protegidas del SNASPE					

Ficha 7: Avances en la investigación científica integrativa, inter y transdiciplinaria para la conservación y protección de la zona costera y sus servicios ecosistémicos

Nombre de la medida	**Avances en la investigación científica integrativa, inter y transdiciplinaria para la conservación y protección de la zona costera y sus servicios ecosistémicos de la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Investigación en impactos y escenarios climáticos					
Categoría de la medida	Adaptación al cambio climático					
Descripción de la medida	Establecer diferentes medidas en pro de la investigación, cuidado y protección de las diferentes zonas costeras de la región de Coquimbo.					
Meta o resultados esperados	Avanzar en el conocimiento de los ecosistemas marino costeros y sus servicios de la región de Coquimbo, sus dinámicas comunitarias y/o poblacionales en pro de su conservación ante el escenario de cambio climático bajo un enfoque inter y transdiciplinario					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Investigar los impactos de las marejadas sobre la costa de la Región de Coquimbo bajo una perspectiva socioecológica	1.1. Generar una recopilación sistemática sobre la ocurrencia de eventos de marejadas reportados para la región de Coquimbo en los últimos 25 años, así como sus impactos ecológicos y socioeconómicos en los ecosistemas marinos y terrestres, obras portuarias, pesca y acuicultura, ecosistemas marinos	1.2. Estimar con base a la información recabada y los diferentes escenarios con respecto al cambio climático posibles impactos de las marejadas el nivel actual y futuro de amenazas, exposición y vulnerabilidad y riesgo para los diferentes ecosistemas, infraestructura y sistemas socioecológicos de la Región de Coquimbo	1.3. Co-diseñar y co-crear propuestas para la adaptación al incremento de marejadas en zonas costeras de la región de Coquimbo bajo una mirada inter y transdiciplinaria con actores de los sectores públicos, privados, academia y sociedad civil.	1.4. Socialización y validación con diferentes actores las diferentes estrategias de adaptación para afrontar los efectos de las marejadas en la Región de Coquimbo.	1.5. Implementación de las medidas de adaptación co-diseñadas y co-construidas frente al incremento de marejadas	1. Informe y base de datos con la información histórica recabada aunada a una nueva estrategia de alerta frente a marejadas bajo el escenario 8.5 del IPCC para la Región de Coquimbo. 2. Generación de instancias para diseñar estrategias de mitigación y adaptación a marejadas. 3. Portafolio de medidas de adaptación y mitigación frente al incremento de marejadas
2. Investigar la interacción y/ o impactos del turismo sobre los ecosistemas costeros	2.1. Generar un catastro y mapeo de las diferentes actividades turísticas realizasas en la zona costera de la Región de Coquimbo.	2.2. Establecer por unidades geográficas (playas) la intensidad de las diferentes actividades turísticas a lo largo del año y la variación de la misma a escala estacional e interanual.	2.4. Generación de instancias entre los sectores públicos y privados, sociedad civil y academia para la co-creación de un de un manual para el uso sostenible de las playas por parte del sector turismo			1. Generación de un plan de manejo sostenible de playas en la región de Coquimbo que coenga un manual de actividades prohibitivas que afecten o contaminen el mar, la franja de arena o la vegetación de las zonas.
3. Generar estudios de capacidad de carga en zonas costeras relacionadas con turismo, y pesca y acuicultura de la Región de Coquimbo		3.1. Estimar cuantitatitativamente el nivel de contaminación de los suelos y fondos marinos por desechos líquidos y solidos generados por la actividad turística, actividad pesquera y acuicultura, así como por combustibles u otros producto de los vehículos que circulan por las playas o sus alrededores. 3.2. Estimar cuantitativamente la contaminación de las aguas marinas por sustancias no biodegradables, residuos líquidos y desechos solidos derivados de la actividad turística, pesca y acuicultura.	3.3. Estimar la capacidad de carga ambiental para la Bahía de Tongoy, Guanaqueros, Los Vilos y Coquimbo-La Serena en base a las actividades productivas desarrolladas (turismo, pesca y acuicultura) 3.4. Estimar la capacidad de carga del equipamiento urbano asociado a las zonas costeras para establecer la dotación de cada playa en relación con la actividad turística de la región.			1. Monitoreo de las diferentes playas y bahías de la región de Coquimbo revisando y evaluando las diferentes capacidades de carga en cada una de las mismas sobretodo en cuanto al numero de visitantes. 2. Estimación el numero mínimo y/o máximo de visitantes turistas que pueden realizar visitas en las diferentes playas y zonas marino costeras de la región 3.Estimación de la capacidad de carga de las bahías de Tongoy, Guanaquero y Coquimbo-La Serena en términos de actividades pesqueras y acuicolas. 4. Elaboración del manual del capacidades de cargas para la región de Coquimbo y sus diferentes playas.
4.Establecer zonas con potencial de refugio climático para las especies marino costeras y recursos	4.1. Identificar de sitios en la región con potencial para establecerse como refugios climáticos. 4.2. Identificar el nivel de riesgo climático para cada uno de estos potenciales refugios climáticos	4.3. Generar nuevas investigaciones que permitan conocer las diferentes interacciones biológicas y ecológicas que se presentan al interior de los refugios climáticos, su variabilidad y sus tendencias en el tiempo	4.4. Establecer convenios científico-comunitarios que permitan detallar y establecer las características intrínsecas de cada área nominada en cuanto a su biodiversidad, geología y climatología.	4.5. Organizar mecanismos de integración y retroalimentación con las comunidades humanas cercanas a las potenciales refugios climáticos para establecer la importancia de las mismas y su relación con la sostenibilidad de los recursos marino-pesqueros. 4.6. Establecer y/o actualizar figuras de protección marina en aquellos sitios previamente identificados como potenciales refugios climáticos de biodiversidad.		1. Incorporación dentro de las de la figuras de protección oficial del Estado a los potenciales refugios climáticos de la región de Coquimbo que permiten aminorar los efectos del cambio climático, y garantizar la persistencia de las especies las comunidades y los ecosistemas estimados.
5. Generación de un sistema de observación oceanográfico integrado para la Región de Coquimbo	5.1. Co-diseñar un sistema de observación oceanográfico integrado en tiempo real para la región de Coquimbo entre la academia, sectores publicos y sectores privados donde se identifiquen areas prioritarias y de importancia socio-ecológica como refugios climáticos 5.2. Monitoreo sistemático y durarero de medusas y fragatas portuguesas con un enfoque preventivo	5.3. Generación de mecanismos de financiamiento para la implementación y mantenimiento del sistema de observación oceanográfico integrado y en tiempo real de la Región de Coquimbo	5.4. Implementación de proyectos pilotos en Bahías como Guanaqueros, Coquimbo y Los Vilos.	5.5. Diseñar una plataforma regional que provea en tiempo real los datos entregados por el sistema oceanográfico integrado de la Región de Coquimbo.	5.6. Generación de una mesa técnica que haga seguimiento y mantenimiento al sistemas integrado oceanográfico, así como la calidad de los datos.	1. Diseño del sistema de monitoreo oceanográfico integrado en tiempo real 2. Número de sistemas de monitoreo a lo largo de la región
6. Generar sistemas de alerta frente a amenazas del cambio climático y eventos extemos	6.1. Co-diseñar un sistema alerta para la región de Coquimbo para la zona costera de la región de Coquimbo entre la academia, los sectores públicos y privados.	6.2. Generación de mecanismos de financiamiento para el desarrollo de sistemas de alerta y su implementación.	6.3. Implementación de proyectos pilotos de sistemas de alertas	6.4. Generación de una plataforma digital y un protocolo de alerta frente a eventos extremos derivados del cambio climático		1. Presencia de una plataforma digital para notificar sobre alertas relacionadas a eventos extremos y otros
Institución Responsable	Gobierno Regional de Coquimbo					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Medio Ambiente; Universidades y Centros de Investigación Regionales y Nacionales.					
Estimación del costo de la medida	UF 50.000 - 100.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Con el avance en el conocimiento de los ecosistemas marino costeros de la región de Coquimbo, sus dinámicas comunitarias y/o poblacionales en pro de su conservación ante el escenario de cambio climático se mantendrá una reserva de biodiversidad necesaria par biodiversidad en la región sino las dinámicas económicas de la región la cual es una región principalmente turística y con actividad pesquera.					
Nivel de transversalización de género	Ciega					
Posibles fuentes de financiamiento	Ministerio del Medio Ambiente, Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Fondo de Investigación Pesqu Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura (INDESPA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), Ministerio de Economía, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Organizaciones Privadas, Fondos Internaci					
Instrumentos	Planes sectoriales de adaptación (Biodiversidad, Zona Costera); Planes sectoriales de mitigación; Zonificación Borde Costero, Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030					

Ficha 8: Mejorar la resiliencia de las pesquerías y la acuicultura a través de la promoción del uso sostenible de recursos marinos y la reducción de riesgo

Nombre de la medida	**Mejorar la resiliencia de las pesquerías y la acuicultura a través de la promoción del uso sostenible de recursos marinos y la reducción de riesgo**					
Objetivo específico a que obedece	Coordinación intersectorial e interinstitucional y Manejo Político-Administrativo del Cambio Climático.					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la medida	Los recursos marinos aportan proteínas, ácidos grasos, vitaminas y otros micronutrientes esenciales para la salud humana como el yodo y el selenio. Al día de hoy, más de 4.500 millones de personas en el mundo obtienen más del 15% de su consumo de proteínas de p y mariscos. El cambio climático plantea grandes riesgos para la seguridad alimentaria a nivel mundial y regionalmente que se ven acrecentados por la interacción con variables no climáticos como la sobrepesca o la contaminación que también afectan la seguridad al					
Meta o resultados esperados	Avance efectivo en la busquedas de nuevos recursos pesqueros y acuícolas, así como en la recuperación de recursos vulnerables al cambio climático, pesca ilegal y sobre-explotación mediante el fortalecimiento de la institucionalidad regional y generación de					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1.Mejorar la implementación y la coordinación de políticas regionales para un manejo integrado de los recursos pesqueros y sujetos a acuicultura y socialmente inclusivas	1.1. Verificar las tallas mínimas de peces y otros recursos marinos	1.2.Limitar actividades como pesca deportiva sobre especies claves en los ecosistemas 1.3. Prohibición de artes de pesca no sustentable. 1.4. Reducir el esfuerzo de pesca (número de naves pesqueras) de especies en peligro (sobrepesca, ...).	1.5. Informar y reforzar los procesos de marcos legales y mecanismos de denuncias frente a la pesca ilegal. 1.6. Reforzar programas de fiscalización sobre las actividades de extracción en áreas de libre acceso 1.7. Revisar y/o actualizar los derechos de uso o explotación exclusiva sobre los recursos bentónicos (invertebrados bentónicos y algas) de la Región de Coquimbo.	1.8. Generación de instancias para la creación de acuerdos institucionales para la impleentación de manejos integrados de recursos pesqueros y sujetos a acuicultura.		1. Nivel de modificaciones en las politicas regionales que asegure el manejo sustentable de los recursos a futuro. 2. Número de acuerdos institucionales
2. Instaurar una aproximación participativa en los procesos de toma de decisión con equidad de género para las pesquerias y recursos sujetos a acuicultura	2.1. Generar instancias de colaboración transdiciplinaria y la participacion de tomadores de decision en los diferentes sistemas/bahias, AMERBs y AAAs de la Región de Coquimbo sujetos a pesquerías y acuicultura	2.2. Mejoramiento de los procesos participativos mediante la integración de nuevos sistemas de conocimiento (conocimiento indigena, conocimiento local) con perspectiva de genero	2.3.Promover la participación de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales aunando a los actores relevantes de la zona en los diferentes eventos y discusiones con respecto a la protección y conservación de la biota marina asociada a las zonas costeras de la región. Propugnando por los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad de las actividades y por ende la consecución de las metas.			1. Número de instancias de participación entre sectores públicos, privados, y sociedad civil 2. Generación de mesas de trabajo de sustentabilidad de recursos
3. Reforzar programas de conservación, protección y fiscalización sobre las actividades de extracción en AMERBs y áreas de libre acceso	3.1. Generación un listado actualizado de especies sujetas a pesquerías y acuicultura vulnerables al cambio climático y claves para el funcionamiento de los ecosistemas. 3.2. Verificación las tallas mínimas para la extracción de recursos sujetos a pesquerías	3.3. Mejoramiento de los planes de manejo que fortalezcan el monitoreo de las pesquerías en zonas de libre acceso bajo un contexto integrativo y socio-ecologico	3.4. Mejoramiento y actualización de las estadísticas pesqueras con perspectiva de género			1. Número de programas de conservación, protección y restauración 2. Niveles de conservación, restauración y protección
4. Potenciar el monitoreo y la investigación en pesquerías y acuicultura para construir resiliencia socioecológica de las comunidades pesqueras y acuicultoras	4.1. Diseño de un plan de monitoreo oceanográfico (variables esenciales) en zonas sujetas a pesquería y acuicultura. 4.2. Identificación de refugios climáticos para especies sujetas a pesquerías y acuicultura mediante programas de investigación. 4.3. Generación de programas de respuesta frente a desastres y eventos extremos. 4.4. Desarrollo de investigación para la diversificación de recursos	4.5. Fortalecimiento de la investigacion relacionada con las respuestas socio-ecológicas al cambio climatico y los impactos del cambio climático en las pesquerías y aiucultura de la región de Coquimbo que incorporen aspectos como la reducción de riesgo, la modelación climática, la generación de pronósticos a corto y largo plazo, así como la generación de sistemas de alerta, la búsqueda de fuentes de capacidad adaptativa, la generación de redes sociales, y el desarorllo de aproximaciones diferentes en la toma de decisiones 4.6. Generar un monitoreo programado de los recursos bentónicos con problemas poblacionales de sostenibilidad basados en su tamaño poblacional así como de rasgos biológicos como el contra al tamaño mínimo de captura.	4.7. Realización de evaluaciones de riesgo para las diferentes pesquerías y especies sujetas a acuicultura de la Región de Coquimbo. 4.8. Evaluación de las actuales estrategias de manejo de los recursos identificando donde hay barreras y limitaciones, así como oportunidades para la adaptación al cambio climático			1. Planes de monitoreo oceanográfico y de recursos 2. Número de proyectos sobre diversificación acuicola. 3. Número de programas de respuesta frente a desastres. 4. Número de investigaciones sobre riesgos climáticos y recursos pesqueros y acuicolas
5. Mejoramiento de las artes y tecnologias de pesca	5.1. Generar programas de acuicultura para la cría de alimento para las especies con más riesgo a ser afectadas por el cambio climático.	5.3. Evaluar y utilizar herramientas y técnicas de la acuicultura para repoblar con organismos más resistentes o tolerantes al cambio climático	5.4. Instauración de programas pilotos que incorporen soluciones basadas en la naturaleza para reducir el riesgo al cambio climático de los recursos sujetos a pesca y acuicultura			1. Programas de mejoramiento de artes de pesca y tecnología acuicolas
6. Promover la certificación de pesquería y acuicultura sustentable	6.1. Generar instancias informativas sobre los tipos de certificaciones de sustentabilidad para la pesca y acuicultura.	6.2. Generar iinstncias de apoyo a la postulación y renovación de las certificaciones de sustentabilidad para la pesca y acuicultura.				1. Número de instancias informativas sobre certificación sustentable de recursos
7. Mejorar los mecanismos de financiamiento y mercado	7.1. Generación de mecanismos financieros y provisión de créditos para la incorporación de mejoras en las artes y tecnologías de pesca, así como sistemas de monitoreo	7.2. Generación de mecanismos financieros y provisión de créditos para certificación sustentable de las pesquerías y acuicultura desarrollada en la Región de Coquimbo	7.3. Evaluar esquemas de pagos por servicios ambientales para la conservación			1. Número de mecanismos financieros creados
8. Instalar un manejo de los recursos pesqueros basado en ciencia que incluya el conocimiento local e indígena y con perspectiva de género que refuerce los programas de conservación, protección y fiscalización sobre las recursos	8.1 Realizar un inventario de la biodiversidad de los ecosistemas marinos de importancia comercial asociados a la zona costera de la región. 8.2. Determinar los patrones de uso del hábitat y explotación de recursos por la fauna residente y migratoria en diferentes partes del año en las zonas costeras de la región. 8.3. Realizar o actualizar el sistema de clasificación de los diferentes hábitats marino costeros de la región con el fin de desarrollar un sistema de información geográfica de sus componentes tales como arrecifes, pastizales marinos, algas, peces, invertebrados entre otros.	8.4. Realizar estudios poblacionales en diferentes épocas para conocer la densidad y composición poblacional de las especies marinas tanto residentes como migratorias que se encuentren en categorías de peligro o extinción por haber estado expuestas a una excesiva explotación o por acciones indirectas de esta actividad comercial.	8.5. Realizar un estudios sobre la factibilidad de especies o recursos marinos como fuente de alimento para especies en categoría de riesgo presentes en las zonas costeras de la región. 8.6. Establecer el listado de especies con reproducción lenta y eficiente y las de lenta reproducción como potenciales candidatos a recurso de las especies en peligro de la región de Coquimbo 8.7. Establecer la factibilidad de utilizar estas especies como potenciales recursos para las especies terrestres en categorías de peligro y/o el beneficio economico de las poblaciones al poder comercializar parte de esta produccion.	8.8. Vincular a las comunidades locales a estos nuevos procesos productivos estableciendo los suficientes recursos presupuestarios y apoyos con las capacidades técnicas científicas suficientes para que puedan asumir adecuadamente el nuevo rol y cumplir con las metas asociadas a la medida.	8.9. Asegurar la participación y adecuada representatividad de todos los actores claves en los comités de manejo pesquero, composición que debería poder variar a lo largo del tiempo y que tenga en cuenta un enfoque de genero. Ademas, de la corresponsabilidad entre actores tanto públicos como privados e industriales y artesanales actores. 8.10. Establecer junto a los miembros de la comunidad y personal técnico científico el monitoreo de las rutas, zonas de alimentación, reproducción y migración de las diferentes especies asociadas a las zonas costeras de la región.	1. Número de estudios y proyectos que se centren en la sustentabilidad de recursos pesqueros bajo el contexto de cambio climático. 2. Instancias de participación y conformación de mesas de trabajo por la sustentabilidad
9. Generar metodologias para fiscalizar la pesca ilegal	9.1. Desarrollo de análisis de inteligencia para la fiscalización de las actividades ilegales como el uso de drones para fiscalizar zonas de difícil acceso y el análisis de big data para focalizar y priorizar los esfuerzos de fiscalización. 9.2. Incorporación de pescadores en la vigilancia y cuidado de los recursos complementado con 9.3. Generación de una plataforma de denuncia de pesca ilegal, que permita denunciar de manera abierta o anónima diferentes irregularidades	9.4. Generar instancias de participación para la generación de una mesa técnica que incorpore a todos los actores que son parte de la cadena de comercialización de los productos del mar en el combate a la pesca ilegal tales como comerciantes y restaurantes. adicionalmente. 9.5. Reforzar el control que hacen las autoridades en las caletas, que es donde se producen los desembarques y por tanto donde se puede producir la mayor comercialización de la pesca ilegal.				1. Número de denuncias y partes por pesca ilegal. 2. Número de inspectores/as frente a la pesca ilegal
10. Fortalecer la capacitación en cambio climático para el sector pesca y acuicultura y los canales de comunicación entre las diferentes actividades productivas	10.1. Establecer convenios de capacitación tecnico-cientificos con la enseñanza y/o actualización de la visión sostenible original de las organizaciones acuicolas. pesqueras en cambio climático 10.2. Establecer canales de comunicación entre el sector pesquero y acuicola para asegurar la sostenibilidad del recurso pesquero.	10.3. Generación y divulgación formal del programa de protección y desarrollo de los ecosistemas y recursos costeros de la región bajo un enfoque transdiciplinarios				1. Número de convencios entre entindades publicas, sector privado y academia 2. Número de canales de comunicación y tipo. 3. Programas de capacitación y divulgación
11. Actualización de la zonificación de uso de borde costero, considerando los diferentes escenarios de cambio climático.	11.1. Evaluar la actualización de la zonificación del borde costero de la región de Coquimbo dada la nueva información con respecto al cambio climático y sus consecuencias sobre los organismos, abundancias y distribuciones.	11.2. Generar instancias para posibilitar y orientar el desarrollo equilibrado de las diferentes actividades productivas que se desarrollan en el borde costero, acorde con los intereses regionales, locales y sectoriales.	11.3. Co-construir un plan de zonificación, como instrumento de ordenamiento y planificación del territorio costero, en pro del sostenimiento del recurso y la evaluación constante de las condiciones climáticas y ecológicas inherentes a los mismos con todos los actores de la zona y borde costero			1. Plan de zonificación plenamente desarrollado con el objetivo de tener un manejo integrado de la zona costera, como territorio de planificación regional y comunal.
Institución Responsable	Gobierno Regional de Coquimbo					
Institución(es) colaboradora(s)	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Medio Ambiente; Universidades y Centros de Investigación Regionales y Nacionales.					
Estimación del costo de la medida	UF 280.000 - 350.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Por medio del conocimiento y regulación de las actividades pesqueras en la región se propiciara la participación social y la sostenibilidad del recurso y la obtención de beneficios económicos por parte de las comunidades residentes ya aledañas a las mismas.					
Nivel de transversalización de género	Sensible al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Ministerio del Medio Ambiente, Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directiva), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA), Instituto Naci Acuicultura (INDESPA), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA), Ministerio de Economía, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Organizaciones Privadas, Fondos Internacionales.					
Instrumentos	Planes sectoriales de adaptación (Biodiversidad, Zona Costera); Planes sectoriales de mitigación; Sociedad Nacional de Pesca (SONAPESCA); Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA).					

Ficha 9: Incorporación de tecnologías para la gestión hidrica con fines agricolas

Nombre de la medida	**Incorporación de tecnologías para la gestión hídrica con fines agricolas**					
Objetivo específico a que obedece	Reducción de Riesgo Climático, investigación en impacto de escenarios de Cambio Climático y Manejo Político - Administrativo del Cambio Climático.					
Categoría de la medida	Fomento de la seguridad y sostenibilidad hídrica.					
Descripción de la ficha	A través de la incorporación tecnológica se epera aportar a la reducción de la brecha en la disponibilidad de agua y adaptación a los efectos del cambio climático. De esta manera se busca aportar a la gestión a nivel intra y extra predial, favorecer la adopción tecnológica, la transferencia de conocimientos y la disponibilidad de información para la toma de decisiones relacionadas al uso del agua. A nivel extra predial, se busca definir las líneas de trabajo con una mirada integrada, entendiendo la dinámica del agua con una mirada de cuenca y la intervención que puede realizarse para reducir la incertidumbre dentro entre las actividades económicas que la demanadan.					
Meta o resultados esperados	Incorporación y adopción tecnológica para una mejor gestión de los recursos hídricos a escala de cuenca e intrapredial, de manera de aportar a al incremento en la eficiencia en el uso del agua y en la reducción de la incertidumbre en la oferta hídrica para l					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Aumentar la superficie de riego de precisión tecnificado de predios de uva pisquera	1.1. Actualizar el catastro de uso de suelo agrícola con cultivos de vid pisquera. 1.2. Desarrollar base de datos de la infraestructura de riego en cultivos de vid pisquera. 1.3. Desarrollo de una línea base de la gestión del agua en cultivos de vid pisquera. 1.4. Diseño de un programa de capacitación y fortalecimiento del uso del agua a nivel intrapredial.	1.5. Implementación de un programa de transferencia de capacidades para la eficiencia en el uso del agua intrapredial. 1.6. Diseño de un programa de incentivo a la incorporación tecnológica en riego de vides pisqueras. 1.7. Diseño de un plan de infraestructura intrapredial.	1.8 Seguimiento del programa de transferencia de capacidades para la eficiencia del agua intrapredial. 1.9 Implementación del programa de incentivo a la incorporación tecnológica en riego de vides pisqueras. 1.10 Implementación del plan de infraestructura intrapredial.	1.11. Seguimiento del programa de transferencia de capacidades para la eficiencia del agua intrapredial. 1.12. Seguimiento del programa de incentivo a la incorporación tecnológica en riego de vides pisqueras. 1.13. Seguimiento del plan de infraestructura intrapredial.	1.14. Evaluación de los programas de transferencia de capacidades, incorporación tecnológica e infraestructura intrapredial para establecer mecanismos de financiamiento que optimcen la eficiencia del uso del agua como valor agregado a la industria pisquera de la Región.	• Hectáreas de vid pisquera nuevas con riego tecnificado. • Hectáreas de vid pisquera existentes con nuevos sistemas de riego. • Programa de financiamiento para obras de riego en cultivos tradicionales. • Beneficiarios alcanzados por proyectos de incorporación tecnológica en riego. • Beneficiarios alcanzados por proyectos de infraestructura intrapredial.
2. Buscar alternativas de cultivos que requieran menos recurso hídrico	2.1. Prospección tecnológica para la identificación de cultivos alternativos de bajo requerimiento hídrico. 2.2. Estudio de zonificación para la implementación de nuevos cultivos de bajo requerimiento hídrico. 2.3. Desarrollo de plan de incentivo al recambio agrícola por variedades nuevas de bajo requerimiento hídrico. 2.4. Prospección de beneficiarios para la implementación de cultivos de bajo requerimiento hídrico. 2.5. Diseño de un plan de transferencia tecnológica para el control y monitoreo de cultivos de bajo	2.6. Implementación del plan de incentivo al recambio agrícola por variedades nuevas de bajo requerimiento hídrico. 2.7 Selección de beneficiarios para la implementación de cultivos de bajo requerimiento hídrico. 2.8. Puesta en marcha del plan de transferencia tecnológica. 2.9. Puesta en marcha del plan de control y monitoreo de cultivos de bajo requerimiento hídrico.	2.10. Seguimiento del plan de transferencia tecnológica. 2.11. Seguimiento del plan de control y monitoreo de los cultivos de bajo requerimiento hídrico.	2.12. Seguimiento del plan de transferencia tecnológica. 2.13. Seguimiento del plan de control y monitoreo de los cultivos de bajo requerimiento hídrico.	2.14. Implementar programa de fomento para el cultivo y comercialización de alternativas productivas con bajo requerimiento hídrico.	• Portafolio de alternativas productivas con bajo requerimiento hídrico. • Hectáreas intervenidas con nuevas alternativas productivas de bajo requerimiento hídrico. • Beneficiarios alcanzados con proyectos de fomento a nuevas alternativas productivas de bajo requerimiento hídrico. • Zonificación para la implementación de nuevos cultivos de bajo requerimiento hídrico.
3. Cautelar el uso de subsistencia del agua frente al agua para la agricultura.	3.1. Diseño de una estrategia para asegurar el abastecimiento de agua potable para sectores urbanos 3.2. Diseño de una estrategia para asegurar el abastecimiento de agua potable para sectores rurales. 3.3. Diseño de planes para el control, monitoreo y seguimiento de puntos de extracción de agua para consumo humano. 3.4. Diseño de un plan de inversiones para el fortalecimiento de Servicios Sanitarios Rurales. 3.5. Diseño de un plan de seguimiento de la calidad del agua para consumo humano.	3.6. Implementación de la estrategia para asegurar el abastecimiento de agua potable para sectores urbanos. 3.7. Implementación de la estrategia para asegurar el abastecimiento de agua potable para sectores rurales.	3.8 Implementación de planes para el control, monitoreo y seguimiento de puntos de extracción de agua para consumo humano. 3.9 Implementación del plan de inversiones para el fortalecimiento de Servicios Sanitarios Rurales. 3.10 Implementación del plan de seguimiento de la calidad del agua para consumo humano.	3.11. Seguimiento de la estrategia para asegurar el abastecimiento de agua potable para sectores urbanos. 3.12 Seguimiento de la estrategia para asegurar el abastecimiento de agua potable para sectores rurales.	3.13 Seguimiento de planes para el control, monitoreo y seguimiento de puntos de extracción de agua para consumo humano. 3.14. Seguimiento del plan de inversiones para el fortalecimiento de Servicios Sanitarios Rurales. 3.15. Seguimiento del plan de seguimiento de la calidad del agua para consumo humano.	• Plan de adaptación para el aseguramiento del abastecimiento de agua potable para consumo humano en sectores urbanos y rurales. • Plan de Monitoreo de la calidad de agua para consumo humano. • Plan de inversiones y fortalecimiento para Servicios Sanitarios Rurales.
4. Generar un plan de eficiencia hídrica para cultivos tradicionales a través de la capacitación	4.1. Diseño de un programa para la eficiencia hídrica para el fortalecimiento de capacidades para el uso eficiente del recurso hídrico. 4.2. Diseño de un programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel intrapredial. 4.3. Diseño de un programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel extra predial. 4.4. Diseño de un plan de incorporación tecnológica para el monitoreo y control del agua a nivel intrapredial. 4.5. Diseñar plan de eficiencia hídrica provincial, de acuerdo a uso de suelo agrícola y condiciones locales.	4.6. Implementación del programa para la eficiencia hídrica para el fortalecimiento de capacidades para el uso eficiente del recurso hídrico. 4.7. Implementación del programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel intrapredial.	4.8. Implementación del programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel extra predial. 4.9 Implementación del plan de incorporación tecnológica para el monitoreo y control del agua a nivel intrapredial. 4.10 Implementación del plan de eficiencia hídrica provincial, de acuerdo a uso de suelo agrícola y condiciones locales.	4.11. Seguimiento del programa para la eficiencia hídrica para el fortalecimiento de capacidades para el uso eficiente del recurso hídrico. 4.12. Seguimiento del programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel intrapredial. 3.13. Seguimiento del programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel extra predial. 4.14. Seguimiento del plan de incorporación tecnológica para el monitoreo y control del agua a nivel intrapredial. 4.15. Seguimiento del plan de eficiencia hídrica provincial, de acuerdo a uso de suelo agrícola y	4.16. Seguimiento del programa para la eficiencia hídrica para el fortalecimiento de capacidades para el uso eficiente del recurso hídrico. 4.17. Seguimiento del programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel intrapredial. 4.18. Seguimiento del programa de difusión tecnológica para un uso eficiente de los recursos hídricos a nivel extra predial. 4.19 Seguimiento del plan de incorporación tecnológica para el monitoreo y control del agua a nivel intrapredial. 4.20. Seguimiento del plan de eficiencia hídrica provincial, de acuerdo a uso de suelo agrícola y	• Beneficiarios intervenidos con el programa de difusión tecnológica intrapredial. • Beneficiarios intervenidos con el programa de difusión tecnológica extra predial. • Hectáreas intervenidas con los programas de difusión tecnológica. • Hectáreas intervenidas y/o beneficiadas por la incorporación de tecnología a nivel intra y extra predial. • Planes de eficiencia hídrica provincial.
5. Incorporación de tecnologías para reducir las tasas de evapotranspiración (mallas u otros)	5.1. Zonificación de tasas de evapotranspiración. 5.2. Prospección tecnológica de soluciones para la reducción de la ET0. 5.3. Desarrollo de un programa de financiamiento para la incorporación de tecnológicas de reducción de ET0.	5.4. Implementación tecnológica para la reducción de tasas de ET0. 5.5. Implementación del programa de financiamiento para la incorporación de tecnologías de reducción de ET0.	5.6. Seguimiento del programa de financiamiento para la incorporación de tecnologías de reducción de ET0.2. Desarrollo de un plan de gestión de residuos de tecnologías de reducción de ET0.	5.7. Seguimiento del programa de financiamiento para la incorporación de tecnologías de reducción de ET0. 5.8. Implementar el plan de gestión de residuos de tecnologías de reducción de ET0.	5.9. Seguimiento del programa de financiamiento para la incorporación de tecnologías de reducción de ET0. 5.10. Seguimiento del plan de gestión de residuos de tecnologías de reducción de ET0.	• Zonificación regional de las tasas de evapotranspiración. • Hectáreas intervenidas con tecnologías de reducción de la ET0. • Beneficiarios intervenidos con tecnologías de reducción de la ET0.
6. Incorporación de modelación hidrológica para la proyección de caudales de cabecera	6.1. Estudio y desarrollo de modelos hidrológicos para las cuencas de cabecera de la provincia de Elqui. 6.2. Estudio y desarrollo de modelos hidrológicos para las cuencas de cabecera de la provincia de Limarí. 6.3. Estudio y desarrollo de modelos hidrológicos para las cuencas de cabecera de la provincia de Choapa. 6.4. Desarrollo de un programa de transferencia e implementación de la modelación hidrológica.	6.5.Implementación y puesta en marcha de modelos de pronóstico de caudales de cabecera en las provincias de Elqui, Limarí y Choapa. 6.6. Implementación del programa de transferencia de resultados de la modelación hidrológica.	6.7. Pronóstico de caudales de cabecera para el año a inicio de temporada. 6.8. Seguimiento del programa de transferencia de resultados de modelación hidrológica. 6.9. Evaluación y ajuste de modelos hidrológicos de caudales de cabecera.	6.10. Pronóstico de caudales de cabecera para el año a inicio de temporada. 6.11. Seguimiento del programa de transferencia de resultados de modelación hidrológica. 6.12. Evaluación y ajuste de modelos hidrológicos de caudales de cabecera.	6.13. Pronóstico de caudales de cabecera para el año a inicio de temporada. 6.14. Seguimiento del programa de transferencia de resultados de modelación hidrológica. 6.15. Evaluación y ajuste de modelos hidrológicos de caudales de cabecera.	• Modelo hidrológico actualizado y con escenarios de Cambio Climático para la Cuenca del Río Elqui. • Modelo hidrológico actualizado y con escenarios de Cambio Climático para la Cuenca del Río Limarí. • Modelo hidrológico actualizado y con escenarios de Cambio Climático para la Cuenca del Río Choapa. • Indicadores de desempeño de modelos. • Evaluación de la transferencia de resultados. • Reducción de la incertidumbre hídrica para la temporada en las cuencas evaluadas.
Institución Responsable	Gobierno Regional de Coquimbo					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional (Divisiones), Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de Medio Ambiente; Ministerio de Agricultura, Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Comisión Nacional de Riego, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Corporación regional de Desarrollo Productivo, Universidades y Centros de Investigación Regionales y Nacionales.					
Estimación del costo de la medida	UF 300.000 - 450.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Se espera que el desarrollo de estas medidas pueda aportar al incremento en el desarrollo productivo de los territorios intevenidos, de esta manera se favorecería la permanencia de la población, el incremento del desarrollo económico y el desarrollo social de cada territorio. De la misma forma, la incorporación tecnológica asociada a la gestión del recurso hídrico en general, aporta a la mejora en el balance entre la oferta y la demanda, disminuyendo la brecha hídrica y la incertidumbre temporal en la disponibilidad de agua, pero también aportando a la mejora de las condiciones hídricas general de los territorios, aport					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Gobierno Regional, Corporación de Fomento Productivo (CORFO), Comisión Nacional de Riego, Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Fundación para la Innovación Agraria, Fondos Regionales de Iniciativa Local, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Inno					
Instrumentos	Planes Estratégicos de Gestión Hídrica, Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación, Planes Reguladores Intercomunales (PRI), Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO), Planes de Emergencia y Escasez Hídrica, Est					

Ficha 10: Adaptación, diversificación y gestión sustentable del sector turismo frente al cambio climático

Nombre de la medida	**Adaptación, diversificación y gestión sustentable del sector turismo en la Región de Coquimbo frente al cambio climático**					
Objetivo específico a que obedece	Fomento de la adaptación basada en ecosistemas; Gestion de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrografica y espacios marino-costero; Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente; Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al camb privada					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la medida	La medida aborda como mejorar la sustentabilidad del turismo en la región de Coquimbo mediante cambios en los planes regionales de turismo, mejoras en el uso y disfrute de los ecosistemas marinos, mejoras en las normativas y fiscalizacios para avanzar en la mod capacitación para hacer frente a eventos extremos que afectan al sector, así como la generación de fondos de financiamiento para la implementación de la medida					
Meta o resultados esperados	Avance en la sostenibilidad del sector turismo con decisiones basadas en ciencia y conocimiento local bajo un enfoque inter y transdiciplinario que asegure la protección y conservación de los recursos naturales, ecosistemas marinos y terrestres, sus servici					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Evaluar y mejorar los planes de turismo regional a través de la incorporación de información sobre cambio climático, así como un análisis y evaluación de las amenazas climáticas, las fuentes de vulnerabilidad, la exposición al cambio climático y el nivel de riesgo de las diferentes actividades turísticas desarrolladas y zonas geográficas de la Región de Coquimbo	1.1. Generar una evaluación del nivel de riesgo de las diferentes actividades turísticas y zonas geográficas de la Región de Coquimbo con perspectiva de género. 1.2. Documentar el conocimiento tradicional y local en relación a los impactos de amenazas climáticas en el sector turismo. 1.3. Estudiar el gasto y preferencias turísticas de la demanda por la región de Coquimbo	1.4. Incorporar en los planes de turismo información sobre cambio climáticos, riesgos y zonas/actividades prioritarias con perspectiva de género				1. Informe del nivel de riesgo climático del sector turismo en la Región de Coquimbo 2. Planes de turismo que consideren el cambio climátio.
2. Desarrollar planes de manejo para aquellas actividades turísticas desarrolladas en zonas costeras incluyendo sistemas dunares y humedales	2.1. Valorizar el atractivo turístico en base a su aporte a la conservación de ecosistemas, especies y servicios ecosistémicos	2.2. Reducir el impacto de las actividades turísticas en zonas como humedales y sistemas dunares a través de la diversificación a través de acciones fiscalizadores (multas). 2.3. Normar las actividades turísticas de avistamiento de fauna marina y terrestre				1. Aumento de la fiscalización en torno a actividades turísticas sobre ecosistemas vulnerables
3. Generar auditorías ambientales a hoteles y restaurantes para la generación de programas de modernización y sustentabilidad.	3.1. Desarrollar plataformas digitales con información práctica sobre medidas de adaptación y sustentabilidad para el sector turismo. 3.2. Fomentar la gestión ambiental con las empresas a través de certificaciones. 3.3. Generar un listado de empresas/operadores turísticos en base a su nivel de sustentabilidad y sus acciones para la construcción de un sector resiliente al clima. 3.4. Evaluar la generación de una figura de gestor/a que medie entre los operadores turísticos y el cumpliiento de sus compromisos.	3.4. Fomentar a través de programas de capacitación mejoras en la infraestructura a pequeña escala como por ejemplo colectores de agua de lluvia, aumento de la capacidad de los tanques de almacenamiento, aplicación de dispositivos de ahorro de agua. 3.5. Generar instancias de capacitación sobre prácticas de paisajismo y piscinas, planificación de la sostenibilidad tendiendo en cuenta las previsiones meteorológicas a largo plazo), gestión de las fuentes de agua, vigilancia de la salud y la protección del medio ambiente (calidad del agua), y reciclaje 3.4. Evaluar la generación de una figura de gestor/a que medie entre los operadores turísticos y el cumpliiento de sus compromisos.	3.6. Generar programas para la plantación y reestructuración de jardines y espacios verdes con flora nativa para la conservación del recurso hídrico 3.7. Generar programas para asegurar el consumo de productos locales terrestres y marinos por el sector de la restauración 3.8. Generar campañas de concientización sobre los impactos del cambio climático en la Región de Coquimbo y las soluciones.	3.9. Generación de campañas de concientización sobre consumo local y sustentabilidad en el sector turismo para proveedores, operadores y turistas		1. Modernización del sector turismo en torno a la gestión de residuos, consumo de energía, uso de los ecosistemas 2. Programa permanente de concientización sobre turismo, cambio climático y sustentabilidad
4. Generar instancias de capacitación a operadores turísticos y húespedes/ clientes frente a eventos extremos como inundaciones, olas de calor, marejadas, y llegada de especies exóticas como la fragata portuguesa.	4.1. Generar programas de capacitación a operadores turísticos y clientes sobre impactos de eventos extremos como inundaciones, olas de calor, sequía, marejadas, y adaptación a estos eventos 4.2. Asegurar el acceso de información a los operadores turísticos, empleados y huespedes al equipamiento de alerta temprana como radios, o plataformas de alerta como SHOA, ONEMI, etc. 4.3. Fomentar que todos los operadores turisticos tengan planes de evacuación y cobertura de seguros frente a eventos extremos	4.4. Generar campañas para la conservación del agua basado en pronósticos estacionales para ajustar las actividades turísticas. 4.5. Generar un portafolio de actividades alternativas ante la presencia de eventos extremos como por ejemplo spas, centros de recreo o deporte, restaurantes, etc. 4.6. Programas de entrenamiento a operadores turísticos en el monitoreo del cambio climático y sus impactos.	4.7. Proveer de asistencia para la construcción de infraestructura resiliente al clima y eventos extremo.			1. Programas de capacitación permanente sobre respuesta a eventos extremos 2. Infraestructura mejorada y resiliente al eventos extremos
5. Implementación de un fondo de adaptación al cambio climático para el sector turismo en la Región de Coquimbo	5.1. Generar subsidios a nivel regional para la implementacion de planes de evacuación, contratacion de seguros y cobertura de gastos de energía extra por olas de calor u otros eventos extremos	5.2. Evaluar la introducción de un impuesto "eco-tax" a turistas y la disposición a pagar de estos por atributos de sustentabilidad	5.3. Generación de instancias para que el sector privado aporte a la recuperación, rehabilitación y protección de ecosistemas, y recursos naturales.	5.4. Generar incentivos para programas/proyectos de conservación del recurso hídrico, y ecosistemas vulnerables al cambio climático	5.5. Instaurar un "eco-tax" a turistas que visiten la región (hoteles, campings)	1. Generación de fondos regionales para la adaptación al cambio climático del sector turismo. 2. Instauración de un eco-tax
Institución Responsable	SERNATUR					
Institución(es) colaboradora(s)	Gobierno Regional Coquimbo, SEREMI del Medio Ambiente, SEREMI de Economía, Municipios, CONAF, Gremios, Prestadores de Servicios Turisticos, Población Local, CRDP					
Estimación del costo de la medida	UF 500.000 - 800.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Mitigación					
Nivel de transversalización de género	Géneros sensibles					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo Nacional de Desarrollo Regional, Fondos para la Innovación y Competitividad, Programa Mujer Emprende, Fondos para la Innovación y Competitividad, Desarrollo Productivo Sostenible, Fondo nacional de capacitación					
Instrumentos	Estrategia Regional de Desarrollo Coquimbo, Plan de Adaptación al Cambio Climático para el sector turismo, Plan de Acción Región de Coquimbo sector Turismo, Ley 20.423, del Sistema Institucional para el Desarrollo del Turismo, Ordenanzas ambientales comunal					

Ficha 11: Promover la educación ambiental y espacios para el conocimiento en temáticas de cambio climático, impactos y riesgos

Nombre de la medida	**Promover la educación ambiental y espacios para el conocimiento en temáticas de cambio climático, impactos y riesgos.**					
Objetivo específico a que obedece	Educación para el cambio climático					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la medida	En el año 2009 se forma el Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) donde once de las quince comunas de la Región de Coquimbo son parte, lo que ha permitido de manera paulatina implementar, a través de una Estrategia Comunal Ambiental, el empodera ambiental formal y no formal, la participación activa en el cuidado del medio ambiente, la eficiencia hídrica y energética, el fomento al reciclaje, capacitaciones y asistencia técnicas en servicios públicos y el apoyo a la planificación ambiental municipal. Por ello, la integración de nu el territorio es trascendental para asegurar "la convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio físico circundante" (Art N°2, letra h) y su adaptación al cambio climático. La medida integra procesos de difusión, creación de espacios y aulas de aprendizaje y el inv ambiental					
Meta o resultados esperados	Fortalecer la educación ambiental de la región a escalas comunales , a traves de programas de educación ambiental formal e informal sobre el cambio climático, la adaptación, impactos y riesgos, donde se consideren aspectos fundamentales del territorio como Implementar espacios abiertos, libres y gratuitos para la educación ambiental en la región.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1.Promover educación ambiental, por área y temáticas, orientado a la comunidad.	1.1. Catastro de municipalidades dentro del Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) y estados de avance. 1.2. Inclusión de ramo obligatorio en centros de formación técnica, Institutos profesionales, nivel universitario de ecosistemas costeros y cambio climático. 1.3. Promover la integración de nuevas comunas al Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM). 1.4. Promover e integrar al Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE) a los centros educativos de la región. 1.5. Posibilitar la incorporación de docentes y	1.6. Aumentar número de Forjadores Ambientales (MMA) en colegios, juntas vecinales, clubes de adultos mayores, grupos universitarios, organizaciones scouts, entre otros. 1.7. Implementar tecnologías de la educación ambiental en zonas rurales y periféricas, que impulsen el conocimiento de los conceptos de cambio climático, riesgo climático y prevención de desastres (sequía, incendios forestales, etc), cuidado y conservación ambiental.	1.8. Implementación y fortalecimiento de planes educacionales en distintos niveles referentes a la biodiversidad regional y el cambio climático	1.9. Implementación y fortalecimiento de planes educacionales en distintos niveles referentes a la biodiversidad regional y el cambio climático	1.9. Seguimiento de planes y proyectos implementados	• Generación de informe sobre el estado de la implementación de planes de educación ambiental en la región. • Aumento de docentes y estudiantes en la Formación Ambiental Adriana Hoffmann (MMA). • Aumento de Forjadores Ambientales (MMA) en la región.
2. Creación de espacios abiertos de educación ambiental en la región.	2.1. Instaurar cooperación regional con las Redes Ambientales (MMA) y con ello crear espacios educativos, implementación de jardines, parques o aulas al aire libre que mantengan contacto activo con flora y fauna nativa. 2.2. Crear catastro de espacios posibles de educación ambiental en la región para su habilitación.	2.3. Formular proyecto regional de implementación de espacios abiertos y libres para el aprendizaje en temas ambientales, cambio climático, riesgo, conservación y biodiversidad. 2.4. Generar campañas comunicacionales sobre cambio climático. 2.5. Generar campañas comunicacionales sobre riesgos climáticos de la región. 2.6. Generar campañas comunicacionales sobre cuidados del recurso hídrico. 2.7. Generar campañas comunicacionales sobre borde costero y zonas andinas.	2.8. Establecer campañas educativas incorporando temáticas ambientales que consideren todas las edades, los impactos diferenciados entre mujeres y hombres y perspectiva de género. 2.9. Adjudicación de fondos para la implementación de espacios libres educativos en contacto con la flora y fauna nativa de la región.	2.10. Implementación de espacios abiertos para la educación ambiental gratuitos. 2.11. Seguimiento de plan de educación ambiental implementado.	2.10. Implementación de espacios abiertos para la educación ambiental gratuitos. 2.11. Seguimiento de plan de educación ambiental implementado.	• Mapa de lugares para la educación ambiental gratuita en espacios abiertos. • Seguimiento de impactos de la educación ambiental en espacios abiertos. • Informe final con la implementación de espacios abiertos y conocimiento de la biodiversidad regional.
Institución Responsable	Ministerio Medio Ambiente					
Institución(es) colaboradora(s)	Municipios; Gobierno Regional; Ministerio de Educación; Universidades Regionales					
Estimación del costo de la medida	UF 80.000 - 120.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Se espera con la implementación de esta medida, aumentar la capacidad de adaptación de la población, el conocimiento y la información sobre el cambio climático y sus impactos diferenciados con perspectiva de género. Además, generar pertenencia territorial e de flora y fauna nativa de la región.					
Nivel de transversalización de género	Géneros sensibles					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondos para la Innovación y la Competitividad; Fondo Nacional del Desarrollo Regional; Fondo de Protección Ambiental; Acuerdos de Producción Limpia (ASCC); Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales					
Instrumentos	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático; Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación; Estrategia Regional de Investigación.					

Ficha 12: Promover la gobernanza climática en la Región de Coquimbo

Nombre de la medida	**Promover la Gobernanza Climática en la Región de Coquimbo**					
Objetivo específico a que obedece	Gestión y participación comunitaria; Desarrollo de criterios y lineamientos de adaptación al cambio clmatico en la gestión regional					
Categoría de la medida	Adaptación					
Descripción de la medida	Definir objetivos y prioridades como sociedad se considera la base de la gobernanza climática, donde los actores territoriales implementan y supervisan acciones de diversa índole para hacerse cargo de las causas y consecuencias del cambio climático (CR2, 20 es trascendental para determinar el diseño y la implementación de las acciones necesarias que permitirán avanzar hacia la adaptación territorial frente al cambio climático.					
Meta o resultados esperados	Fortalecer las redes de actores territoriales, potenciar canales de financiamiento para las medidas de adaptación y posibilitar mecanismos de participación y denuncias.					
Actividades	**Año 1**	**Año 2**	**Año 3**	**Año 4**	**Año 5**	**Indicador de Progreso de la Actividad**
1. Fortalecer el sistema de financiamiento para medidas de adaptación al cambio climático en la Región.	1.1. Actualizar o generar repositorio de identificación de fuentes de financiamientos a escala comunal, provincial, regional, nacional e internacional, especificando el carácter público o privado de la fuente con tengan pertinencia en temas de: conservación de la biodiversidad, resiliencia al cambio climático, eficiencia energética, agricultura sostenible, energías renovables, adaptación al cambio climático, transporte sostenible y educación ambiental. 1.2. Desarrollar avances y mejoras en la estimación de costos para la adaptación regional y la evaluación de proyectos.	1.4. Integrar las proyecciones climáticas del Atlas de Riesgo Climático (ARClim) para futuros escenarios de gasto climático. 1.5. Introducir mejoras en el financiamiento en monitoreos climáticos para escenarios actuales y futuros. 1.6. Difundir de manera clara las fuentes de financiamiento público y su marco normativo	1.7. Identificar y evaluar el potencial de mitigación en base al sistema de compensaciones de emisiones (mercado de carbono - modificación vigente desde 2023) y acciones voluntarias en conjunto con el sector privado.	1.8. Desarrollar pilotos de cuentas regionales de capital natural en línea con las acciones del Ministerio de Hacienda y el Ministerio de Medio Ambiente.		• Generación de plataforma de información de fuentes de financiamiento para la adaptación al cambio climático regional. • Integrar información sobre indicadores de costos climáticos para escenarios presentes y futuros. • Gestionar estrategia financiera para el cambio climático.
2. Fortalecimiento de redes territoriales para la adaptación al cambio climático.	2.1. Establecer a raíz del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) las brechas y desafíos asociados a actores públicos y privados. Evaluar capacidades de implementación. 2.2. Generación y actualización de un mapa de actores y análisis de relaciones entre estos, en base a las problemáticas emanadas desde el territorio, bajo la metodología de "Gobernanza climática de los elementos" (CR2) 2.3. Promover instancias de diálogo, a través de campañas activas y públicas, entre organizaciones comunitarias y autoridades (ej. Consejos Comunales de Organizaciones de la Sociedad Civil), fortaleciendo los espacios rurales, con perspectiva de género.	2.4. Implementar bases comunicacionales a través de canales permanentes y campañas territoriales entre diversos actores relacionados al borde costero y su planificación. 2.5. Generar mecanismos de fortalecimiento de la comunicación, con campañas territoriales para organizaciones sociales que manejan los Servicios Sanitarios Rurales (SSR) 2.6. Potenciar el aumento de la participación en la legislación sobre planes de manejo, con consultas activas y públicas para los actores involucrados 2.7. Implementar espacios y planificación para una gestión integrada entre acuicultores artesanales e industriales. 2.8. Informar y reforzar los procesos de marcos legales y mecanismos de denuncias. 2.9. Establecer redes de monitoreo y seguimiento de planes que relacionan a los actores	2.9. Establecer redes de monitoreo y seguimiento de las campañas de participación y redes comunicacionales en el territorio. 2.10. Formular una plataforma virtual de comunicación entre la sociedad civil, instituciones públicas y privadas.	2.11. Implementar plataforma virtual de comunicación entre actores e instruir a la sociedad civil en su utilización, difusión de actas y acuerdos.		• Creación de plataforma virtual de comunicación entre redes territoriales y organismos públicos • Aumento de consultas ciudadanas en planes de manejo. • Mapa de actores relacionados por temáticas ambientales en la región. • Aumento de campañas territoriales de comunicación y participación pública.
3. Gestionar de manera integrada y adaptativa el PARCC	3.1. Co-diseñar un modelo de gobernanza en el marco del Comité Regional que permita acompañar la implementación, el aprendizaje y su armonización con los planes sectoriales y los planes comunales 3.2. Crear una unidad de cambio climático en el GORE 3.3. Desarrollar e implementar una estrategia comunicacional del PRACC	3.4. Desarrollar e implementar una estrategia comunicacional del PRACC	3.5. Desarrollar e implementar una estrategia comunicacional del PRACC 3.6. Evaluar grados de articulación y avances de implementación 3.7. Posicionar políticamente el Cambio Climático en la agenda de desarrollo regional a nivel nacional	3.8. Desarrollar e implementar una estrategia comunicacional del PRACC 3.9. Evaluar grados de articulación y avances de implementación 3.10. Posicionar políticamente el Cambio Climático en la agenda de desarrollo regional a nivel nacional	3.11. Desarrollar e implementar una estrategia comunicacional del PRACC 3.12. Evaluar grados de articulación y avances de implementación 3.13. Posicionar políticamente el Cambio Climático en la agenda de desarrollo regional a nivel nacional	• Indicadores de Proceso, Indicadores de resultados. • Resultados comunicacionales
Institución Responsable	Gobierno Regional Coquimbo					
Institución(es) colaboradora(s)	Municipios; CORFO, SUBDERE, SERCOTEC, Sistema Financiero, Sociedad Civil, Sector privado, Ministerio de Hacienda; Ministerio de Justicia y DDHH					
Estimación del costo de la medida	UF 200.000 - 250.000					
Sinergias o co-beneficios de la medida	Mitigación					
Nivel de transversalización de género	Géneros sensibles					
Posibles fuentes de financiamiento	Fondo Nacional de Desarrollo Regional; Fondos para la Innovación y Competitividad, CORFO, Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático					
Instrumentos	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático; Planes Regionales de Adaptación al Cambio Climático, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación; Estrategia Financiera frente al Cambio Climático					

14. Anexo

14.1. Diagnóstico del riesgo climático en la Región de Coquimbo

Tabla 14.1. *Lista de Indicadores usados en el análisis de la exposición y vulnerabilidad de la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

Indicador Exposición o Vulnerabilidad	Definición
Índice de masculinidad	Es la relación entre la cantidad de hombres y mujeres en una población y se expresa como el número de hombres por cada 100 mujeres. Su fórmula corresponde al cociente entre el total de hombres con respecto al total de mujeres, multiplicado por 100.
Densidad de población	Es la relación entre el número de personas que viven en un territorio y su extensión, lo que normalmente se expresa en habitantes por km2. Para efecto del Censo, se considera como habitantes a la cantidad de personas efectivamente censadas en el territorio.
Relación de dependencia demográfica total	Un indicador demográfico de potencial dependencia económica que mide la población en edades teóricamente inactivas en relación a la población en edades teóricamente activas, independientemente de su situación en la fuerza de trabajo. Su cálculo se realiza sumando la cantidad de personas entre 0 y 14 años con la población de 65 años o más y dividiéndolo por la población de 15 a 64 años, todo esto multiplicado por 100.
Personas que se sienten pertenecientes a un pueblo originario	Corresponde al porcentaje de personas censadas que se considera perteneciente a un grupo indígena u originario. Esta categoría incluye tanto a los nueve pueblos reconocidos por la ley chilena como otros pueblos originarios de América Latina y otros pueblos indígenas del mundo, grupos tribales o etnias.
Porcentaje de viviendas desocupadas	Corresponde al porcentaje de viviendas particulares que no están habitadas durante el período de levantamiento, ya sea porque están en venta, para arriendo, abandonadas o son de temporada.
Porcentaje de viviendas con hacinamiento	Corresponde al porcentaje de viviendas particulares ocupadas con moradores presentes que tienen igual o más de 2,5 personas por pieza de uso exclusivo como dormitorio. Este cálculo se realiza considerando a todas las personas censadas en la vivienda y las piezas declaradas exclusivamente como dormitorio.
Porcentaje de viviendas con conexión a red pública de agua	Corresponde al porcentaje de viviendas particulares ocupadas con moradores presentes que cuentan con un sistema de distribución de agua potable por cañería provisto por una compañía de agua potable, cooperativa, comunidad o sistema de agua potable rural.

Índice de Materialidad	Condiciones materiales de las viviendas. • *Porcentaje de viviendas con Índice de Materialidad (IM) Aceptable*: porcentaje de viviendas particulares ocupadas con moradores presentes que tienen un Índice de Materialidad aceptable. El Índice de Materialidad es aceptable si las paredes exteriores, cubierta del techo y piso de la vivienda fueron clasificados como aceptables al unísono. Las paredes exteriores se consideran aceptables si se declara Hormigón Armado; Albañilería: bloque de cemento, piedra o ladrillo; o Tabique forrado por ambas caras (madera o acero). La cubierta del techo se considera aceptable si se declara Tejas o tejuelas de arcilla, metálicas, de cemento, de madera, asfálticas o plásticas; Losa de hormigón, o planchas metálicas de zinc, cobre o fibrocemento (tipo pizarreño). El piso se considera aceptable si se declara Parquet, piso flotante, cerámico, madera, alfombra, flexit, cubrepiso u otro similar; sobre radier o vigas de madera. • *Porcentaje de viviendas con Índice de Materialidad (IM) Recuperable:* porcentaje de viviendas particulares ocupadas con moradores presentes que tienen un Índice de Materialidad Recuperable. El Índice de Materialidad es recuperable si las paredes exteriores, cubierta del techo o piso de la vivienda fueron clasificados como recuperables y ninguno fue clasificado como irrecuperable. Las paredes exteriores se consideran recuperables si se declara Tabique sin forro interior (madera u otro), o Adobe, barro, quincha, pirca, u otro artesanal tradicional. La cubierta del techo se considera recuperable si se declara Fonolita o plancha de fieltro embreado o Paja, coirón, totora o caña. El piso se considera recuperable si se declara Radier sin revestimiento, Baldosa de cemento o Capa de cemento sobre tierra. • *Porcentaje de viviendas con Índice de Materialidad (IM) Irrecuperable:* porcentaje de viviendas particulares ocupadas con moradores presentes que tienen un Índice de Materialidad Irrecuperable. El Índice de Materialidad es irrecuperable si las paredes exteriores, cubierta del techo o piso de la vivienda fueron clasificados como irrecuperables. Las paredes exteriores se consideran irrecuperables si se declara Materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.). HOGAR La cubierta del techo se considera irrecuperable si se declara Materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.), o Sin cubierta sólida en el techo. El piso se considera irrecuperable si se declara Tierra.
Personas que trabajan en el sector económico primario	Este indicador muestra, del total de personas que declaran haber trabajado por un pago en dinero o especies, sin pago para un familiar o que tenían empleo pero se encontraban de vacaciones, con licencia o en descanso laboral la semana anterior al empadronamiento, qué porcentaje de ellas lo hacen en empresas, instituciones o actividad por cuenta propia del sector primario de la economía. El sector primario corresponde a las actividades extractivas, que contempla las áreas de agricultura, pesca, ganadería y minería.
Personas que trabajan en el sector económico secundario	Este indicador señala, del total de personas que declaran haber trabajado por un pago en dinero o especies, sin pago para un familiar o que tenían empleo pero se encontraban de vacaciones, con licencia o en descanso laboral la semana anterior al empadronamiento, qué porcentaje de ellas lo hacen en el sector secundario de la economía. Este sector considera las empresas, instituciones o actividad por cuenta propia que realizan principalmente actividades industriales y manufactureras
Personas que trabajan en el sector económico terciario	Este indicador señala, del total de personas que declaran haber trabajado por un pago en dinero o especies, sin pago para un familiar o que tenían empleo pero se encontraban de vacaciones, con licencia o en descanso laboral la semana anterior al empadronamiento, qué porcentaje de ellas lo hacen en el sector terciario de la economía. Este sector contempla las empresas, instituciones o actividad por cuenta propia que pertenecen al área de servicios.

Tabla 14.2. *Características generales de los ocupados de la Región de Coquimbo según sector económico (2020). Fuente: SENCE 202092, en base a datos de ENE, 2020. Elaboración propia.*

Sectores Económicos	Ocupados	% ocupados	Edad	Escolaridad	% Mujeres	% Educación superior	Provincia		
							Elqui	Limarí	Choapa
Silvoagropecuario y pesca	42.045	11,4%	46,0	8,8	24,4%	1,2%	27,0%	59,6%	13,4%
Minería	33.994	9,2%	40,9	12,5	9,0%	15,7%	59,8%	21,2%	19%
Industria Manufacturera	23.274	6,3%	44	11,5	41.20%	2,8%	67%	21,1%	11,9%
Electricidad, Gas y Agua	4.378	1,2%	46,5	12,7	12,4%	20,8%	55,4%	17,8%	26,7%
Construcción	31.993	8,7%	42,5	12,1	8,5%	4,6%	70,2%	16,2%	13,6%
Comercio	66.187	17,9%	42,5	11,7	53,1%	5,2%	70,8%	17,1%	12,1%
Hoteles y Restaurantes	19.59	5,3%	36,9	12,4	70,8%	9,1%	73,7%	14,2%	12,1%
Transporte y Comunicaciones	21.272	5,8%	43,5	12,1	17,6%	11,3%	69%	21,2%	9,8%
Intermediación Financiera	2.178	0,6%	38,5	15,1	81,3%	49,1%	88,9%	11,1%	0,0%
Actividades Inmobiliarias y de Alquiler	22.675	6,1%	41,6	13,7	40,4%	33,3%	77,6%	11,4%	11,1%
Servicios Sociales y Personales	77.849	21,1%	42,5	13,6	71,6%	32,2%	71,9%	16%	12,1%
Administración Pública	20.28	5,5%	42,9	13,5	52,8%	34,6%	60,6%	28%	11,4%
No Sabe/ No Responde	3.686	1,0%	39,3	17,5	35,5%	19,1%	79,9%	15,1%	5,0%
Región de Coquimbo	**369.401**	**100%**	**42,6**	**12,2**	**42,7%**	**15,7%**	**64,7%**	**22,5%**	**12,8%**

[92] https://www.ccc.cl/wp-content/uploads/2021/02/OLR-C_informe_Panorama-Regional-Coquimbo.pdf

Tabla 14.3. *Características generales de los ocupados de la Región de Coquimbo según sector económico (2020). Fuente: SENCE 2020[93], en base a datos de ENE, 2020. Elaboración propia*

Comuna	Tipo comuna	Condición de ocupación[94]			Situación de pobreza[95]	
		% Ocup.	% Desoc.	% Inact.	% Ingresos	% Multi-dimensional
La Serena	Urbana	54,7	5,5	39,9	10,2	20,1
Coquimbo	Urbana	56,5	5,4	38,1	13,4	18,0
Andacollo	Rural	48,6	6,5	44,9	14,8	26,1
La Higuera	Rural	57,2	5,2	37,6	20,5	**40,3**
Paihuano	Rural	61,4	5,0	33,6	10,5	20,7
Vicuña	Rural	55,3	5,1	39,6	12,3	23,2
Illapel	Rural	53,8	5,3	40,9	12,0	25,4
Canela	Rural	44,8	4,2	**51,0**	**25,1**	**43,5**
Los Vilos	Rural	61,8	4,2	34,0	13,8	29,5
Salamanca	Rural	62,0	4,9	33,1	12,5	27,2
Ovalle	Urbana	57,1	4,6	38,3	5,7	26,1
Combarbalá	Rural	50,2	4,0	**45,8**	16,2	33,5
Monte Patria	Rural	54,1	5,1	40,9	**21,4**	33,5
Punitaqui	Rural	48,7	4,2	**47,1**	**25,2**	36,0
Río Hurtado	Rural	50,0	4,7	**45,3**	17,2	**40,0**
Total urbano	–	55,9	5,3	38,8	–	–
Total rural	–	55,1	4,9	40,0	–	–
Total Regional	–	55,7	5,2	39,2	11,9	22,6
Total Nacional	–	60,2	4,5	35,3	8,6	20,7

[93] https://www.ccc.cl/wp-content/uploads/2021/02/OLR-C_informe_Panorama-Regional-Coquimbo.pdf
[94] Población de 15 años o más.
[95] Estimaciones realizadas por el Ministerio de Desarrollo Social con las metodologías de Estimación Sintética y Estimación para Áreas Pequeñas (SAE).

14.2. Cadenas de Impacto

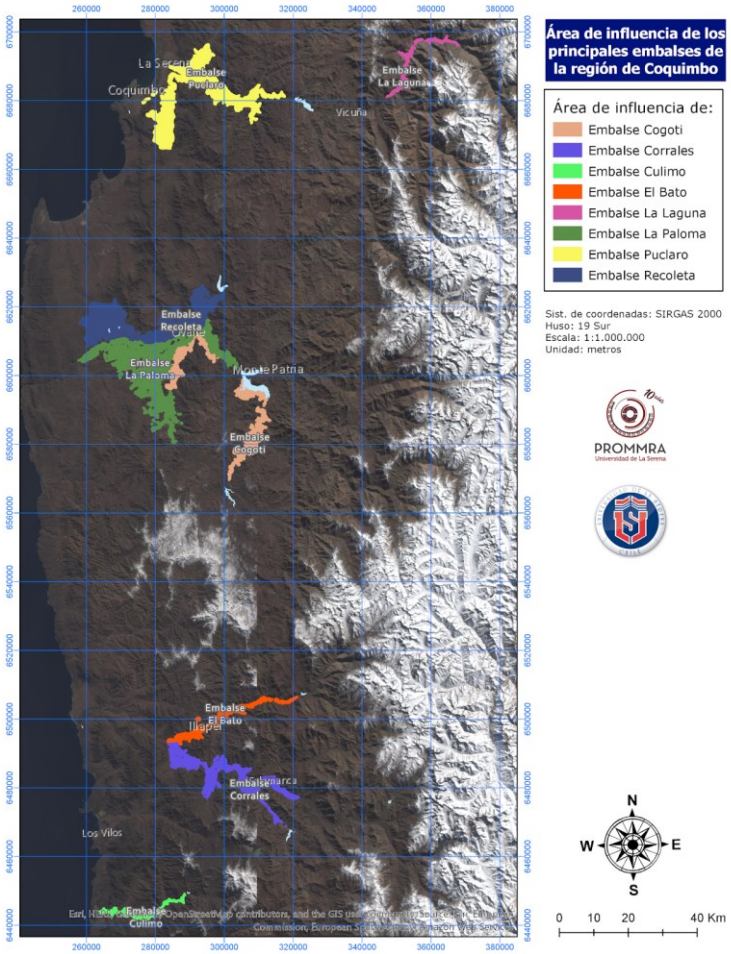


Figura 14.1. *Áreas de influencia de embalses de la Región de Coquimbo. Fuente: Laboratorio de Prospección, Monitoreo y Modelación de Recursos Agrícolas y Ambientales (PROMMRA), Universidad de La Serena. Fuente: Elaboración propia*

Tabla 14.4. *Información detallada de los embalses localizados en la Región de Coquimbo. Fuente: Elaboración propia*

	La Laguna	Puclaro	Recoleta	La Paloma	Cogotí	Corrales	El Bato	Culimo
Provincia	Elqui	Elqui	Limarí	Limarí	Limarí	Choapa	Choapa	Choapa
Comuna	Paihuano	Vicuña	Ovalle	Monte patria	Combarbalá	Salamanca	Illapel	Los Vilos
Cauce (Río)	La Laguna	Elqui	Hurtado	Grande	Cogotí	Camisas	Illapel	Quilimarí
Altitud (m.s.n.m)	3.13	432	384	387	644	721	850	358
Volumen (Mm^3)	41	200	100	755	150	50	25,5	10
Altura Muro (m)	41	83	47	90	83	69	55	38
Largo Cortina (m)	220	595	815	1	160	334	590	327
Año Inicio	1927	1996	1929	1959	1935	2000	2004	1930
Año Término	1937	1999	1934	1967	1939	2004	2010	1933
Entrada en Operación	1940	1999	1935	1969	1939	2004	2011	1934
Máximo Embalsado (MM/m^3)	38	212	102,4	755,1	151,5	1,9	1,5	4,7
Mínimo Embalsado (MM/m^3)	8,2	4,7	0	13,2	0	51	11,3	0
Superficie Cuenca Aportante (Km^2)	510	6.765	2.556	6.253	1.45	1.58	771	742
Superficie Regada (ha)	9.2	20.7	15	37	12	10.728	11.608	1400
Superficie Inundada (ha)	150	760	555	3	850	270	117	75
Control de Crecidas	Válvulas	Vertedero	Vertedero	Compuertas	Válvulas	Vertedero	Vertedero	Vertedero
Evacuador de crecida (m^3/s)	S.I	2.3	3	7.32	5	600	S.I	S.I
Seguridad de Riego (años)	1	3	3	3	3	3	3	0,5
Sistema de Operación	Individual	Individual	Sistema Paloma	Sistema Paloma	Sistema Paloma	Sistema Choapa - Corrales	Individual	Individual
Propiedad	Fiscal	Privada	Privada	Fiscal	Privada	Fiscal	Fiscal	Privada
Administración	Privada	Privada	Privada	Privada	Privada	Fiscal	Fiscal	Privada
Organización Encargada	Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes	Junta de Vigilancia del río Elqui y sus Afluentes	Asociación de Canalistas del Embalse Recoleta	Comunidad de Aguas Sistema Embalse Paloma	Asociación de Canalistas del Embalse Cogotí	Junta de Vigilancia del río Choapa y sus Afluentes	Junta de Vigilancia del río Illapel y sus Afluentes	Asociación de Canalistas del Embalse Culimo
Usos	Riego	Riego - Electricidad	Riego	Riego - Electricidad	Riego	Riego - Electricidad	Riego	Riego

14.3. Políticas territoriales

Tabla 14.5. *Instrumentos de Planificación Territorial usados para el análisis. Fuente: Elaboración propia*

Categoría	**Instrumento**	**Sigla**	**Componente del instrumento**	**Institución Responsable**	**Naturaleza del Instrumento**	**Periodo de Vigencia**
Estratégicos	Estrategia Regional de Desarrollo	ERD- Coq.	General	División de Planificación y Desarrollo Regional del Gobierno Regional de Coquimbo	Indicativo	2022
	Política Regional de Desarrollo Urbano 2030, Región de Coquimbo	PRDU- Coq.	General	División de Planificación y Desarrollo Regional del Gobierno Regional de Coquimbo	Indicativo	Aprobada 2017
	Política Regional de Desarrollo Rural Campesino	PRDR- Coq.	Rural	Gobierno Regional Región de Coquimbo, Consejo Regional Campesino y la Asociación de Municipios Rurales del Norte Chico	Indicativo	Aprobada 2011
	Política Regional de Cultura	PR-Cultura-Coq.	General	Consejo Regional de la Cultura y las Artes de Coquimbo	Indicativo	Aprobada 2015
	Política Regional de Participación Ciudadana	PR-PC Coq.	General	División de Planificación y Desarrollo Regional del Gobierno Regional de Coquimbo	Indicativo	Aprobada 2017
	Estrategia de Regional de Innovación 2018-2026	ERI- Coq.	General	Gobierno Regional Región de Coquimbo, Corporación Regional de Desarrollo Productivo	Indicativo	2026
O.T.	Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)	PROT- Coq.	General	Gobierno Regional de Coquimbo	Indicativo	2013
	Zonificación de Borde Costero	Zn- B.C.	Borde costero	Comisión Regional de Uso del Borde Costero-Región de Coquimbo	Normativo	Elaborada 2006
IPT	La Higuera	PRC - La Higuera	Urbano	Municipalidad de la Higuera	Normativo	2020
	La Serena	PRC- La Serena	Urbano	Municipalidad de La Serena	Normativo	2020
	Coquimbo	PRC-Coquimbo	Urbano	Municipalidad de Coquimbo	Normativo	2019
	Andacollo	PRC - Andacollo	Urbano	Municipalidad de Andacollo	Normativo	1993
	Vicuña	PRC- Vicuña	Urbano	Municipalidad de Vicuña	Normativo	2021
	Paihuano	PRC- Paihuano	Urbano	Municipalidad de Paihuano	Normativo	2019

	Ovalle	PRC - Ovalle	Urbano	Municipalidad de Ovalle	Normativo	2016
	Río Hurtado	PRC - Río Hurtado	Urbano	Municipalidad de Río Hurtado	Normativo	2022
	Punitaqui	PRC - Punitaqui	Urbano	Municipalidad de Punitaqui	Normativo	2016
	Monte Patria	PRC - Monte Patria	Urbano	Municipalidad de Monte Patria	Normativo	2018
	Combarbalá	PRC - Combarbalá	Urbano	Municipalidad de Combarbalá	Normativo	2020
	Canela	PRC - Canela	Urbano	Municipalidad de Canela	Normativo	2017
	Illapel	PRC - Illapel	Urbano	Municipalidad de Illapel	Normativo	2009
	Los Vilos	PRC - Los Vilos	Urbano	Municipalidad de Los Vilos	Normativo	1985
	Salamanca	PRC - Salamanca	Urbano	Municipalidad de Salamanca	Normativo	1988
	Provincia Elqui	PRI - Elqui	General	Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Coquimbo	Normativo	2019
	Provincia Limarí	PRI - Limarí	General	Gobierno Regional Región de Coquimbo	Normativo	2015

Tabla 14.6. *Matriz de componentes sectoriales y variables que considera el Cambio Climático (CC). Fuente: Elaboración propia*

Sector	Efectos que considera cambio climático	Áreas a considerar
Silvoagropecuario	**A. Suelos**	Pérdida de suelo rural
		Zonas del periurbano sometidas a alta presión
		Erosión y erodabilidad de suelo
	B. Producción silvoagropecuaria	Reducción de la productividad y calidad de las cosechas/ productos agrarios
		Ocurrencia de plagas y enfermedades
		Afectación potencial productivo de Plantaciones forestales
		Aumento de necesidad de riego
		Riesgos de Sequía
		Riesgos de Heladas
Biodiversidad	**A. Especies y ecosistema**	Fragmentación del hábitat
		Cambios en la distribución de fauna
		Aumento especies invasoras
		Cambios en la composición de los ecosistemas, aumento de especies de crecimiento rapido
	B.Áreas de protección y conservación	Reconoce áreas de valor natural (especies amenazadas; infraestructura verde; refugios climáticos; paisajes de conservación; zonas de amortiguación; Sitios Prioritarios)
		Reconoce Áreas de protección o conservacion (Reservas, Parques y Monumentos Nacionales, Santuarios, Reservas Marinas, Sitios RAMSAR)
Sector Pesca y Acuicultura	**A. Protección y uso sustentable del Espacio Marino Costero**	Zona de uso preferente para conservación en borde costero
		Zona de protección costera
		Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos
	B. Ecosistemas Marinos	Sobreexplotación de los recursos, contaminación y pérdida de hábitats
		Proliferación algal
		Elevación nivel del mar (NMM)
		Acidificación de oceanos
	C. Productividad	Desplazamiento de los stocks y al aumento de la mortalidad de crustáceos para la acuicultura
		Cambios en los medios de vida y en las capturas o en las posibilidades de cosecha
		Exposición de centros acuicolas productivos
Salud	**A. Dimensión humana**	Aumento de enfermedades infecciosas y diarreicas y malnutrición (producto de cantidad y calidad de alimentos)
		Variación en la distribución y frecuencia de enfermedades transmitidas por mosquitos (Dengue, Fiebre amarilla, otros).

		Enfermedades cardio-respiratorias por mala calidad de aire
	B. Dimensión territorial	Considera diagnostico de infraestructura de servicios asistenciales
		Considera capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos
		Reconoce sitios con Potencial Presencia de Contaminantes
		Reconoce territorios ambientalmente vulnerables
Recursos Hídricos		Disminución del régimen anual/ caudal hídrico
		Fusión y desaparición de los glaciares
		Disponibilidad de agua potable
		Zonas de prohibición de aguas subterráneas
		Zonas de agotamiento de aguas superficiales
Infraestructura	**A. Obras Hidráulicas**	Localiza Servicios de Infraestructura Hidráulica de Riego
		Localiza Servicios de Infraestructura Hidráulica de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias
		Localiza Servicios de Infraestructura Hidráulica de Control Aluvional y de Manejo de Cauces
		Localiza Servicio de Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural
		Servicios sanitarios
	B. Infraestructura vial	Localiza Puentes
		Localiza Proyectos viales
	C. Obras portuarias	Considera Infraestructura de Mejoramiento del Borde Costero
		Considera Infraestructura Portuaria de Conectividad
		Considera Infraestructura Portuaria de Ribera
		Considera Infraestructura Portuaria para Turismo y Deportes Náuticos
		Considera Infraestructura Portuaria Pesquera Artesanal
	D. Edificación pública y otros	Centros educacionales
		Centros de salud
Energia		Considera eficiencia energetica
		Localiza/Reconoce de fuentes renovables
		Considera impactos en la generación y demanda de energía
Turismo		Menciona los impactos del cambio climático para este sector (ej. disminución de áreas turisticas por causas de CC)
Ciudades		Considera áreas de riesgo/ zonifica
		Considera impactos de CC en ciudades

	Considera Reducción y gestión del riesgo de desastres asociados al cambio climático
	Considera identificación y protección de áreas de valor ambiental relevantes para las ciudades
	Define estándares de planificación y urbanización para evitar lesiones o pérdida de vidas, medios de subsistencia y bienes ante impactos climáticos
	Identifica zonas vulnerables / población expuesta
Escenarios y Proyecciones Climáticas	
Menciona conceptos: Emisiones y capturas de Gases Efecto Invernadero (GEI)	

14.4. Referencias

Andrewartha, H. G. & L. C. Birch. (1954). The distribution and abundance of animals. University of Chicago Press, Chicago.

Anger, K., Thatje, S., Lovrich, G. & Calcagno, J. (2003) Larval and early juvenile development of *Paralomis granulosa* reared at different temperatures: tolerance of cold and food limitation in a lithodid crab from high latitudes. Marine Ecology Progress Series, 253, 243–251.

Aravena, G., Broitman, B. and Stenseth, N.C., 2014. Twelve years of change in coastal upwelling along the central-northern coast of Chile: spatially heterogeneous responses to climatic variability. PLoS One, 9(2), p.e90276.

Armas, C., Gutiérrez, J.R., Kelt, D.A. and Meserve, P.L., 2016. Twenty-five years of research in the north-central Chilean semiarid zone: the Fray Jorge Long-Term Socio-Ecological Research (LTSER) site and Norte Chico. *Journal of Arid Environments*, *126*, pp.1-6.

Bakun, A., Black, B.A., Bograd, S.J., García-Reyes, M., Miller, A.J., Rykaczewski, R.R. & Sydeman, W.J. (2015) Anticipated effects of climate change on coastal upwelling ecosystems. Current Climate Change Report, 1, 85–93.

Bambach, N., Meza, F.J., Gilabert, H. and Miranda, M., 2013. Impacts of climate change on the distribution of species and communities in the Chilean Mediterranean ecosystem. Regional Environmental Change, 13(6), pp.1245-1257.

Barret, B. S., Campos, D. A., Veloso, J. V., Rondanelli, R. 2016. Extreme temperatura and precipitation events in March 2015 in central and northern Chile. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 9: 4563 – 4580.

Benavidez-Silva, C., Jensen, M., Pliscoff, P. 2021. Future scenarios for lan use in Chile: Identifying drivers of change and impacts over protected area system. Land, 10: 408 https://doi.org/10.3390/land10040408

Berryman, A.A. (1999). Principles of Population Dynamics and Their Applications. Stanley Thornes Publishers Ltd, Cheltenham, UK.

Bindoff, N.L., Willebrand, J., Artale, V., Cazenave, A., Gregory, J.M., Gulev, S., Hanawa, K., LeQuere, C., Levitus, S., Nojiri, Y., 2007. Observations: oceanic climate change and sea level. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L. (Eds.), Climate Change (2007): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, pp. 385–432.

Boisier, J.P., Rondanelli, R., Garreaud, R. D., Muñoz, F. 2015. Anthropogenic and natural contributions to the Southeast Pacific precipitation decline and recent megadrought in central Chile. Geophysical Research Letters, 43: doi:10.1002/2015GL067265.

Brander, K.M., (2010). Impacts of climate change on fisheries. Journal of Marine Systems 79, 389–402.

Brodie, J.F. (2009). Is research effort allocated efficiently for conservation? Felidae as a global case study. Biodiversity and Conservation, 18, 2927–2939.

Bustos, C.A., Landaeta, M.F., Balbontin, F., (2008). Spawning and early areas of anchoveta Engraulis ringens Jenyns, 1842 in fjords of southern Chile. Revista de Biologia Marina y Oceanografia 43, 381 389.

Centro de Cambio Global UC (CCG-UC), Losada, I., Izaguirre, C., Borja, R., Sampedro, A., Fernzandez, F., … Cienfuegos, R. (2013). Marco estratégico para la adaptación de la infraestructura al cambio climático. Marco Estratégico Para La Adaptación de La Infraestructura Al Cambio Climático, 156.

CEPAL. (2012). La economía del Cambio Climático en Chile. Retrieved from Santiago de Chile: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35372/S2012058_es.pdf?sequence

Ceréghino R, Santoul F, Compin A, Mastrorillo S. (2005). Using self-organizing maps to investigate spatial patterns of non-native species. Biol Conserv. 125(4):459–465.

Chávez-Villavicencio, C., (2022). Modelo de distribución y estado de conservación de la lagartija de Lorenz Müller Liolaemus lorenzmuelleri en relación a las concesiones mineras de Chile. Caldasia, 44(3).

Chavez, F. P., & Messié, M. (2009). A comparison of eastern boundary upwelling ecosystems. Progress in Oceanography, 83(1-4), 80-96.

Chenillat, F., Rivière, P., Capet, X., Franks, P. J., & Blanke, B. (2013). California coastal upwelling onset variability: Cross-shore and bottom-up propagation in the planktonic ecosystem. PloS one, 8(5), e62281.

Cheung, W. W. L., and Frölicher, T. L. (2020). Marine Heatwaves Exacerbate Climate Change Impacts for Fisheries in the Northeast Pacific. Sci. Rep. 10 (1), 6678. doi: 10.1038/s41598-020-63650-z

Coll-Delgado, R., Oliveira de Santana, R., Gelsleichter, Y. A., Pereira, M. G. 2022. Degradation of South American Biomes: What to expect for the future?. Environmental Impact Assessment Review, 96: 106815.

Contreras, L.C., (1986). Bioenergetics and distribution of fossorial Spalacopus cyanus (Rodentia): thermal stress, or cost of burrowing? Physiological Zoology 59, 20–28.

Corso, S., & Meza, L. (2010). Gestión del Riesgo de Sequía y otros Eventos Climáticos Extremos en Chile. Estudio Piloto sobre Vulnerabilidad y la Gestión Local del Riesgo. Informe Región de Coquimbo, 140. Retrieved from https://elibro.net/es/ereader/espoch/66077?page=25

Cortés, A., Báez, C., Rosenmann, M. and Pino, C., (1994). Body temperature, activity cycle and metabolic rate in a small nocturnal Chilean lizard, Garthia gaudichaudi (Sauria: Gekkonidae). Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 109(4), pp.967-973.

Cortes, A., Rosenmann, M. and Bozinovic, F., (2000). Relación costo_beneficio en la termorregulación de Chinchilla lanigera. Revista chilena de historia natural, 73(2), pp.351-357.

Culik BM, Luna-Jorquera G, Oyarzo H, Correa H (1998) Humboldt penguins monitored via VHF telemetry. Mar Ecol Prog Ser 162:279–286

Díaz, R.J, & Rosenberg, R. (2008) Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. Science, 321, 926–929.

Didham RK. (2010). Ecological consequences of habitat fragmentation. eLS. 61:1- 39. doi: https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0021904

Dirección Meteorológica de Chile (2020). Reporte anual de la evolución del clima en Chile. Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología. Dirección General de Aeronáutica Civil. [Revisada en: 20 ene 2022]. https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf

Doney, S. (2010) The growing human footprint on coastal and open-ocean biogeochemistry. Science, 328, 1512–1516.

Donoso-Barros R. (1966). Reptiles de Chile. Ediciones Universidad de Chile, Santiago. 458 pp.

Drent RH, Stonehouse B (1971) Thermoregulatory responses of the Peruvian penguin, Spheniscus humboldti. Comp Biochem.Physiol 40A:689–710

Dumont CP, Gaymer CF, Thiel M (2011) Predation contributes to invasion resistance of benthic communities against the non-indigenous tunicate Ciona intestinalis. Biol Invasions 13:2023–2034.

Ellis S, Croxall JP, Cooper J (1998) Penguin conservation assessment and management plan. Report, IUCN/SSC Conservation Breeding Specialist Group, Apple Valley, MN

Escenarios Hídricos 2030. (2018). Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Retrieved from Santiago de Chile: https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2020/06/radiografia-del-agua-1.pdf

Espinosa, M. (2009). La participación ciudadana como una relación socio-estatal acotada por la concepción de democracia y ciudadanía. Andamios. Revista de Investigación Social, 5(10), 71-109. Extraído de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62811391004

Fawzy, S., Osman, A.I., Doran, J. *et al.* Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environ Chem Lett* **18**, 2069–2094 (2020). https://doi.org/10.1007/s10311-020-01059-w

Ficetola GF, Bonin A, Miaud C. (2008). Population genetics reveals origin and number of founders in a biological invasion. Mol Ecol. 17(3):773–782.

Fuentes-Castillo, T., Hernández, H.J. and Pliscoff, P., 2020. Hotspots and ecoregion vulnerability driven by climate change velocity in Southern South America. Regional Environmental Change, 20(1), pp.1-15.

Fuentes-Castillo, T., Scherson, R.A., Marquet, P.A., Fajardo, J., Corcoran, D., Román, M.J. and Pliscoff, P., 2019. Modelling the current and future biodiversity distribution in the Chilean Mediterranean hotspot. The role of protected areas network in a warmer future. Diversity and Distributions, 25(12), pp.1897-1909.

Garreaud RD, Alvarez-Garreton C, Barichivich J, Boisier JP, Christie D, Galleguillos M, LeQuesne C, McPhee J, Zambrano-Bigiarini M. (2017). The 2010-2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. Hydrol. Earth Syst. Sci. 21:6307-6327. doi: https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017

Garreaud, R.D. (2009) The Andes climate and weather. Advances in Geosciences, 33, 3–11.

Gaymer, C.F., Palma, A.T., Vega, J.A., Monaco, C.J. and Henríquez, L.A., (2010). Effects of La Nina on recruitment and abundance of juveniles and adults of benthic community-structuring species in northern Chile. Marine and freshwater research, 61(10), pp.1185-1196.

Gobierno de Chile. (2017). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Retrieved from Santiago: 10.3738/1982-227872

González, M. E., Gómez-González, S., Lara, A., Garreaud, R., Díaz-Hormazábal, I. 2018. The 2010-2015 megadrought and its influence on the fire regime in central and south-central Chile. Ecosphere, https://doi.org/10.1002/ecs2.2300

Gutiérrez, J., et al. 2010. Long-term research in Bosque Fray Jorge National Park: Twenty years studying the role of biotic and abiotic factors in a Chilean semiarid scrubland. Revista Chilena de Historia Natural, 83: 69 – 98.

Gutierrez, J.R., Meserve, P.L., Kelt, D.A., Engilis Jr, A., Previtali, M.A., Milstead, W.B. and Jaksic, F.M., 2010. Long-term research in Bosque Fray Jorge National Park: Twenty years studying the role of biotic and abiotic factors in a Chilean semiarid scrubland. *Revista Chilena de Historia Natural*, *83*(1), pp.69-98.

Hanski I, Ovaskainen O. (2003). Metapopulation theory for fragmented landscapes. Theor. Popul. Biol. 64:119-127. doi: https://doi.org/10.1016/S0040-5809(03)00022-4

Hare, J.A., Alexander, M.A., Fogarty, M.J., Williams, E.H., Scott, J.D., (2010). Forecasting the dynamics of a coastal fishery species using a coupled climate population model. Ecological Applications 20 (2), 452–464.

Haye, P.A., Segovia, N.I., Muñoz-Herrera, N.C., Gálvez, F.E., Martínez, A., Meynard, A., Pardo-Gandarillas, M.C., Poulin, E., Faugeron, S., 2014. Phylogeographic structure in benthic marine invertebrates of the Southeast Pacific coast of Chile with differing dispersal potential. PLoS One 92, e88613.

Higgins K. (2009). Metapopulation extinction risk: dispersal's duplicity. Theor. Popul. Biol. 76:146-155. doi: https://doi.org/10.1016/j.tpb.2009.05.006

Holmgren, M., Stapp, P., et al. 2006. Extreme climatic events shape arid and semiarid ecosystems. Frontiers in Ecology and the Environment, 4: 87 – 95.

Hughes L. 2000. Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? Trends in Ecology and Evolution 15: 56– 61.

Intergovernmental Panel on Climate change (IPCC). (2014). Summary for policymakers. En C. Field, V. Barros, J. Dokken, K. Mach, M. Mastrandrea, T. Bilir, M. Chatterjee, K. Ebi, Y. Estrada, R. Genova, B. Girma, E. Kissel, A. Levy, S. MacCracken, P. Mastrandrea & L. White (Eds.). Climate change (2014): Impacts, Adaptation, and Vulnerability (pp.1-32). New York, NY: Cambridge University Press.

Jaksic, F. M., Feinsinger, P., Jimenez, J. E. 1996. Ecological redundancy and long-term dynamics of vertebrate predators in semiarid Chile. Conservation Biology, 10: 252 – 262.

Jaksic, F.M., 2001. Ecological effects of El Niño in terrestrial ecosystems of western South America. Ecography 24, 241e250.

Jofré-Madariaga, D., Rivadeneira, M.M., Tala, F. and Thiel, M., (2014). Environmental tolerance of the two invasive species Ciona intestinalis and Codium fragile: their invasion potential along a temperate coast. Biological Invasions, 16(12), pp.2507-2527.

Johnson IA & AF Bennett, eds (1996). Animals and temperature. Phenotypic and evolutionary adaptation. Society for Experimental Biology Seminar Series 59. Cambridge University Press, Cambridge. 425 pp.

Jones, P. D., M. New, D. E. Parker, S. Martin & I. G. Rigor. 1999. Surface air temperature and its changes over the past 150 years. Reviews of Geophysics 37: 173– 199.

Kelt, D.A., Cofré, H., Cornelius, C., Engilis Jr, A., Gutiérrez, J.R., Marquet, P.A., Medel, R., Meserve, P.L., Quirici, V., Samaniego, H. and Vásquez, R.A., 2016. The avifauna of Bosque Fray Jorge National Park and Chile's Norte Chico. *Journal of Arid Environments*, *126*, pp.23-36.

Kelt, D.A., Meserve, P.L., 2014. Status and challenges for conservation of small mammal assemblages in South America. Biol. Rev. 89, 705e722.

Kennedy TA, Naeem S, Howe KM, Knops JM, Tilman D, Reich P. (2002). Biodiversity as a barrier to ecological invasion. Nature. 417(6889):636–638.

Lafferty KD, Page CJ. (1997). Predation on the endangered tidewater goby, Eucyclogobius newberryi, by the introduced African clawed frog, Xenopus laevis, with notes on the frog's parasites. Copeia. 1997(3):589–592.

Lagos, N.A., Benítez, S., Duarte, C., Lardies, M.A., Broitman, B.R., Tapia, C. & Vargas, C.A. (2016) Effects of temperature and ocean acidification on shell characteristics of Argopecten purpuratus: implications for scallop aquaculture in an upwelling-influenced area off northern Chile. Aquaculture Environment Interactions, 18, 357–370.

Lillo F, Faraone FP, Lo Valvo M. (2011). Can the introduction of Xenopus laevis affect native amphibian populations? Reduction of reproductive occurrence in presence of the invasive species. Biol Invasions. 13(7):1533–1541.

Lima, M., Stenseth, N.C. and Jaksic, F.M., 2002. Food web structure and climate effects on the dynamics of small mammals and owls in semi-arid Chile. *Ecology letters*, *5*(2), pp.273-284.

Lobos G, Jaksic FM. (2005). The ongoing invasion of African clawed frog (Xenopus laevis) in Chile: causes of concern. Biodivers Conserv. 14(2):429–439.

Lobos G, Marambio Y, Ruiz de Gamboa M. (2016). Liolaemus lorenzmuelleri. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T12005A69940985. [Revisada en: 27 may 2021]. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T12005A69940985.en

Lobos, G., Cattan, P., Estades, C. and Jaksic, F.M., (2013). Invasive African clawed frog Xenopus laevis in southern South America: key factors and predictions. Studies on Neotropical Fauna and Environment, 48(1), pp.1-12.

Lowe S, Browne M, Boudjelas S, De Poorter M (2000). 100 of the world's worst invasive alien species a selection from the global invasive species database. Gland (Switzerland): Invasive Species Specialist Group (ISSG). TheWorld Conservation Union (UICN) technical report. 12 p.

Luna-Jorquera G, Wilson RP, Culik BM, Aguilar R, Guerra C (1997). Observations on the thermal conductance of Adelie (Pygoscelis adeliae) and Humboldt (Spheniscus humboldti) penguins. Polar Biol 17:69–73

Luna-Jorquera, G. and Culik, B.M., (2000). Metabolic rates of swimming Humboldt penguins. Marine Ecology Progress Series, 203, pp.301-309.

Mann, K. H., & Lazier, J. R. N. (2005). Vertical structure in coastal waters: coastal upwelling regions. Dynamics of Marine Ecosystems, 163-215.

Marino, J., Bennett, M., Cossios, D., Iriarte, A., Lucherini, M., Pliscoff, P., Sillero-Zubiri, C., Villalba, L. and Walker, S., (2011). Bioclimatic constraints to Andean cat distribution: a modelling application for rare species. Diversity and Distributions, 17(2), pp.311-322.

Marquet P. A., Bozinovic F., Medel R. G., Werner &. L. and Jaksic F. M. (1990) Ecology of Garthia gaudichaudi, a gecko endemic to the semiarid region of Chile. J. Herpetol. 24, 431-434.

Mawdsley, J.R., O'Malley, R. & Ojima, D.S. (2009) A review of climate change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. Conservation Biology, 23, 1080–1089.

Mayol, E., Ruiz-Halpern, S., Duarte, C., Castilla, J.C. & Pelegrí, J.L. (2012) Coupled CO2 and O2-driven compromises to marine life in summer along the Chilean sector of the Humboldt Current System. Biogeosciences, 9, 1183–1194.

McCarty, J. P. (2001). Ecological consequences of recent climate change. Conservation biology, 15(2), 320-331.

Melillán, C., Santibáñez, F., Gonzaléz, J., Morales, P., & Santibáñez, P. (2014). Atlas del cambio climático en las zonas de régimen árido y semiárido. Retrieved from Santiago: http://www.agrimed.cl/images/contenido/Climate Change Atlas_Smallsize.pdf

Melo, O., Báez-Quiñones, N., Acuña, D. 2021. Towards sustainable agriculture in Chile, reflections on the role of public policy. International Journal of Agriculture and Natural Resources, 48: 186 – 209.

Merino, G., Barange, M., Blanchard, J.L., Harle, J., Holmes, R., Allen, I., Allison, E.H., Badjeck, M.C., Dulvy, N.K., Holt, J., Jennings, S., Mullon, C., Rodwell, L.D., (2012). Global Environmental Change 22 (4), 795–806.

Meserve, P.L., Kelt, D.A., Gutiérrez, J.R., Previtali, M.A. and Milstead, W.B., 2016. Biotic interactions and community dynamics in the semiarid thorn scrub of Bosque Fray Jorge National Park, north-central Chile: A paradigm revisited. *Journal of Arid Environments*, *126*, pp.81-88.

Midgley, G. F., Hannah, L., Millar, D., Rutherford, M. C., & Powrie, L. W. (2002). Assessing the vulnerability of species richness to anthropogenic climate change in a biodiversity hotspot. Global Ecology and Biogeography, 11(6), 445–451. https ://doi.org/10.1046/j.1466-822X.2002.00307.x

Montecinos, S., Gutiérrez, J.R., López-Cortés, F., López, D. 2016. Climatic characteristics of the semi-arid Coquimbo Region in Chile. Journal of Arid Environments 126: 7 – 11

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A. and Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(6772), pp.853-858

Navarrete, A.H., Camus, P.A. and Opazo, L.F., (2008). Variación ambiental y patrones di etarios del erizo negro Tetrapygus niger en costas intermareales rocosas del norte de Chile. Revista chilena de historia natural, 81(3), pp.305-319.

Navarrete, S.A., Wieters, E.A., Broitman, B.R., Castilla, J.C., 2005. Scales of benthic–pelagic coupling and the intensity of species interactions: from recruitment limitation to top-down control. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 102, 18046–18051.

Nespolo, R.F., Bacigalupe, L.D., Rezende, E.L., Bozinovic, F., (2001). When non shivering thermogenesis equals maximum metabolic rate: thermal acclimation and phenotypic plasticity of fossorial Spalacopus cyanus (Rodentia). Physiological and Biochemical Zoology 74, 325–332.

Nwaila, G. T., Frimmel, H. E., Zhang, S. E., Bourdeau, J. E., Tolmay, L. C. K., Durrheim, R. J., & Ghorbani, Y. (2022). The minerals industry in the era of digital transition: An energy-efficient and environmentally conscious approach. Resources Policy, 78. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102851

Di Carlo, F., Mazzuto, G., Bevilacqua, M., & Ciarapica, F. E. (2021). Retrofitting a process plant in an industry 4.0 perspective for improving safety and maintenance performance. Sustainability (Switzerland), 13(2), 1–18. https://doi.org/10.3390/su13020646

Andrews, P., & Sengani, F. (2017). Ameliorating the strain burst risk in a deep level gold mine. Reutech Mining Newsletter, , 4-5.

Ojaveer H, Galil BS, Campbell ML, Carlton JT, Canning-Clode J, Cook EJ, Davidson AD, Hewitt CL, Jelmert A, Marchini A, McKenzie CH, Minchin D, Occhipinti-Ambrogi A, Olenin S, Ruiz G. (2015). Classification of non-indigenous species based on their impacts: considerations for application in marine management. PLOS Biology 13: e1002130 DOI 10.1371/journal.pbio.1002130.

Oyarzún, D. and Brierley, C.M., 2019. The future of coastal upwelling in the Humboldt current from model projections. Climate dynamics, 52(1), pp.599-615.

Palma, G. 2019. Análisis y cartografía de procesos geológicos peligrosos en Vicuña, Región de Coquimbo, Chile. Tesis para optar al título de geólogo, Universidad de Atacama, Copiapó, Chile, 320 p.

Parmesan, C., M.D. Morecroft, Y., et al. 2022. Terrestrial and Freshwater Ecosystems and Their Services. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 197–377, doi:10.1017/9781009325844.004.)

Perry, A.L., Low, P.J., Ellis, J.R., Reynolds, J.D., (2005). Climate change and distribution shifts in marine fishes. Science 308, 1912–1915.

Pinochet J, Rivera R, Neill PE, Brante A, Hernández CE. (2019). Spread of the non-native anemone Anemonia alicemartinae Häussermann & Försterra, 2001 along the Humboldt-current large marine ecosystem: an ecological niche model approach. PeerJ 7: e7156 DOI 10.7717/peerj.7156

Pizarro, R., Garcia-Chevesich, P. A., McCray, J. E., Sharp, J. O., Valdés-Pineda, R., Sangüesa, C., … Mendoza, R. (2022). Climate Change and Overuse: Water Resource Challenges during Economic Growth in Coquimbo, Chile. Sustainability (Switzerland), 14(6), 1–10. Retrieved from https://doi.org/10.3390/su14063440

Pounds JA, Bustamante MR, Coloma LA, Consuegra JA, Fogden MPL, Foster PN, La Marca E, Masters KL, Merino-Viteri A, Puschendorf R, et al. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. Nature. 439(7073):161–167.

Pressey, R. L., Cabeza, M., Watts, M. E., Cowling, R. M., & Wilson, K. A. (2007). Conservation planning in a changing world. Trends in Ecology and Evolution, 22(11), 583–592. https ://doi.org/10.1016/j.tree.2007.10.001

Pujol, C., Pérez-Santos, I., Barth, A. and Alvera Azcarate, A., 2022. Marine Heatwaves Offshore Central and South Chile: Understanding Forcing Mechanisms During the Years 2016-2017. Frontiers in Marine Science, 9.

Ramajo, L., Marba, N., Prado, L., Peron, S., et al. (2016a) Biomineralization changes with food supply confer juvenile scallops (Argopecten purpuratus) resistance to ocean acidification. Global Change Biology, 22, 2025–2037.

Réveillet, M., MacDonell, S., Gascoin, S., Kinnard, C., Lhermitte, S., Schaffer, N. 2020. Impact of forcing on sublimation simulations for a high mountain catchment in the semiarid Andes. The Cryosphere, 14: 147 – 163.

Rezende, E.L., Cortés, A., Bacigalupe, L.D., Nespolo, R.F. and Bozinovic, F., (2003). Ambient temperature limits above-ground activity of the subterranean rodent Spalacopus cyanus. Journal of Arid Environments, 55(1), pp.63-74.

Rius M, Potter EE, Aguirre JD, Stachowicz JJ (2014). Mechanisms of biotic resistance across complex life cycles. J Anim Ecol 83:296–395

Robertson, A., Baethgen, W., Block, P., et al. 2014. Climate risk management for water in semi-arid regions. Earth Perspectives, 1: 12.

Robson B A, MacDonell S, Ayala Á, Bolch T, Nielsen P R and Vivero S 2022 Glacier and Rock Glacier changes since the 1950s in the La Laguna catchment, Chile Cryosph. 16 647–65

Roessig, J., Woodley, C.M., Cech, J.J., Hansen, L.J., (2004). Effects of global climate change on marine and estuarine fishes and fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries 14, 251–275.

Royama, T. (1992). Analytical Population Dynamics. Chapman & Hall, London.

Salas, S., Chuenpagdee, R., Charles, A. T., & Seijo, J. C. (Eds.). (2011). Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean (Vol. 544). ^ eRome Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Salazar, A., Katzfey, J., Thatcher, M., Syktus, J., Wong, K., McAlpine, C. 2016. Deforestation changes land-atmosphere interactions across South American Biomes. Global and Planetary Change, 139: 97 – 108.

Salinas, C. X., Gironás, J., & Pinto, M. (2016). Water security as a challenge for the sustainability of La Serena-Coquimbo conurbation in northern Chile: global perspectives and adaptation. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 21(8), 1235–1246. Retrieved from https://doi.org/10.1007/s11027-015-9650-3

Schaffer, N., MacDonell, S., Réveillet, M., Yáñez, E., Valois, R. 2020. Rock glaciers as a water resource in a changing climate in the semiarid Chilean Andes. Regional Environmental Change, 19: 1263 – 1279.

Schauwecker, S., Palma, G., MacDonell, S., Ayala, Á., Viale, M. 2022. The snowline and 0°C isotherm altitudes during precipitation events in the dry subtropical Chilean Andes as seen by citizen science, surface stations, and ERA5 reanalysis data. Frontiers in Earth Science, 10: 875795 https://doi.org/10.3389/feart.2022.875795

Silva, C., Leiva, F. and Lastra, J., 2019. Predicting the current and future suitable habitat distributions of the anchovy (Engraulis ringens) using the Maxent model in the coastal areas off central-northern Chile. Fisheries Oceanography, 28(2), pp.171-182.

Silva, C., Yáñez, E., Barbieri, M.A., Bernal, C. and Aranis, A. (2015). Forecasts of swordfish (Xiphias gladius) and common sardine (Strangomera bentincki) off Chile under the A2 IPCC climate change scenario. Progress in Oceanography 134, 343–355.

Simeone, A., Luna-Jorquera, G. and Wilson, R.P., (2004). Seasonal variations in the behavioural thermoregulation of roosting Humboldt penguins (Spheniscus humboldti) in north-central Chile. Journal of Ornithology, 145(1), pp.35-40.

Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., et al. (2019). Marine Heatwaves Threaten Global Biodiversity and the Provision of Ecosystem Services. Nat. Climate Change 9 (4), 306–312. doi: 10.1038/s41558-019-0412-1

Solís R, Lobos G, Walker SF, Fisher M, Bosch J. (2010). Presence of Batrachochytrium dendrobatidis in feral populations of Xenopus laevis in Chile. Biol Invasions. 12(6):1641–1646.

Souvignet, M., Heinrich, J. 2010. Future temperatures and precipitations in the arid northern-central Chile: A multi-model downscaling approach. 6th Alexander von Humboldt International Conference. AvH6-24-1.

Souvignet, M., Oyarzún, R., Verbist, K. M. J., Gaese, H., Heinrich, J. 2012. Hydro-meteorological trends in semi-arid north-central Chile (29-32°S): water resources implications for a fragile Andean Region. Hydrological Sciences Journal, 57: 479 – 495.

Su, Z., Pilo, G. S., Corney, S., Holbrook, N. J., Mori, M., and Ziegler, P. (2021). Characterizing Marine Heatwaves in the Kerguelen Plateau Region. Front. Mar. Sci. 7. doi: 10.3389/fmars.2020.531297

Tapia, F.J., Largier, J.L., Castillo, M., Wieters, E.A., Navarrete, S.A., 2014. Latitudinal discontinuity in thermal conditions along the nearshore of Central-Northern Chile. PLoS One 910, e110841.

Turchin, P. (1995). Population regulation: Old arguments and a new synthesis. In: Population Dynamics: New Approaches and Syn thesis (eds. Cappuccino, N. & Price, P.W.). Academic Press, San Diego, pp. 19–40.

Valenzuela, R. A., Garreaud, R. D. 2019. Extreme Daily Rainfall in Central-Southern Chile and its relationship with low-level Horizontal Water Vapor Fluxes. J. Hydrometeor. 20, 1829-1850 https://doi.org/10.1175/JHM-D-19-0036.1

Valois, R., MacDonell, S., Núñez Cobo, J. H., & Maureira-Cortés, H. (2020). Groundwater level trends and recharge event characterization using historical observed data in semi-arid Chile. Hydrological Sciences Journal, 65(4), 597–609. Retrieved from https://doi.org/10.1080/02626667.2020.1711912

Vásquez JA & A Buschmann (1997). Herbivory-kelp interactions in subtidal chilean communities: a review. Revista Chilena de Historia Natural 70: 41- 52.

Vega, J.A., Buschmann, A.H. and Vásquez, J.A., (2005). Population biology of the subtidal kelps Macrocystis integrifolia and Lessonia trabeculata (Laminariales, Phaeophyceae) in an upwelling ecosystem of northern Chile: interannual variability and El Niño 1997-1998. Revista Chilena de Historia Natural, 78(1), pp.33-50.

Veloso A, Navarro J. (1988). Systematic list and geographic distribution of amphibians and reptiles from Chile. Mus Reg Sci Nat Torino. 6:481–540.

Vergara Dal Pont I., Santibañez F., Araneo D., Ferrando F., and Moreiras S. (2018). Determination of probabilities for the generation of high-discharge flows in the middle basin of Elqui River, Chile. Nat. Hazards. https://doi.org/10.1007/s1 1069-018-3313-0Meza et al 2014

von Brand, E., Merino, G., Abarca, A. & Stotz, W. (2006) Scallop fishery and aquaculture in Chile. In: J. Parsons (Ed) Scallop, Biology, Ecology and Aquaculture: Developments in Aquaculture and Fisheries Sciences. Elsevier, Amsterdam. pp. 1293–1311.

Weidberg, N., Ospina-Alvarez, A., Bonicelli, J., Barahona, M., Aiken, C.M., Broitman, B.R. and Navarrete, S.A., 2020. Spatial shifts in productivity of the coastal ocean over the past two decades induced by migration of the Pacific Anticyclone and Bakun's effect in the Humboldt Upwelling Ecosystem. Global and Planetary Change, 193, p.103259.

Weldon C, Du Preez LH, Hyatt AD, Muller R, Speare R. (2004). Origin of the amphibian Chytrid fungus. Emerg Infect Dis. 10(12):2100–2105.

Wieters, E.A., Salles, E., Januario, S.M., Navarrete, S.A., 2009. Refuge utilization and preferences between competing intertidal crab species. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 374, 37–44.

Wilson, K. A., McBride, M. F., Bode, M., & Possingham, H. P. (2006). Prioritizing global conservation efforts. Nature, 440(7082), 337–340. https://doi.org/10.1038/nature04366

Wood, C. M. & D. G. McDonald, editors. (1996). Global warming: implications for freshwater and marine fish. Cambridge University Press, New York

Yáñez, E., Lagos, N.A., Norambuena, R., Silva, C., Letelier, J., Muck, K.P., Martin, G.S., Benítez, S., R. Broitman, B., Contreras, H. and Duarte, C., 2017. Impacts of climate change on marine fisheries and aquaculture in Chile. Climate change impacts on Fisheries and Aquaculture: a global analysis, 1, pp.239-332.