



Gobierno Regional
TARAPACÁ



SEREMI
Región de Tarapacá

Ministerio del
Medio Ambiente

PARCC

Plan Acción Regional de Cambio Climático



ANTEPROYECTO DEFINITIVO PLAN DE ACCIÓN REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO TARAPACÁ



Contenido

Índice Propuesto para el Anteproyecto PARCC

1. Resumen Ejecutivo
2. Introducción
3. Objetivos
 - Objetivo General
 - Objetivos Específicos
4. Marco Normativo y Contexto Regional
 - Cambios Climáticos y Desafíos Regionales
 - Ley Marco de Cambio Climático y Regulación Nacional
5. Descripción General del PARCC
 - Rol y Alcance del PARCC en Tarapacá
 - Articulación con Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC)
6. Procedimiento de Elaboración del PARCC
 - Etapas de Desarrollo
 - Participación Ciudadana y Consulta Pública
7. Diagnóstico y Caracterización Regional
 - Caracterización Territorial
 - Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo Climático
8. Inventario Regional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
 - Fuentes y Sumideros de Emisiones
 - Proyecciones de Emisiones
9. Plan de Acción de Cambio Climático en Tarapacá
 - Metas Regionales de Mitigación

- Metas Regionales de Adaptación

10. Implementación y Seguimiento

- Metodología de Priorización de Medidas
- Medidas de Mitigación, Adaptación e Integración
- Seguimiento y Monitoreo de Avances

11. Participación y Colaboración Institucional

- Rol del Comité Regional de Cambio Climático (CORECC)
- Estrategia de Colaboración Interinstitucional

12. Conclusiones y Próximos Pasos

Resumen ejecutivo

- El Gobierno Regional de Tarapacá se ha propuesto desarrollar el anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) mediante un proceso participativo que abarca múltiples objetivos específicos. Entre estos, se contempla la recopilación y el análisis de información socioeconómica y ambiental, la identificación de vulnerabilidades y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la región, y el diseño de estrategias de mitigación, adaptación y medios de implementación necesarios para avanzar a nivel regional.
- Chile, comprometido en la lucha contra el cambio climático, ha establecido la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) en 2022, una legislación que fortalece el marco legal y político para la gestión climática. El Gobierno Regional de Tarapacá se adhiere a estos lineamientos, enfatizando la intersectorialidad en la gestión climática y alineando los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC) a las necesidades regionales a través de los PARCC como herramientas clave en el ámbito territorial.
- El PARCC en la Región de Tarapacá se implementa bajo la dirección del Comité Regional de Cambio Climático (CORECC), que tiene el mandato de ajustar las políticas nacionales a las particularidades y prioridades regionales. Este anteproyecto se ha diseñado para estar en consonancia con los planes sectoriales y los IGCC de nivel superior, abarcando áreas clave como Silvoagropecuario, Infraestructura, Biodiversidad, Minería y Energía, Pesca y Acuicultura, Salud y Bienestar Humano, y Turismo.
- Este anteproyecto del PARCC sigue la política nacional hacia la meta de carbono neutralidad para 2050, poniendo especial énfasis en la captura de carbono y en el fomento de industrias sostenibles. Desde el Gobierno Regional, se ha promovido la participación ciudadana, buscando que este proyecto refleje las necesidades y aspiraciones de las comunidades locales.
- La estructuración del anteproyecto se basó en tres etapas clave: 1) ajuste metodológico y caracterización de las vulnerabilidades de la región, 2) diseño de cadenas de impacto y medidas para el cambio climático, y 3) elaboración del anteproyecto y diseño de un sistema de seguimiento para su implementación.
- El análisis de vulnerabilidad revela que la región cuenta con una significativa presencia indígena y altos niveles de pobreza multidimensional, especialmente en las comunidades originarias, lo que hace urgente el desarrollo de estrategias de adaptación climática y el fomento de un desarrollo inclusivo. La economía, que depende de la minería y el turismo, presenta poca diversificación, haciéndola más vulnerable a los efectos de eventos

climáticos extremos. Si bien los ingresos han incrementado, persisten desigualdades y el índice de pobreza multidimensional es superior al promedio nacional, lo que muestra retos significativos en equidad y desarrollo.

- Para diseñar las cadenas de impacto, se aplicó la metodología del Quinto Informe de Evaluación del IPCC, organizando el análisis en torno a Peligro o Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad (Sensibilidad y Capacidad Adaptativa) y Riesgo. En primera instancia, se generaron 16 cadenas teóricas, y luego, mediante indicadores, se construyeron cadenas de impacto cuantitativas. El análisis destaca un alto riesgo de deslizamientos en Iquique, pérdida de biodiversidad terrestre en Pica, y riesgo de pérdida de bosques en la Pampa del Tamarugal, mientras que las olas de calor afectan especialmente a Iquique y Alto Hospicio, indicando la necesidad de medidas de adaptabilidad ante estos eventos.

- El diagnóstico incluyó un análisis de emisiones y absorciones de GEI en la región, de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (INGEI) en el periodo 1990-2020. El sector energético es el principal responsable, representando el 85% de las emisiones de GEI en 2020. A pesar de un incremento inicial en emisiones de GEI desde 1990, la región de Tarapacá ha logrado una disminución del 14% en 2020 comparado con el año 2000, y del 31% en comparación a 2010, debido al cierre de centrales a carbón y al impulso de energías limpias. La minería y el transporte terrestre son los principales emisores dentro del sector energético.

- Se analizaron además las emisiones de los sectores de agricultura y residuos, así como la absorción de GEI en el sector de Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). La baja intensidad de emisiones per cápita de Tarapacá, en comparación con el promedio nacional, refleja una estructura productiva menos intensiva en emisiones. Asimismo, se proyectaron las emisiones hasta 2035 mediante un modelo que indica una tendencia general a la baja, aunque con un aumento posible en gases fluorados. Este inventario permite al Gobierno Regional tener una comprensión integral de la dinámica de emisiones para orientar acciones efectivas de mitigación y adaptación.

- En el marco del Plan de Acción de Cambio Climático de Tarapacá, se definieron metas regionales con un enfoque multisectorial que abordan los desafíos identificados en el diagnóstico y el análisis de las cadenas de impacto. Estas metas, proyectadas para el periodo 2025-2034, están en armonía con los compromisos sectoriales nacionales y el objetivo de carbono neutralidad de Chile para 2050.

- El proceso de priorización de metas a nivel regional fue exhaustivo y se basó en una revisión de los instrumentos de gestión para el cambio climático, además de la participación de actores clave a través de encuestas y talleres. Se han establecido cinco metas regionales de mitigación (MRM) para Tarapacá, incluyendo la electrificación de

comunidades, el aumento de generación de energías renovables, la optimización del uso de agua en minería, la reducción de emisiones en la minería, y la transición a vehículos eléctricos y una gestión eficiente de relaves. También se priorizaron veintidós metas de adaptación sectorial (MRAS) para fortalecer la resiliencia de la región, en línea con los objetivos de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).

- El informe describe un proceso participativo de identificación y priorización de metas y medidas específicas para la región, resultando en la selección de 38 medidas agrupadas en Adaptación, Mitigación, Integración y Medios de Implementación. Cada medida incluye una ficha descriptiva con detalles sobre su objetivo, acciones concretas, responsables, estrategia e indicadores de seguimiento, y fuentes de financiamiento.
- La elaboración del Plan de Acción de Cambio Climático de Tarapacá se organizó en tres etapas fundamentales: diagnóstico participativo, con la colaboración de 68 representantes sectoriales para identificar brechas y desafíos; validación de cadenas de impacto a través de talleres y encuestas; y priorización de metas y medidas, con la participación de 46 personas en un taller presencial y 51 respuestas en línea. Esta metodología participativa ha permitido estructurar un plan adaptado a las necesidades de la región, fortaleciendo la participación de actores locales en la toma de decisiones climáticas.
- Este plan representa un esfuerzo coordinado y estratégico del Gobierno Regional de Tarapacá para enfrentar el cambio climático, resaltando la importancia de la acción local en el contexto de los objetivos nacionales y globales de mitigación y adaptación.

1. Introducción

El cambio climático representa uno de los desafíos más urgentes para la humanidad en el siglo XXI, con efectos visibles en diversas regiones del mundo. La Región de Tarapacá, situada en el extremo norte de Chile, enfrenta impactos significativos como el aumento de temperaturas, eventos climáticos extremos cada vez más frecuentes y una creciente amenaza de escasez hídrica. Ante esta realidad, el Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) de Tarapacá dio inicio en octubre de 2022 a la formulación del perfil de proyecto para el Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC). Este plan, concebido como un instrumento de gestión integral, busca responder a los desafíos climáticos específicos de la región en sintonía con el marco normativo establecido por la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), promulgada en junio de 2022.

La Región de Tarapacá, cuya historia territorial se remonta a la incorporación del antiguo departamento peruano de Tarapacá a Chile en 1883, alcanzó su consolidación como región en 2005. Con una extensión de aproximadamente 42,225.8 km² y una población estimada de 345,562 habitantes según el INE 2019, Tarapacá se estructura en las provincias de Tamarugal e Iquique, comprendiendo las comunas de Alto Hospicio, Iquique, Camiña, Colchane, Huara, Pica y Pozo Almonte. La diversidad de su población es destacable, con un 24% perteneciente a pueblos originarios, principalmente Aymara, Quechua y Mapuche. Si bien la actividad minera representó el 50.1% del PIB regional en 2021, la región enfrenta importantes desafíos sociales, reflejados en un índice de pobreza multidimensional del 23.8% en 2022, por encima del promedio nacional.

En cuanto a emisiones, en 2020, la Región de Tarapacá registró una baja intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en comparación con el promedio nacional, contribuyendo solo con el 1,7% del total de emisiones del país. A nivel regional, el sector Energía emerge como el principal generador de emisiones, especialmente en los subsectores de Transporte (mayoritariamente terrestre) y Minería y Cantería, lo cual orienta el enfoque hacia estrategias efectivas para reducir las emisiones en estos sectores.

El desarrollo del PARCC contó con un enfoque participativo, involucrando a organizaciones de base e instituciones que integran el Comité Regional de Cambio Climático (CORECC). A través de talleres, grupos focales y encuestas en línea, se identificaron y validaron las principales problemáticas ambientales de la región desde una perspectiva territorial, permitiendo una comprensión integral de los desafíos climáticos y de las capacidades locales para enfrentarlos.

Este informe presenta el anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de Tarapacá. En él se incluyen un capítulo de contexto y marco regulatorio, diagnóstico y caracterización regional, elaboración y cuantificación de cadenas de impacto, inventario regional de emisiones de GEI, y el plan de acción que detalla metas y medidas específicas de adaptación, mitigación e integración para la región de Tarapacá. Estas acciones, elaboradas de manera participativa y descritas en el capítulo de participación ciudadana e institucional, han sido fundamentales en la formulación de este plan.

2. Objetivos

3.1 Objetivo general

“Desarrollar el Plan de Acción Regional de Cambio Climático de la región de Tarapacá, a través de un proceso participativo y representativo para la Región”

3.2 Objetivos específicos

1. Establecer el documento del Anteproyecto realizado por consultoras Clio Consulting y Águila Puquios que trabajaron para la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente como base para comenzar el PARCC.
2. Analizar las normativas de cambio climático identificando aspecto que competen a la región y que deban considerarse en el PARCC.
3. Diseñar e implementar un proceso de participación ciudadana que aporte a las medidas del anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático de la región de Tarapacá.
4. Cohesionar las medidas de mitigación, adaptación y los medios de implementación necesarios a nivel regional con todos los Servicios Públicos involucrados en cada una de las medidas.
5. Elaborar el anteproyecto definitivo del PARCC.
6. Realizar el proceso formal de elaboración del PARCC para cumplir los requerimientos establecidos en el reglamento que lo regula.

4. Contexto y marco regulatorio

Chile enfrenta el desafío global del cambio climático con un enfoque proactivo, reflejado en la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) en junio de 2022. Esta legislación es un hito en la política medioambiental del país, estableciendo un marco legal y político integral para la gestión del cambio climático. La LMCC articula una estructura jerárquica de instrumentos de gestión del cambio climático (IGCC), abarcando desde el nivel nacional hasta el local, y destaca la importancia de la intersectorialidad en la gestión climática.

A grandes rasgos, los IGCC conforman un sistema ordenado en cuatro niveles, de acuerdo con el ámbito en el cual producen sus efectos. En un primer nivel se encuentran los instrumentos de gestión del cambio climático a nivel nacional, que corresponden a la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), la Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) y el Plan nacional de adaptación al cambio climático. En un segundo nivel, encontramos los Planes Sectoriales de Adaptación (PSA) y/o Mitigación (PSM). El tercer nivel, está compuesto por los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) como instrumento territorial clave. Finalmente, el cuarto nivel corresponde a los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) que representan la expresión de nivel comunal de todas estas iniciativas y compromisos. La Figura 1 a continuación ilustra estos IGCC y sus relaciones.

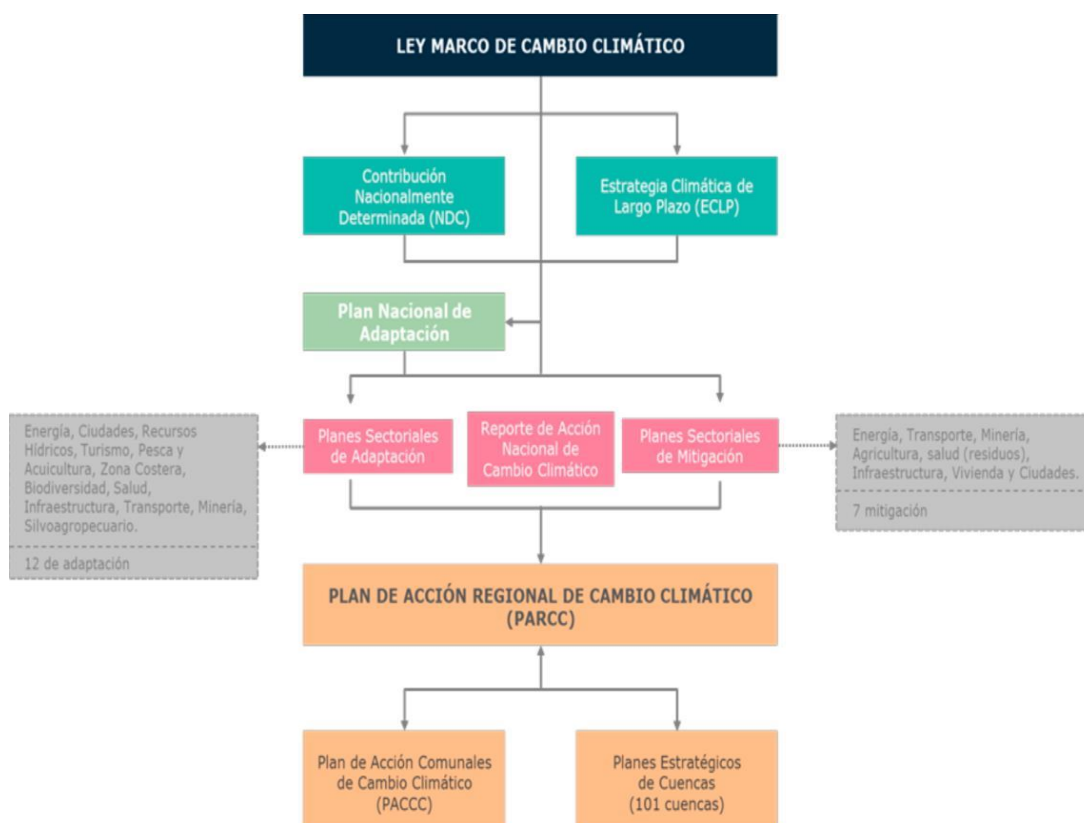


Figura 1. Instrumentos de gestión de cambio climático. Fuente: MMA (2021)

En relación con el contenido y objetivo de estos IGCC, la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), establece los lineamientos generales para la acción climática de Chile en un horizonte de 30 años. La ECLP se complementa con la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) actualizada en 2020, delineando los compromisos de Chile en el marco del Acuerdo de París. Estos instrumentos nacionales establecen los objetivos y metas que deben ser considerados en los instrumentos sectoriales, regionales y comunales, con el fin de asegurar la coherencia entre los mismos y los distintos niveles del sistema, manteniendo la diversidad propia de cada territorio.

Descripción general del PARCC

Los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) son herramientas clave para la gestión del cambio climático. Su objetivo principal es establecer metas y estrategias de acción a nivel regional, además de guiar las iniciativas comunitarias que llevará a cabo el Programa de Acción de Cambio Climático Comunal (PACCC). En la región de Tarapacá, el PARCC se implementa bajo la supervisión del Comité Regional de Cambio Climático (CORECC). Este comité, que congrega a diversas entidades gubernamentales y representantes locales, se encarga de ajustar las políticas nacionales a las características y necesidades únicas de la región, teniendo en cuenta su entorno geográfico, económico y social.

El desarrollo de este anteproyecto de PARCC de Tarapacá, busca alinearse con los planes sectoriales e IGCC de nivel superior, abarcando áreas clave como Silvoagropecuario, Infraestructura (urbana y portuaria), Biodiversidad, Minería y Energía, Pesca y acuicultura, Salud y Bienestar Humano y Turismo. Aunque los planes sectoriales se encuentran en diferentes etapas de desarrollo, estas han proporcionado un marco para el desarrollo de acciones específicas y medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el aumento de la resiliencia regional.

En términos de mitigación, el anteproyecto de PARCC de Tarapacá busca reflejar la política nacional, orientada hacia la carbono neutralidad al 2050. Esto implica un enfoque en sectores como energía y minería, destacando la importancia de la captura de carbono y la promoción de industrias sostenibles. La región de Tarapacá, con sus características únicas, puede contribuir significativamente a estos esfuerzos, especialmente mediante la promoción de áreas clave como las energías renovables.

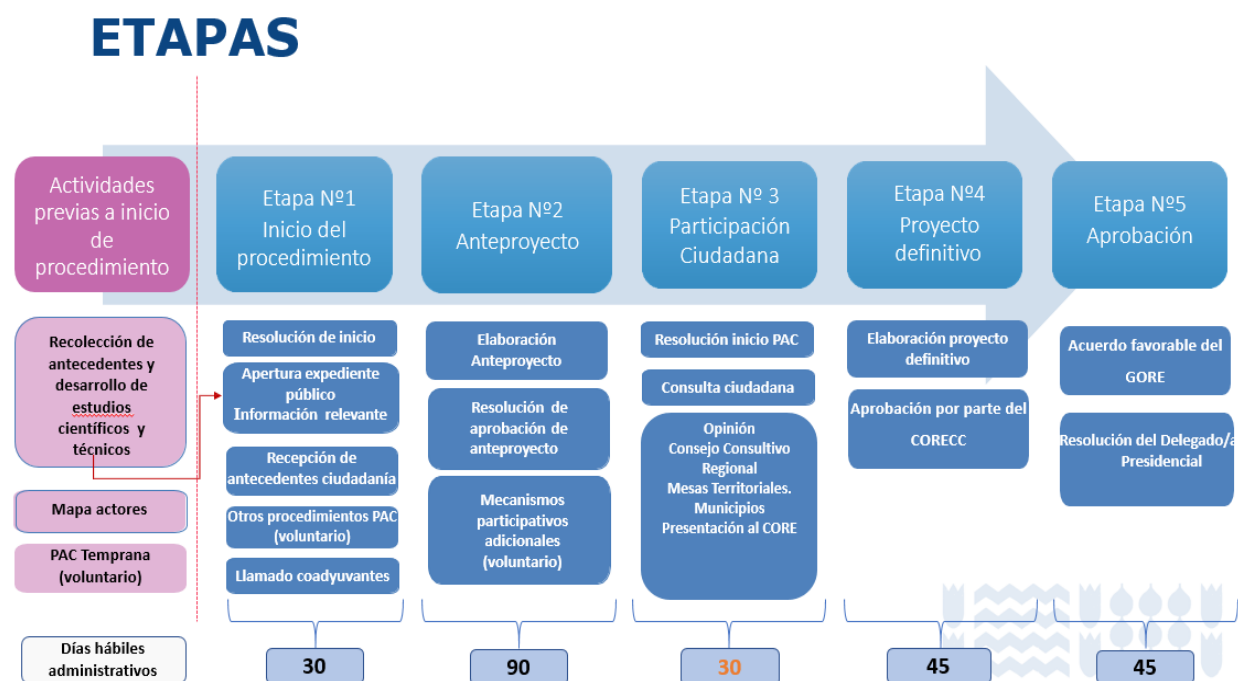
La participación ciudadana desempeñó un papel fundamental en la creación del borrador del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC), asegurando que el plan refleje de manera inclusiva las necesidades y esperanzas de la comunidad local. La formulación y puesta en marcha del PARCC demandó un enfoque colaborativo y multidisciplinario, uniendo saberes científicos, técnicos y experiencias locales, y tomando en cuenta las características únicas y potencialidades de la región. Este documento no solo apunta a cumplir con los compromisos ambientales nacionales e internacionales de Chile, sino que también marca un avance significativo hacia un futuro más sostenible y resiliente para la Región de Tarapacá.

Procedimiento de elaboración

El desarrollo del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) se estructuró en cinco etapas principales que permitieron una revisión exhaustiva de antecedentes y la incorporación de participación ciudadana y consultas técnicas a nivel regional y comunal.

Actividades previas a inicio del procedimiento:

Se realizó la recolección de antecedentes y el desarrollo de estudios científicos y técnicos para construir una base sólida del PARCC. Además, se desarrolló un mapa de actores clave y se promovió la Participación Anticipada Ciudadana (PAC) en una fase temprana, de forma voluntaria, para integrar la perspectiva de la ciudadanía desde el inicio.



Etapa 1: Inicio del procedimiento

Esta fase implicó la resolución de inicio, apertura de expediente público y difusión de información relevante, además de la recepción de antecedentes ciudadanos y la inclusión de otros procedimientos PAC voluntarios. Se realizó un llamado a los coadyuvantes para fortalecer la participación.

Etapa 2: Anteproyecto

En esta fase se elaboró el anteproyecto del PARCC, seguido por la resolución de aprobación del anteproyecto. Se integraron mecanismos participativos adicionales de carácter voluntario para enriquecer el proceso con aportes de la comunidad y de expertos.

Etapa 3: Participación Ciudadana

Se dio inicio formal a la Participación Anticipada Ciudadana (PAC) mediante la resolución respectiva, abriendo espacio para la consulta ciudadana. Se recogieron opiniones de instancias clave como el Consejo Consultivo Regional, mesas territoriales, municipios, y se presentó el anteproyecto al Consejo Regional (CORE).

Etapa 4: Proyecto definitivo

A partir de las observaciones recibidas, se elaboró el proyecto definitivo, el cual fue sometido a la aprobación del Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) para su revisión final.

Etapa 5: Aprobación

Finalmente, el proyecto recibió el acuerdo favorable del Gobierno Regional (GORE) y se emitió la resolución correspondiente por parte de la Delegación Presidencial, completando así el proceso de aprobación del PARCC.

Articulación PARCC Tarapacá con otros IGCC

Para el desarrollo de este anteproyecto PARCC, y con el fin de encauzar la planificación regional a las directrices nacionales y compromisos existentes en esta materia, se realizó una revisión de los distintos IGCC con el fin de mapear objetivos, metas y medidas en materia de cambio climático, así como identificar potenciales responsables que puedan ser convocados para su ejecución o implementación. En este proceso se filtraron y seleccionaron aquellos compromisos que independiente del nivel de alcance (nacional, sectorial, regional o comunal), requerían de una potencial expresión a nivel regional, o donde el nivel regional pudiera representar ventajas comparativas para su gestión.

Esta revisión permitió desarrollar las acciones regionales dentro de un marco en consonancia con la visión estratégica y compromisos adquiridos en distintos niveles de la gestión pública. La revisión fue complementada con información de talleres participativos.

La siguiente Tabla resume la documentación analizada, y sintetiza los objetivos climáticos y de sostenibilidad que se desprenden de los diversos documentos analizados. Esto permite identificar rápidamente las áreas de enfoque y las brechas existentes en la planificación actual, y actuando como guía para el desarrollo del PARCC.

Tabla 1. Listado de documentos analizados y síntesis de sus objetivos

Autor	Título documento	Alcance	Objetivo(s) Climático o de sustentabilidad que aborda
MMA,	Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad	Nacional	Generar información para decisiones de adaptación. Reducir otros estreses no climáticos sobre especies y ecosistemas. Proteger directamente ecosistemas y especies vulnerables. Desarrollar capacidades de manejo adaptativo.
MINAGRI	Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario	Nacional	Incrementar la resiliencia y capacidad de adaptación del sector agropecuario ante los impactos esperados del cambio climático.
MINVU	Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades	Nacional	Proponer lineamientos de adaptación para las ciudades frente al cambio climático, fortaleciendo la capacidad de respuesta y equidad territorial
MINECOM, Subpesca,	Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura	Nacional	Fortalecer la resiliencia de la pesca y acuicultura ante el cambio climático a través de enfoques ecosistémicos, investigación, concientización, optimización normativa y medidas de adaptación directas.
MINSAL	Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Salud	Nacional	Reducir la vulnerabilidad del sector salud y la población ante los impactos del cambio climático en salud
MOP	Plan de adaptación y mitigación de los servicios de infraestructura al cambio climático 2017 - 2022	Nacional	Integrar la gestión del cambio climático en la infraestructura del MOP para asegurar resiliencia y sostenibilidad frente a futuros cambios hidrometeorológicos y reducir GEI en todas las etapas de los proyectos.

Gobierno de Chile	Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el acuerdo climático de París, 2015	Nacional	Presentar y establecer la contribución nacional de mitigación y adaptación al cambio climático con metas al 2030, junto con objetivos en desarrollo de capacidades, tecnologías y estrategia financiera al 2018.
Gobierno de Chile	Contribución determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. Actualización 2020.	Nacional	La actualización de la NDC busca presentar metas de mitigación más estrictas para reducir emisiones, compromisos de adaptación en áreas prioritarias, un componente de integración de sectores relevantes, y medios de implementación.

Gobierno de Chile	Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile	Nacional	Alcanzar la Carbono Neutralidad y Resiliencia a más tardar al 2050.
Ministerio de Energía	Plan de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Energía 2034	Nacional	Contribuir a la inclusión del análisis del impacto de cambio climático en la evaluación de proyectos energéticos en el marco del Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA); Evaluar los impactos del aumento de la demanda energética por variabilidad climática, actualizando las medidas requeridas para hacer frente a dicha alza.; Integrar los impactos del cambio climático en la planificación de las políticas, planes y la legislación/regulaciones existentes en materia energética; Promover el desarrollo de un sistema energético resiliente, generando y fortaleciendo la capacidad de prevención y respuesta del sector energético a los impactos del cambio climático

MINECOM, Subsecretaría de Turismo.	Plan de adaptación al cambio climático del sector turismo en Chile (2019)	Nacional	Fortalecer las capacidades de la institucionalidad de turismo y las coordinaciones intersectoriales, público y privadas, para contribuir a la adaptación al cambio climático en el sector; Gestionar y difundir información vinculada al impacto y adaptación al cambio climático en el sector turismo; Implementar acciones para disminuir los impactos negativos del cambio climático.
GORE Tarapacá	Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) de la Región de Tarapacá (2013)	Regional	Conservar, proteger y potenciar los elementos de relevancia ambiental territorial; Proteger las áreas de alta fragilidad ambiental y las zonas de recarga de acuífero mediante la identificación de zonas de exclusión.
ONEMI Tarapacá	El Plan para la Reducción del	Regional	Identificar quebradas con mayor amenaza aluvional en zonas

	Riesgo de Desastres - Región de Tarapacá (2018)		pobladas; Detectar un tsunami en forma oportuna y alertar a la población; Entrenar voluntarios en primeros auxilios y respuesta básica.
GORE Tarapacá	Estrategia Regional de Desarrollo Tarapacá (2010- 2020)	Regional	Incentivar la incorporación de alternativas para el suministro y gestión de recursos hídricos y energéticos en las inversiones públicas y privadas, avanzando en la utilización de Energías Renovables No Convencionales (ERNC); Implementar un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos y Sustancias Químicas Peligrosas
MINVU	Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)	Regional	Mejora de Calidad de vida, Desarrollo Agrícola y Disminuir el impacto de los riesgos Naturales

Municipalidad de Pica	Plan de Desarrollo Comunal de Pica (2014-2017)	Comunal	Protección del recurso hídrico; Fomento de tecnologías no contaminantes; Control del impacto ambiental de actividades productivas; Programas de educación ambiental a nivel comunal e intersectorial.
Municipalidad de Huara	Plan de Desarrollo Comunal de Huara (2016-2020)	Comunal	Promover energías renovables; Construir un relleno sanitario para la comuna de Huara; Dotar de una ordenanza relativa a residuos sólidos; Dotar de una ordenanza relativa a áreas verdes; Implementar programa de minimización de residuos sólidos
Municipalidad de Alto Hospicio	Plan de Desarrollo Comunal de Alto Hospicio (2021-2024)	Comunal	Reducción de Gases de efecto invernadero
Municipalidad de Iquique	Plan de Desarrollo Comunal de Iquique (2023-2031)	Comunal	Reconocimiento y puesta en valor de los elementos de valor natural presentes en la comuna; Desarrollar iniciativas respetuosas con el medio ambiente, proteger los ecosistemas locales, realizar campañas de

			educación ambiental, mejorar la gestión de residuos y planificar adecuadamente para gestionar las amenazas naturales
Municipalidad de Pozo Almonte	Plan de Desarrollo Comunal de Pozo Almonte (2015 - 2018)	Comunal	Proteger la biodiversidad, poner en valor el patrimonio natural de la región, mitigar el impacto ambiental de la minería y desarrollar el turismo de forma sustentable
Municipalidad de Colchane	Plan de Desarrollo Comunal de Colchane (2015-2018)	Comunal	Educación ambiental a la población, planes de reciclaje de residuos, definición de áreas de protección ecológica en el ordenamiento territorial, expansión de redes de servicios básicos, y preparación ante emergencias ambientales
Municipalidad de Camiña	Plan de Desarrollo Comunal de Camiña (2016-2020)	Comunal	Fomentar el desarrollo agrícola; Mejorar infraestructura y dotación médica de servicios de salud; fortalecimiento del turismo; Desarrollo de gobiernos locales y gobernanza.

Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

En la Región de Tarapacá, la revisión de instrumentos y estrategias a nivel regional y comunal refleja el grado en que las directrices nacionales y sectoriales han permeado nuestro territorio, representando un verdadero estado del arte en términos de planificación. Esta evaluación inicial es clave para identificar los ámbitos en los que el anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) deberá concentrar sus esfuerzos, orientando de manera precisa nuestras futuras intervenciones.

La Estrategia Regional de Desarrollo 2023-2033 de Tarapacá se establece como el marco orientador de la planificación a largo plazo en la región. Aunque su enfoque en cambio climático es tangencial, incluye lineamientos de sustentabilidad ambiental, con énfasis en la gestión de residuos, la promoción de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y la mejora en el acceso al agua. Si bien estas directrices no fueron diseñadas específicamente como medidas de mitigación climática, su implementación puede aportar a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al uso eficiente de los recursos. Aun así, la ausencia de objetivos específicos y acciones concretas para abordar el cambio climático en estos lineamientos indica la necesidad de integrar la mitigación y adaptación de manera explícita en la planificación regional. Las iniciativas en ERNC y gestión de residuos sólidos son pasos valiosos, pero requieren una articulación más sólida con las políticas climáticas para alinear a la región con las metas nacionales de carbono neutralidad.

El Plan para la Reducción del Riesgo de Desastres de la Región de Tarapacá 2018 enfoca su acción en la gestión de riesgos frente a amenazas naturales. Aunque no aborda directamente el cambio climático, las medidas de identificación de zonas susceptibles y el desarrollo de sistemas de alerta temprana son esenciales para la adaptación climática. Asimismo, el fortalecimiento de la capacitación comunitaria y la coordinación institucional ante emergencias constituyen esfuerzos que, indirectamente, robustecen la resiliencia de la región frente a los efectos del cambio climático. Sin embargo, la incorporación de una perspectiva explícita de cambio climático en este plan podría mejorar nuestra capacidad de respuesta y adaptación, especialmente considerando la creciente frecuencia e intensidad de eventos extremos.

El Informe Diagnóstico Ambiental Estratégico: Etapa Evaluación Ambiental Estratégica del PROT Tarapacá 2013 no establece medidas específicas de adaptación o mitigación del cambio climático. Sin embargo, contiene objetivos orientados a la sustentabilidad ambiental, como la conservación y protección de elementos de relevancia ambiental, el mejoramiento de la calidad de vida en zonas urbanas y rurales, y la protección de áreas ambientalmente frágiles. Estos objetivos, sin embargo, carecen de medidas o acciones concretas para su implementación efectiva. En el ámbito comunal, los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) ofrecen una visión más detallada de la planificación y gestión ambiental, reflejando una oportunidad para profundizar en la integración del cambio climático en la gestión territorial.

El PLADECO de la Comuna de Huará 2016-2020, aunque no establece objetivos climáticos específicos, incorpora elementos de sostenibilidad como la gestión de residuos y la iluminación pública con energías renovables. Aunque estas medidas apuntan principalmente a la gestión ambiental local y no están enfocadas en abordar los riesgos específicos del cambio climático, representan un avance hacia prácticas más sustentables para la comuna, que pueden integrarse en un marco más amplio de acción climática.

El Plan de Desarrollo Comunal de Iquique 2023-2031, con su reconocimiento de la importancia del medio ambiente y la necesidad de una planificación que contemple las amenazas naturales, sugiere una conciencia ambiental que podría ser capitalizada para introducir medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Otro objetivo central, es el reconocimiento y puesta en valor de los elementos de valor natural presentes en la comuna. La propuesta de zonificación y la integración de espacios públicos son pasos relevantes para la conservación de ecosistemas y la educación ambiental. Sin embargo, la ausencia de medidas concretas y detalladas resta claridad a la estrategia de implementación, lo que es crucial para avanzar hacia la carbono neutralidad.

Los PLADECO de Pozo Almonte y Colchane 2015-2018, aunque mencionan objetivos ambientales y de sostenibilidad, no detallan acciones concretas para su cumplimiento, lo que dificulta evaluar su potencial impacto en la mitigación del cambio climático. La

protección de la biodiversidad y el patrimonio natural, la educación ambiental, y en el caso de Pozo Almonte, la mitigación del impacto ambiental de la minería y el desarrollo el turismo de forma sustentable, son componentes valiosos que han sido considerados, sin embargo requieren de una definición más detallada de las acciones comprometidas para su consecución y seguimiento.

El PLADECO de Pica 2014 – 2017, por su parte, presenta objetivos de sostenibilidad que son compatibles con la mitigación del cambio climático. Entre estos, se encuentran la protección del recurso hídrico, el fomento de tecnologías no contaminantes, el control del impacto ambiental de actividades productivas y la educación ambiental a nivel comunal e intersectorial. Para alcanzar dichos objetivos, el PLADECO plantea medidas como mesas de trabajo público-privadas sobre el recurso hídrico, uso de tecnologías sustentables en agricultura, elaboración de una política medioambiental comunal y campañas de compromiso ecológico. Las mesas de trabajo y políticas medioambientales comunales son iniciativas que pueden ser fortalecidas y orientadas hacia la carbono neutralidad. Sin embargo, la falta de detalles sobre la implementación y seguimiento de estas medidas plantea interrogantes sobre su eficacia real.

El PLADECO de Camiña 2016-2020, aunque no aborda explícitamente el cambio climático, incorpora aspectos de desarrollo sostenible que son fundamentales para la adaptación y mitigación del cambio climático. La atención al desarrollo agrícola sostenible, la infraestructura de servicios básicos, y el fortalecimiento del turismo y la educación, son áreas que indirectamente contribuyen a la resiliencia climática. Sin embargo, la efectividad de estas áreas en la contribución a la carbono neutralidad dependería de la integración de acciones climáticas específicas y medibles en futuras revisiones del plan, asegurando así que Camiña avance de manera concreta hacia los objetivos de sostenibilidad ambiental y reducción de emisiones.

Por último, el análisis del PLADECO de Alto Hospicio 2021-2024 destaca por su inclusión de objetivos específicos de adaptación y mitigación del cambio climático, con medidas concretas como la promoción de energías renovables y la electromovilidad. Esto demuestra un compromiso más directo con la acción climática y proporciona un modelo para la integración de objetivos climáticos en la planificación comunal. Este enfoque no solo atiende a la mitigación, sino que también contempla aspectos de adaptación, como la protección de áreas verdes y patrimoniales, fundamentales para

la resiliencia urbana ante el cambio climático. La presencia de objetivos y medidas específicas es un paso adelante en la concreción de políticas que pueden ser monitoreadas y evaluadas.

La comparación entre los distintos PLADECO y los planes de nivel regional revela una heterogeneidad en la incorporación de la acción climática en la planificación territorial. Mientras algunos planes, como el de Alto Hospicio, presentan un enfoque más desarrollado y específico en la reducción de gases de efecto invernadero, otros se mantienen en un nivel más general o indirecto. Esta brecha representa una oportunidad significativa para integrar consideraciones climáticas en futuras revisiones de estos instrumentos o actualizaciones de planes, asegurando que todas las escalas de planificación contribuyan al objetivo común de sostenibilidad y resiliencia climática, especialmente porque con algunas de estas actualizaciones, han transcurrido varios años desde su redacción, mientras que se ha acumulado una cantidad considerable de investigaciones que revelan la profunda importancia y los efectos de gran alcance del cambio climático.

5. Diagnóstico y caracterización regional

El Diagnóstico regional se construyó a partir de un proceso de análisis de información secundaria, la realización de 10 entrevistas en profundidad y la ejecución de un proceso participativo con autoridades y expertos regionales a partir de grupos focales y talleres de trabajo. A partir de este diagnóstico, se han identificado las principales amenazas climáticas de la región, los principales sectores involucrados y se han propuesto las cadenas de impacto que debieran orientar el camino hacia contar con un Anteproyecto del PARCC de Tarapacá.

5.1. Caracterización general de la región de Tarapacá

Este apartado del documento proporciona un análisis de la región de Tarapacá, abarcando múltiples dimensiones clave, se exploran aspectos geográficos, demográficos, económicos e infraestructurales, con especial énfasis en el medio ambiente y los recursos naturales de la región. Este diagnóstico y caracterización regional se propone como una base para comprender los diversos factores que configuran la región de Tarapacá, identificando tanto sus fortalezas como desafíos, y proporcionando un marco para futuras acciones, políticas de desarrollo y adaptación al cambio climático.

5.1.1. Caracterización geográfica

La región de Tarapacá, ubicada en el norte de Chile, puntualmente entre los 19° 13' hasta los 21° 38' de latitud sur, limita con el territorio boliviano al este, con la región de Arica y Parinacota al norte, el océano pacífico al oeste y la región de Antofagasta al sur. Representa un área aproximada de 42.225,8 kilómetros cuadrados, equivalentes al 5,6% del territorio nacional (BCN, 2021). Esta extensión le otorga características geográficas y climáticas únicas, marcadas por la presencia del desierto de Atacama, uno de los más áridos del mundo (Walter & Breckle, 2004). Tarapacá se compone de dos provincias: Iquique, que es también la capital regional, y Tamarugal, cuya capital provincial es Pozo Almonte. La provincia de Iquique, centrada alrededor de la ciudad homónima, es un núcleo urbano y económico importante, mientras que Tamarugal se caracteriza por su vasto territorio predominantemente rural y desértico. En la provincia de Iquique, se encuentran las comunas de Iquique y Alto Hospicio. Mientras tanto, en la provincia de El Tamarugal, están las comunas de Pozo Almonte, Huara, Camiña, Colchane y Pica (BCN, 2021).

El relieve de la región de Tarapacá se caracteriza por su diversidad y complejidad, reflejando la rica geografía del norte de Chile. La región está dominada por tres

unidades principales: la Cordillera de los Andes, que incluye el altiplano; la Meseta del Tamarugal; y la Cordillera de la Costa, marcada por acantilados que descienden abruptamente al mar. Dentro de estas unidades, emergen diversas formas de relieve; La costa de Tarapacá, con su borde costero y planicies litorales, es una estrecha franja que alberga el centro urbano principal, Iquique, y zonas dedicadas a la actividad productiva. El Farellón costero, al norte de Iquique, se presenta como una estructura maciza y elevada. Luego, la Depresión Intermedia está compuesta por la Pampa del Tamarugal, un espacio modelado por erosiones y el viento, destacando por su historia natural y cultural. Luego, la Cordillera de los Andes, alta y maciza, y el Altiplano, una meseta casi plana de gran altitud, completan este diverso mosaico geográfico.

La región de Tarapacá presenta una variada gama climática. Las áreas de altiplano en la Cordillera de los Andes experimentan un clima de montaña con bajas temperaturas y precipitaciones más frecuentes, mientras que la Pampa del Tamarugal y zonas cercanas a la costa, bajo la sombra de la Cordillera de la Costa, enfrentan un clima desértico con mínimas precipitaciones y amplias variaciones de temperatura. La región se distingue por cuatro subtipos climáticos desérticos, desde el clima desértico costero nuboso con temperaturas medias de 18,1 °C hasta el clima de estepa de altura en el altiplano, con precipitaciones anuales de hasta 300 mm. La temperatura máxima promedio regional es de 24,4 °C y la mínima de 12,5 °C. Estos contrastes climáticos están profundamente entrelazados con la geografía, y condicionan significativamente la vida regional, desde la alimentación y la salud hasta las actividades económicas.

5.1.2. Caracterización demográfica

La población regional es de 330.558 habitantes y su densidad alcanza a los 7,82 habitantes por km² (INE, 2017). La distribución de género es equilibrada, con aproximadamente un 49% de mujeres, que suman 162.765, y un 51% de hombres, equivalentes a 167.793 personas. La población muestra una diversidad en la distribución por edades, con una proporción significativa de personas jóvenes, especialmente en los rangos de 25 a 34 años y de 35 a 44 años. También se observa una presencia considerable de población adulta y adulta mayor, con una distribución equilibrada en los grupos de 45 a 54 años, 55 a 64 años y 65 años o más. La región dispone de 117.809 unidades de vivienda, de las cuales 98.591 están ocupadas por particulares, 18.859 están desocupadas, y 359 son colectivas. Se registran 97.693 hogares, con un tamaño promedio de 3,2 personas por hogar, ligeramente superior al promedio nacional de 3,1 personas. Además, un 4% de las viviendas albergan más de un hogar, cifra que supera el 2% a nivel nacional (INE, 2017).

La región se distingue por su marcada tendencia a la urbanización, un significativo 93,8% de su población reside en áreas urbanas, especialmente en Iquique, la capital regional

y provincial. Esta predilección por las zonas urbanas, como el amplio núcleo urbano de Iquique, evidencia el patrón dominante de urbanización en la región. La aglomeración en estas áreas está estrechamente vinculada a las actividades económicas y oportunidades laborales que presentan las ciudades. Por otro lado, Tarapacá también alberga una notable población rural, concentrada principalmente en la provincia de Tamarugal y sus alrededores. Estas zonas rurales se caracterizan por un modo de vida más arraigado en la agricultura y ganadería, con comunidades que preservan sus tradiciones ancestrales.

La región presenta una notable diversidad étnica y cultural, con una significativa población que se identifica como perteneciente a pueblos originarios. Estos grupos étnicos representan aproximadamente el 25% de la población regional, proporción mayor que el promedio nacional del 12,8%. Entre los pueblos indígenas más prominentes en la región se encuentran los Aymara, Mapuche y Quechua. De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda del 2017 (INE, 2017), el 23,9% de la población de Tarapacá se identifica como perteneciente a un pueblo originario. El grupo más numeroso dentro de esta población es el pueblo Aymara, que representa el 14,8% de la población regional. Le siguen el pueblo Quechua, con un 5,3%, y el pueblo Mapuche, con un 2,8%. La distribución geográfica de estos grupos indígenas en la región se debe a una serie de factores, incluyendo el clima, la geografía y la historia. Por ejemplo, el pueblo Aymara se concentra en las zonas más áridas de la región, lo que refleja su adaptación histórica a un clima seco. Por otro lado, el pueblo Quechua se encuentra principalmente en las áreas montañosas, donde su adaptación a la altitud ha influido en su ubicación geográfica. Finalmente, el pueblo Mapuche prefiere las zonas más fértiles de la región, donde su tradición agrícola ha florecido a lo largo del tiempo.

En relación con la migración en la región, según estimaciones del INE (2021), en el año 2020 residían en la región un total de 69.358 personas migrantes, el 14% de la población se consideraba migrante internacional, superando significativamente el 4,3% a nivel nacional, lo que representó un incremento relativo del 1,6% en comparación con el año anterior. En cuanto a la composición de género de la población migrante, se observó que había una mayor cantidad de hombres que de mujeres. Otro aspecto para considerar es la juventud de gran parte de la población migrante, ya que el 31,5% de ellos se encuentra en el rango de edades de 25 a 34 años, lo que refleja una presencia significativa de personas jóvenes que han optado por migrar a la región de Tarapacá. En cuanto a los países de origen de los migrantes, Bolivia es la nación más representada, con un 45,7% de la población migrante, seguido por Perú, que contribuye con un 24,2%. Esto resalta la fuerte presencia de migrantes provenientes de países vecinos. En ese sentido, cabe señalar que el ingreso de población migrante también ha experimentado un aumento significativo, con un total de 121.000 personas refugiadas y migrantes ingresando al país entre 2018 y septiembre de 2022, según datos de la Organización

Internacional para las Migraciones (OIM, 2022, basados en PDI 2021). Un punto para considerar es el aumento en el ingreso de migrantes por pasos no habilitados, con un flujo destacado a través del paso ubicado en la comuna de Colchane, que conecta el país con Bolivia. En el año 2022, se estimó un ingreso de aproximadamente 400 migrantes irregulares por día a través de este punto, aunque esta cifra disminuyó en un 63% hacia finales de mayo de 2023 (MINDEF, 2023).

La ciudad que registró mayor crecimiento de población en la región fue Iquique (incluyendo a Alto Hospicio), que alcanzó los 216.419 habitantes (Gobierno Regional de Tarapacá, s/f). Se proyecta un aumento a 401.588 habitantes, manteniendo una distribución de género similar con un 49,6% de mujeres (199.241) y un 50,4% de hombres (202.347), lo que representa el 2% de la población total de Chile. Este crecimiento refleja no solo las tendencias naturales de la población, sino también sugiere el impacto de la migración en la región. En ese sentido la región de Tarapacá se ha convertido en un destino atractivo tanto para migrantes nacionales como internacionales, lo que contribuye a su diversidad cultural y demográfica.

5.1.3. Caracterización socioeconómica

La economía de la región de Tarapacá destaca por su diversidad sectorial, englobando actividades como la minería, la agricultura, el comercio y el turismo. Sin embargo, predomina una marcada orientación hacia la minería, que representaba un significativo 50,1% del PIB regional en 2021. Este enfoque resalta una menor diversificación económica en Tarapacá en comparación con el panorama económico nacional. La evolución del PIB regional desde 2013 revela un aumento de 10,7 puntos porcentuales en la minería, reflejando el cambio más destacado en la estructura económica regional. A pesar de esto, la diversificación económica permanece como un objetivo esencial para la sostenibilidad a largo plazo de la región. En ese sentido, la agricultura, pese a sus desafíos, contribuye en cierta medida al PIB y significativamente a la seguridad alimentaria de la región. Además, la franja costera de la región, que se extiende a lo largo de las comunas de Huará e Iquique, abarca unos 241 kilómetros y es el escenario de una variedad de actividades, incluyendo la pesca artesanal, y la actividad portuaria, e industrial (Guerrero-Cossio, 2016). Sumado a esto, el turismo atrae a un considerable número de visitantes, tanto nacionales como internacionales a los parques nacionales y las playas de la región. En conjunto, todas estas actividades sumaron un PIB de 4.811 mil millones de pesos en 2021, contribuyendo aproximadamente un 2% al PIB nacional.

El mercado laboral en la región de Tarapacá, según la Encuesta Nacional de Empleo, revela que había 186,11 mil personas ocupadas, representando una tasa de ocupación del 60%, frente a una tasa de desocupación del 8,1%. Sin embargo, existen disparidades

de género, el 52,7% de las mujeres se encuentran empleadas, en comparación con el 67,2% de los hombres. Además, en cuanto al tipo de empleo, el 33,9% de las personas ocupadas tienen trabajos informales, lo que representa 63,14 miles de personas, afectando desproporcionadamente a las mujeres, con un 37,8%, frente al 30,9% de los hombres. En cuanto a la distribución de empleo por sector, el 24,6% de las personas ocupadas pertenecen al sector de retail, seguido por un 9,4% en explotación minera y canteras, y un 8,7% en administración pública y defensa (INE, 2023).

En 2021, el ingreso mensual promedio en la región de Tarapacá fue de \$672.109. Con una notable brecha de género del 30,8%, a favor de los hombres ganando un promedio de \$771.225 frente a los \$533.489 de las mujeres. Además, la región experimentó un leve aumento del 0,2% en ingresos reales (ajustados según precios de 2021) en comparación con el año anterior. Al examinar los ingresos según el nivel educativo, se observa que el 49,4% de los ocupados tienen educación media, seguidos por un 27,5% con educación universitaria y un 8,5% con formación técnica profesional. En ese sentido, los ingresos promedio de los universitarios son 2,1 veces mayores que los de las personas con educación media (INE, 2021).

Según la Encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN) de 2022, la región de Tarapacá muestra un índice de pobreza multidimensional del 23,8%, superando el promedio nacional de 16,9%. En términos de pobreza extrema multidimensional, la región registra un 4,5%, cifra que coincide con el promedio nacional. Un aspecto preocupante es la situación de los pueblos originarios: con un índice de pobreza del 32,8%, superan significativamente el promedio nacional de 20,7%. Esto indica que las personas de pueblos originarios en Tarapacá tienen tres veces más probabilidades de vivir en condiciones de pobreza en comparación con quienes no pertenecen a estos pueblos (MDSF, 2022).

5.1.4. Caracterización de Infraestructura

En la región de Tarapacá destacan varios proyectos de infraestructura social y económica, principalmente bajo las direcciones de Arquitectura y Obras Portuarias. Se espera la licitación para la restauración de dos monumentos en Pisagua (la Torre de Reloj y el Teatro). Adicionalmente, se han planificado proyectos como la Construcción de las Termas de Chusmiza y la Restauración de la Iglesia de Usmagama, enmarcados en el Acuerdo de Solución Amistosa Chusmiza Usmagama.

En cuanto a la Edificación Pública, el Hospital de Alto Hospicio, aunque completado físicamente, todavía está en proceso de ajustes y se espera su puesta en marcha gradual. Asimismo, se ha proyectado la construcción del nuevo Laboratorio Ambiental de Salud Pública en Iquique, con una inversión estimada de 3.500 millones de pesos.

La reposición de la Aduana de Quillagua implica una mejora en la infraestructura para la seguridad regional y nacional, con una inversión de aproximadamente 25 mil millones de pesos, se encuentra en etapa de adjudicación. Este proyecto forma parte del Plan Nacional de Complejos Fronterizos, incluyendo Colchane.

Respecto a los servicios sanitarios rurales (SSR), se destaca la necesidad de ejecutar proyectos de mejora y reposición en Colchane y Camiña. En este contexto, se espera avanzar en proyectos en las localidades de Milquijawa y Cariquima, además de las obras previstas en Moquella y Francia, en la comuna de Camiña.

En el ámbito costero, se tiene previsto la licitación de obras de SSR en cinco caletas del borde costero sur de Iquique, contemplando tecnologías de desalinización, sumándose a las existentes en la región. La planificación y ejecución de estos proyectos deben considerar la demanda actual y proyectada de recursos hídricos, según datos de la DGA (2017).

En lo aeroportuario, el Aeropuerto Internacional Diego Aracena ha concluido obras en la calle de Rodaje Bravo en 2022, y se prevén diversas conservaciones y normalizaciones para el área de movimiento en 2023 y años futuros. Además, se están desarrollando puntos de posada de helicópteros, tanto en conservación como construcción, para fortalecer la red macrozonal en emergencias. En cuanto al terminal de pasajeros y carga del aeropuerto, se retomaron obras mediante concesiones, a pesar de la quiebra de la empresa a cargo del contrato.

En cuanto a lo vial, la Ruta 15 Ch, con una inversión de 5 mil millones de pesos en un tramo de alto deterioro y otro proyecto de conservación por una cantidad similar. También se destaca el proyecto desde Alto Usmagama a Alto Chusmiza, incluido en el Plan de Zonas Rezagadas Tamarugal Norte. Además, se proyectan mejoras a lo largo de los 162 km de la ruta, siguiendo un compromiso presidencial. En la Ruta 1 costera, se realizan obras en varios tramos, como Pabellón de Pica-Patache y Patillos-Aeropuerto, formando parte de la cartera de vialidad y complementándose con otros proyectos específicos y conservaciones. La conexión vial Ruta 1 y Ruta 16 en Iquique es crucial para mejorar la conectividad entre Iquique y Alto Hospicio, incluyendo la finalización del Segundo Acceso y de la Rotonda del Pampino.

En cuanto al transporte público, el Plan de Movilidad Urbana Sostenible para Iquique- Alto Hospicio identifica problemas como infraestructura vial en mal estado y dependencia en la conectividad hacia Alto Hospicio por una única ruta. La región enfrenta desafíos en conectividad y flujo hacia zonas de alta concurrencia o riesgo de marejadas, como el sector de Cavancho y Bajo Molle. El proyecto del teleférico es

fundamental para mejorar y diversificar la conectividad entre Iquique y Alto Hospicio. Actualmente en fase final de estudios, su licitación se estima para finales de 2023, siendo un proyecto muy esperado por la ciudadanía.

5.1.5. Caracterización de ecosistemas y biodiversidad

5.1.5.1. Ecosistemas

En cuanto a los ecosistemas, la región alberga una diversidad de biomas adaptados a la hiperaridez imperante, abarcando desde el desierto costero hasta la puna andina (MMA, 2019). Esta variedad de condiciones ecológicas sustenta niveles destacados de biodiversidad y endemismo presentes en la región. Entre estos se pueden diferenciar:

Bofedal: Los bofedales de Tarapacá, localizados en áreas húmedas de altas altitudes, son ecosistemas de gran importancia hidrológica y biológica. Albergan una variedad de flora especializada y fauna endémica, incluyendo especies de aves y anfibios únicos. Estos humedales andinos son esenciales para la conservación del agua y la biodiversidad en un entorno de montaña.

Bosque espinoso: La Pampa del Tamarugal, en contraste con el desierto costero circundante, es un ecosistema único y un oasis de vida en medio de la aridez. En esta región, se encuentran especies adaptadas a su entorno árido y semidesértico, incluyendo roedores como el tuco-tuco del Tamarugal, el ratón andino y el lauchón orejudo, además de mamíferos como el zorro chilla, el culpeo y el quique. También es un refugio vital para una diversidad de aves, como aguiluchos, comesebo del Tamarugo, lechuzas, pequeños y el jote cabeza roja.

Desierto absoluto: El Desierto Absoluto de Tarapacá se caracteriza por su extrema aridez, siendo una de las zonas más secas del Desierto de Atacama. Este ecosistema se distingue por su escasa precipitación, amplias fluctuaciones de temperatura y una biodiversidad adaptada a estas duras condiciones. La vegetación es casi inexistente, y la fauna incluye especies altamente especializadas capaces de sobrevivir en este entorno riguroso.

Ecosistema de niebla: Este ecosistema se caracteriza por la presencia constante de niebla o camanchaca, que proporciona humedad esencial en zonas costeras áridas. Sostiene una vegetación única adaptada a capturar y utilizar la humedad de la niebla, creando un microclima que favorece la biodiversidad de plantas y animales especializados.

Matorral bajo: El matorral bajo de Tarapacá comprende zonas de vegetación arbustiva y xerófila, adaptada a condiciones de aridez. Es un hábitat vital para numerosas especies de reptiles, aves e invertebrados, y juega un papel importante en la prevención de la erosión del suelo.

Pajonal: Los pajonales, ubicados en altitudes medias y altas, consisten principalmente en extensas áreas de pastizales. Son fundamentales para la vida de herbívoros nativos y para la agricultura local, además de actuar como importantes sumideros de carbono.

Plantaciones y zonas agrícolas: Estas áreas son cruciales para la economía regional, donde se cultivan diversos productos adaptados a las condiciones climáticas. Además, contribuyen a la diversidad paisajística y ofrecen hábitats alternativos para la fauna local.

Salar: Los salares en Tarapacá son extensas planicies de sal, únicas por su biodiversidad adaptada a condiciones extremadamente salinas. Albergan microorganismos especializados y son áreas de anidación para varias especies de aves.

Tolar: El tolar es un tipo de ecosistema de montaña, caracterizado por arbustos y hierbas resistentes a las bajas temperaturas y vientos fuertes. Es hábitat de diversas especies de fauna adaptadas a este entorno riguroso.

Sector de vegetación escasa: Estas zonas se caracterizan por una vegetación muy limitada, son ejemplos de adaptación extrema a la aridez. A pesar de su aparente hostilidad, son importantes para mantener el equilibrio ecológico y son refugio de especies especializadas.

Sector de vegetación herbácea azonal: Estos sectores incluyen áreas con predominio de hierbas, que no corresponden a las zonas climáticas típicas de la región. Son importantes para la biodiversidad y proporcionan forraje para la fauna local.

Sector marino-costero: El ecosistema marino de la región oceánica de Tarapacá es un sistema costero vital con características únicas. Esta área se destaca por albergar una biodiversidad excepcional, incluyendo especies de cetáceos y una variedad de peces. Sus aguas frías y nutrientes favorecen la vida marina. Además, los hábitats submarinos como corales de agua fría y esponjas marinas desempeñan un papel fundamental en la conservación y el ciclo de vida de muchas especies. Este ecosistema costero es esencial para mantener la biodiversidad marina en la región y sustentar procesos ecológicos clave.

5.1.5.2. Biodiversidad

La región de Tarapacá se destaca por su singular biodiversidad, adaptada a uno de los entornos más secos del mundo. La vegetación, aunque escasa, es notablemente especializada en sobrevivir a condiciones de extrema aridez. La fauna también refleja un alto nivel de adaptación, incluyendo especies que han evolucionado para prosperar en este desafiante ambiente. Además, la costa de la región es el hábitat de varias especies marinas únicas, sumando a la rica diversidad biológica de la zona.

Flora: En Tarapacá, los oasis de neblina en los cerros detrás de Iquique son áreas de notable endemismo, con más del 50% de las especies siendo únicas de la región (MMA, 2018). Pinto & Luebert (2009) identificaron 156 especies endémicas chilenas en el cerro Camaraca y Chipana, destacando la importancia de Tarapacá en la conservación de la biodiversidad. El Altiplano, situado a más de 4.000 metros sobre el nivel del mar, es una de las zonas ecológicamente más ricas de la región de Tarapacá. Se han identificado 97 especies de plantas vasculares en esta área, incluyendo siete que son endémicas de Chile, lo que resalta su singularidad biológica (Teillier, 2008). Esta región, notablemente libre de especies invasoras, se ha convertido en un refugio crucial para la flora nativa, preservando un ecosistema único donde estas especies pueden florecer sin la competencia o amenazas de flora foránea. La Reserva Nacional Pampa del Tamarugal está ubicada en la provincia del Tamarugal está constituida por el tamarugo (*Prosopis tamarugo*), algarrobo blanco (*Prosopis alba*), chulki (*Prosopis burkati*) y fortuna (*Prosopis strombulifera*). Además, es posible encontrar *Prosopis alba* (Algarrobo), *Prosopis strombulifera* (Fortuna) y *Prosopis Burkati* (Chulki) pertenecientes al mismo género. Otras formaciones vegetales son *Atriplex atacamensis* (Cachiyuyo), *Caespelina aphylla* (Retama), *Tessaria absinthiodes* (Brea o Sorona) *Atriplex* sp (Pillaya) y la *Distichlis spicata* (Gramma salada), entre las más representativas.

Fauna: De acuerdo con la Comisión Nacional de Diversidad Biológica, la región de Tarapacá registra la existencia de 6 tipos de anfibios, de los cuales 2 son endémicos, 18 tipos de reptiles, con 8 especies endémicas, 239 aves y 45 mamíferos terrestres, incluyendo una especie endémica (MMA, 2019). Respecto a la biodiversidad regional, cerca de un 78% de las especies evaluadas se categorizan actualmente en algún estado de amenaza (MMA, 2018). El Altiplano de la región de Tarapacá alberga una comunidad única de especies adaptadas a las duras condiciones de este entorno. En este sector, la vicuña es una especie destacada, siendo un camélido silvestre que ha logrado sobrevivir en este ambiente extremo. Además, el guanaco, la llama y las tarucas, conocidas como huemules andinos, se encuentran en altitudes que oscilan entre los 2.000 y 4.000 metros. El puma, el felino más grande de América, también habita en esta región, adaptándose a las condiciones de la precordillera y el Altiplano. En las zonas de altiplano del extremo norte de la región, que abarcan las cordilleras de las

Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, se pueden encontrar algunos anfibios notables, como *Rhinella spinulosa*, *Pleurodema marmoratum* y diversas especies de *Telmatobius* (Bonacic, 2016a). Este ecosistema altoandino es un hábitat único y frágil que merece especial atención para su conservación. En las regiones boscosas y cordilleranas, habitan especies como la vizcacha, que se adapta a estos entornos más verdes y montañosos. La Pampa del Tamarugal es una zona única que alberga una variedad de especies adaptadas a este ecosistema árido y semidesértico. Aquí, se encuentran roedores como el tuco-tuco del Tamarugal (*Ctenomys fulvus robustus*), el ratón andino (*Abrothrix olivaceus*) y el lauchón orejado (*Phyllotis darwini*) (Bonacic, 2016b). Además, mamíferos como el zorro chilla (*Pseudalopex griseus*), el culpeo (*Pseudalopex culpaeus*) y el quique (*Galictis cuja*) también encuentran su hábitat en esta región. La Pampa del Tamarugal es esencial para la protección de diversas especies de aves, incluyendo aguiluchos, comesebo del Tamarugo, lechuzas, pequeños y el jote cabeza roja. La región oceánica de Tarapacá desempeña un papel crucial en la conservación del ecosistema marino. Además de ser un hábitat importante para los cachalotes (*Physeter macrocephalus*), otras especies de cetáceos como ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), orcas (*Orcinus orca*), delfines comunes (*Delphinus delphis*), y delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) se congregan en estas aguas debido a las corrientes frías y nutrientes que favorecen la alimentación y reproducción. Además de los cetáceos, las aguas albergan poblaciones significativas de peces pelágicos, como el jurel (*Trachurus murphyi*) y la anchoveta (*Engraulis ringens*), que son fundamentales para la pesca comercial en la zona. Además, se pueden encontrar numerosas especies de tiburones y rayas, incluyendo el tiburón azul (*Prionace glauca*) y el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), que juegan un papel clave en el equilibrio de la cadena alimentaria marina.

5.1.6. Presencia de contaminantes

En esta región se han detectado suelos que podrían contener contaminantes. La preocupación aumenta con las lluvias, ya que podrían provocar derrames y liberación de estos contaminantes. Esta situación es especialmente preocupante en zonas como vertederos, rellenos sanitarios, basurales y lugares donde se almacenan residuos mineros, como los tranques de relave. Para una comprensión más profunda, la Figura 3 muestra en detalle estos puntos críticos, abarcando desde vertederos y rellenos sanitarios hasta basurales, así como distintas fuentes de contaminación, incluyendo residuos mineros y otros tipos de contaminantes.

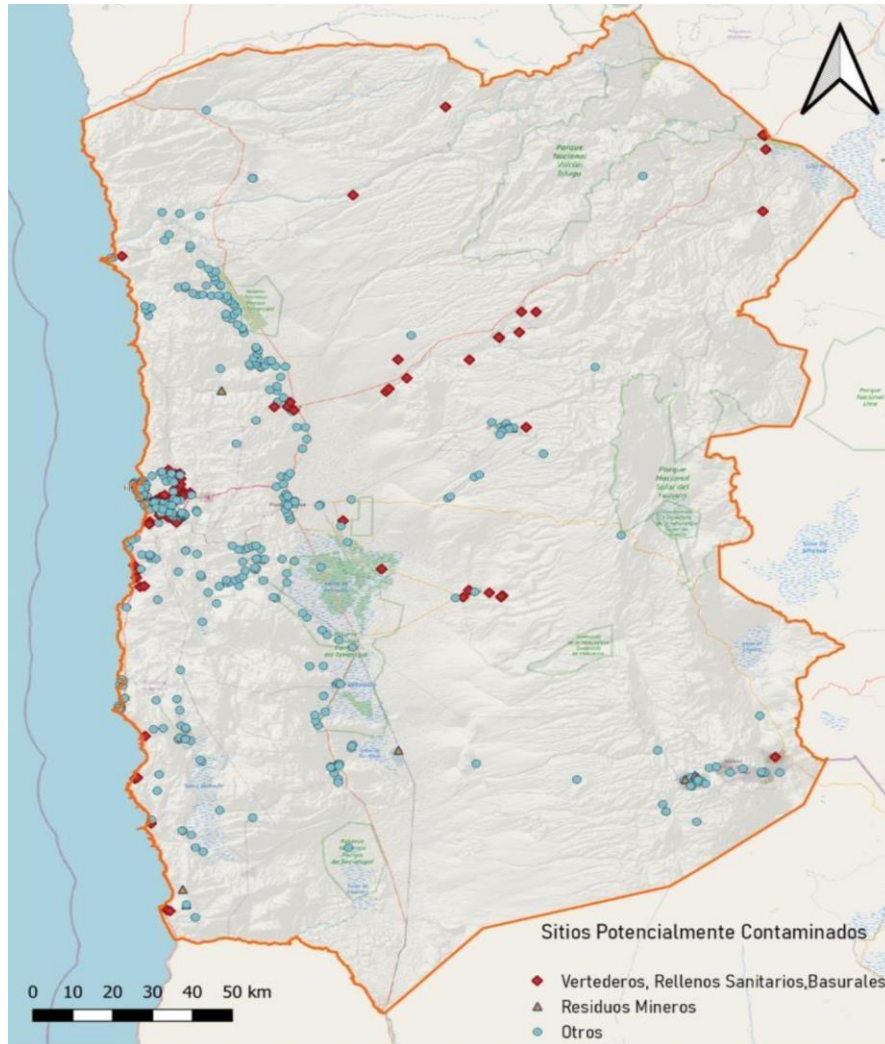


Figura 3. Sitios Potencialmente Contaminantes.

Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, a partir del Sistema Nacional de Información Ambiental (s.f)

En la Región de Tarapacá, la provincia de Iquique se destaca por contar con la mayoría de las zonas contaminadas, sumando 312 puntos críticos, lo que constituye el 53% del total regional, concentrándose mayoritariamente en la comuna de Alto Hospicio. En contraste, la provincia de El Tamarugal alberga el 47% restante, con 282 puntos. De todos estos puntos con potencial contaminante en la región, 311 se encuentran activos, 6 están inactivos y 224 han sido abandonados. Además, el último informe del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (Sernageomin, 2018) revela la existencia de seis relaves activos en Tarapacá. No existen puntos sin clasificar. Respecto a la urgencia de atención, 240 puntos son de alta prioridad, 190 de prioridad media, 87 de moderada, 5 de baja y 72 aún no han sido priorizados, según datos del SINIA en 2022.

5.1.7. Áreas protegidas de la región

Las áreas de conservación y protección son fundamentales para salvaguardar la diversidad biológica, ya que resguardan una parte considerable de hábitats, especies y material genético. Estos espacios son cruciales para el sostenimiento de la biósfera y brindan una amplia gama de servicios ecosistémicos indispensables para los sistemas bióticos. En la Región de Tarapacá, estas áreas juegan un papel esencial en la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Aproximadamente el 10% del territorio de esta región está destinado a la protección ambiental, incluyendo algunas de las áreas más destacadas. Entre las más relevantes se encuentran:

Volcán Isluga: El Parque Nacional Volcán Isluga, con una superficie de aproximadamente 174.744 hectáreas, se encuentra en la provincia de Tamarugal. Esta área protegida alberga una rica diversidad de flora y fauna, incluyendo especies endémicas de la región. Además, resguarda importantes ecosistemas, como los bofedales de altura, que contribuyen a la regulación hídrica de la región (CONAF, 2021).

Pampa del Tamarugal: La reserva nacional Pampa del Tamarugal, con una extensión de aproximadamente 280.000 hectáreas, es conocida por su bosque de tamarugos, árbol endémico de la zona. Estos bosques tienen un gran valor ecológico, ya que ayudan a mantener el equilibrio del ecosistema y son vitales para la supervivencia de la fauna local (SERNATUR, 2020).

Salar de Huasco: En la comuna de Pica, se localiza el recientemente designado Parque Nacional Salar del Huasco, un espacio que cubre más de 110.000 hectáreas y cuya principal misión es la preservación y protección de la biodiversidad local. Este parque es especialmente valioso por su rica variedad de ecosistemas altoandinos y por contener importantes elementos geológicos, recursos culturales y arqueológicos (MMA, s.f).

Quebrada de Chacarilla: La Quebrada de Chacarilla se encuentra a unos 50 kilómetros al sureste de Pica. Es una zona de alto valor paleontológico donde se han descubierto huellas de dinosaurios en varias localidades de las paredes de la quebrada, datadas entre 150 y 100 millones de años atrás. Estos hallazgos representan un recurso tanto científico como turístico, al ofrecer perspectivas únicas sobre la historia natural de la región (MMA, s.f).

5.2 Contexto del cambio climático, sus proyecciones y potenciales impactos en la región

i. Descripción del sistema climático regional

La región de Tarapacá se caracteriza por un diverso mosaico climático, influenciado tanto por la cercanía al océano como por la altitud, muestra patrones distintivos que resultan de sus únicas características geográficas y de recientes tendencias climáticas (Santibáñez, 2017). En términos de temperatura, se ha observado una tendencia particular en las áreas costeras, donde el aire muestra un enfriamiento con una disminución promedio de $-0,2^{\circ}\text{C}$ por década. En contraste, las zonas más elevadas experimentan un fenómeno opuesto, con un aumento de temperatura de alrededor de $0,3^{\circ}\text{C}$ por década (Falvey & Garreaud, 2009). Además, el incremento de la temperatura se ha evidenciado por la expansión de la isoterma 0°C en aproximadamente 32 metros por década (DMC, 2023). Respecto a las precipitaciones, en las últimas dos décadas ha habido una ligera tendencia al aumento en el Altiplano, particularmente durante los meses de verano. Este aumento se ha dado sin cambios significativos en los vientos del este, pero sí con un aumento notable de la humedad en la cuenca amazónica, lo que ha influido en cómo llega el vapor de agua a esta región (Garreaud, 2020; Segura et al., 2020). A continuación, se presentan registros de temperatura y precipitación según la altura, acordes a la respectiva estación meteorológica.

Registros de temperatura y precipitación 52 m.s.n.m.

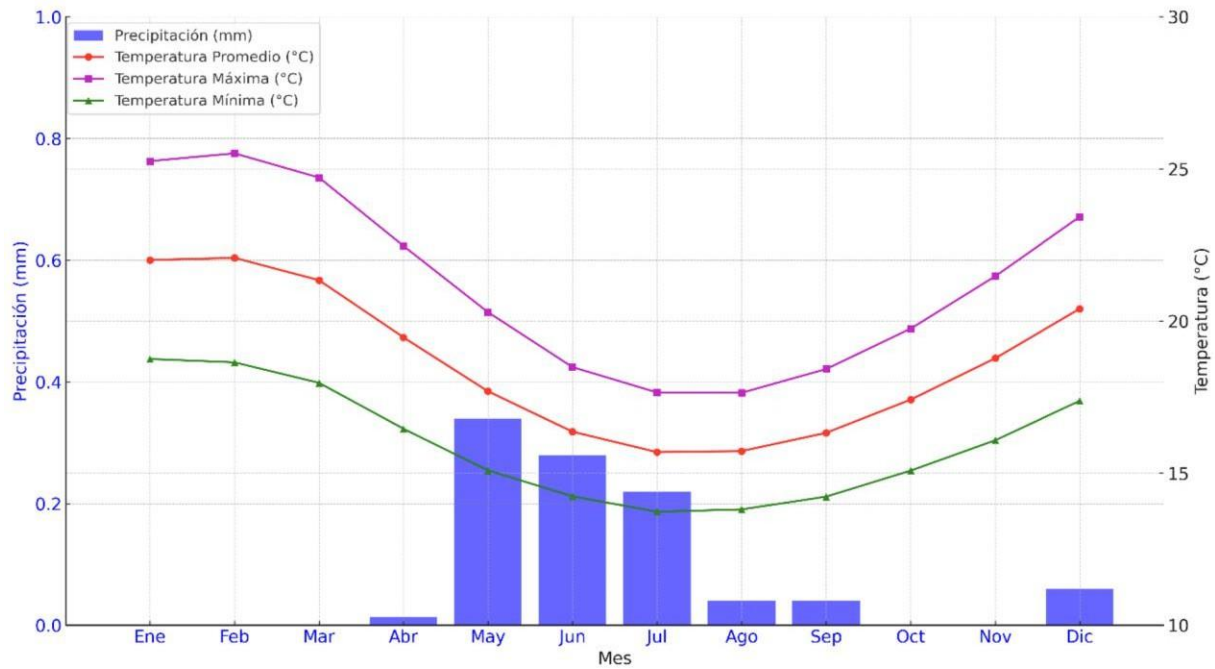


Figura 4. Climograma de la Estación Diego Arcena Iquique Ap. (1981-2010).
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a Dirección Meteorológica de Chile (2022).

Registros de temperatura y precipitación 1.100 m.s.n.m.

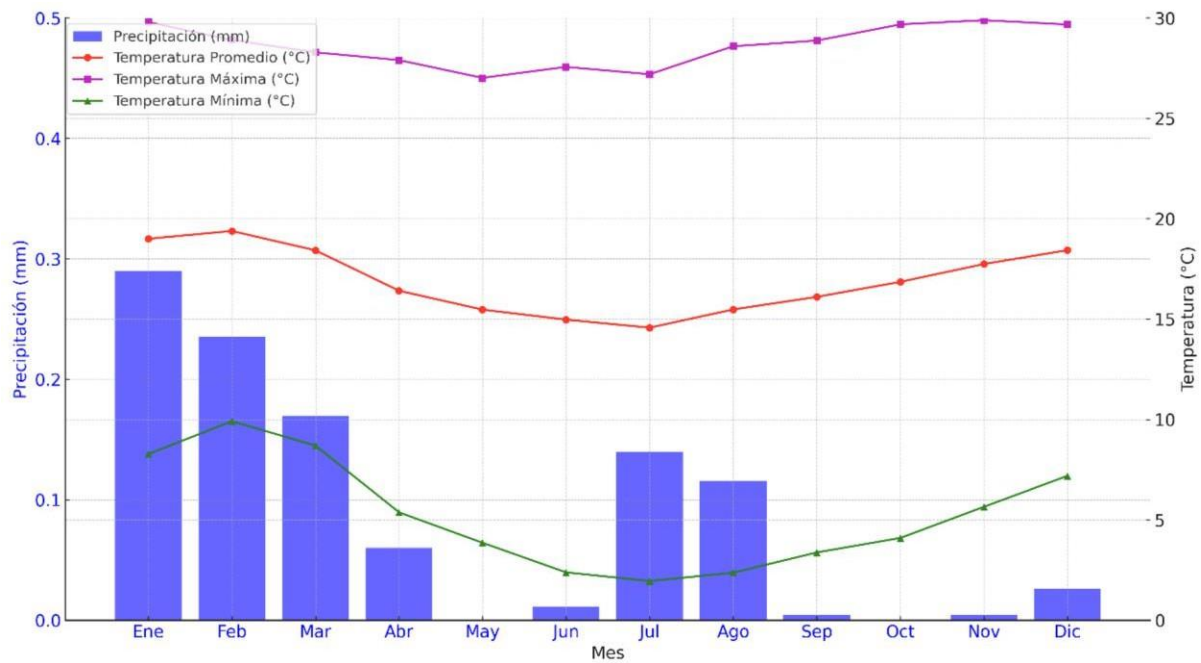


Figura 5. Climograma de la Estación Huara en Fuerte Baquedano (1993-2022).
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios en base a Dirección Meteorológica de Chile (2022).

Registros de temperatura y precipitación 2.510 m.s.n.m.

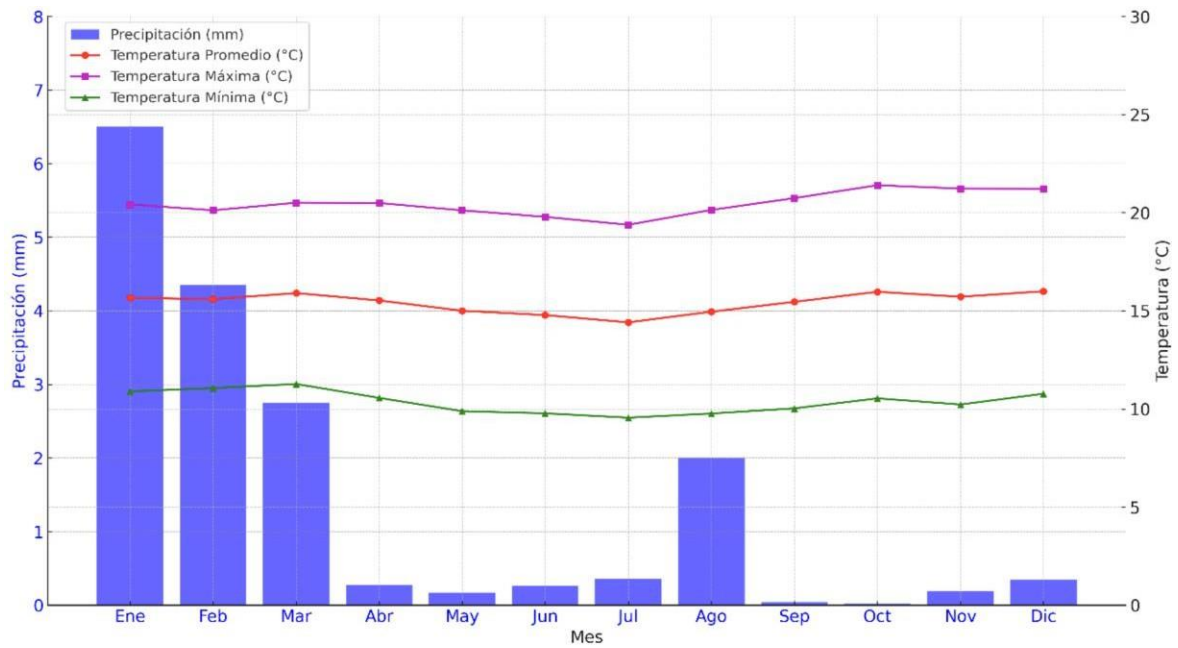


Figura 6. Climograma de la Estación Cerro Colorado (1003-2022).

Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios en base a Dirección Meteorológica de Chile (2022).

Registros de temperatura y precipitación 4.013 m.s.n.m.

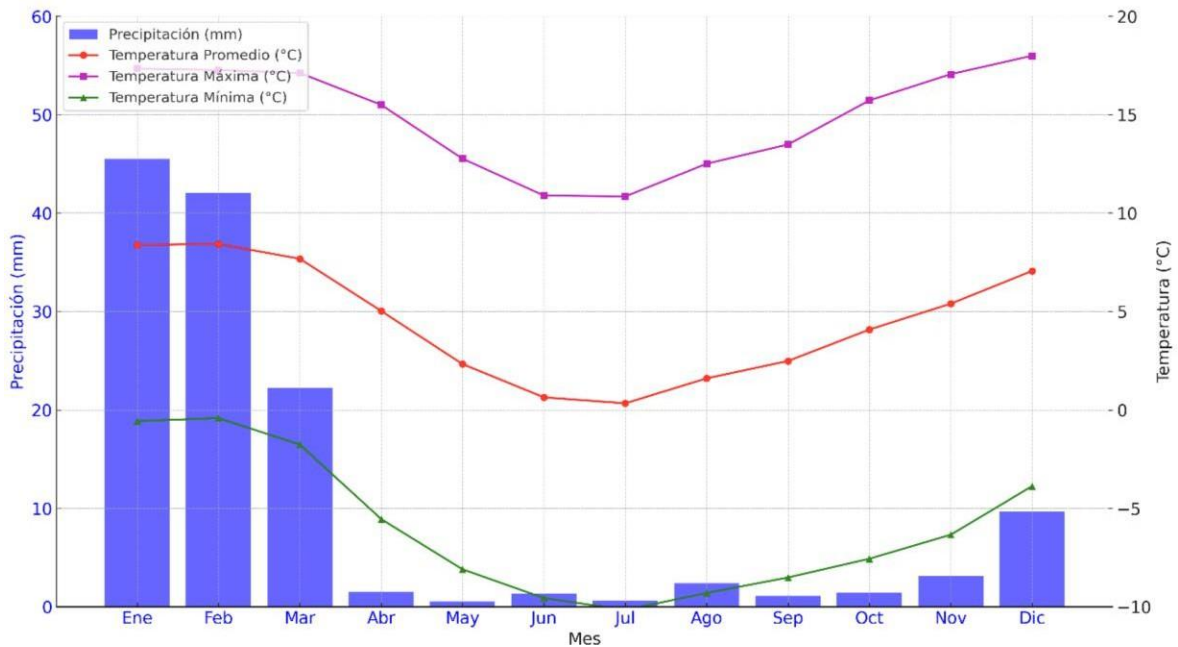


Figura 7. Climograma de la Estación Coyacagua (1981-2010). Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a Dirección Meteorológica de Chile (2022).

La diversidad climática en la región de Tarapacá está primordialmente influenciada por la variación espacial tanto de la temperatura como de las precipitaciones. Según Henríquez (2013), la temperatura promedio anual en esta región muestra una mayor variación longitudinal que latitudinal, con una disminución significativa a medida que aumenta la altitud. Sumado a esto, se observa un patrón de precipitaciones anuales que se intensifica de sudoeste a noreste. Este patrón abarca desde condiciones extremadamente áridas cerca de la costa hasta áreas en el Altiplano con más de 300 mm anuales, evidenciando una correlación directa y significativa entre la cantidad de precipitación anual promedio y la altitud. De acuerdo con la clasificación de zonas climáticas para Chile continental de Sarricolea et al. (2017), la región de Tarapacá se distingue por la presencia de seis categorías climáticas Koppen-Geiger. Estas categorías incluyen: clima desértico cálido, clima desértico frío, clima desértico frío con precipitaciones estivales, clima semiárido, clima semiárido con precipitaciones estivales y clima de tundra con precipitaciones estivales, la disposición de estas se presenta en la Figura 8 a continuación:

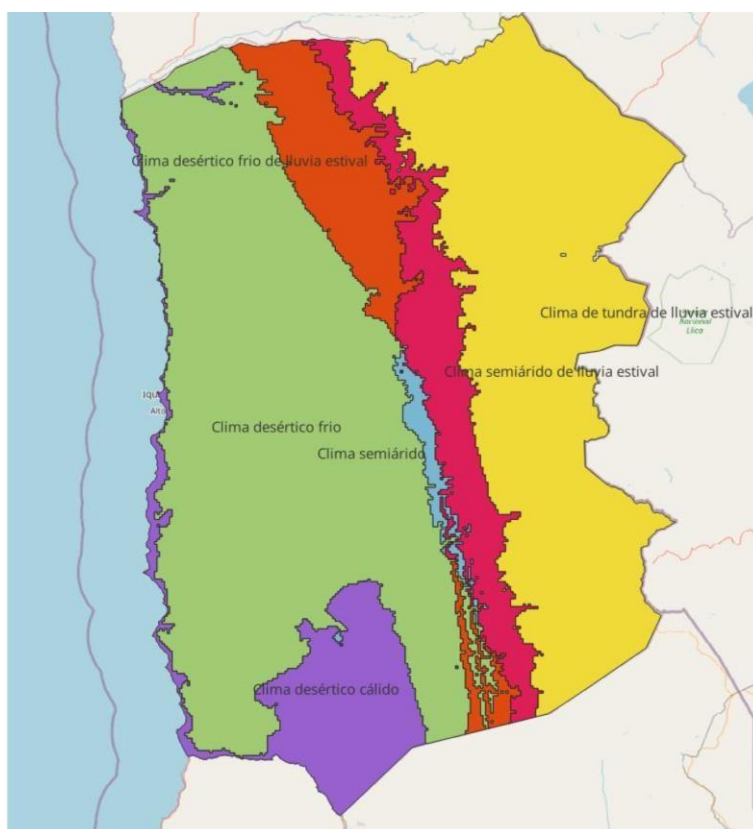


Figura 8. Categorías climáticas Koppen-Geiger región Tarapacá. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a Sarricolea et al. (2017)

Clima Desértico Cálido: Esta zona se caracteriza por una temperatura promedio anual alrededor de los 19°C. Durante los meses más cálidos, enero y febrero, las temperaturas máximas promedian cerca de 25°C, mientras que las mínimas rondan los 18°C. En contraste, julio y agosto, los meses más fríos, presentan temperaturas mínimas promedio ligeramente inferiores a 14°C y máximas que no excedan los 18°C. Las precipitaciones en esta zona son sumamente escasas, acumulando en promedio menos de 1 mm anualmente, y se concentran principalmente en los meses de invierno. Toda la costa de la región se caracteriza por la presencia de abundantes nieblas matinales, un fenómeno conocido localmente como “camanchaca” (Escobar & García, 2017). Las camanchacas ocurren con mayor frecuencia durante el invierno y se observan típicamente entre los 500 y 1.000 metros de altura sobre el nivel del mar, donde las montañas costeras interceptan las nubes bajas (Schemenauer et al., 1988; Cereceda et al., 2008).

Clima Desértico Frío: Esta zona se caracteriza por una significativa amplitud térmica diaria. Esta elevada diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas se debe principalmente a la alta incidencia de días soleados y una humedad relativa muy baja, condiciones que favorecen un rápido calentamiento de la superficie durante el día y un enfriamiento igualmente rápido por la noche (Rutllant et al., 2003). Durante los meses más fríos, de junio a agosto, la temperatura mínima promedio ronda los 2°C, mientras que las máximas se mantienen entre los 28°C y 30°C a lo largo del año. En cuanto a las precipitaciones, estas son excepcionalmente escasas, no superando el 1 mm en promedio anual, y hay años en los que no se registran precipitaciones. A pesar de ello, los meses de enero y febrero suelen presentar, aunque mínimas, las precipitaciones más altas del año en esta zona.

Clima Desértico Frío Con Precipitaciones Estivales: En altitudes entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar, se destaca una zona con un clima desértico frío con precipitaciones estivales. Esta área experimenta un incremento notable en las precipitaciones en comparación con las zonas costeras, lo que conduce a la presencia de lluvias principalmente durante el verano. Este fenómeno da lugar al clima desértico frío de lluvia estival. En estas alturas, las temperaturas suelen ser más moderadas, manteniéndose en promedio alrededor de los 15°C a lo largo del año. La temperatura máxima promedio oscila cerca de los 20°C, mientras que la mínima promedio se sitúa en torno a los 10°C. El patrón de precipitaciones es particularmente notable entre enero y marzo, con montos totales anuales que varían entre 15 y 100 mm, según datos de algunas estaciones meteorológicas situadas en estas zonas.

Clima Semiárido: El clima semiárido en la región de Tarapacá se caracteriza por temperaturas moderadamente altas, con una variabilidad significativa entre las estaciones. Las temperaturas promedio anuales suelen rondar entre 12°C y 18°C. Los

veranos son calurosos, con máximas que pueden superar los 30°C, mientras que los inviernos son más frescos, con mínimas que pueden descender hasta cerca de 0°C en las noches más frías. La amplitud térmica diaria es notable, con diferencias considerables entre las temperaturas diurnas y nocturnas. Este clima se distingue por tener precipitaciones limitadas, usualmente sumando entre 100 mm y 200 mm anuales. Las lluvias son más escasas en verano y ligeramente más frecuentes y concentradas en los meses de invierno. Sin embargo, la irregularidad de las precipitaciones es una característica distintiva, pudiendo variar significativamente de un año a otro.

Clima Semiárido Con Precipitaciones Estivales: Similar al clima semiárido, este clima presenta temperaturas moderadamente altas, pero con una tendencia a ser un poco más suaves debido a la influencia de las precipitaciones estivales. Las temperaturas promedio anuales se mantienen entre los 12°C y los 18°C. Los veranos son cálidos, pero las temperaturas máximas rara vez son extremas, mientras que los inviernos son frescos, con mínimas que pueden acercarse a los 0°C. La principal diferencia con el clima semiárido regular es la presencia de precipitaciones durante el verano. Estas lluvias estivales, aunque no son abundantes, contribuyen a un aumento en la humedad y a una ligera moderación de las temperaturas en esta estación. El total anual de precipitaciones puede variar, pero generalmente se encuentra en el rango de 100 mm a 200 mm, con una distribución más equilibrada a lo largo del año, a diferencia del patrón más invernal del clima semiárido típico.

Clima De Tundra Con Precipitaciones Estivales: La temperatura en esta zona se caracteriza por ser generalmente baja. Los promedios mínimos anuales están por debajo de los 0°C, con los meses de junio a agosto presentando las temperaturas más frías, aproximadamente -10°C. Las temperaturas máximas, por otro lado, varían a lo largo del año, desde cerca de 10°C en invierno hasta 18°C en verano. En cuanto a las precipitaciones, este clima registra montos anuales que oscilan entre 100 y 400 mm. Esta característica climática es notable tanto para Tarapacá como a nivel continental, siendo comparable solo con las tierras altas del Tíbet. La mayor concentración de lluvias ocurre durante el verano austral, entre diciembre y marzo, representando más del 60% del total anual (Garreaud, 2000). La influencia de la Alta de Bolivia, una circulación atmosférica anticiclónica en la troposfera superior es fundamental en la advección de vapor de agua desde el interior del continente hacia el Altiplano, lo que resulta en precipitaciones estivales (Lenters & Cook, 1997; Vera et al., 2006). Los eventos de precipitación en esta zona, generalmente asociados a tormentas convectivas locales, ocurren durante las tardes cuando la Alta de Bolivia es más activa y son intensificados por el fuerte calentamiento radiactivo de la superficie y la alta exposición a la radiación solar (Garreaud et al., 2003; Sarricolea Espinoza & Romero Aravena, 2015).

Especificidades regionales que inciden en el sistema climático

Las especificidades regionales que inciden en el sistema climático se refieren a una serie de factores únicos en la región de Tarapacá que tienen un impacto directo en las condiciones climáticas de esta área. Estos elementos conforman un mosaico complejo que determina las peculiaridades del clima de la región, subrayando la importancia de entender estas especificidades para abordar los desafíos climáticos presentes y futuros de la región.

Configuración geográfica: La configuración geográfica de Tarapacá desempeña un papel crucial en el establecimiento de sus condiciones climáticas. Esta región se caracteriza por una notable diversidad de relieves, que abarcan desde la Cordillera de la Costa hasta la Puna andina. Esta variabilidad topográfica influye en procesos atmosféricos clave como el transporte de humedad, la formación de precipitaciones orográficas y la generación de microclimas locales (MMA, 2019). Un elemento destacado es la Cordillera de los Andes, cuya imponente altura actúa como una barrera natural, limitando el ingreso de humedad desde la Amazonía y contribuyendo a la hiperaridez del lado chileno de la cordillera (Garreaud et al., 2009), esta hiperaridez no sólo característica de Tarapacá sino también presente a lo largo de la costa occidental de América del Sur entre los 30°S y el ecuador, ha sido moldeada por factores geológicos y climáticos que han prevalecido por al menos 15 millones de años (Dunai et al., 2005).

Adicionalmente, la proximidad de la región al Océano Pacífico introduce otro factor geográfico de gran relevancia, la combinación de un incremento en las temperaturas y las precipitaciones en las zonas altas, potenciada por estas características geográficas, representa un desafío creciente para Tarapacá. Estas condiciones incrementan el riesgo de desastres hidrometeorológicos, un fenómeno que ha mostrado una mayor frecuencia en las últimas décadas (DMC, 2023). Sumado a esto, la distancia al océano Atlántico y el efecto 'sombra de lluvia' causado por la gran altura de la cordillera de los Andes, donde la mayoría de las precipitaciones caen en su ladera oriental, complican el transporte de humedad desde la cuenca del Amazonas hacia las zonas costeras (Garreaud et al., 2009; Garreaud et al., 2010; Rech et al., 2010).

Dinámicas oceánicas: La presencia de la Corriente de Humboldt, una corriente marina fría, junto con el anticiclón del Pacífico Sur en la superficie, juegan un papel fundamental en inhibir las precipitaciones y en favorecer el fenómeno de surgimiento costero en Tarapacá (Garreaud et al., 2009). La dinámica y evolución de esta corriente a lo largo del tiempo han sido determinantes para las condiciones climáticas actuales de Tarapacá, se sugiere que el fortalecimiento de esta corriente fue crucial para establecer las condiciones hiperáridas que se observan en la actualidad (Garreaud et al., 2010).

Adicionalmente, las aguas frías costeras limitan la humedad del aire cercano a la superficie y contribuyen a la formación de una capa de inversión atmosférica cuya base se encuentra típicamente entre los 800 y 1100 metros sobre el nivel del mar. Esta capa atrapa la humedad cerca del océano, lo que a su vez mantiene una cubierta característica de nubes bajas de tipo estratos en la costa de esta y otras regiones del norte del país (Muñoz et al., 2011; Rutllant et al., 2013; Muñoz et al., 2016).

Fenómenos atmosféricos: La región de Tarapacá, debido a su ubicación subtropical, se ve afectada significativamente por la subsidencia atmosférica a gran escala. Esta condición atmosférica da lugar al Anticiclón del Pacífico Sur, una alta presión atmosférica superficial y semipermanente frente a la costa de Chile. Este anticiclón, que se ubica en promedio cerca de los 30°S, juega un rol crucial al bloquear la mayoría de las perturbaciones de latitudes medias, tales como ciclones y sus frentes asociados, que de otra manera podrían traer precipitaciones desde el Pacífico hacia la región. Además, el anticiclón fomenta un flujo de aire en niveles bajos en sentido anticiclónico, generando vientos del sur a lo largo de la costa que favorecen el enfriamiento del océano costero mediante el proceso de surgencia y el transporte de aguas frías desde latitudes más altas a través de la corriente de Humboldt (Thiel et al., 2007; Garreaud et al., 2009).

La región también está influenciada por el ciclo ENOS (El Niño-Oscilación del Sur). Durante La Niña, es más probable que ocurran eventos intensos de precipitación en el verano, con un impacto hidrológico y social significativo en el Altiplano y las quebradas adyacentes. Ejemplos históricos de esto incluyen varios aluviones en comunidades locales durante períodos La Niña. En contraste, los eventos intensos de precipitación durante el invierno tienden a coincidir con El Niño, afectando principalmente las quebradas cercanas a la costa, como se ha visto en Iquique y Alto Hospicio en distintas ocasiones (según índice "Oceanic Niño Index", ONI).

Otro aspecto distintivo del clima costero de la región de Tarapacá es la 'camanchaca', una niebla densa que se forma con mayor frecuencia durante el invierno. Esta niebla es típica en alturas que van de los 500 a 1.000 metros sobre el nivel del mar, donde las montañas costeras interceptan las nubes bajas. La 'camanchaca' aporta humedad esencial a la región pero no alcanza la depresión intermedia, una de las zonas más áridas del mundo. Además, su presencia contribuye a mantener una cubierta constante de nubes bajas de tipo estratos a lo largo de la costa, impactando significativamente en el ecosistema y las condiciones de vida locales (Rutllant et al., 2013).

Especificidades regionales que modelan la respuesta al cambio climático

La tarea de abordar los desafíos del cambio climático en la región de Tarapacá se ve influenciada por sus características regionales inherentes. Estas características abarcan la adaptación de sus ecosistemas singulares, la administración eficiente de sus escasos recursos hídricos, la capacidad de resistencia de su población ante adversidades ambientales, y el comportamiento de sus factores socioeconómicos. Cada uno de estos aspectos juega un papel crucial en la forma en que la región se adapta y responde a los impactos climáticos. Estas especificidades subrayan la necesidad de un enfoque integral y adaptado a las condiciones locales para abordar el cambio climático, reconociendo tanto los retos como las oportunidades que este fenómeno presenta para la región.

Ecosistemas: Dada su aridez, esta región alberga una biodiversidad única, que se ha adaptado de manera excepcional a las condiciones extremas predominantes, dando lugar a la conformación de ecosistemas altamente especializados. En primer lugar, la flora de Tarapacá es predominantemente escasa, estas especies han desarrollado adaptaciones especializadas para la conservación del agua y la resistencia a temperaturas extremas. Paralelamente, la fauna de la región, que incluye mamíferos, reptiles y aves, ha evolucionado para prosperar en este ambiente desafiante, mostrando una notable capacidad de adaptación a la aridez y la escasez de recursos. Los ecosistemas únicos de Tarapacá, como sus oasis de neblina y bofedales, juegan un papel crucial en el fomento del endemismo en la región. Los oasis de neblina han sido identificados como áreas de alto endemismo. Según Pinto & Luebert (2009), más del 50% de las especies presentes son exclusivas de esta región. Los bofedales, esenciales en la ecología de Tarapacá, representan un factor clave en la vulnerabilidad y riqueza de los ecosistemas locales. Estos humedales de altura, situados sobre los 3.800 metros en el macizo andino, se forman en planicies que almacenan aguas de diversas fuentes, incluyendo precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y afloramientos superficiales de aguas subterráneas. Consideradas praderas nativas de extensión limitada pero con humedad constante, los bofedales son cruciales para la supervivencia de una variedad de especies vegetales, conocidas como 'vegetales hidrófilos', así como para la fauna local.

Recursos hídricos: Esta región se caracteriza por un sistema hídrico intermitente y escaso, reflejando las condiciones de aridez predominantes de una de las zonas más áridas de Chile. De acuerdo con el Inventario de cuencas, subcuencas y subsubcuencas, en Tarapacá se identifican seis cuencas hidrográficas. Los ríos Isluga y Cariquima, que forman parte de sistemas de agua cerrados o endorreicos, se destacan por sus bajos caudales promedios mensuales, oscilando entre los 0,4-0,5 m³/s y los 0,05-0,15 m³/s, respectivamente (Tapia, 2014). Esto posiciona a Tarapacá como una de las regiones

con la menor oferta de aguas superficiales en Chile, por lo que la red fluvial de Tarapacá enfrenta desafíos significativos debido a la actividad minera y a los cambios previstos en los patrones de precipitación, presentando una dinámica especial con años de abundante o nula lluvia. Las lluvias de verano en la zona del Altiplano, que representan prácticamente el único recurso hídrico para los habitantes de esta zona, también conllevan un alto riesgo de desastres hidrometeorológicos. Por esta razón, la Dirección General de Aguas ha intensificado su rol fiscalizador en Tarapacá, trabajando en la conformación del Consejo de Cuencas para la Pampa del Tamarugal. Este esfuerzo busca mejorar la gestión y gobernanza del recurso hídrico en una región marcada por una brecha hídrica moderada, donde la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitante del desarrollo (DGA, 2016).

Vida humana: Los impactos del cambio climático en Tarapacá plantean una amenaza significativa para la vida humana, en especial en sectores dependientes de recursos naturales, estos desafíos repercuten de manera directa en la vida humana, especialmente en las comunidades locales. El sistema climático de Tarapacá ha sido alterado por cambios en los usos del suelo, como lo evidencia el sobrepastoreo que ha derivado en procesos de desertificación y degradación de suelos, reduciendo su capacidad de retención hídrica e infiltración (MMA, 2019). Adicionalmente, la deforestación ha modificado el balance radiactivo, la evapotranspiración y el almacenamiento de carbono en la región (MMA, 2019). Sumado a esto, en la zona del Altiplano las lluvias de verano son vitales para la supervivencia de las comunidades locales, pero simultáneamente plantean riesgos de desastres hidrometeorológicos como crecidas súbitas y aluviones, afectando tanto a la agricultura como a la conservación de suelos aptos para el cultivo. (Garreaud & Aceituno, 2001). Otro factor de la vida humana expuesto es la pesca artesanal, vinculada a caletas como Pisagua, Riquelme y Cavanca, enfrenta vulnerabilidades debido a la competencia con actividades costeras como la expansión urbana de Iquique y el turismo (Guerrero-Cossio, 2016). Además, estas comunidades se encuentran en riesgo frente a cambios en los patrones de oleaje, como el aumento de marejadas, que podrían impactar la infraestructura de las caletas y puertos, y afectar sus tiempos de operación (MINDEF, 2023).

Factores socioeconómicos: En Tarapacá, la alta concentración poblacional se centra principalmente en áreas urbanas, con un enfoque específico en el eje Iquique-Alto Hospicio (INE, 2019a). Esta densidad urbana ejerce presión sobre la planificación y provisión de servicios, especialmente ante amenazas como olas de calor o eventos extremos de precipitación. La expansión residencial descontrolada en zonas periurbanas, por otro lado, aumenta la vulnerabilidad a peligros como aluviones e inundaciones. La región también se distingue por una notable presencia indígena, que comprende el 24% de la población total (INE, 2017), y enfrenta altos índices de pobreza

multidimensional (MDSF, 2022). Por lo tanto, las estrategias de adaptación climática deben ser inclusivas y sensibles a las necesidades específicas de estas comunidades. En términos económicos, Tarapacá depende en gran medida de actividades sensibles al clima como la minería y el turismo (CORFO, 2020). La falta de diversificación productiva en la región aumenta su vulnerabilidad ante eventos climáticos adversos, como sequías. Además, la prevalencia del empleo informal, que impacta desproporcionadamente a las mujeres (INE, 2023), limita la capacidad de adaptación a nivel de hogares. Por último, la existencia de zonas aisladas y de difícil acceso, así como las disparidades en la provisión de servicios básicos entre zonas urbanas y rurales (MOP, 2018), son desafíos adicionales que la región debe superar para asegurar una respuesta efectiva y oportuna a las crecientes amenazas climáticas.

Resiliencia y prevención: En esta región, los centros urbanos como Iquique, Alto Hospicio, Pozo Almonte y Pica enfrentan amenazas naturales significativas como remociones de masa, maremotos y sismos. Un caso particular es Alto Hospicio, donde la composición de sales solubles del suelo incrementa el riesgo de colapso de estructuras. A pesar de que la infraestructura urbana se encuentra en buen estado general, la región lucha contra desafíos como la escasez de vivienda asequible, estimándose un déficit de 23.100 viviendas en Iquique y Alto Hospicio para 2023. Para enfrentar esta situación, el gobierno regional está impulsando proyectos de vivienda y mejoras en el transporte público, además de enfocarse en la conservación ambiental y la protección del patrimonio cultural. El Ministerio de Obras Públicas, a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), ha implementado proyectos para la construcción de muros aluvionales en quebradas clave, con el fin de proteger a las poblaciones de Iquique y Alto Hospicio. Se han ejecutado también obras de protección de riberas y construcción de gaviones en la provincia del Tamarugal, destinadas a proteger a la población local, la infraestructura pública y la agricultura. Estas iniciativas son fundamentales para mejorar la calidad de vida de los habitantes, en particular de los pequeños agricultores indígenas que desempeñan un rol crucial en la provisión de alimentos en áreas urbanas.

Registros de fenómenos meteorológicos extremos

A continuación se presentan registros de fenómenos meteorológicos extremos en la región. Este elemento es un recurso valioso para los planificadores y los responsables de la gestión de desastres, ya que proporciona una visualización clara de cómo los distintos fenómenos meteorológicos extremos han afectado a la región en el pasado. Lo cual resulta crucial para preparar medidas de mitigación y para diseñar estrategias de adaptación que puedan hacer frente a estos desastres naturales en el futuro.

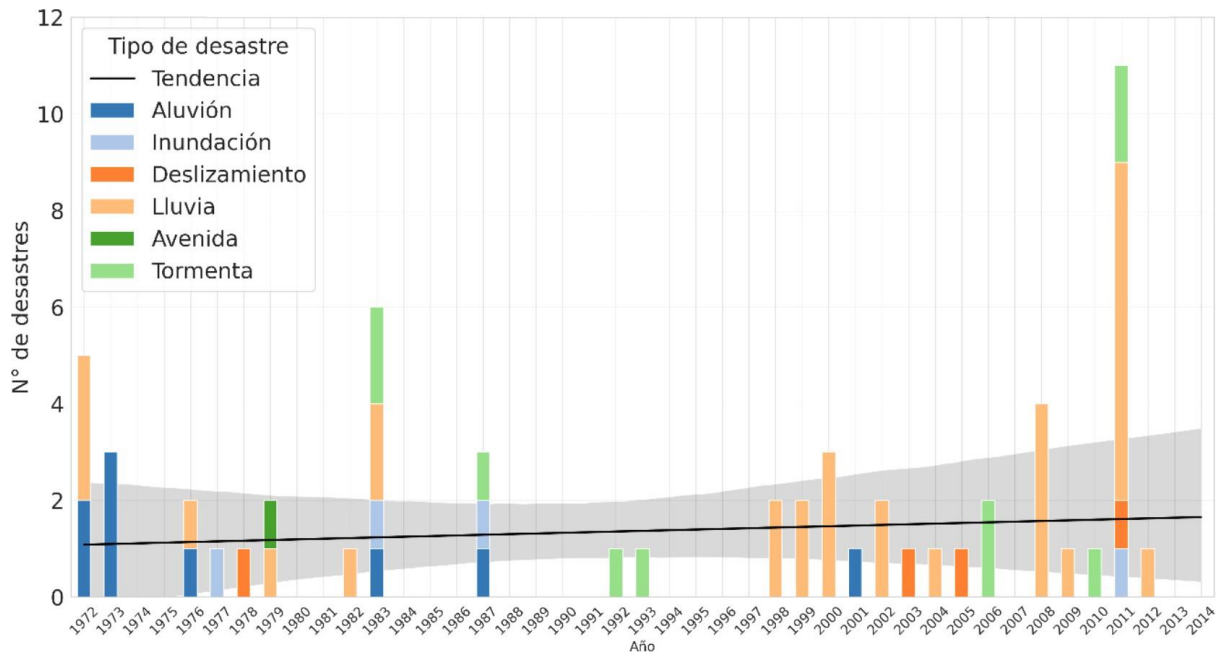


Figura 9. Número de desastres relacionados a factores meteorológicos en la región de Tarapacá. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a DesInventar online (2020).

Nota: la tendencia lineal (línea negra) y su intervalo de confianza del 95% (área sombreada), 1972 a 2014.

La figura 9 ilustra el registro de desastres naturales asociados a fenómenos meteorológicos extremos en la región de Tarapacá, con datos que abarcan desde el año 1972 hasta 2014. La línea de tendencia, marcada en negro, nos permite observar que ha habido un cambio en la frecuencia de estos desastres a lo largo del tiempo, con un intervalo de confianza del 95% que está representado por la zona sombreada. Este intervalo sugiere una variabilidad en la certeza de la tendencia, dando un margen sobre dónde se espera que se encuentre el verdadero valor de la tendencia con un alto grado de confianza. Analizando las barras, diferenciadas por colores para representar distintos tipos de desastres, podemos identificar varios patrones. Los aluviones, mostrados en azul, y las inundaciones, en gris, parecen ser los eventos más frecuentes en la región. Un pico notable de aluviones se observa en 1991, mientras que las inundaciones muestran un pico significativo en 1987. Los deslizamientos (en naranja) y las lluvias (en amarillo) también son fenómenos relevantes pero con una frecuencia menor en comparación con los aluviones e inundaciones. Las avenidas y tormentas, representadas en distintos tonos de verde, tienen una presencia más esporádica a lo largo del tiempo.

ii. Análisis de las proyecciones de amenazas climáticas relevantes para la región

Proyecciones de amenazas climáticas: Incluir un breve resumen con los principales hallazgos de las proyecciones climáticas futuras para la región que identifique los cambios proyectados en las variables. El cambio climático está teniendo efectos notables en la región de Tarapacá, caracterizados por una serie de cambios ambientales. En primer lugar, se está experimentando una disminución en las precipitaciones, especialmente marcada en el Altiplano andino. Este cambio está conduciendo a un ambiente más desértico, con implicaciones serias para la disponibilidad de agua, un recurso vital para actividades como la minería y la conservación de la naturaleza. En términos de temperatura, la región enfrenta un aumento progresivo, que se espera tenga un impacto profundo en los ecosistemas locales, los recursos hídricos y la agricultura. Este calentamiento podría alterar significativamente las condiciones de vida y el equilibrio ecológico en la región. Además, ha habido repercusiones en los patrones de oleaje y marejadas, se prevé un cambio en la altura y el período del oleaje, así como en su dirección, lo que podría incrementar la frecuencia y la intensidad de las marejadas, significando un riesgo creciente de inundaciones costeras, afectando la infraestructura y las actividades económicas como la pesca.

Proyección de la temperatura: La región de Tarapacá afronta desafíos notables debido al cambio climático, caracterizados por un incremento en las temperaturas medias y máximas, así como por alteraciones en la amplitud térmica diaria. Particularmente, se anticipa un aumento considerable en la frecuencia e intensidad de las olas de calor en todas las zonas de la región. Estas tendencias, proyectadas a lo largo del siglo XXI, presentan diferentes magnitudes en función de la altitud, evidenciando un cambio climático significativo y diversificado en la región (Iturbide et al., 2021). Este patrón, que se observa tanto en escenarios optimistas (RCP2.6) como en escenarios de altas emisiones (RCP8.5), destaca la urgente necesidad de medidas de adaptación y mitigación en todos los niveles (MMA, 2019).

En el borde costero, específicamente en las localidades como Iquique y Huará, se proyecta un aumento de temperatura más moderado en comparación con las zonas más elevadas de la región. Este incremento estaría en el rango de 1,5°C a 1,7°C para mediados de siglo (2035-2065) en comparación con el periodo 1980-2010. Sumado a esto, se proyecta una disminución de la amplitud térmica. Estas disposiciones quedan definidas por la influencia oceánica moderando el incremento en las temperaturas máximas, resultando en una reducción de la amplitud térmica diaria. Este incremento más moderado aún podría ser suficiente para afectar la comodidad y la salud pública durante las temporadas de calor.

En la depresión intermedia, la proyección muestra un incremento similar en las temperaturas medias anuales, situándose entre 1,5°C y 1,7°C, lo cual sigue siendo muy alto a nivel nacional. Bajo escenario futuro, la amplitud térmica diaria experimentaría un aumento, impulsado por un incremento más pronunciado en las temperaturas máximas respecto a las mínimas. Este cambio sugiere un desequilibrio térmico más marcado entre el día y la noche. El marcado incremento proyectado de la temperatura media y la amplitud térmica permite inferir que las zonas más afectadas por el calentamiento serían las comunas de Colchane y Pica.

Se espera que el calentamiento global sea particularmente intenso en las zonas elevadas, superando los 3.000 metros sobre el nivel del mar en la Cordillera de los Andes, tal como indican las tendencias actuales (Falvey & Garreaud, 2009). En áreas como el Altiplano y partes elevadas de la Cordillera de la Costa, los aumentos de temperatura podrían rondar los 2,5°C. Este fenómeno resultaría en una mayor tasa de evaporación de los recursos hídricos y aceleraría el deshielo, lo que tendría un impacto significativo en la disponibilidad de agua. Esta situación es especialmente crítica en localidades por encima de los 2.000 metros, como las comunas de Camiña, Huara y Pozo Almonte, donde podría agudizarse la inseguridad hídrica, afectando directamente al sector silvoagropecuario. Además, se anticipa un ascenso de la isoterma de 0°C en estas áreas, lo que incrementaría el riesgo de desastres hidrometeorológicos, según Mardones y Garreaud (2020), este aumento que afecta el área de precipitaciones pluviales actúa como un factor clave en la incidencia de tales desastres.

Proyección de la precipitación: La evolución futura de las precipitaciones en la Región de Tarapacá está rodeada de incertidumbre, atribuible en gran medida a la complejidad de modelar la alta variabilidad interanual característica de esta zona árida. Según las proyecciones más recientes del CMIP6, utilizadas en el informe AR6 del IPCC, se anticipa en general una reducción en las precipitaciones totales para el norte de Chile (IPCC, 2021). Sin embargo, bajo el escenario RCP8.5, las proyecciones del MMA (2019) sugieren una tendencia hacia un incremento leve en las precipitaciones anuales acumuladas en la mayoría de la región. En términos de intensidad, se espera un aumento, especialmente en áreas cercanas al borde costero, aunque se proyecta una disminución en el sector norte del altiplano, en las comunas de Colchane y Camiña.

Las proyecciones de ARClím indican, en su mayoría, un aumento en las precipitaciones para la región, con la notable excepción del norte del Altiplano entre Camiña y Colchane. Este incremento se acompaña de una menor frecuencia de eventos, pero con una mayor intensidad cuando estos ocurren. Específicamente, se proyectan aumentos considerables en las precipitaciones máximas diarias en toda la región, con énfasis en las comunas costeras de Iquique y Alto Hospicio. Estos patrones apuntan a un

aumento significativo en el riesgo de desastres hidrometeorológicos, particularmente en áreas costeras.

Cabe destacar la necesidad de proyecciones más robustas y de mayor resolución espacial para disminuir las incertidumbres actuales, especialmente debido a la alta variabilidad interanual de la precipitación en la región y la complejidad de los procesos físicos involucrados, como el ciclo ENOS. Las proyecciones actuales varían: algunos estudios indican un aumento en la precipitación anual en el Altiplano (CONAMA, 2006), mientras otros sugieren una disminución (Minvielle & Garreaud, 2011; Sarricolea & Aravena, 2015). A pesar de la alta incertidumbre, también se señala una leve disminución en las precipitaciones totales promedio para el futuro (2041-2060) en comparación con el presente (Iturbide et al., 2021).

A pesar de estas incertidumbres, es vital reconocer el valor de los modelos climáticos actuales como herramientas para anticipar cambios potenciales, aplicando el principio de precaución en la planificación y toma de decisiones relacionadas con la adaptación al cambio climático y la gestión de recursos hídricos. Las implicaciones de estos cambios proyectados son significativas, incluyendo un aumento en el riesgo de desastres hidrometeorológicos, como inundaciones y deslizamientos de tierra, especialmente en zonas costeras. Esto representa un desafío para las comunidades más vulnerables, como las de Iquique y Alto Hospicio, que carecen de infraestructura adecuada para enfrentar eventos extremos de precipitación.

Desde el punto de vista de la gestión de recursos hídricos, el aumento en las precipitaciones presenta tanto oportunidades como desafíos. Un incremento en las precipitaciones podría aliviar la escasez de agua, pero también pondría a prueba la capacidad de los sistemas de almacenamiento y distribución de agua, especialmente durante eventos extremos. Por lo tanto, es imperativo realizar más investigaciones que aborden las incertidumbres en las proyecciones actuales y mejoren la precisión de los modelos climáticos, permitiendo una toma de decisiones más informada para mitigar los riesgos y aprovechar las oportunidades asociadas con los futuros patrones de precipitación.

Proyección de la nieve: En los últimos 30 años, la Cordillera de los Andes ha experimentado una notable reducción en la cantidad de nieve, un fenómeno observado desde el extremo norte de Chile hasta la Región de Los Ríos. Según Cordero et al. (2019), esta disminución ha sido más acusada durante la temporada de menor precipitación, con una tasa media de retroceso del 12% por década. Las áreas montañosas entre Arica y Parinacota y Tarapacá están entre las más afectadas, experimentando una disminución superior al 15% por década. Bajo el contexto del cambio climático, y en línea con las tendencias observadas, se anticipa una continua

disminución en la acumulación de nieve en la Cordillera de Los Andes en la región de Tarapacá. Las proyecciones de ARCLIM, en un escenario pesimista, sugieren que la reducción de la nieve acumulada en las cuencas altiplánicas podría alcanzar un promedio aproximado del 70% en comparación con los niveles actuales. Esta disminución en la cobertura nival está en consonancia con las proyecciones de temperatura que indican un incremento significativo en la media térmica para mediados de siglo, especialmente en las regiones altiplánicas.

La disminución en la acumulación de nieve en la Cordillera de los Andes es motivo de gran preocupación, especialmente para zonas áridas como Tarapacá, donde la nieve es un reservorio natural esencial para el suministro de agua. Esta tendencia afecta directamente la disponibilidad de recursos hídricos para el consumo humano, la agricultura y otros usos en la zona norte de Chile. Ante este escenario, se hace imprescindible la implementación de estrategias de adaptación enfocadas en la gestión sostenible de los recursos hídricos y la preparación para afrontar un futuro con menores reservas de agua nival.

Proyección de la temperatura superficial del mar: A nivel global, se ha registrado un incremento neto en la temperatura oceánica desde el siglo pasado, reflejando un aumento sostenido de la energía en la columna de agua de los océanos del mundo. Sin embargo, este fenómeno presenta variaciones regionales significativas (Falvey & Garreaud, 2009). Contrario a la tendencia general, el Pacífico Suroriental ha mostrado una tendencia decreciente en las temperaturas superficiales, especialmente a lo largo del sur de Perú y el norte de Chile, incluyendo la región de Tarapacá, donde se ha observado una disminución promedio de 0,04°C por año en las costas de Iquique (Yáñez et al., 2017). Es crucial entender que la temperatura oceánica es el resultado de una compleja interacción de fenómenos que operan en distintas escalas temporales y pueden tener un impacto significativo en los ecosistemas marinos y las comunidades costeras dependientes de ellos.

Esta tendencia regional de enfriamiento ha generado debate en la comunidad científica. Algunos estudios sugieren que puede estar relacionada con la fase fría de la Oscilación Decadal del Pacífico, un ciclo natural de variación de temperaturas en el Pacífico. Sin embargo, esta teoría no explica completamente la especificidad regional del fenómeno. Otras investigaciones apuntan a la intensificación de la surgencia costera, inducida por un aumento del estrés del viento debido al cambio climático (Bakun, 1990; Falvey & Garreaud, 2009), como una posible causa. A diferencia de las proyecciones generales, en cuanto a las costas chilenas, las proyecciones para finales de siglo indican un calentamiento variando de 1°C en un escenario optimista (RCP2.6) a entre 2°C y 3°C en un escenario más pesimista (RCP8.5). Otro factor relevante es el ciclo ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), un evento climático que alterna entre sus fases

cálida (El Niño) y fría (La Niña), afectando las temperaturas superficiales del mar en el Pacífico ecuatorial y sudoriental. Se espera que, como consecuencia del cambio climático, El Niño se presente con mayor frecuencia y variabilidad (Farías et al., 2019; Cai et al., 2015).

En la región de Tarapacá, se han implementado estrategias multidisciplinarias para abordar y mitigar los impactos del fenómeno de El Niño, un evento climático que históricamente ha provocado alteraciones significativas en los ecosistemas marinos y las actividades pesqueras de la región. Estas estrategias involucran la colaboración activa entre las autoridades gubernamentales, la comunidad pesquera, y el sector académico. El objetivo principal es desarrollar un entendimiento más profundo de los efectos de El Niño y otros fenómenos climáticos asociados, así como evaluar su impacto socioeconómico, particularmente en la comercialización de recursos marinos clave como las macroalgas y el erizo.

Proyección del nivel del mar: Los estudios actuales indican que se prevé un incremento en el nivel del mar absoluto de entre 0,1 y 0,18 metros para mediados de este siglo en las costas de la Región de Tarapacá (Winckler et al., 2019). A pesar de que este aumento puede ser parcialmente atenuado por el ascenso de la corteza terrestre en la zona costera, resultado de la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, la tendencia ascendente del nivel del mar constituye una preocupación creciente. Esta preocupación se intensifica al considerar la asociación del aumento del nivel del mar con una mayor frecuencia e intensidad de marejadas. Las proyecciones para la región sugieren un aumento significativo en la altura de las olas extremas y en la frecuencia de estos eventos hacia fines de siglo (Winckler et al., 2019). Los impactos previstos de esta combinación de factores incluyen la erosión progresiva de playas y dunas, la intrusión salina en acuíferos costeros, la destrucción de infraestructura y asentamientos humanos en zonas costeras bajas, así como un incremento en la vulnerabilidad de estas áreas frente a posibles tsunamis.

6. Cadenas de impacto

Esta sección se enfoca en las cadenas del riesgo climático específicas para la región de Tarapacá. Estas cadenas son herramientas analíticas para una comprensión clara, la sistematización y la priorización efectiva de los diversos factores que inciden en el riesgo climático en un contexto particular. Siguiendo la metodología del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), las cadenas son diseñadas para explorar en profundidad y detallar las dinámicas entre los elementos clave del riesgo.

Esta aproximación metodológica se construye sobre la base de la interacción entre cuatro componentes fundamentales: Peligro, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo. La Figura 10 ofrece una representación gráfica de estos conceptos, ilustrando su interconexión.

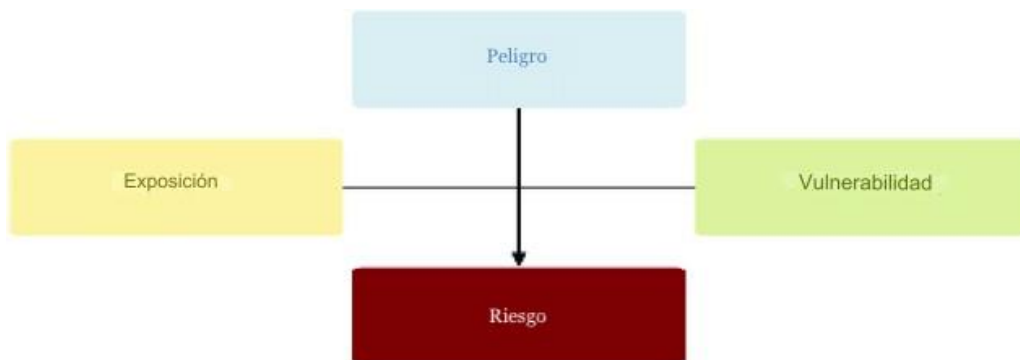


Figura 10. Estructura general de las cadenas de impacto. Fuente: Adaptado de GIZ y EURAC (2017).

Estos parámetros son definidos por Pica-Téllez et al. (2020) como Peligro, una condición climática con potencial de causar pérdidas humanas, accidentes, impactos en salud, así como daños a propiedad, infraestructura, medios de subsistencia, y recursos medioambientales; Exposición, que implica la presencia de personas y elementos como medios de subsistencia, servicios, recursos ambientales, infraestructura y activos económicos, sociales o culturales en lugares propensos a ser afectados negativamente; Vulnerabilidad, que se refiere a la propensión a ser afectado, compuesta por la Sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para responder y adaptarse, subdividida en sensibilidad, determinada por factores no climáticos, y Capacidad Adaptativa, que es la habilidad de enfrentar y gestionar condiciones adversas; y finalmente, el Riesgo, entendido como el resultado de la interacción entre amenaza, exposición y vulnerabilidad, indicando la probabilidad e intensidad de impactos negativos sobre un territorio y las comunidades humanas y sistemas sociales que lo habitan, debido a sucesos o tendencias climáticas.

El procedimiento para el diseño y posterior cuantificación de las cadenas de impacto comprende 3 etapas: i) Definición de amenazas y elementos expuestos; ii) Diseño de las cadenas teóricas y iii) cuantificación de cadenas de impacto.

La **definición de amenazas y elementos expuestos** da un primer marco para la construcción de las cadenas de impacto, ya que permite diseñar preliminarmente las dinámicas de riesgo para cada elemento expuesto amenazado. Para esto, mediante literatura científica y talleres participativos, se identificaron una serie de amenazas y elementos expuestos, a partir de los cuales se configuraron 33 cadenas de impacto preliminares. Luego de esto, se realizó un análisis de las amenazas y los sectores expuestos de estas cadenas, con el objetivo de identificar dinámicas de impacto a un nivel jerárquico común, esto para posteriormente priorizarlas para el diseño de las cadenas teóricas.

El **diseño de las cadenas de impacto teóricas** comprende la identificación de variables específicas para cada uno de los componentes del riesgo: amenaza, exposición y vulnerabilidad. Para esto, se realizó una priorización de las cadenas a diseñar, aplicando un análisis multicriterio a las cadenas de impacto preliminares. Posteriormente, el diseño de las cadenas teóricas priorizadas implica una cuidadosa justificación científica y una validación por actores clave de las variables que comprenderían los componentes del riesgo, de modo que el modelo teórico pueda reflejar de la manera más rigurosa posible las dinámicas de impacto de los riesgos particulares. Este paso es clave para la posterior cuantificación, además de permitir una visualización de las dinámicas de riesgo, aunque estas no lleguen a cuantificarse.

Finalmente la **cuantificación de las cadenas de impacto** se realiza a partir de la identificación, selección y/o construcción de indicadores que representen de manera fidedigna cada elemento y sus subcomponentes del riesgo. Una vez definidos estos indicadores, el siguiente paso es la identificación y sistematización de las bases de datos necesarias para la construcción de estos. Durante esta fase, es crucial garantizar la accesibilidad y la calidad de los datos, lo que puede presentar desafíos significativos. En particular, se presta atención a aquellas cadenas de impacto teóricas en las que la cuantificación de variables se ve obstaculizada por la ausencia de datos. Estas limitaciones se reconocen explícitamente y se destacan, subrayando las variables críticas que requieren mayor investigación en estudios futuros.

6.1 Definición de amenazas y elementos expuestos

6.1.1 Definición de amenazas

La amenaza es un parámetro netamente ambiental (Giles, 2016). Los actuales patrones climáticos en la región de Tarapacá son reflejo de las manifestaciones locales del cambio climático a nivel global. Las proyecciones relativas a los efectos del cambio climático y sus posibles repercusiones son motivo de considerable preocupación. En ese sentido, es crucial reconocer que ciertas amenazas surgen como consecuencia directa de otras. Un ejemplo es el fenómeno de El Niño, que induce alteraciones en los regímenes de precipitación y caudal, provoca tormentas de mayor duración y conlleva inviernos más cálidos, entre otros efectos (Hernández et al., 2022). Este fenómeno, por lo tanto, se considera de una jerarquía de impacto superior, generando amenazas que afectan a los sistemas expuestos.

Las variables de amenaza se han definido con base en justificaciones científicas que consideran los niveles de impacto. En esta línea, se destacan variables clave como el incremento en las temperaturas, las alteraciones en los patrones de precipitación y el aumento en la intensidad del oleaje. Estos fenómenos, que concuerdan con las tendencias observadas en fenómenos meteorológicos extremos a nivel mundial, representan desafíos críticos que exigen atención y respuesta efectiva en la región.

Variabilidad en patrones de precipitaciones: El calentamiento global tiene una relación directa sobre cambios en los patrones de las precipitaciones, que tienen como

consecuencia por un lado el aumento en la frecuencia de tormentas, pero también de sequías. Las áreas afectadas por tormentas probablemente experimentarán aumentos en la precipitación y un mayor riesgo de inundaciones, mientras que las áreas ubicadas lejos de las trayectorias de las tormentas probablemente experimentarán menor precipitación y un mayor riesgo de sequía (Trenberth, 2011).

En Chile, desde 2007, la precipitación se ubica debajo del promedio histórico. En 2022 se terminó con un 22% de déficit a nivel nacional (DMC, 2023). En el norte grande de Chile, se observa una tendencia de reducción en las precipitaciones, especialmente en el Altiplano andino, lo que podría conducir a condiciones más desérticas y afectar negativamente la disponibilidad de agua para sectores clave como la minería y la conservación de la naturaleza (Sarricolea et al., 2017).

Aumento de temperaturas: La temperatura media del planeta fue 1,1°C más cálida en el período 2011-2020 que en 1850-1900 (Lenssen et al., 2019). En cuanto a proyecciones, en las próximas décadas la variabilidad climática aumentará en todas las regiones. Con un calentamiento global de 1,5°C, habrá un aumento en las olas de calor, temporadas cálidas más prolongadas y estaciones frías más cortas. Si el calentamiento global alcanza los 2°C, el informe muestra que las extremas de calor alcanzarán con mayor frecuencia umbrales críticos que podrían afectar a la agricultura y la salud pública (IPCC, 2021).

Se proyecta que las temperaturas mínimas y máximas aumentarán en todo el territorio chileno, durante todas las estaciones. Específicamente, se proyecta que la temperatura mínima aumente en más de 2°C (6°C) bajo el escenario menos pesimista (Araya-Osses et al., 2020). En la región de Tarapacá, Chile, los modelos climáticos proyectan un incremento en la temperatura media anual de hasta 4°C hacia el año 2100, bajo un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero. Esta tendencia de calentamiento, que se espera sea más pronunciada en las zonas de mayor altitud, podría tener implicaciones sustanciales en los ecosistemas locales, la disponibilidad de recursos hídricos y la agricultura de la región (Henríquez, 2013).

Cambio en oleaje: Los océanos del mundo están experimentando transformaciones profundas y multifacéticas, con un aumento promedio de 0,88 °C en la temperatura superficial del océano desde finales del siglo XIX, con un incremento más pronunciado desde 1980. Este calentamiento no solo altera los ecosistemas marinos, sino que también intensifica las olas de calor marinas, cuya frecuencia y severidad se han duplicado desde los años 80, desencadenando eventos disruptivos en los ecosistemas acuáticos. Paralelamente, la estratificación del océano superior ha experimentado un aumento desde 1970, lo que repercute en la circulación oceánica y en el intercambio de aguas entre las capas superficiales y profundas del océano, lo que podría reconfigurar los patrones climáticos y oceánicos a nivel global (IPCC, 2022).

En la región de Tarapacá, el cambio climático se espera que afecte significativamente el oleaje y las marejadas, con un incremento leve en la altura y el período del oleaje, y un cambio en su dirección hacia el sur, posiblemente debido a la migración del anticiclón permanente del Pacífico Sur. Además, se ha registrado un aumento en la frecuencia de

marejadas, lo que podría resultar en eventos más frecuentes y fuertes en el futuro. Sumado a esto, se proyecta un ascenso de 0,15 a 0,18 metros en el nivel del mar chileno para el período 2026-2045, lo que podría impactar las operaciones portuarias y aumentar el riesgo de inundaciones en la región, afectando así la infraestructura costera y las actividades pesqueras (Winckler et al., 2019).

6.1.2 Definición de elementos expuestos

Para el análisis de la exposición, se adopta un enfoque de sistemas socioecológicos, tal como lo plantean Castillo & Velázquez (2015), los sistemas son estructuras complejas, formadas por subsistemas interrelacionados. Estos subsistemas están anidados unos dentro de otros, creando interconexiones tanto en un plano vertical —es decir, subsistemas que forman parte de sistemas más amplios— como en un plano horizontal, abarcando y entrelazando aspectos tanto de la esfera social como de la natural. Esta complejidad y la naturaleza integrada de los sistemas socioecológicos quedan ilustrados en la Figura 11.

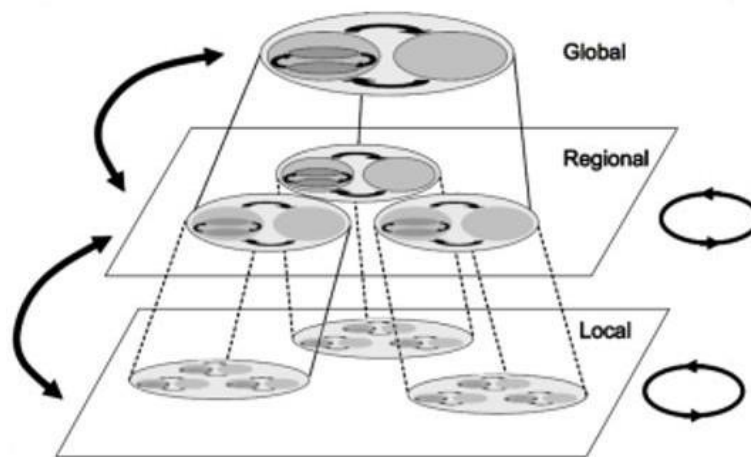


Figura 11. Esquema de un sistema socioecológico. Fuente: Raskin (2006)

Mediante este enfoque de pensamiento sistémico, es posible desarrollar de manera colaborativa soluciones eficaces que aborden estos desafíos emergentes. La integración de este conocimiento en las estrategias de planificación y respuesta puede mejorar significativamente la capacidad para manejar los riesgos asociados al cambio climático. Siguiendo las conceptualizaciones halladas en la literatura científica y utilizando como guía el Atlas de Riesgo Climático (ARClím) y la metodología PARCC, se han definido los sistemas expuestos a las amenazas climáticas identificadas previamente.

En este análisis, se han considerado como elementos expuestos tanto los sistemas humanos, incluyendo diversos sectores económicos y asentamientos humanos, como los sistemas naturales, enfocándose particularmente en la biodiversidad. Como resultado, se han identificado un total de siete elementos expuestos, estos son: el sector silvoagropecuario, el sector de infraestructura urbana, el sector biodiversidad, el sector de energía y minería, el sector pesca y acuicultura, el sector salud y bienestar humano,

y el sector turismo. Estos elementos representan áreas críticas a las cuales se les da un análisis más profundo a continuación.

Sector Silvoagropecuario: El sector silvoagropecuario es fundamental para el desarrollo de las comunidades rurales y los pueblos originarios presentes en la región, particularmente el pueblo Aymara (ODEPA, 2012). De acuerdo con los datos del VIII Censo Nacional Agropecuario y Forestal (2023), todas las comunas de la región cuentan con Unidades Productivas Agropecuarias (UPA). De las 566.038,2 hectáreas de explotación agrícola en la región, 321.543,6 hectáreas son gestionadas por personas del pueblo Aymara. También se destaca Huara y Pozo Almonte en términos de número de UPA y superficie total, mientras que Colchane e Iquique/Alto Hospicio presentan una menor superficie pero siguen siendo significativas en el contexto regional.

Este sector se caracteriza por una gran diversidad en prácticas agrícolas a lo largo de la región, pero enfrenta desafíos significativos debido a fenómenos climáticos como inundaciones, deslizamientos de tierra y variaciones pluviométricas. Estos eventos, especialmente los aluviones, representan riesgos para los cultivos y la conservación de suelos con aptitud agrícola. La alteración en los ciclos de precipitación también afecta la calidad del suelo y el rendimiento de los cultivos, lo que hace esencial la implementación de medidas de prevención y protección. Además, el sector agrícola compite por el uso de recursos hídricos destinados al consumo humano, influyendo en el desarrollo de zonas urbanas y territorios de la región (GORE, 2013).

Sector Infraestructura (Urbana y Portuaria): El sector infraestructura urbana es crucial para el desarrollo económico de la región, con la construcción contribuyendo al 8,17% del PIB regional (CORFO, 2022) y las inversiones en infraestructura alcanzando el 14,1% del total regional (CChC, 2020), la relevancia económica de este sector es indiscutible. Sin embargo, su exposición a las amenazas del cambio climático plantea desafíos complejos, especialmente en términos de planificación y adaptación. Los riesgos asociados a eventos climáticos extremos, como aluviones, requieren una comprensión detallada para una gestión efectiva. En ese sentido SENAPRED (2017) aporta con mapas de zonas de riesgo aluvional para la región de Tarapacá, estas herramientas permiten una planificación urbana más informada y adaptativa, considerando la ubicación y diseño de infraestructuras y servicios públicos.

El puerto de Iquique se posiciona como un nodo logístico clave en Chile y en la región de Tarapacá. Hasta 2023, ha manejado 303.796 toneladas, clasificándose como el quinto puerto con mayor actividad en el país (CAMPORT, 2023). Cuenta con 10.588 m² de áreas de almacenamiento portuario (MOP, 2020) y un predominante 75% de sus movimientos portuarios corresponden a exportaciones (INE, 2023). Esta vital infraestructura, sin embargo, se enfrenta a potenciales riesgos asociados al cambio climático, como el aumento del nivel del mar, tormentas y eventos extremos. Estos factores podrían impactar la operatividad y seguridad del puerto, afectando no solo el comercio regional sino también la economía nacional.

Sector Biodiversidad: El sector biodiversidad representa un sistema expuesto caracterizado por una rica y diversa gama de ecosistemas. Entre estos, ecosistemas marino-costeros, cordillera de la costa, desierto, quebradas y zonas altoandinas. Cada uno de estos con su biodiversidad y servicios ecosistémicos únicos. En ese sentido, estos ecosistemas son fundamentales no solo por su valor intrínseco, sino también por su interconexión con otros sectores impactados por el cambio climático. Además, la región está activamente involucrada en la actualización y consolidación de áreas protegidas, un esfuerzo crucial para la conservación de la biodiversidad. Estas áreas protegidas son esenciales para la conservación de la biodiversidad regional frente a los crecientes riesgos del cambio climático, asegurando la preservación de estos ecosistemas únicos y su flora y fauna.

Sector Energía y Minería: El sector energía y minería es particularmente relevante para la región de Tarapacá, representando inversiones significativas con 490 millones de dólares en energía y 421 millones en minería (CChC, 2020), así como un aumento en la producción de cobre de 658,2 a 711,4 toneladas métricas entre 2019 y 2020 (GORE, 2017), es un sistema crucial pero altamente expuesto a riesgos climáticos. La distribución geográfica de las operaciones mineras muestra una alta concentración en tres comunas principales: Iquique, Alto Hospicio y Pozo Almonte. Se subraya su vulnerabilidad, especialmente ante la amenaza de escasez de agua y eventos meteorológicos extremos. En ese contexto, la amenaza de escasez hídrica es un desafío exacerbado por el cambio climático, tiene implicaciones directas en los procesos extractivos y de refinamiento. El aumento de las temperaturas también presenta retos significativos para la operación de faenas y la planificación de futuros proyectos de expansión y desarrollo.

Sector Pesca: El sector pesca juega un papel esencial en la generación de dinámicas sociales y económicas, especialmente en caletas y zonas urbanas transicionales dependientes de la pesca. Este sector es un sistema expuesto a significativos desafíos climáticos como marejadas, meteotsunamis y tormentas, las cuales presentan amenazas directas a la pesca artesanal, embarcaciones y puertos, impactando la capacidad operativa de las caletas (SERNAPESCA, 2021). Además, el incremento en las temperaturas oceánicas podría alterar las poblaciones de peces, afectando directamente los rendimientos de las caletas y en consecuencia, los medios de subsistencia de los pescadores (Serpetti et al., 2017).

Sector Salud y Bienestar Humano: El sector salud y bienestar humano es un sistema profundamente influenciado por los cambios climáticos. Variaciones en los patrones de precipitación y temperatura pueden afectar la calidad del agua y las condiciones de salubridad, repercutiendo directamente en la salud pública y los medios de subsistencia. En ese sentido, la infraestructura hídrica, vital para el suministro de agua potable y riego, también se ve afectada por el cambio climático. Para los trabajadores de sectores como la minería, el incremento en eventos meteorológicos extremos plantea riesgos laborales adicionales, como ha sido documentado anteriormente (Hauser, 1997). Además, el calentamiento en la región puede acelerar los ciclos reproductivos de vectores de enfermedades, aumentando los riesgos de enfermedades transmitidas por vectores como Zika, dengue, chikungunya y malaria (Estallo et al., 2023).

Sector Turismo: El turismo es un pilar clave en el desarrollo económico regional. A pesar de su fama por condiciones climáticas favorables, diversidad cultural y ricos recursos arquitectónicos, arqueológicos y naturales (SERNATUR, 2015), enfrenta amenazas directas del cambio climático. Eventos climáticos extremos, como tormentas y marejadas, amenazan la accesibilidad y atractivo de zonas tanto costeras como interiores. El cambio climático podría llevar a una posible disminución de la atractividad de ciertas áreas turísticas.

6.2 Diseño de cadenas de impacto teóricas

La metodología empleada para desarrollar las cadenas de impacto teóricas se adaptó específicamente a cada tipo de amenaza, elemento expuesto, así como a su capacidad adaptativa y nivel de sensibilidad. Este enfoque se basó en una caracterización detallada, apoyada por una exhaustiva revisión de la literatura científica relevante. Durante esta revisión, se identificaron las variables claves que conforman los componentes de cada una de las cadenas prioritarias.

En las etapas iniciales, además de la literatura, se tomaron en cuenta fuentes de información primaria, incluyendo talleres participativos que formaron parte de la segunda etapa en la elaboración del Plan de Acción (ver Anexo 1). Estos talleres fueron fundamentales para comprender mejor las dinámicas locales.

Otro aspecto considerado fue la relevancia relativa de las cadenas según los instrumentos de gestión regional. Entre estos, fueron considerados la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD) proyectado para los años 2011 - 2020, que subraya la importancia de la exposición y su interacción con las amenazas y dinámicas de impacto. En segundo lugar, el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), desarrollado entre los años 2011 - 2013, que también enfatiza la relevancia de estos aspectos.

Una vez formuladas las cadenas de impacto teóricas, se procedió a su presentación y validación en un segundo taller que contó con la participación activa de los principales sectores y actores públicos involucrados en la elaboración del plan. Los resultados de este taller se detallan en el apartado 12 del presente informe. A partir del análisis de estos, se realizó una refinación de las cadenas: se eliminaron y agregaron variables según fuera necesario, e incluso se sugirió la creación de nuevas cadenas. Este proceso de ajuste asegura una mayor pertinencia de las cadenas para su posterior cuantificación.

A continuación, se presentan las cadenas de impacto teóricas priorizadas, basadas en los antecedentes antes mencionados organizadas de acuerdo con el elemento expuesto:

6.2.1. Sector Silvoagropecuario

Pérdidas en la actividad agrícola por remoción de masa.

La presente cadena describe cómo los cambios en los patrones de lluvia, exacerbados por el cambio climático, pueden resultar en una disminución significativa de la actividad agrícola, repercutiendo en la economía regional y la seguridad alimentaria local.

Amenaza

El cambio climático implica un impacto significativo y diverso en la agricultura a nivel mundial, alterando de manera permanente sus dinámicas. Estas fluctuaciones en las temperaturas, junto con un aumento en la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, comprometen la estabilidad de los sistemas alimentarios (Kiprutto et al., 2015). Tales cambios representan un desafío económico considerable para el sector agrícola, forzando a los productores a adaptarse a un entorno cada vez más impredecible (Wang et al., 2021). En la región de Tarapacá, los patrones de lluvia alterados por el cambio climático pueden desencadenar eventos de remoción en masa, tales como deslizamientos de tierra y desprendimientos de rocas, afectando directamente las infraestructuras agrícolas y la calidad del suelo. Esto pone en peligro la productividad agrícola y, por ende, impacta negativamente en la economía local.

Exposición

En Tarapacá, los pequeños agricultores son un pilar fundamental para el abastecimiento alimentario de las ciudades cercanas. Los pequeños agricultores desempeñan un papel esencial en la fortificación de la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático. La comuna de Camiña, conocida por ser una fuente importante de productos frescos, destaca dentro de la región. Otras localidades como Aroma, Quipisca y Juan Morales también juegan un rol significativo en la agricultura local, contribuyendo al abastecimiento alimentario de la región. Estas áreas, dada su importancia en la producción de alimentos, están particularmente expuestas a los impactos del cambio climático.

Sensibilidad

La sensibilidad de los pequeños agricultores se manifiesta a través de varios factores clave. En primer lugar, la sensibilidad del rubro que se refiere a la dependencia de los pequeños agricultores de intermediarios para la comercialización de sus productos introduce una vulnerabilidad económica, limitando su capacidad de negociación y estabilidad financiera. En las actividades participativas se sugiere la sensibilidad de la infraestructura rural, destacando que las construcciones y estructuras agrícolas en estas áreas suelen estar poco preparadas para enfrentar fenómenos climáticos extremos. También existe sensibilidad demográfica, que se refiere a las áreas con baja densidad

poblacional pueden enfrentar desafíos en el acceso a servicios y recursos esenciales, lo que amplifica su vulnerabilidad a los cambios climáticos. Además, las comunidades indígenas en Tarapacá, que mantienen un vínculo profundo con su entorno natural, son especialmente susceptibles a los cambios en el clima, los cuales pueden afectar sus modos de vida y prácticas culturales. Adicionalmente existe una sensibilidad administrativa, que se centra en las políticas públicas y su capacidad para abordar los desafíos climáticos. En este contexto, las iniciativas de INDAP, como los proyectos PRODESAL/PDTI, son esenciales para apoyar a los agricultores pequeños, pero su efectividad podría verse afectada por el cambio climático. Las políticas de CONADI, orientadas a las comunidades indígenas, deben ser evaluadas en su capacidad de enfrentar desafíos climáticos específicos. Además, la adecuación de las políticas del SIRSS en el contexto de un clima cambiante es crucial para garantizar la sostenibilidad de la agricultura en la región.

Capacidad adaptativa

El desarrollo de estos métodos agrícolas resilientes es fundamental para la estabilización del suministro local de alimentos y la reducción de la vulnerabilidad a variaciones climáticas (Nosipho Hlophe-Ginindza & Mpandeli, 2021). En ese sentido, la agricultura en Tarapacá se caracteriza principalmente por ser Agricultura Familiar Campesina, practicada por agricultores de ascendencia indígena aymara, quienes desarrollan prácticas ancestrales como el uso de terrazas para cultivar quinua y diversos tipos de hortalizas como ajos, zanahorias y cebollas. Esto resulta crucial para la gestión eficiente de los recursos hídricos.

Riesgo

A partir de estas especificaciones, el riesgo identificado se centra en el aumento de la frecuencia de eventos de remoción en masa, como deslizamientos de tierra y aluviones, que tienen un impacto directo en la actividad agrícola. Estos fenómenos no solo amenazan los cultivos, sino que también comprometen la conservación de suelos con aptitud agrícola, una preocupación creciente en el contexto del cambio climático.

6.2.2. Pérdida de superficie frutícola en la Comuna de Pica

Esta cadena analiza cómo el aumento de la temperatura y los cambios en los patrones de precipitación pueden resultar en una reducción de la superficie apta para la fruticultura específicamente en la comuna de Pica. La cual se caracteriza por su aptitud agrícola, lo cual le da una relevancia especial para la seguridad alimentaria de la región.

Amenaza

El sector agrícola, especialmente el cultivo de frutas es altamente sensible a las variaciones en los patrones de temperatura y precipitación, Yadav et al. (2015) identifican que los cultivos extensivos, incluyendo los frutales, enfrentan desafíos crecientes debido a estas elevaciones de temperatura. Según el IPCC (2014), incluso pequeñas fluctuaciones en estos factores pueden tener impactos significativos en la agricultura. Kurukulasuriya y Rosenthal (2003) destacan que la producción agrícola y los medios de vida de quienes dependen de ella son notablemente vulnerables al cambio climático. Además, variaciones en los patrones de temperatura influyen en la dinámica poblacional de plagas. Se espera que aumente la distribución y tasas de supervivencia y reproducción de estas (Skendžić et al., 2021). En el contexto chileno, la fruticultura representa un sector crucial para el desarrollo económico y social, contribuyendo de manera significativa al Producto Interno Bruto (PIB) y al empleo local. Apey (2019) resalta el crecimiento sostenido del sector, impulsado por el interés internacional en los productos frutícolas chilenos. El impacto del aumento de las temperaturas en la comuna de Pica representa una amenaza directa para la agricultura, especialmente en lo que respecta a los cultivos frutícolas.

Exposición

La exposición viene dada por la superficie total cultivada, que es de gran relevancia para la economía y el sustento local. A pesar de su aporte relativamente pequeño al PIB regional, la fruticultura en Pica es esencial para el suministro de alimentos locales en la región de Tarapacá. El Catastro Frutícola, impulsado por CIREN & ODEPA (2022), revela información específica a nivel de cada comuna. En particular, en Pica se ha asignado un total de 277,1 hectáreas para la agricultura frutícola. Los cultivos principales en esta región son variados e incluyen: Guayabo (8,4 ton/ha), Higuera (20,0 ton/ha), Lima (16,0 ton/ha), Mango (14,9 ton/ha), Naranja (19,0 ton/ha), Níspero (11,7 ton/ha), Pomelo (5,8 ton/ha) y Tangelo (20,4 ton/ha), resaltado en varios casos por constituir una porción significativa de la superficie agrícola total del país, especialmente en lo que se refiere a los cultivos menos comunes.

Sensibilidad

La sensibilidad de la fruticultura en la comuna de Pica al cambio climático se ve influenciada por varios factores clave, en primer lugar, la cobertura INDAP desempeña un papel crucial, el nivel de apoyo que este organismo ofrece a los agricultores de Pica —que incluye asistencia técnica, acceso a créditos y programas de formación— no solo facilita la adaptación a las prácticas agrícolas modernas, sino que también ayuda a fortalecer su resiliencia frente a las adversidades climáticas. En cuanto al financiamiento de CONADI, este factor es especialmente relevante para las comunidades indígenas dedicadas a la agricultura. El financiamiento y apoyo proporcionados por CONADI son vitales para la implementación de tecnologías y prácticas agrícolas que puedan

soportar mejor las condiciones climáticas cambiantes. El rendimiento promedio por hectárea es un indicador importante de la sensibilidad de los cultivos. En este contexto, un mayor rendimiento puede señalar una menor vulnerabilidad a desafíos como el estrés hídrico o las temperaturas extremas. Los agricultores con rendimientos más altos tienden a estar en una mejor posición para enfrentar las variaciones climáticas, ya que sugiere una mayor eficiencia y capacidad en la gestión de los recursos y en la implementación de prácticas agrícolas efectivas. Sumando a esto, la presencia y seguridad de los derechos de agua es un factor decisivo en la sensibilidad de la fruticultura en Pica. En un entorno donde el cambio climático puede alterar los patrones de precipitación y la disponibilidad de recursos hídricos, asegurar un acceso estable al agua es fundamental para la sostenibilidad de los cultivos y la adaptación a las nuevas condiciones climáticas.

Capacidad adaptativa

Al evaluar la capacidad adaptativa, se considera tanto la eficiencia en la gestión del agua como la resistencia inherente de los cultivos a las condiciones climáticas variables. La eficiencia del riego se destaca como un aspecto crucial en la capacidad adaptativa de la fruticultura en Pica, especialmente en el marco del cambio climático. En este contexto, sistemas como la microaspersión y el goteo se destacan por su mayor eficiencia. Estos métodos permiten una distribución más precisa y controlada del agua, minimizando el desperdicio y asegurando que los cultivos reciban la cantidad de agua necesaria de manera óptima. Esto es especialmente valioso en condiciones de escasez de agua, donde cada gota cuenta. Por otro lado, sistemas tradicionales como el riego por surco y tendido, aunque ampliamente utilizados, pueden no ser tan eficientes en el uso del agua. Sin embargo, su relevancia persiste en ciertos contextos agrícolas, especialmente donde las adaptaciones a sistemas más modernos pueden ser limitadas por factores económicos o de infraestructura. Adicionalmente, la capacidad fisiológica de adaptación de los cultivos es igualmente crucial. Algunos cultivos, como el guayabo, muestran una notable resiliencia a diferentes condiciones climáticas y de suelo, adaptándose bien a un rango variado de precipitaciones y temperaturas, y mostrando resistencia a la salinidad y la sequía. Esto los hace particularmente aptos para enfrentar los desafíos del cambio climático (Usman, 2023). En contraste otros cultivos como el mango y variedades cítricas enfrentan mayores desafíos.

Riesgo

El riesgo climático identificado en la comuna de Pica se centra en la potencial pérdida de superficie destinada a la fruticultura debido a los efectos del cambio climático.

6.2.3. Sector Infraestructura Urbana

Remoción de masa en asentamientos humanos.

Esta cadena se centra en cómo el cambio climático intensifica los riesgos de remoción de masa, como deslizamientos de tierra y flujos de lodo, amenazando significativamente la infraestructura en asentamientos humanos, debido a patrones de lluvia alterados y suelos inestables. Estos eventos incrementan el daño a edificaciones, carreteras y redes de servicios, requiriendo estrategias urgentes de adaptación y fortalecimiento de la infraestructura.

Amenaza

Los eventos de remoción de masa se caracterizan por el desplazamiento rápido de grandes volúmenes de tierra y otros materiales, a menudo desencadenados por lluvias intensas y repentinas. Estos movimientos pueden ocurrir a velocidades alarmantes, representando una amenaza directa para la seguridad de los asentamientos humanos. Las variaciones en la temperatura y los patrones de precipitación, inducidas por el cambio climático, no solo aumentan la probabilidad de que ocurran estos fenómenos, sino que también intensifican su impacto, poniendo en mayor riesgo a las comunidades situadas en áreas susceptibles (Barreto, 2022). En el Altiplano del norte de Chile, los procesos de remoción en masa están influenciados principalmente por lluvias intensas que pueden durar desde unas pocas horas hasta varios días. Estas precipitaciones de carácter convectivo son críticas en la generación de estos fenómenos, lo que aumenta el riesgo para las comunidades establecidas en estas áreas. Sarricolea y Romero (2015) indican que estas lluvias intensas y convectivas, características de la región, pueden llevar a episodios de remoción en masa especialmente destructivos, afectando la seguridad y la infraestructura de los asentamientos humanos.

Exposición

La exposición a los eventos de remoción de masa se manifiesta de manera significativa en dos aspectos fundamentales de la infraestructura poblacional y la caminera. La infraestructura poblacional, que abarca desde viviendas hasta instalaciones públicas y privadas, se ha visto considerablemente impactada en comunas como Camiña y Huara. Estas áreas han experimentado serias afectaciones debido a eventos como inundaciones y aluviones, poniendo de relieve la vulnerabilidad de sus estructuras y la necesidad de reforzar la resiliencia comunitaria. La ubicación y construcción de estas comunas, en conjunto con su diseño infraestructural, las coloca en una posición de riesgo elevado frente a la remoción de masa. Por otro lado, la infraestructura vial en Tarapacá, que incluye desde importantes autopistas hasta caminos rurales, es igualmente susceptible a estos eventos extremos (MOP, 2021). La destrucción o daño de carreteras y caminos no solo interrumpe la conectividad y el flujo económico, sino que

también aísla comunidades, dificulta el acceso a servicios esenciales y complica las respuestas de emergencia (Cervigni et al., 2017).

Sensibilidad

La sensibilidad a los eventos de remoción de masa se entiende mejor al examinar dos aspectos críticos: la demografía de la región y las características de su infraestructura. En el aspecto demográfico, la densidad poblacional es un aspecto para considerar, ya que las zonas urbanas, con alta densidad poblacional, enfrentan un riesgo elevado en caso de eventos de remoción de masa, donde un mayor número de personas podría verse afectado. En contraste, las áreas rurales, aunque menos densas, enfrentan desafíos de acceso a recursos y servicios de emergencia, lo que aumenta su vulnerabilidad a estos fenómenos. Por otro lado, la presencia de población Indígena añade una dimensión adicional de sensibilidad. Estas comunidades suelen vivir en áreas que pueden ser particularmente susceptibles a la remoción de masa, debido a su ubicación geográfica y a las características constructivas de sus viviendas. Las viviendas y edificaciones tradicionales o de carácter étnico, que forman parte integral del tejido cultural de Tarapacá, pueden no estar preparadas para resistir la fuerza de la remoción de masa, lo que las hace especialmente susceptibles a daños. Adicionalmente, en cuanto a la infraestructura, la materialidad de las construcciones juega un papel crucial en la sensibilidad a la remoción de masa. Las estructuras construidas con materiales menos robustos son más vulnerables a sufrir daños durante estos eventos. En ese sentido, también la existencia de tomas ilegales de terreno o asentamientos informales, a menudo situados en zonas de alto riesgo, agrega una preocupación considerable. Estos asentamientos carecen frecuentemente de infraestructuras adecuadas para enfrentar eventos de remoción de masa, aumentando la vulnerabilidad de sus habitantes.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa frente a los eventos de remoción de masa se evalúa a través de un enfoque que incluye tanto la respuesta inmediata a los desastres como la implementación de medidas a largo plazo para fortalecer la resiliencia de la región. En cuanto a la respuesta inmediata, la activación del plan integral de reconstrucción y recuperación tras eventos de remoción de masa es un componente clave de la capacidad adaptativa de Tarapacá. Este plan se centra en restaurar la habitabilidad de las viviendas dañadas y en brindar apoyo a las familias afectadas. Otros elementos que considerar son la cobertura de salud primaria. Este componente refleja la accesibilidad y eficacia de los servicios de salud en Tarapacá, un factor crucial para asegurar una respuesta rápida y efectiva en situaciones de emergencia y para el bienestar general de la población. Y la presencia de organizaciones comunitarias y de apoyo social. Una fuerte presencia de organizaciones sociales facilita la coordinación y movilización de recursos en respuesta a desastres, además de fomentar la resiliencia comunitaria.

Riesgo

El riesgo identificado es la remoción de masa en asentamientos humanos en la región de Tarapacá se centra en el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de inundaciones y aluviones. Este incremento, exacerbado por el cambio climático, representa un peligro significativo no solo para la infraestructura de los asentamientos humanos de zonas expuestas.

Aumento downtime puertos

Esta cadena se describe cómo la interrupción de las operaciones portuarias ocasionada por una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos como marejadas. Lo cual no solo afecta la eficiencia del comercio y la economía, sino que también plantea desafíos logísticos y de resiliencia que deben ser abordados de manera efectiva para garantizar la continuidad de las operaciones portuarias.

Amenaza

La amenaza que aborda esta cadena se relaciona con el cambio en el régimen de oleaje, que se manifiesta en el aumento del nivel del mar y en la creciente frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, como las marejadas (León-Mateos et al., 2021). Este desafío es de suma relevancia dado que la infraestructura costera, en particular los puertos vitales para el comercio y la logística a nivel global, se encuentra expuesta a riesgos sustanciales debido al cambio climático. En el contexto de Chile, se ha observado un incremento significativo en los cierres de puertos, siendo las marejadas una de las principales causas atribuibles a este fenómeno (Winckler et al., 2019).

Exposición

En cuanto a elementos expuestos, los puertos de Iquique y Patache han experimentado un aumento significativo en el riesgo de downtime debido al cambio en el régimen de oleaje y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, como las marejadas. En ese sentido, Winckler et al. (2022) ha revelado una variación notable en el promedio anual de cierres de puerto en esta región, lo que demuestra la influencia directa de su ubicación en la exposición a eventos climáticos adversos.

Sensibilidad

La sensibilidad de los puertos depende de diversos factores cruciales que afectan su vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. Estos factores incluyen la geomorfología costera, el rango de marea, el ancho de playa, la pendiente costera y la presencia de protección costera natural o artificial. Además, la infraestructura portuaria, el estado de conservación de la zona costera y el tipo de material presente

también desempeñan un papel determinante en esta sensibilidad. Además, es fundamental considerar las estructuras marítimas, como el sistema de señalización para el tráfico marítimo, como parte integral de la gestión de riesgos en estos puertos (MMA, 2019). La conectividad de los puertos con otros destinos, países vecinos, los puertos de destino y las compañías navieras que operan en la región también se considera una consideración para la sensibilidad. Asimismo, la distancia a centros urbanos y áreas de producción puede influir en la dinámica costera y la gestión de los recursos marítimos. Se deben reconocer ciertas debilidades subyacentes en términos de la falta de coordinación y planificación de la actividad portuaria, problemas en la infraestructura vial y de acceso a los puertos, así como desafíos en la gestión logística interna. En ese sentido, para el año 2023, se ha observado un decrecimiento del 7,7% en la capacidad de gestión de carga con respecto a 2022 (INE, 2023).

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa engloba elementos cruciales como la gestión portuaria y la gestión de riesgos. La gestión portuaria efectiva implica una planificación y operación que tenga en cuenta los posibles impactos del cambio climático y otros riesgos, mientras que la gestión de riesgos se enfoca en identificar y mitigar amenazas para la infraestructura portuaria y las actividades relacionadas. Estos componentes son vitales para una gestión costera resiliente y adaptativa (Winckler et al., 2019).

Riesgo

El riesgo asociado al régimen de oleaje y la mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, es que provocan interrupciones en las operaciones portuarias. Lo cual puede dar lugar a una serie de impactos negativos, incluyendo la paralización de la carga y descarga de mercancías, la suspensión de actividades de embarque y desembarque de buques, y la disrupción de las operaciones logísticas en general. Estas interrupciones pueden tener consecuencias económicas significativas, afectando la eficiencia del comercio y la logística a nivel local y regional.

6.2.4. Sector Biodiversidad

Pérdidas de biodiversidad terrestre

Esta cadena detalla cómo el cambio climático intensifica los eventos climáticos extremos y altera los ecosistemas terrestres, lo que conduce a un declive acelerado en la biodiversidad. Factores como el aumento de las temperaturas, la alteración de los patrones de precipitación, y la frecuencia creciente de eventos climáticos extremos impactan directamente en los hábitats naturales.

Amenaza

De acuerdo con Pecl et al. (2017), el incremento de las temperaturas influye significativamente en el funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, conlleva a la pérdida de biodiversidad. Las alteraciones en las condiciones ambientales debido a cambios en la temperatura requieren que un mayor número de especies se adapte para mantener la funcionalidad del ecosistema bajo condiciones de estrés térmico, (García et al., 2018). Además, la variabilidad en las precipitaciones es un factor contribuyente a la pérdida de biodiversidad y al aumento del número de especies amenazadas a nivel global (Habibullah et al. (2022). El cambio climático provoca transformaciones importantes en los ciclos hidrológicos, estos cambios aumentan la magnitud y la frecuencia de eventos climáticos extremos como inundaciones, ciclones y sequías, impactando negativamente en la biodiversidad (Rinawati et al., 2013).

Exposición

La exposición a la pérdida de biodiversidad terrestre se mide a través de un Índice de exposición compuesto, que se enfoca en las áreas de localización de grupos de fauna clave: anfibios, mamíferos y reptiles. Este índice proporciona una visión clara de qué áreas son más susceptibles a la pérdida de biodiversidad debido a los cambios en las condiciones climáticas. Al comprender la distribución y las características de estas áreas críticas para la fauna —entre esta, áreas de localización de reptiles, anfibios, y mamíferos— se pueden diseñar estrategias más efectivas para la protección y conservación de la biodiversidad en respuesta a los desafíos del cambio climático.

Sensibilidad

La sensibilidad de la biodiversidad terrestre en Tarapacá a los cambios climáticos y ambientales se evalúa a través de un conjunto de factores interrelacionados. Entre estos están la clasificación de las especies según su grado de riesgo es un aspecto fundamental de este análisis. Esta clasificación, que identifica especies vulnerables, en peligro y fuera de peligro, es esencial para determinar qué grupos de fauna y flora requieren mayor atención y protección en términos de conservación. Reconocer las especies más amenazadas es un paso crucial para orientar las estrategias de conservación y mitigación. La disponibilidad y el estado de la vegetación natural son indicadores clave de la salud de los ecosistemas. Un hábitat saludable y bien conservado es vital para el mantenimiento de la biodiversidad, proporcionando las condiciones necesarias para la supervivencia y prosperidad de las diversas comunidades biológicas. Las interacciones ecológicas entre las especies son componentes esenciales para la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas. Estas interacciones, como destacan Andersen et al. (2023), son fundamentales para mantener un equilibrio ecológico, especialmente frente a los cambios ambientales. La

pérdida o alteración de una sola especie puede tener efectos en cascada, alterando todo el sistema ecológico. La amplitud del nicho ecológico de las especies es otro factor que influye en cómo las especies responden a los cambios en el clima, el medio ambiente y los recursos (Sexton et al., 2017). Las especies con nichos ecológicos más amplios pueden ser más resilientes a las variaciones ambientales, mientras que aquellas con nichos más estrechos son más vulnerables a estos cambios (Duarte et al., 2019). Adicionalmente, el impacto de las actividades humanas en la biodiversidad es un aspecto crítico de la sensibilidad. La expansión urbana y la conversión de ecosistemas naturales en tierras agrícolas, como indica el IPCC (2003), ejercen una presión considerable sobre la biodiversidad. Estas actividades, junto con la introducción de especies exóticas, pueden alterar de manera significativa la estructura y composición de los ecosistemas naturales, incrementando la vulnerabilidad de la biodiversidad.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa de la biodiversidad terrestre se fundamenta en la presencia y efectividad de iniciativas de protección, abarcando elementos clave como el sistema nacional de áreas silvestres protegidas del estado, los sitios Ramsar, las áreas de preservación ecológica, las estrategias de biodiversidad y los sitios prioritarios para la conservación, así como los santuarios de la naturaleza y las áreas silvestres protegidas. Se complementa con las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental, que son vitales para la evaluación y mitigación de los efectos humanos en el medio ambiente. Entre estas destacan los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE). Estos instrumentos administrativos establecen metas, objetivos y acciones para recuperar, conservar y manejar especies clasificadas según su estado de conservación y se desarrollan de acuerdo con estándares internacionales (MMA, 2022c).

Riesgo

El riesgo se define como la pérdida de la riqueza de especies de biodiversidad terrestre y se manifiesta a través de la disminución de la diversidad biológica, incluyendo la posible extinción de especies de reptiles, anfibios, y mamíferos.

Pérdida de biodiversidad marina.

Esta cadena se centra en cómo el aumento de la temperatura superficial del mar, especialmente a través de las olas de calor marinas, representa una amenaza para la biodiversidad marina.

Amenaza

Las olas de calor marinas (OCM) son períodos de temperaturas oceánicas anormalmente altas que pueden durar entre días a meses y extenderse sobre extensas

superficies. La frecuencia de las OCM ha aumentado considerablemente, y se prevé que sigan en aumento, a causa del calentamiento global que eleva las temperaturas promedio de los océanos (Oliver et al., 2018). Las OCM también están afectando las dinámicas de la corriente de Humboldt, estos eventos se están volviendo más frecuentes e intensos, lo cual está generando un cambio significativo en la dinámica de temperatura del ecosistema costero de Perú-Chile (Pietri et al., 2021).

Exposición

En la región de Tarapacá, la exposición a la pérdida de biodiversidad marina se centra en la riqueza y diversidad de las especies que habitan sus ecosistemas marinos. Esta riqueza de especies se ve amenazada por los efectos negativos de las olas de calor marinas y otros cambios en el ambiente marino. Los hábitats marinos en Tarapacá, como arrecifes de coral, praderas de pastos marinos y bosques de algas, son particularmente sensibles a las fluctuaciones de temperatura. Como señala Smale et al. (2019), estos hábitats son fundamentales para la biodiversidad marina, pero también son extremadamente vulnerables a los eventos de calentamiento. La degradación o pérdida de estos hábitats tendría consecuencias devastadoras para la diversidad de especies que albergan. El Ministerio de Medio Ambiente de Chile ha identificado que los ecosistemas marinos en Tarapacá son hogar de una amplia variedad de especies vulnerables, incluyendo peces de alto interés comercial y de conservación. La importancia de estos ecosistemas no se limita solo a su diversidad biológica, sino también a su valor económico y ecológico. En áreas como Punta Patache, la biodiversidad marina es especialmente rica y diversa, con una abundancia de vertebrados acuáticos. Esta región es un área crucial para aves locales y migratorias, así como para colonias reproductivas de lobos marinos comunes (Varas, 2010).

Sensibilidad

La sensibilidad depende de la duración e intensidad de la ola de calor marina. Factores de sensibilidad son la duración e intensidad de las OCM. Eventos prolongados y más intensos pueden causar estragos en los ecosistemas marinos, alterando las condiciones de vida y afectando la supervivencia de diversas especies. El nivel de explotación de los recursos marinos ya sea a través de la pesca excesiva, la contaminación o la alteración de hábitats, incrementa la vulnerabilidad de los ecosistemas a las perturbaciones externas. Los ecosistemas ya sometidos a presiones humanas pueden tener menos capacidad para recuperarse de los efectos adicionales de las olas de calor marinas.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa de los ecosistemas marinos en la región de Tarapacá frente a las amenazas como las olas de calor marinas se determina considerando varios factores clave. Estos incluyen la resiliencia de los ecosistemas, la diversidad genética y

la flexibilidad ecológica de las especies, así como la gestión efectiva de los recursos marinos, la presencia de áreas protegidas y los esfuerzos en investigación y monitoreo. La variedad de especies y su interacción dentro del ecosistema pueden ayudar a amortiguar los efectos de las perturbaciones, como las olas de calor marinas. La flexibilidad ecológica, es decir, la capacidad de las especies para ajustar su comportamiento o fisiología en respuesta a cambios ambientales también es crucial para la adaptación. La gestión de recursos marinos, incluyendo la regulación de la pesca y las áreas protegidas son vitales para la conservación de la biodiversidad marina. Los esfuerzos en investigación y monitoreo ayudan a comprender mejor los impactos de las olas de calor marinas y otros cambios ambientales, permitiendo así dirigir los esfuerzos de conservación de manera más efectiva.

Riesgo

Este riesgo se define como la disminución de la diversidad biológica en los ecosistemas marinos, que incluye la posible extinción de especies y la degradación de los hábitats marinos críticos.

Pérdida de bosques en la Pampa del Tamarugal

Esta cadena analiza cómo la sequía meteorológica afecta a especies endémicas como el tamarugo y el algarrobo, especies vitales para la biodiversidad y el equilibrio ecológico en zonas áridas.

Amenaza

La Pampa del Tamarugal, situada en la Región de Tarapacá en Chile, se encuentra en la depresión intermedia entre la Quebrada de Tiliviche y el Río Loa (Alamos y Peralta, 1982). Este lugar se caracteriza por un clima tropical extremadamente árido (Pliscoff, 2006), marcado por una casi total ausencia de precipitaciones, baja humedad relativa y significativas variaciones de temperatura a lo largo del día (Campillo y Hojas, 1975). Dado que las lluvias son prácticamente inexistentes en el desierto de Atacama, la supervivencia de especies vegetales depende enteramente de las reservas de agua subterránea. Sin embargo, esta vital fuente de agua está en riesgo debido a la sequía meteorológica, que se caracteriza por un déficit notable en las precipitaciones y la prolongación de los períodos sin lluvias. Este fenómeno representa un desafío significativo para las zonas áridas y semiáridas, que componen más del 40% del territorio chileno (Cereceda et al., 2009).

Exposición

En el corazón del desierto más seco del mundo, la Pampa del Tamarugal alberga especies únicas, como el tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil), que no solo da nombre a la región sino que también forma bosques distintivos. Junto con el Algarrobo (*Prosopis*

alba Griseb), estas especies enriquecen la diversidad de los bosques, coexistiendo en formaciones abiertas con otras especies vegetales (MMA, 2021). El tamarugo es particularmente significativo por su rol en la biodiversidad y el equilibrio ecológico de la Pampa del Tamarugal. Interactúa directamente con diversas especies de flora y fauna, incluyendo algunas endémicas o en peligro de extinción, lo que resalta su importancia en el mantenimiento de la biodiversidad local (Carevic et al., 2012).

Sensibilidad

La sensibilidad se determina principalmente por dos elementos clave: la intensidad del estrés hídrico y el impacto de actividades extractivas que demandan un uso intensivo del agua. La evaluación del estrés hídrico incorpora una serie de factores, incluyendo la frecuencia de decretos de escasez hídrica, reflejando directamente la urgencia y gravedad de la situación. Además, se examina la dinámica de concesión de derechos de aguas, la cual evidencia la intensidad de la demanda y competencia por los recursos hídricos disponibles. Otro componente crucial es un índice basal de estrés hídrico para cada comuna, que integra variables tales como la disponibilidad de agua per cápita, la variabilidad climática y la capacidad de almacenamiento y distribución de agua. Respecto a las prácticas de extracción intensiva de agua, al ser especies estrictamente freatofitas, las perturbaciones sobre la disponibilidad de agua subterránea afectan directamente la condición hídrica de los individuos. Los acuíferos asociados a la Pampa del Tamarugal han presentado una disminución del nivel freático, evento asociado a una extracción de agua subterránea mayor a la recarga natural, para satisfacer la demanda doméstica de la región, la minería y agricultura. En cuanto al suministro de agua a ciudades aledañas, incluyendo Iquique, y a servicios sanitarios. Durante las actividades participativas, se destacó la extracción ilegal de agua como un factor crítico en la vulnerabilidad de este sistema. Otras prácticas de extracción intensiva de agua que hacen peligrar los bosques en la Pampa del Tamarugal son la agricultura y la minería (DGA, 2021). La presencia de predios agrícolas adyacentes a los bosques incrementa la complejidad del problema. La extracción de agua excede la tasa natural de recarga del acuífero, llevando a su agotamiento progresivo y poniendo en peligro la supervivencia del tamarugo. Además, la reducción en el nivel freático ha impedido que las semillas de tamarugo alcancen la profundidad necesaria para su germinación, lo que ha llevado a que las formaciones de *Prosopis tamarugo* estén en riesgo de extinción, como señalan Chávez et al. (2016). Adicionalmente, la deforestación de la Pampa del Tamarugal, causada por las operaciones mineras de salitre entre el siglo XIX y comienzos del XX, merece una mención especial. Es crucial examinar tanto el debate político medioambiental como los esfuerzos de funcionarios gubernamentales, empresarios y sectores de la opinión pública para proteger el bosque de tamarugos y algarrobos. Estos esfuerzos culminaron en la implementación de

medidas político-administrativas y técnico-legales pioneras para la conservación de estos ecosistemas (Castro, 2020).

Capacidad adaptativa

En cuanto a capacidad adaptativa, el tamarugo presenta características y despliega mecanismos fisiológicos altamente adaptados a las condiciones extremas de La Pampa del Tamarugal, por lo que la capacidad adaptativa se centra en dos aspectos fundamentales: la extensión de las áreas protegidas y la implementación de programas de reforestación. Históricamente, los bosques de zonas áridas han recibido limitada atención en términos de manejo sostenible, a menudo siendo explotados sin consideración de su capacidad de regeneración natural. En este contexto, la designación y el mantenimiento de áreas protegidas se convierten en una herramienta crucial para preservar los ecosistemas forestales existentes. Estas áreas ofrecen un refugio donde las especies nativas pueden sobrevivir y prosperar, lejos de las presiones de la explotación agrícola y extractiva. Adicionalmente, los programas de reforestación aportan a la capacidad adaptativa, en ese sentido, Rivera-Díaz (2018) resalta la viabilidad de gestionar la vegetación nativa en regiones áridas, aprovechando las poblaciones existentes para fortalecer la resiliencia de estos ecosistemas. Sin embargo, la transformación de gran parte de las áreas originalmente forestales en tierras agrícolas ha desplazado casi por completo los hábitats naturales en las quebradas (Acevedo et al., 1985).

Riesgo

El riesgo en este contexto se define específicamente como la pérdida de bosques en zonas áridas, especies vegetales endémicas y sus ecosistemas asociados.

6.2.5. Sector Energía y Minería

Gestión del agua frente a la minería y el cambio climático

Esta cadena destaca la importancia de evaluar el impacto de las operaciones mineras en un clima cambiante sobre los recursos hídricos de las comunidades aledañas. La disputa por el recurso hídrico es un factor crítico que afecta significativamente a estas comunidades. Por ello, reevaluar el riesgo de sequía asociado a las actividades mineras desde la perspectiva de las comunidades es esencial para el desarrollo de estrategias de adaptación enfocadas en el bienestar local.

Amenaza

La industria minera, notablemente vulnerable al cambio climático por su intensiva demanda de agua, se enfrenta a desafíos críticos agravados por fenómenos extremos como inundaciones, sequías, tormentas, y aumentos en las temperaturas, que impactan

directamente tanto en la productividad como en los procesos de la minería (Pearce et al., 2011). Específicamente, la explotación minera en zonas de escasez hídrica puede tener un efecto perjudicial en los recursos acuíferos locales de las comunidades circundantes (Gunson et al., 2012). En Chile, la exacerbada escasez de agua, combinada con la alta concentración de operaciones mineras en el norte y la creciente demanda generada por la expansión urbana y la agricultura, plantea un reto continuo para una gestión sostenible del agua en la industria minera (Jimenez, 2019).

Exposición

Las comunidades aledañas a las operaciones mineras en la provincia del Tamarugal, especialmente en localidades como Huatacondo y Colonia Pintados, representan una exposición significativa. Estas incluyen tanto asentamientos rurales como urbanos, vinculados a la minería a través de proximidad geográfica o relaciones económicas (Guerrero Cossio, 2014). Resulta crucial considerar los conflictos emergentes entre las empresas mineras y las comunidades indígenas. Factores como la dinámica poblacional de los andinos indígenas, su interacción fluida entre los espacios urbanos y rurales, el proceso de reconocimiento y formalización de sus comunidades, así como la situación actual de los asentamientos humanos Aymaras y andinos de valles, deben ser tenidos en cuenta. Estos aspectos son fundamentales para entender la interacción entre las comunidades y territorios indígenas frente a la territorialización de la industria minera (Toledo et al., 2017).

Sensibilidad

Las comunidades cercanas a las operaciones mineras en Tarapacá enfrentan una sensibilidad compleja y diversa, que se manifiesta en aspectos ambientales, económicos y sociales. La sensibilidad ambiental describe la vulnerabilidad de los ecosistemas locales a los efectos combinados del cambio climático y la minería plantea serios desafíos, con potenciales repercusiones en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La sensibilidad económica viene dada por la dependencia de los recursos naturales y el impacto de la minería en el empleo y la economía local son factores claves. Esta dependencia puede exacerbarse o verse alterada por los cambios ambientales y las prácticas mineras. Mientras que la sensibilidad social depende de la salud y el bienestar de las comunidades se ven directamente afectados, tanto por el cambio climático como por las actividades mineras. Asuntos como el desplazamiento y la migración también son cruciales, ya que pueden alterar las estructuras comunitarias y los modos de vida.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa depende de una serie de elementos, en primer lugar, la regulación legal y redistribución económica estatal, este aspecto subraya la importancia de un marco legal robusto y medidas económicas estatales que garanticen

una distribución equitativa de los beneficios derivados de la minería, protegiendo al mismo tiempo los recursos y los derechos de las comunidades. La articulación identitaria y reorganización comunitaria también es relevante y se refiere a la capacidad de las comunidades para mantener y reafirmar su identidad cultural frente a los cambios impuestos por la minería y el cambio climático, así como la capacidad de reorganizarse y adaptarse a nuevas realidades. Sumado a esto, la modernización de procesos tecnológicos, en ese sentido, la adopción de tecnologías avanzadas por parte de la industria minera, que pueden minimizar el impacto ambiental y mejorar la eficiencia del uso de recursos naturales. Adicionalmente, las medidas de compensación entre empresas y comunidades afectadas por la minería. En ese sentido, SQM declara que el desarrollo minero ha tenido un gran impacto en la reconstrucción de los espacios sociales indígenas, los poblados cercanos a las operaciones de la compañía son pequeñas comunidades, con vocación agrícola, y otras turística, portuaria o minera, Particularmente en la región, los programas de SQM en Pozo Almonte y Colonia Agrícola Pintados se centran en el apoyo a ganaderos y el desarrollo agrícola, incluyendo talleres de empleabilidad, la producción de alfalfa, y el cultivo de sandías y melones, además de programas de matemáticas. Estas iniciativas reflejan un compromiso con el crecimiento y el apoyo comunitario (SQM, s/f).

Riesgo

El riesgo principal para las comunidades cercanas a las explotaciones mineras en Tarapacá se centra en la disponibilidad y calidad del agua. La presencia y operación de la industria minera plantea desafíos significativos en este sentido, pudiendo afectar de manera considerable los recursos hídricos que son vitales para las comunidades locales. Por lo tanto, se requiere una gestión cuidadosa y estrategias de adaptación integral. Estas estrategias deben equilibrar adecuadamente las necesidades operativas de la minería con el bienestar y la sostenibilidad de las comunidades, garantizando así un uso responsable y equitativo del agua. La consecución de este equilibrio es clave para minimizar los riesgos y fomentar una coexistencia armoniosa entre la industria minera y las comunidades afectadas.

Riesgo a la salud por contaminación de relaves mineros.

Esta cadena se define por los problemas de salud asociados a la exposición a contaminantes tóxicos originados en la actividad minera. Este riesgo es multifacético, afectando no solo la salud física de las personas, sino también el bienestar general de las comunidades. En este contexto, las acciones conjuntas adquieren una importancia crítica. Es esencial que los esfuerzos colaborativos entre la industria minera, las comunidades afectadas, las autoridades gubernamentales y los expertos ambientales se enfoquen en proteger tanto el medio ambiente como la salud y el bienestar de las comunidades.

Amenaza

La actividad minera, en su proceso de extracción mineral, produce una cantidad considerable de subproductos y contaminantes, acumulados en los denominados “relaves mineros”. Estos depósitos representan un riesgo significativo debido a fenómenos como el drenaje ácido. Inundaciones y otros eventos asociados al cambio climático pueden exacerbar la dispersión de estos contaminantes, según Lewinsohn (2020), esto deteriora la calidad del agua y degrada los ecosistemas locales, llevando a una preocupante contaminación ambiental. El proceso no solo libera metales pesados y otros contaminantes al medio ambiente, sino que también impacta negativamente en los ecosistemas y las comunidades cercanas. Un aspecto particularmente alarmante es el acceso y control del agua, ya que se ha registrado daño ambiental sobre recursos hídricos en territorios comunitarios (Toledo et al., 2017).

Exposición

La contaminación del agua y del suelo, resultado de la actividad minera, posee efectos directos y potencialmente graves en la salud humana. Esto es especialmente cierto en las comunidades que dependen de estos recursos naturales para su consumo diario y actividades cotidianas. En particular, las comunidades ubicadas cerca de los yacimientos mineros y áreas urbanas como la ciudad de Iquique enfrentan una exposición elevada. Estas comunidades han experimentado un impacto territorial significativo como consecuencia de la ejecución de proyectos mineros, lo que afecta directamente su calidad de vida y sus medios de subsistencia, como la agricultura y la ganadería (Guerrero Cossio, 2014).

Sensibilidad

La sensibilidad está determinada principalmente por dos factores. La proximidad de las comunidades a los relaves mineros, que influye directamente en su vulnerabilidad. La gestión inadecuada de estos residuos aumenta el riesgo de exposición a contaminantes nocivos. Además existe vulnerabilidad de poblaciones, donde grupos como niños, mujeres embarazadas y ancianos son particularmente susceptibles a los efectos adversos de la contaminación por metales pesados y otros contaminantes. De acuerdo con Londoño-Franco et al. (2016), la exposición a estos tóxicos puede incrementar el riesgo de enfermedades crónicas y agudas en estas poblaciones. Sumado a esto, existe una sensibilidad administrativa relacionada con el nivel de regulación ambiental. La efectividad de las políticas y regulaciones ambientales juega un papel crucial en la mitigación de los riesgos asociados a la contaminación de relaves mineros.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa en esta cadena se enfoca en varios aspectos clave. En primer lugar, la infraestructura de salud pública, esto incluye la provisión de servicios

médicos adecuados y la capacidad para tratar enfermedades relacionadas con la exposición a contaminantes. Los programas de monitoreo de contaminantes son vitales para identificar y mitigar riesgos a tiempo. Para una gestión efectiva de la contaminación en el contexto del cambio climático, es imprescindible desarrollar estrategias adaptativas que tomen en cuenta la variabilidad y la incertidumbre climática. Estas estrategias deben estar enfocadas no solo en abordar la contaminación y la degradación ambiental actual, sino también en anticipar y mitigar posibles impactos futuros. Paralelamente, la articulación y reorganización de las comunidades aledañas emergen como aspectos fundamentales a través de la lucha legal y la negociación, y trabajar conjuntamente en el desarrollo e implementación de prácticas de minería sostenible son pasos clave para asegurar un futuro donde la minería y el medio ambiente puedan coexistir de manera sostenible.

Riesgo

El riesgo en este contexto surge de los impactos negativos en la salud resultantes de la exposición a sustancias tóxicas, las cuales son subproductos de las operaciones mineras. Dicho riesgo es complejo y abarca más que solo aspectos de salud física, incidiendo igualmente en el bienestar integral de las comunidades involucradas.

6.2.6. Sector Pesca y Acuicultura

Aumento del *downtime* en caletas de pescadores

Esta cadena de impacto aborda cómo las marejadas intensificadas por el cambio climático impactan la pesca artesanal, aumentando el tiempo de inactividad y en consecuencia impacto en los ingresos.

Amenaza

Los cambios irreversibles en los océanos causados por el calentamiento global requieren acciones urgentes, particularmente en el sector de la pesca, que es altamente susceptible a fenómenos como el aumento de la temperatura del agua, marejadas más intensas y frecuentes, elevación del nivel del mar, tormentas, inundaciones, olas de calor, acidificación oceánica, y cambios en la distribución y abundancia de especies marinas (FAO, 2023). Estos cambios climáticos y oceanográficos tienen consecuencias ambientales, sociales y económicas significativas, afectando en gran medida a la pesca artesanal. Las condiciones climáticas adversas aumentan el movimiento de los barcos, provocando mareos en las tripulaciones, riesgo de vuelco, disminución en la velocidad, interrupciones en las operaciones, inundaciones de cubierta y daños potenciales al casco de las embarcaciones. Para las embarcaciones de menor tamaño, la navegación hacia y desde los puertos pesqueros se vuelve cada vez más difícil y peligrosa (Yaakob & Quah, 2012). En Chile, el riesgo de *downtime* o tiempo de

inactividad en las caletas de pescadores debido a marejadas es alto, resaltando la necesidad de medidas adaptativas y una planificación más precisa para mitigar los efectos adversos en las comunidades pesqueras del país (Winckler et al., 2019). Esta situación afecta no solo la capacidad de los pescadores para realizar su trabajo de manera segura y efectiva, sino que también tiene un impacto económico significativo en la pesca artesanal, una actividad vital para muchas comunidades costeras.

Exposición

En cuanto a la exposición, las operaciones pesqueras enfrentan una reducción en su eficiencia debido a la limitación impuesta por las condiciones climáticas extremas. Esto tiene un efecto directo y adverso en los ingresos de los pescadores, muchos de los cuales dependen de la pesca diaria para su subsistencia económica. Según Guerrero-Cossio (2016), esta situación plantea un desafío considerable para la sostenibilidad económica de las comunidades pesqueras, ya que no solo afecta la capacidad de pesca, sino también la estabilidad económica de quienes dependen de esta actividad.

Sensibilidad

La sensibilidad de las caletas de pescadores frente al cambio en el régimen del oleaje se ve influenciada por una combinación de factores naturales y estructurales. Entre los factores naturales, aspectos como la orientación geográfica de las caletas, la altura y el período de las olas, la temperatura del agua, la salinidad, los niveles de oxígeno disuelto y la turbidez juegan un papel crucial. Estos elementos determinan la severidad con la que las marejadas afectan las operaciones pesqueras y la seguridad de las embarcaciones. Además, la sensibilidad estructural se ve afectada por la presencia o ausencia de abrigos naturales y obras de abrigo, como muelles o rampas, que pueden ofrecer protección contra las condiciones adversas del mar. La infraestructura existente en las caletas, como muelles y rampas de acceso, es fundamental para la seguridad durante las operaciones de embarque y desembarque. Por otro lado, la sensibilidad operacional está relacionada con aspectos como el número de embarcaciones mayores presentes en la caleta y la fracción de navegantes experimentados. Una mayor cantidad de embarcaciones grandes y un alto porcentaje de navegantes con experiencia pueden contribuir a una mayor resiliencia frente a las condiciones adversas del mar, mientras que una flota predominantemente compuesta por embarcaciones pequeñas y menos experimentadas puede aumentar la vulnerabilidad de la comunidad pesquera.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa en las caletas de pescadores depende de una combinación de preparación, educación, apoyo financiero, integración política, colaboración comunitaria y adaptación de prácticas, lo que les permite enfrentar y manejar efectivamente los desafíos presentados por los cambios en el régimen del oleaje.

Riesgo

El riesgo asociado con el aumento del tiempo de inactividad en las caletas de pescadores, especialmente por las marejadas intensificadas por el cambio climático, se traduce directamente en pérdidas económicas significativas para las comunidades pesqueras. Estas pérdidas no solo se manifiestan en la disminución directa de los ingresos debida a la reducción de días efectivos de pesca, sino también en los costos adicionales relacionados con la reparación y el mantenimiento de las embarcaciones y la infraestructura dañada por las condiciones adversas del mar.

Disminución del rendimiento en caletas de pescadores.

Esta cadena se enfoca en los efectos del cambio climático en la pesca artesanal, particularmente en términos de los cambios en las poblaciones y distribución de especies, así como los cambios en los hábitats marinos y costeros. Estos factores, combinados, conducen a una disminución en el rendimiento de las caletas de pescadores, afectando tanto su sustento económico como su modo de vida tradicional.

Amenaza

El cambio climático, particularmente la elevación de las temperaturas marinas está alterando significativamente las poblaciones de peces. Estos cambios afectan la disponibilidad de las especies para la pesca, lo que repercute directamente en el rendimiento de las caletas de pescadores que dependen de estas poblaciones. Además, la variación en los niveles del mar y los patrones de lluvia está modificando los hábitats costeros y de agua dulce, que son cruciales para la cría y supervivencia de muchas especies pesqueras. Estos cambios en los hábitats pueden tener consecuencias negativas en la biodiversidad y la abundancia de especies locales (Hall, 2011). Los cambios en las condiciones ambientales también alteran la distribución de especies en los ecosistemas marinos. Esto es particularmente notable en el norte de Chile, donde se observa una tendencia hacia la tropicalización de la costa. Como resultado, se anticipa la migración de especies existentes y la aparición de nuevas especies en la región, lo que puede tener un impacto significativo en las actividades de pesca (Yáñez et al., 2017; FAO & EULA, 2021).

Exposición

El elemento expuesto en esta cadena son los pescadores artesanales en las caletas locales. Estos dependen directamente de los recursos marinos para su subsistencia, lo que los hace extremadamente vulnerables a los cambios en las poblaciones y distribución de las especies pesqueras. La alteración de los hábitats marinos y costeros,

junto con la variabilidad de las condiciones oceánicas, repercute directamente en su capacidad para obtener un rendimiento sostenible de sus actividades de pesca.

Sensibilidad

La sensibilidad de las operaciones pesqueras se ve afectada por los cambios ambientales y socioeconómicos. Por un lado, la rápida urbanización y expansión económica están transformando el espacio costero, aumentando la competencia por recursos marinos limitados y alterando los ecosistemas locales (Guerrero-Cossio, 2016). Esta situación exige una gestión sostenible de los recursos marinos que equilibre las necesidades económicas con la conservación ambiental, una tarea cada vez más difícil en un entorno en constante cambio. Además, factores como la presencia de medusas, la presión de la sobrepesca y la calidad del agua son elementos clave que influyen en la salud de los ecosistemas marinos y, por ende, en la disponibilidad de recursos para la pesca artesanal. La sobrepesca reduce la biodiversidad y altera el equilibrio ecológico, mientras que la calidad del agua, afectada por la contaminación y otros factores, puede tener un impacto directo en la salud de las especies marinas.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa de la pesca artesanal ante los retos planteados por el cambio climático y otros factores socioeconómicos depende en gran medida de la diversificación de los medios de vida, la presencia de redes de apoyo sólidas, políticas de conservación efectivas y programas de educación y capacitación.

Riesgo

El principal riesgo en la pesca artesanal debido al cambio climático es la variabilidad y el cambio en las especies objetivo. Este fenómeno puede desencadenar alteraciones significativas en la composición de las capturas, lo que a su vez requiere ajustes en las prácticas de pesca tradicionales. Estos cambios no solo representan un desafío técnico y operativo, sino que también pueden tener profundas consecuencias socioeconómicas para las comunidades pesqueras.

6.2.7. Sector Salud y Bienestar Humano

Enfermedades infecciosas ocasionadas por vectores¹

Esta cadena aborda el aumento y la persistencia de enfermedades transmitidas por vectores en nuestro contexto actual, marcado por una creciente globalización, urbanización y cambios climáticos significativos (Wu et al., 2016). En este entorno dinámico, resulta crucial desarrollar y aplicar estrategias para mejorar la capacidad de manejar los riesgos asociados a estas enfermedades y los desafíos relacionados de salud pública que estas representan.

Amenaza

El cambio climático está impulsando una expansión significativa de las áreas afectadas por enfermedades infecciosas transmitidas por vectores, que anteriormente estaban limitadas a regiones específicas (Lemon, 2008). Factores como el aumento de las temperaturas y los cambios en los patrones de lluvia y humedad están ampliando la distribución geográfica de estos vectores. Enfermedades como la malaria y el dengue, que anteriormente se habían mantenido bajo control, ahora presentan un mayor riesgo de propagación (Kulkarni et al., 2022). Adicionalmente, diversos modelos de pronóstico coinciden en que, bajo varios escenarios de cambio climático, se espera un aumento en la distribución de vectores y en la transmisión de las enfermedades que portan. Esto podría resultar en una emergencia de salud pública, necesitando una respuesta prioritaria y sostenida (Estallo et al., 2023).

Exposición

La exposición a enfermedades infecciosas transmitidas por vectores en Chile está definida principalmente por la población residente del país. Si bien Chile es el único país en Sudamérica que hasta ahora no ha reportado transmisión autóctona de estas enfermedades, el panorama actual está cambiando rápidamente. La situación epidemiológica en países vecinos podría facilitar la expansión de estas enfermedades en territorio chileno (Estallo et al., 2023). Se ha registrado la introducción de especies de mosquitos más virulentas y un aumento en la llegada de personas de naciones donde

¹ Los vectores son organismos vivientes que desempeñan un papel esencial en la diseminación de enfermedades infecciosas entre los seres humanos. Estos organismos, comúnmente insectos que se alimentan de sangre, actúan como portadores de microorganismos patógenos. Al succionar la sangre de un huésped infectado, ya sea un animal o una persona, estos insectos adquieren los patógenos que luego, después de haberse reproducido dentro del vector, son transmitidos a un nuevo huésped sano. De esta manera, los vectores son un eslabón crítico en el ciclo de transmisión de diversas enfermedades (WHO, 2020).

estas enfermedades son endémicas (Cancino-Faure et al., 2023). En abril de este año, el gobierno chileno declaró una emergencia de salud pública en las regiones del norte debido a la detección del mosquito *Aedes aegypti*, conocido por ser un vector eficiente del dengue, chikungunya, Zika y otros arbovirus (Estallo et al., 2023).

Sensibilidad

La sensibilidad a las enfermedades transmitidas por vectores es influenciada por una variedad de factores. La virulencia del patógeno y el alcance geográfico de su vector son determinantes cruciales en la incidencia de estas enfermedades. Las condiciones de vivienda, en particular la materialidad y ubicación de los hogares, especialmente en áreas rurales, impactan directamente en la vulnerabilidad de los residentes. Grupos demográficos específicos como niños, mujeres embarazadas y ancianos presentan una susceptibilidad mayor a estas enfermedades. Adicionalmente, viviendas densamente pobladas en barrios marginales y la falta de servicios adecuados crean hábitats propicios para la proliferación de enfermedades transmitidas por vectores (Knudsen & Slooff, 1992). En ese sentido durante los talleres se recalca que la gestión de residuos y la cercanía a zonas de acumulación de desechos, tanto industriales como residenciales, pueden elevar el riesgo de contacto con estos vectores y, por ende, con las enfermedades que transmiten.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa depende en gran medida de la fortaleza de su infraestructura de salud pública. Esta infraestructura no solo abarca las instalaciones y el personal médico, sino también los sistemas de vigilancia y monitoreo de enfermedades. Los esfuerzos orientados al descubrimiento temprano de problemas de salud y la implementación de programas de monitoreo robustos son aspectos fundamentales. Estos elementos son esenciales para evaluar y potenciar la capacidad de las comunidades y regiones en responder de manera efectiva a emergencias de salud pública. Además, la eficiente gestión de recursos y la agilidad en la implementación de medidas preventivas y curativas juegan un papel crucial en la protección del bienestar de la población.

Riesgo

El riesgo en esta cadena se define por la expansión geográfica de los vectores que transmiten enfermedades infecciosas. Este aumento en el alcance de los vectores incrementa la probabilidad de que las enfermedades infecciosas se propaguen a nuevas áreas, lo que conlleva consecuencias potencialmente graves para la salud pública.

Ola de calor

Esta cadena describe como el aumento de las temperaturas debido al cambio climático está conduciendo a olas de calor más frecuentes y severas, lo que afecta negativamente la salud pública, aumentando los riesgos de enfermedades y mortalidad.

Amenaza

El cambio climático, caracterizado por un aumento sostenido de las temperaturas atmosféricas, ha resultado en un incremento en la frecuencia y severidad de los episodios de calor extremo. Estas olas de calor tienen implicaciones significativas para la salud pública, incrementando las tasas de morbilidad y mortalidad durante periodos de altas temperaturas (Mücke & Litvinovitch, 2020). Adicionalmente, las emisiones de CO₂ derivadas del tráfico vehicular en áreas urbanas contribuyen al efecto de isla de calor urbano, exacerbando las temperaturas en las ciudades en comparación con zonas rurales (Kolbe, 2019). En Chile, se ha observado una tendencia ascendente en la frecuencia de las olas de calor, particularmente en los Andes del norte y a lo largo del Valle Central (González-Reyes et al., 2023). El país ha enfrentado olas de calor sin precedentes, estableciendo récords de temperatura y agudizando la severidad de una ya prolongada sequía.

Exposición

Ante esta perspectiva se prevé que este fenómeno impondrá retos significativos para la salud pública en las próximas décadas. Peng et al. (2011) destaca la creciente preocupación por el impacto de estas temperaturas extremas en la salud. Además, la frecuencia creciente de temperaturas extremas plantea un desafío importante para el sistema educativo. Más de 500 escuelas a nivel nacional, especialmente aquellas que carecen de sistemas de climatización adecuados, enfrentan repercusiones directas en la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes.

Sensibilidad

La sensibilidad ante la isla de calor urbana en Tarapacá es influenciada por múltiples factores. Estos incluyen aspectos urbanísticos como la cobertura pavimentada, el albedo, la cobertura vegetal, y la densidad poblacional, junto con la prevalencia de empleos que requieren trabajo al aire libre. Factores socioeconómicos como la pobreza por ingreso, la pobreza multidimensional, y el nivel de escolarización también son cruciales. Además, las condiciones demográficas y de salud, como la prevalencia de riesgos cardiovasculares, la población infantil y adulta mayor, son determinantes importantes. El crecimiento urbano en la región, a menudo desregulado y presionado por

un alto déficit habitacional (16,9% en comparación con el 8,9% nacional, según BCN, 2022), agrava estas condiciones. El hacinamiento es significativo (13% en la región, con cifras más altas en comunas específicas según GORE, 2020), y las viviendas frecuentemente no cumplen con los estándares óptimos de habitabilidad, especialmente en zonas cordilleranas (GORE, 2022). Además, el 78% de las viviendas se consideran de materialidad aceptable, por debajo del promedio nacional del 83% (INE, 2017). El aumento explosivo de la demanda habitacional, combinado con la pobreza y la sobrepoblación (incremento de los campamentos en un 107% entre 2019 y 2021, según Fundación Vivienda y Techo para Chile, 2022), crea condiciones de vulnerabilidad significativas. Estas condiciones se agravan ante fenómenos como la degradación del suelo y las inundaciones, que pueden causar daños severos a infraestructuras públicas y privadas.

Capacidad adaptativa

Frente a los retos planteados por las olas de calor, se están adoptando medidas proactivas en Tarapacá para fortalecer la capacidad adaptativa de la región. Estas incluyen la implementación de sistemas de alerta temprana específicos para olas de calor, lo cual es crucial para la preparación y respuesta a tiempo. También se está invirtiendo en infraestructura verde, una estrategia clave para mitigar el efecto de isla de calor urbano mediante la creación de espacios más frescos y sostenibles. Adicionalmente, se están desarrollando Planes de Acción Climática Regionales, con un enfoque particular en contrarrestar los impactos del calor extremo y promover entornos de aprendizaje más seguros y óptimos. Estos planes incluyen iniciativas educativas y de sensibilización, así como inversiones en infraestructura escolar para mejorar la resistencia al calor. Un componente crítico de esta capacidad adaptativa es la implementación de programas de monitoreo ambiental y de salud pública. Estos programas permiten un seguimiento continuo de las condiciones climáticas y sus efectos en la salud y el bienestar de la población, facilitando así una respuesta rápida y eficaz en situaciones de riesgo.

Riesgo

El riesgo identificado en esta evaluación se centra en la probabilidad y el impacto de las olas de calor en la salud pública. Las olas de calor, exacerbadas por el cambio climático, presentan una amenaza creciente para la salud de las personas, aumentando los riesgos de enfermedades relacionadas con el calor, agotamiento y, en casos extremos, mortalidad.

Seguridad hídrica urbana

Esta cadena describe cómo en Tarapacá, una región de alta densidad urbana, se enfrentan desafíos críticos para la seguridad hídrica debido al cambio climático y la sobreexplotación de recursos.

Amenaza

La seguridad hídrica se define como la capacidad de una población para garantizar un acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable. Esto es fundamental para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico. Además, como señalan Grey y Sadoff (2007), la seguridad hídrica también incluye la disponibilidad de agua de calidad adecuada para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, manteniendo al mismo tiempo un riesgo aceptable relacionado con el agua para las personas, el entorno y las economías. El IPCC (2014) identifica que la variabilidad en las precipitaciones, el incremento demográfico y los desafíos asociados a la infraestructura presentan riesgos significativos para el abastecimiento urbano de agua. Este panorama se agrava por el cambio climático, que ha intensificado la vulnerabilidad de los recursos hídricos superficiales, fundamentales para la seguridad hídrica en zonas urbanas (Biswas et al., 2023). Paralelamente, la urbanización acelerada ha excedido la capacidad de proveer servicios básicos de agua y saneamiento, dificultando los esfuerzos para alcanzar el acceso universal al agua (Biswas, 2022). En particular, la región del norte de Chile enfrenta una amenaza significativa en términos de seguridad hídrica. Esto se debe a la reducción de las precipitaciones, la sobreexplotación de las aguas subterráneas, y el aumento de la demanda generado por el crecimiento poblacional y las actividades económicas. El cambio climático refuerza esta problemática, conduciendo a una mayor escasez de los recursos hídricos en la región (Salinas et al., 2016).

Exposición

La población urbana de Tarapacá está expuesta a riesgos climáticos significativos, derivados principalmente de la variabilidad climática y los desafíos en la gestión de recursos hídricos. Esta exposición se ve intensificada por la alta concentración de habitantes en áreas urbanas. Dada esta situación, aunque se han realizado esfuerzos para gestionar y mejorar el suministro de agua, es difícil afirmar que la oferta de agua está completamente asegurada en la región de Tarapacá. La provisión de agua potable en la región de Tarapacá se basa en la explotación de abundantes acuíferos subterráneos. El sistema de agua potable de Iquique se nutre inicialmente de la extracción de agua de los pozos de El Carmelo, que se encuentran a una profundidad de 200 metros en la Pampa del Tamarugal. Una vez extraída, esta agua se transporta a Iquique a través de más de 70 kilómetros de tuberías, bombas y tanques, cruzando el desierto más árido del mundo. Adicionalmente, Aguas del Altiplano aprovecha otra fuente en el sector de Canchones, suministrando agua a la comuna de Alto Hospicio, y la procesa en la Planta de Santa Rosa, situada en la misma localidad (Agenda Sustentable, 2021). En la región de Tarapacá, particularmente en áreas rurales, el abastecimiento de agua potable y el tratamiento de aguas servidas enfrentan desafíos únicos debido a su ubicación en una de las zonas más áridas del planeta. A pesar de la limitada disponibilidad de recursos hídricos, la región cuenta con fuentes de agua

subterráneas que aseguran el suministro de agua potable (Agenda Sustentable, 2021). La planta de producción de agua potable El Carmelo en Pozo Almonte es una instalación clave. Otras instalaciones importantes incluyen pozos en Pampa Dolores, que sirven a Pisagua; en Dupliza, que abastece a Huará; y en la Quebrada de Chintaguay, que suministra agua potable a los oasis de Pica y Matilla (Agenda Sustentable, 2021).

Sensibilidad

La sensibilidad se manifiesta de manera significativa en diversos grupos poblacionales, incluyendo niños, adultos mayores, mujeres jefas de hogar, comunidades indígenas y migrantes. Estos grupos enfrentan desafíos específicos asociados a condiciones del hogar, como el hacinamiento y la dependencia de suministro de agua a través de camiones aljibe, reflejando limitaciones en el acceso a servicios básicos como agua potable y saneamiento. Esta se ve exacerbada por la percepción de escasez de recursos hídricos y la inestabilidad en la continuidad de servicios esenciales. Además, la demanda creciente de recursos naturales, el estrés hídrico y los problemas derivados del sobreotorgamiento de derechos de agua, son aspectos que resaltan la complejidad de la sensibilidad regional a los riesgos climáticos.

Capacidad adaptativa

Las comunidades urbanas ante el cambio climático deben identificar y aplicar medidas de adaptación oportunas, asegurando un suministro de agua en cantidad y calidad. Esto requiere la integración de recursos hídricos suficientes, infraestructura adecuada, y conocimiento profundo de la sociedad y la historia local, especialmente en la cuenca hidrográfica (Paris, 2020). Las brechas en el entendimiento de los procesos hidrológicos y su interacción con la atmósfera, la biósfera y la sociedad humana presentan un desafío significativo. La capacidad para predecir interacciones hidrológicas y sus impactos en sistemas socioecológicos, junto con la gestión de incertidumbres y la eficacia en la toma de decisiones, son áreas clave que requieren desarrollo y mejora (Paris, 2020). La transferencia activa de conocimiento a los decisores políticos es crucial, asegurando que las decisiones se basen en la mejor información disponible. Esto incluye fortalecer la investigación, desarrollar sistemas de alerta temprana y promover enfoques educativos innovadores para la adaptación al cambio climático (Paris, 2020). La capacidad institucional, financiera y de infraestructura para acceder y utilizar sosteniblemente los recursos hídricos, manejando las interacciones y externalidades entre diferentes usos y sectores, es fundamental. La administración del agua implica la ejecución y control de obras y medidas no estructurales, requiriendo una visión prospectiva y planificación estratégica. La protección del agua subterránea se centra en la calidad del recurso y de las fuentes de abastecimiento, responsabilidad de las autoridades locales y empresas prestadoras de servicios (Paris, 2020). Adicionalmente, las estrategias de adaptación al cambio climático pueden incluir la mejora de sistemas de información y monitoreo de cuencas hidrográficas y la realización de inversiones en

infraestructura, incluso en países vecinos. Es esencial integrar el financiamiento internacional para la adaptación en los planes de eficiencia de ayuda de cada país y fomentar la cooperación internacional en la gestión del agua (Sadoff & Muller, 2010).

Riesgo

El riesgo de inseguridad hídrica urbana se origina de una combinación de factores, incluyendo la variabilidad climática, la sobreexplotación de recursos hídricos, y el crecimiento poblacional. Esta se manifiesta no solo en la disponibilidad limitada de agua para consumo humano y uso industrial, sino también en la capacidad reducida para gestionar eventos extremos, como sequías e inundaciones. Esto afecta directamente la calidad de vida, la salud pública y la sostenibilidad de los ecosistemas urbanos.

Seguridad hídrica rural

Esta cadena aborda la seguridad hídrica en zonas rurales, enfocándose en los desafíos de cantidad, calidad y accesibilidad del agua. En áreas como el norte de Chile, caracterizadas por su aridez, la creciente escasez hídrica es una preocupación mayor.

Amenaza

Dar soporte a los recursos hídricos y al saneamiento en áreas rurales es un desafío aún mayor, debido a que estos asentamientos suelen encontrarse en zonas ambientalmente frágiles, donde el desarrollo se concibe a partir de diversos valores culturales, con condiciones económicas precarias y costos asociados a las necesidades de recuperación (Paris, 2020). En áreas rurales, las limitadas fuentes hídricas son particularmente vulnerables a variaciones climáticas y problemas ambientales (Jepson et al., 2021). El norte de Chile, conocido por su aridez, experimenta una creciente escasez hídrica, atribuible a la disminución de precipitaciones y al incremento en la evaporación, fenómenos asociados al calentamiento global. Esta situación impacta tanto fuentes de agua superficiales como subterráneas, limitando severamente la disponibilidad hídrica en la región (Santibañez, 2018). Además, la Región de Tarapacá históricamente ha enfrentado eventos extremos, predominantemente sequías, que son consecuencia directa de sus características geográficas y climáticas (BCN, 2020).

Exposición

Las comunidades rurales se encuentran notablemente expuestas a la inseguridad hídrica. Esta realidad se refleja en el alto porcentaje de viviendas rurales sin servicio de agua adecuado, lo que resalta la magnitud de la exposición a la que están sujetas estas comunidades (Banco Mundial, 2021). En Chile la escasez de agua afecta a cerca de un millón de personas, y más de 300.000 viviendas en el sector rural de Chile carecen de infraestructura para el abastecimiento de agua potable, lo que lleva a las familias a depender de ríos, vertientes, pozos y camiones aljibes. En virtud de ello, los Comités de

Agua Potable Rural (APR) han sido entidades clave para la distribución de agua en áreas rurales (Fundación Amulén, 2019).

Sensibilidad

La sensibilidad a la inseguridad hídrica en las comunidades rurales se ve intensificada por una confluencia de factores adversos. La infraestructura hídrica limitada, las restricciones económicas, el aislamiento geográfico y una influencia política reducida, combinados con los impactos del cambio climático, agudizan los problemas de acceso y calidad del agua (Jepson y Vandewalle, 2016). Esta situación afecta con mayor severidad a grupos vulnerables como niños y niñas, adultos mayores, mujeres jefas de hogar, pueblos originarios y comunidades migrantes. Ellos enfrentan desafíos adicionales como el hacinamiento, la falta de acceso a agua potable y la dependencia del suministro de agua a través de camiones aljibe. En el contexto regional, es crucial gestionar la demanda y el estrés sobre los recursos hídricos, así como controlar el otorgamiento de derechos de agua, para asegurar un acceso equitativo y sostenible a este recurso esencial. En la Región de Tarapacá, la sensibilidad se refleja en el amplio déficit de los Comités de Agua Potable Rural (APR), con 47 localidades dependiendo de fuentes no formalizadas como pozos, norias o vertientes. No obstante, se observa un avance en 16 localidades, donde se desarrollan proyectos o estudios de prefactibilidad para mejorar el acceso al agua potable (MOP, 2011). En países en desarrollo, las comunidades rurales enfrentan desafíos específicos en seguridad hídrica, requiriendo atención a zonas marginales y periurbanas. Problemas como lluvias intensas y malas prácticas de manejo del suelo, incluyendo deforestación y sobrepastoreo, contribuyen a procesos de erosión y sedimentación, afectando la seguridad hídrica (ONU-Agua, 2013).

Capacidad adaptativa

Las acciones se enfocan en identificar y mitigar actividades que amenazan la calidad del subsuelo y la proximidad a los pozos, analizando la vulnerabilidad del acuífero. En áreas rurales, el soporte a recursos hídricos y saneamiento es complejo debido a la fragilidad ambiental, la diversidad cultural y las condiciones económicas precarias. La infraestructura existente, usualmente descentralizada (tomas de agua, letrinas), enfrenta desafíos para su mantenimiento debido a limitaciones técnicas y financieras. La falta de acceso a tecnologías adecuadas y de bajo costo para agua y saneamiento en áreas rurales es notable. Las tecnologías diseñadas para zonas urbanas a menudo no son viables en el contexto rural por razones técnicas, económicas y culturales. La protección de los recursos hídricos en el ámbito rural implica también prevenir la contaminación y los desastres relacionados con el agua, así como la conservación de ecosistemas en un entorno de paz y estabilidad política (ONU-Agua, 2013). La educación en temas hídricos debe ser interdisciplinaria, abarcando desde avances científicos hasta cursos para operadores y tomadores de decisiones. Es crucial incluir la formación en comunicación

y educar a comunidades, en especial a los jóvenes, en la conservación y gestión del agua (Haines & Etgen, 2015).

Riesgo

El riesgo en el contexto de la inseguridad hídrica rural se define por la probabilidad de enfrentar interrupciones o deficiencias en el suministro de agua. Las comunidades rurales del norte de Chile, cuya subsistencia depende en gran medida de la agricultura, están particularmente en riesgo. Esta vulnerabilidad se ve exacerbada por la inestabilidad en el suministro de agua, lo que puede tener consecuencias severas, como el deterioro de los medios de vida, la seguridad alimentaria y la calidad de vida general. Además, la variabilidad en la disponibilidad de agua puede intensificar conflictos relacionados con su uso y representar un obstáculo significativo para el desarrollo económico regional.

6.2.8. Sector Turismo

Turismo afectado por organismos urticantes²

Esta cadena se centra en el aumento de las floraciones de medusas y sifonóforos como resultado del cambio climático, estas floraciones representan una amenaza para el turismo, y en consecuencia la economía regional debido a la toxicidad de estos organismos.

Amenaza

El calentamiento de los océanos, exacerbado por el cambio climático y eventos como 'El Niño' juega un papel crucial en el aumento de las floraciones de medusas y sifonóforos. Estas especies, bajo condiciones de temperaturas elevadas, experimentan ciclos de vida más rápidos y aumentos en su densidad poblacional, favoreciendo así desequilibrios ecológicos significativos en los ecosistemas marinos (Purcell, 2005). La proliferación de medusas puede alterar las cadenas alimenticias marinas al competir con los peces por el zooplancton. En Chile, estudios como los de Araya et al. (2016) han vinculado los cambios climáticos con un incremento en las varazones de especies peligrosas como la 'fragata portuguesa' y la 'aguaviva'. De acuerdo con Stein et al. (1989), estos eventos también representan un riesgo para la salud pública, ya que la

² Los organismos urticantes son aquellos que poseen la capacidad de causar irritación o dolor a través del contacto. Esta característica se debe principalmente a la presencia de células especializadas conocidas como cnidocitos, que se encuentran en algunos animales, especialmente en el *phylum* Cnidaria, al que pertenecen las medusas, corales y anémonas de mar (Turk & Kem, 2009).

toxicidad de estas especies urticantes puede causar desde irritaciones cutáneas hasta reacciones sistémicas graves en humanos.

Exposición

La exposición más significativa en esta cadena se encuentra en las actividades turísticas y recreativas en las playas, que son esenciales para muchas comunidades costeras. La presencia de medusas y sifonóforos en las zonas costeras representa una amenaza directa para estos sectores. Estos organismos urticantes, al invadir las áreas de recreación como las playas, pueden provocar el cierre de zonas de baño y disminuir la afluencia de turistas, impactando negativamente en el turismo, un pilar fundamental de la economía local. Las apariciones de medusas en las costas de Iquique han sido un problema recurrente que ha afectado tanto a residentes como a visitantes. La presencia de especies peligrosas, como la Fragata Portuguesa, ha llevado al cierre de playas en varias ocasiones para garantizar la seguridad de las personas. Desde el verano del año 2014 a la fecha, han aumentado los avistamientos de este tipo de organismos en las playas de la región. Estos episodios subrayan la importancia de la vigilancia constante de las condiciones del mar y la necesidad de concienciar a la población sobre las medidas de precaución al disfrutar de las playas de Iquique, un destino turístico de renombre que, a pesar de estos desafíos, sigue siendo un lugar apreciado para disfrutar del verano y el mar.

Sensibilidad

La sensibilidad en esta cadena se relaciona con varios factores clave. En primer lugar, la disponibilidad de comida en los ecosistemas marinos es fundamental. La proliferación de medusas y sifonóforos está influenciada por la cantidad de alimento disponible, específicamente el plancton, que forma parte de su dieta. Cambios en la densidad del plancton pueden afectar directamente la abundancia de estos organismos. Además, la densidad de plancton en los océanos es altamente sensible a las condiciones ambientales, incluyendo la temperatura del agua y la salinidad. El aumento de las temperaturas del océano, impulsado por el cambio climático, puede influir en la distribución y abundancia del plancton, lo que a su vez puede impactar la proliferación de medusas y sifonóforos.

Capacidad adaptativa

La capacidad adaptativa en esta cadena se basa en varios componentes clave. En primer lugar, el constante monitoreo de las condiciones oceanográficas y la presencia de medusas y sifonóforos es esencial. Esto implica la implementación de sistemas de seguimiento que permitan a las autoridades y a la industria del turismo estar al tanto de la situación en tiempo real. Un período de seguimiento prolongado es necesario para comprender las tendencias a lo largo del tiempo y tomar medidas adecuadas en respuesta a eventos de floraciones de estos organismos. Otra estrategia importante para

umentar la capacidad adaptativa es la diversificación del turismo. En lugar de depender en gran medida de las actividades de playa, las comunidades costeras pueden explorar nuevas oportunidades de turismo que no estén tan afectadas por la presencia de medusas y sifonóforos. Esto reduce la vulnerabilidad económica ante posibles cierres de playas. Adicionalmente, se requieren estrategias de manejo que incluyan la educación pública sobre cómo evitar el contacto con estos organismos y los protocolos de respuesta rápida para mitigar los impactos negativos en caso de encuentros no deseados.

Riesgo

El riesgo viene dado por el aumento de eventos de floración de medusas y sifonóforos en las zonas costeras. Esta proliferación de organismos urticantes presenta un desafío significativo para la industria turística, que desempeña un papel vital en la economía regional.

6.3. Cadenas de impacto cuantificadas

Esta sección se centra en las cadenas de impacto cuantitativas asociadas al cambio climático, enfocándose en particular en la Región de Tarapacá. Se han elegido seis cadenas de riesgo de varias propuestas teóricas para esta área, seleccionadas en base a los resultados de talleres participativos. En estos eventos, los actores clave compartieron sus preocupaciones e intereses, lo cual fue esencial para determinar las cadenas a estudiar. Además, se consideró la disponibilidad de datos necesarios para un análisis adecuado de cada cadena. El estudio de estas cadenas incluye elementos del riesgo, como Amenaza, Exposición, Sensibilidad y Capacidad de Adaptación. Se resaltan también fuentes de información clave y se enfatiza en los sectores afectados.

I. Pérdidas en la actividad agrícola por remoción de masa cuantificada

Se analiza el riesgo en la agricultura de precordillera por inundaciones y aluviones, considerando el cambio climático. La metodología incluye: Amenaza por patrones de lluvia alterados; Exposición basada en la superficie agrícola por comuna; Sensibilidad, evaluando estrés hídrico y demografía indígena; y Capacidad Adaptativa, a través de asociaciones y áreas indígenas. El riesgo se calcula ponderando estos factores. Los resultados del estudio reflejan un riesgo elevado en Huará, Pozo Almonte y Camiña, debido a su particular topografía de quebradas. Esta característica geográfica las hace especialmente vulnerables a sufrir pérdidas a causa de fenómenos de remoción de masa.

Tabla 2. Metodología para el cálculo de indicadores de pérdidas en la actividad agrícola por remoción de masa cuantificada

Indicador	Variable	Justificación	Descripción	Fuente	Método de cálculo
Amenaza	Lluvia máxima diaria [Clima Futuro, Año completo]	Los eventos de remoción de masa se caracterizan por el desplazamiento rápido de grandes volúmenes de tierra y otros materiales, a menudo desencadenados por lluvias intensas y repentinas. Las variaciones en los patrones de precipitación, inducidas por el cambio climático, no solo aumentan la probabilidad de que ocurran estos fenómenos, sino que también intensifican su impacto, poniendo en mayor riesgo a las comunidades situadas en áreas susceptibles (Barreto, 2022)	Valor máximo de lluvia acumulada en un día (mm)	MMA. (2021). ARClim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARClim
Exposición	Superficie de terrenos de uso agrícola	La extensión de los terrenos agrícolas pueden ser indicadores significativos de la actividad económica agrícola, así como de su sostenibilidad y eficiencia (Hellerstein et al., 2019). Junto con esto, en los talleres participativos se señala que en los eventos de remoción en masa existe un impacto tanto en la actividad misma, pérdida de cultivos, como en la pérdida de suelos	Superficie de terrenos de uso agrícola por comuna (Ha)	CONAF (2017). Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra	Se utiliza la información del Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra. Se realiza un filtro para identificar los terrenos de uso agrícola, para posteriormente, cruzar esta información georreferenciada con los límites comunales.
Sensibilidad	Estrés hídrico	Sušnik et al. (2012); Aitken et al. (2016), Urquiza y Billi (2018) señalan que la existencia de condiciones de sobreexplotación de recursos hídricos en distintas zonas del país, lo que podrá verse incrementado en los años futuros. Los expertos coinciden en indicar que la alta demanda hídrica en los suelos productivos aumenta la sensibilidad	Razón entre los retiros y el flujo disponible (%)	World Resources Institute. (2015). Aqueduct Water Stress Projections Data	Se utiliza el indicador de estrés hídrico de Aqueduct (2015) que considera la razón entre los retiros y el flujo disponible, según la base disponible en World Resources Institute (WRI).

		de la población ante episodios de escasez hídrica			
	Sobre otorgamiento de DAA en áreas de restricción y prohibición	Sušnik et al. (2012); Aitken et al. (2016), Urquiza y Billi (2018) señalan que la existencia de condiciones de sobreexplotación de recursos hídricos en distintas zonas del país, lo que podrá verse incrementado en los años futuros. Los expertos coinciden en indicar que la alta demanda hídrica en los suelos productivos aumenta la sensibilidad de la población ante episodios de escasez hídrica	Comunas donde existen áreas de restricción normativa consobre otorgamiento de derechos de agua (1=Existe sobre otorgamiento)	Dirección General de Aguas. (2019). Áreas de restricción y zonas de prohibición.	Se utilizó el indicador de sobre otorgamiento presente en el archivo shape que contiene las áreas de restricción y prohibición vigentes en el país.
	Superficie de terrenos de uso agrícola ubicados en quebradas de piso ecológico precordillera	Como indica SERNAGEOMIN (2019) los elementos ubicados en las quebradas de precordillera son más susceptibles a sufrir daños frente a remociones en masa	Superficie de terrenos de uso agrícola por comuna (Ha)	CONAF. (2017). Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra	Se utiliza la información del Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra, junto a la base de datos de las cuencas y subcuencas de la DGA. Se realiza un filtro para identificar los terrenos de uso agrícola, para posteriormente cruzar esta información georreferenciada con los límites de las cuencas que corresponden a quebradas de precordillera.
	Densidad Poblacional	La urbanización aumenta la superficie impermeable regional, lo que generalmente reduce el tiempo de respuesta hidrológica y, por lo tanto, aumenta el riesgo de inundaciones (Feng et al., 2021)	Relación entre el número de personas que viven en un territorio y su extensión (%)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza la información del indicador densidad poblacional extraído del CENSO 2017 donde es posible contabilizar la densidad poblacional a nivel comunal.
	Población Indígena	De acuerdo con lo señalado por Gebre et al. (2019), las minorías étnicas son un elemento clave en la evaluación de la desigualdad social ante los impactos del cambio	Cantidad de personas de una etnia originaria por sobre el total de población de la comuna (%)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza la información del indicador Pertenencia a pueblo indígena u originaria extraído de CENSO 2017 donde es posible contabilizar la proporción de población indígena.

		climático, como la inseguridad hídrica producto de la sequía			
	Permanencia de decretos de escasez	Un creciente número de zonas en Chile cuyos recursos hídricos se encuentran sobre explotadas (Aitken et al 2016; Urquiza y Billi 2018). Normalmente, cuando esto ocurre, la respuesta de la política pública es emitir decretos que limitan o restringen la emisión de derechos de agua en esos territorios haciendo que solo pueda extraerse agua por parte de quienes ya cuentan con esos derechos (Urquiza & Billi, 2018). Consecuencia de lo anterior, los habitantes de estas zonas poseen un grado mayor de sensibilidad en escenarios de escasez hídrica, en tanto debido a su sobre explotación no permiten más usos del agua	Cantidad de decretos de escasez por comuna en el periodo 2008-2020 (N)	DGA. (2020). Decretos de escasez histórico	Se utilizó la base de datos DGA donde se indican los decretos de escasez que han existido desde 2008 a 2020.
Capacidad Adaptativa	Población de pueblos indígenas organizada	"Los pueblos indígenas están altamente expuestos a los cambios ambientales, pero su capacidad de resistencia se ve influenciada por factores como el lugar, la agencia, las instituciones, la acción colectiva y el conocimiento indígena (Ford et al., 2020). Valle-Cárdenas et al. (2020) señala la importancia de las organizaciones comunitarias para enfrentar los impactos del cambio climático. En este caso en particular, considerando que la agricultura es practicada principalmente por comunidades indígenas en la región	Cantidad de personas indígenas que participan de organizaciones sociales por comuna (%)	CONADI. (2020). Registro Nacional de Comunidades y asociaciones indígenas	

	Áreas de desarrollo indígena	Las Áreas de Desarrollo Indígena son definidas como espacios territoriales determinados en los cuales los órganos de la Administración del Estado y deben focalizar su acción para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas de origen indígena que habitan en dichos territorios. Así, se puede considerar esta área territorial como menos susceptible a impactos del cambio climático (CONADI, 2022)	Comunas donde existen áreas de desarrollo indígena (N)	CONADI. (2017). Áreas Desarrollo Indígenas	Se utiliza la información del sistema de información territorial de CONADI. Se realiza un cruce entre esta información y los límites comunales, indicando si existe superficie del área de desarrollo indígena dentro de los límites comunales.
Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad	<p>Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró el indicador de sensibilidad, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de sensibilidad descritos y un indicador de capacidad adaptativa, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de adaptación antes descritos. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a un 0.6 para sensibilidad y 0.4 para capacidad de adaptación.</p> <p>El indicador de sensibilidad se construyó a partir de la agregación ponderada de dos grupos de variables. A continuación, se describen ambos grupos y sus ponderaciones:</p> <p>Grupo 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Estrés hídrico: 0.4 ● Sobreotorgamiento de DAA en áreas de restricción y prohibición: 0.4 ● Decretos de escasez: 0.2 <p>Grupo 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Superficie en quebrada: 0.6 ● Densidad Poblacional: 0.2 ● Población indígena: 0.2 <p>Finalmente, ambos grupos fueron agregados utilizando la misma ponderación.</p> <p>El indicador de capacidad de adaptación se construyó a partir de la agregación ponderada de la variable Población de pueblos indígenas organizada y Áreas de Desarrollo Indígena. A continuación los pesos de ambas variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Población de pueblos indígenas organizada: 0.6 ● Áreas de Desarrollo Indígena: 0.4 			
Riesgo	Índice de riesgo	<p>Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró la variable de amenaza, el indicador de exposición y el indicador de vulnerabilidad. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Amenaza: 0.2 ● Exposición: 0.4 ● Vulnerabilidad: 0.4 			

Resultados:

Los niveles de riesgo relacionados con el aumento en la frecuencia e intensidad de inundaciones y aluviones para la agricultura en piso ecológico de precordillera varían entre las comunas. Alto Hospicio tiene un riesgo moderado de 5,3, mientras Camiña enfrenta un riesgo más alto de 22,8. Colchane e Iquique presentan riesgos inferiores de 3,0 y 3,5, respectivamente. Huara registra el mayor riesgo con 76,2, y Pica y Pozo Almonte tienen riesgos medios de 4,9 y 13,3, destacando las distintas vulnerabilidades y retos climáticos en cada área.

Tabla 3. Resultados indicadores de Pérdidas en la actividad agrícola por remoción de de masas cuantificadas

Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad	Vulnerabilidad	Riesgo
Alto Hospicio	1,68	0,00	20,47	0,11	12,33	5,27
Camiña	5,85	0,05	89,92	0,44	54,13	22,84
Colchane	12,47	0,16	1,60	0,48	1,16	3,02
Huara	4,21	0,23	313,39	0,47	188,22	76,2
Iquique	2,67	0,01	12,28	0,08	7,4	3,5
Pica	9,68	0,29	11,67	0,5	7,2	4,9
Pozo Almonte	3,37	0,26	51,64	0,52	31,2	13,3

La figura 12 a continuación expone estos resultados de forma gráfica, permiten a los usuarios visualizar y analizar datos geográficos de forma significativa, así como combinar diferentes conjuntos de datos para descubrir relaciones espaciales.

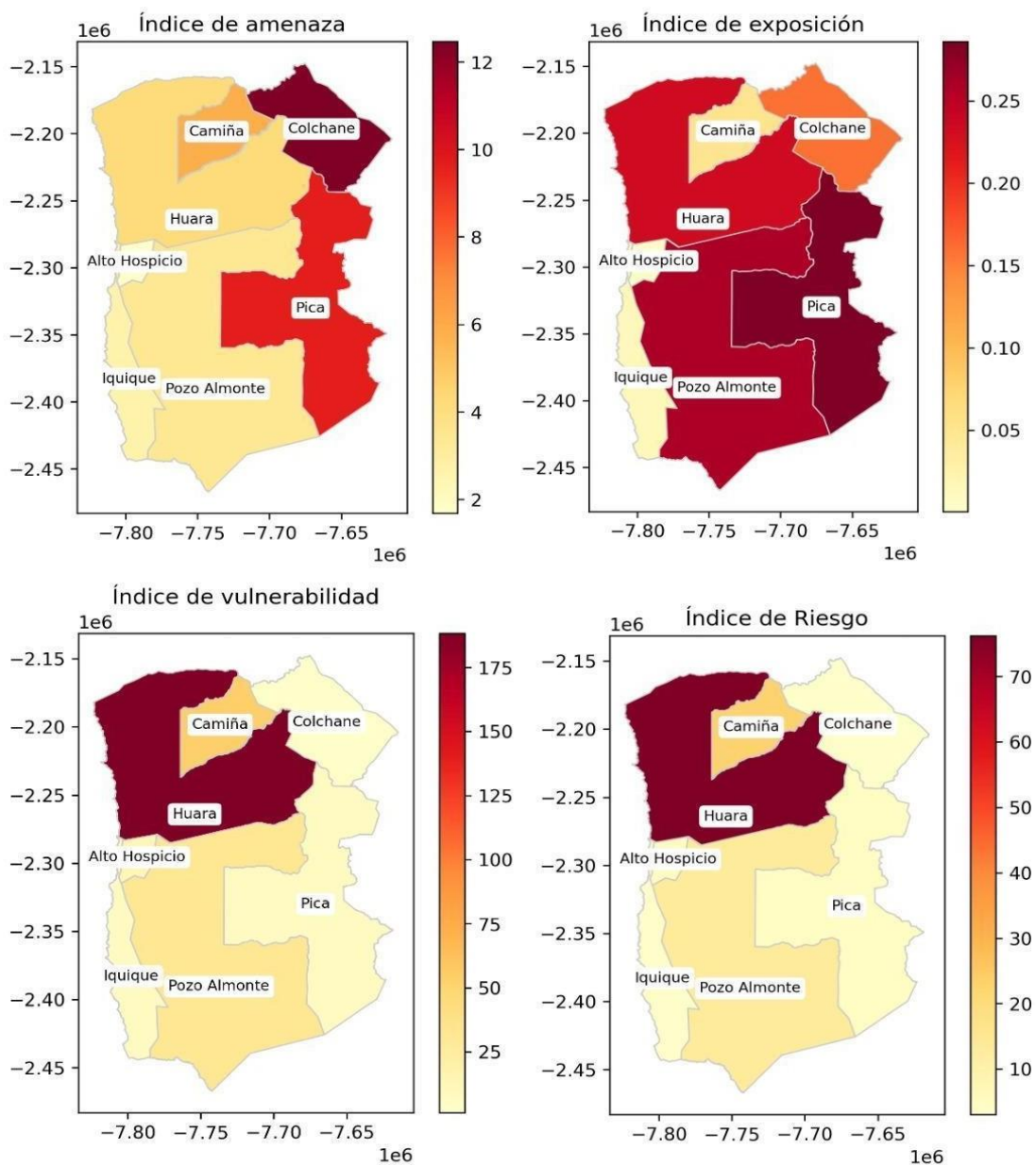


Figura 12. Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo Pérdidas en Actividad Agrícola por Remoción en Masa por Comuna. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

La realización de un análisis numérico del riesgo y sus componentes en la cadena de remoción de masa en la agricultura es fundamental, ya que facilita la identificación de áreas críticas y la implementación de estrategias de mitigación adecuadas. Aunque no todas las variables propuestas en la teoría fueron identificables, los hallazgos son reveladores.

La amenaza por comuna, mostrada en la esquina superior izquierda de la figura, es

mayor en Pica, Colchane y Camiña. Este patrón está en línea con proyecciones

meteorológicas que anticipan lluvias más intensas en el Altiplano debido al cambio climático. En cuanto a la presencia o prominencia de superficies cultivadas, representada en la esquina superior derecha, se observa una correlación con la intensidad del color, indicando una mayor concentración de actividades agrícolas en determinadas comunas. La vulnerabilidad, en la esquina inferior izquierda, se evalúa a través de indicadores de prácticas y cuidados indígenas, reflejando cómo las comunidades locales pueden influir en la mitigación de riesgos y su interacción con la sensibilidad. Finalmente, el riesgo general, ubicado en la esquina inferior derecha, es más alto en Huará, Pozo Almonte y Camiña. Esta distribución es geográficamente coherente, dada la topografía de quebradas en estas áreas, que son más susceptibles a pérdidas por fenómenos de remoción de masa. Es importante señalar que, aunque el análisis se realiza a nivel de comuna, en lugares como Huará, las zonas de mayor riesgo son específicamente las quebradas.

II. Pérdidas cuantificadas

Este estudio ofrece una perspectiva sobre riesgos ambientales en la agricultura de Pica, una comuna clave en la producción frutícola de la región de Tarapacá. La amenaza climática se evalúa en una escala de 0 a 1, donde valores altos indican un mayor riesgo. La exposición se determina por la superficie cultivada de cada cultivo, ajustada según datos nacionales. En cuanto a la sensibilidad, se considera tanto el rendimiento normalizado como la dependencia de servicios agrícolas, destacando la vulnerabilidad de los cultivos a variaciones en las condiciones y prácticas agrícolas. La capacidad adaptativa se mide por la eficiencia del riego y la resistencia de los cultivos a condiciones climáticas extremas. Finalmente, el riesgo de pérdida de cultivos se calcula a través de la ponderación de amenaza, exposición y sensibilidad, revelando riesgos prominentes entre cultivos como Tangelo, Lima y Mango.

Tabla 4 Metodología para el cálculo de indicadores: Pérdidas en la superficie frutícola en la Comuna de Pica.

Indicador	Variable	Justificación	Descripción	Fuente	Método de cálculo
Amenaza	Frecuencia de sequía	El cambio climático inducido por sequías se proyecta que resultará en una importante disminución de las áreas de cultivo en el sur debido al aumento de las temperaturas y la reducción de la disponibilidad de agua (Motha y Baier, 2005)	Frecuencia de periodos con menor del 75% del promedio de precipitación acumulada anual del periodo de referencia	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
	Potencial evapotranspiración	Se proyecta que la Evapotranspiración de Referencia (ET0) anual aumentará como respuesta al cambio climático, con un incremento mayor previsto para finales del siglo XXI (Koukoulis et al., 2019). Esto podría ejercer presión sobre los recursos hídricos, especialmente en regiones áridas y semiáridas, lo que potencialmente podría llevar a una reducción en la superficie cultivada si el agua se convierte en un factor limitante (Zhi Li et al., 2012)	Evapotranspiración potencial medida de acuerdo al índice Penman-Monteith	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
Exposición	Superficie de cultivos	La superficie cultivada de frutales se encuentra expuesta a la escasez de agua debido al cambio climático (Devin et al., 2023)	Superficie de cultivos expuestos en la comuna de Pica (Ha)	CIREN-ODEPA (2022). Catastro Frutícola	Se utilizó la superficie de cultivos descrita en los resultados del Catastro Frutícola (2022)
Sensibilidad	Capacidad de INDAP	Acceder a capacitaciones para agricultores es un factor significativo que mejora su capacidad de adaptarse al cambio climático. La formación y la educación en métodos de agricultura sostenible, tecnologías de conservación del agua, prácticas de cultivo resistentes a condiciones climáticas adversas y técnicas de gestión de recursos naturales son esenciales para que los agricultores puedan afrontar los retos que impone el cambio climático (Gebre et al., 2023; Tambo & Mockshell 2018; Rosenstock et al., 2019)	Razón entre funcionarios y usuarios por comuna (%)	INDAP. (2022). INDAP en cifras 2022	El índice INDAP se calcula mediante un proceso que comienza con la recopilación de dos piezas clave de información para cada comuna: el número total de usuarios de INDAP y el número total de funcionarios que trabajan para la institución en esa comuna. Una vez que estos datos están disponibles, el índice se determina tomando el número de funcionarios y dividiéndolo por el número de usuarios. Este resultado refleja la proporción de funcionarios por usuario y se multiplica por 100 para convertirlo en un porcentaje. Este porcentaje nos da el índice INDAP, que proporciona una medida

					directa de la densidad de funcionarios en relación con la base de usuarios.
	Rendimiento de los cultivos	La información basada en cultivos influye de manera positiva en la adopción de estrategias que aumentan el rendimiento, lo cual puede ayudar a las comunidades de zonas secas a adaptarse al cambio climático (Ng'ang'a et al., 2020)	El rendimiento corresponde a la razón entre la producción y la superficie (Ton/Ha)	CIREN-ODEPA (2022). Catastro Frutícola	El índice de rendimiento normalizado se construye a partir de los rendimientos reales observados, normalizados por rendimientos promedio máximos y mínimos del cultivo a nivel nacional, como se observa los rendimientos de la región, y en particular de la comuna son bajos comparativamente a nivel nacional.
Capacidad Adaptativa	Capacidad fisiológica de los cultivos	Algunas especies tienen una mejor tolerancia al estrés por sequía (Sallam et al., 2019). Entre estas, el guayabo Esta especie supera a la mayoría de los frutales tropicales y subtropicales con respecto a la adaptabilidad y productividad, debido a su tolerancia al frío, la sequía y la salinidad (García et al., 2023). En contraste las especies cítricas son vulnerables a la sequía, el riego excesivo, las temperaturas extremas, la salinidad y la toxicidad de minerales (Darshan et al., 2022). Aunque los mangos son relativamente tolerantes a la sequía, la gestión óptima del agua es crucial para mantener la productividad y la calidad de la fruta (Zuazo et al., 2021; Satiemperakul et al., 2009). Los higueros tienen cierto nivel de tolerancia a la escasez de agua, pero su crecimiento y desarrollo pueden verse seriamente afectados por condiciones de sequía intensa (Tapia et al., 2003). Mientras que el níspero tiene cierto nivel de resistencia a la sequía, especialmente cuando es asistido por ciertos factores biológicos (Zhang et al., 2015)	Guayabo: 0,7 Higuera: 0,4 Lima: 0,3 Mango: 0,5 Naranja: 0,3 Níspero: 0,4 Pomelo: 0,3 Tangelo: 0,3	Diversas fuentes	Se inició con una revisión exhaustiva de la literatura y la recopilación de datos sobre la tolerancia al estrés ambiental de cultivos como el guayabo, la higuera, la lima, el mango, el naranjo, el níspero, el pomelo y el tangelo. Se definieron parámetros clave como la resistencia a la sequía, la tolerancia a la salinidad y la adaptabilidad a temperaturas extremas, estableciendo una escala de 0 a 1 para cuantificar estos parámetros. Los valores asignados a cada cultivo reflejaron su capacidad fisiológica global, con el guayabo liderando a 0,7, indicando una alta tolerancia, mientras que otros como la lima, el naranjo, el pomelo y el tangelo se situaron en 0,3, denotando una menor resistencia. La comparación de estos cultivos reveló diferencias significativas en su resiliencia, proporcionando una perspectiva valiosa para futuras decisiones agrícolas y la gestión de recursos bajo condiciones de estrés ambiental.
	Eficiencia riego	Los diferentes métodos de riego presentan distintas eficiencias en su uso del agua: el riego por surco y el riego por tendido tienen una eficiencia del 65%, mientras que la microaspersión y el riego por goteo alcanzan una eficiencia del 85% (CIREN,	Surco: 65% Tendido: 65% Microaspersión: 85% Goteo: 85%	CIREN. (2021). Manual sistemas de riego y manejo hídrico de cultivos	Para llegar a dichos valores, se realizó una revisión de literatura especializada, incluyendo informes técnicos y publicaciones de organismos de investigación en agronomía y recursos hídricos. Se seleccionaron y analizaron

		2021). Los cultivos tienen cierto nivel de tolerancia a la escasez de agua, pero su crecimiento y desarrollo pueden verse seriamente afectados por condiciones de sequía intensa (Tapia et al., 2003)			estudios que proporcionaban datos específicos sobre la eficiencia en el uso del agua para estos métodos, estableciendo valores que reflejan un consenso dentro de la literatura y las prácticas agronómicas convencionales. Estos valores fueron posteriormente validados mediante consultas con expertos en agronomía y gestión de recursos hídricos.
Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró el indicador de sensibilidad, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de sensibilidad descritos y un indicador de capacidad adaptativa, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de adaptación antes descritos. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a un 0.6 para sensibilidad y 0.4 para capacidad de adaptación. El indicador de sensibilidad se construyó a partir de la agregación ponderada de dos grupos de variables. A continuación, se describen ambos grupos y sus ponderaciones. Tanto para la agregación del indicador de sensibilidad como para el indicador de capacidad de respuesta se utilizan igual pesos.			
Riesgo	Índice de riesgo	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró la variable de amenaza, el indicador de exposición y el indicador de vulnerabilidad. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a: <ul style="list-style-type: none"> • Amenaza: 0.2 • Exposición: 0.4 • Vulnerabilidad: 0.4 			

Resultados:

Los resultados del estudio revelan que, en la comuna de Pica, Guayabo e Higuera enfrentan un riesgo moderado (0,32 y 0,31 respectivamente), mientras que Lima y Mango tienen un riesgo alto (0,66 y 0,61). Naranja y Pomelo también se categorizan con riesgo moderado, Níspero con el más bajo, y Tangelo resalta con un riesgo alto de 0,65.

Tabla 5. Resultados de Riesgo de Pérdida de Cultivos Frutícolas en la Comuna de Pica

Cultivos	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad	Riesgo
Guayabo	0,53	0,23	0,32	0,30	0,31	0,32
Higuera	0,53	0,00	0,33	0,67	0,50	0,31
Lima	0,53	1,00	0,16	0,59	0,37	0,66
Mango	0,53	0,88	0,29	0,44	0,37	0,61
Naranja	0,53	0,01	0,60	0,60	0,60	0,35
Níspero	0,53	0,00	0,21	0,47	0,34	0,24
Pomelo	0,53	0,06	0,23	0,57	0,40	0,29
Tangelo	0,53	1,00	0,14	0,60	0,37	0,65

La figura 13 ilustra estos hallazgos de manera visual, facilitando la visualización y el análisis de datos geográficos de manera efectiva, además de integrar distintos conjuntos de datos para explorar conexiones espaciales.

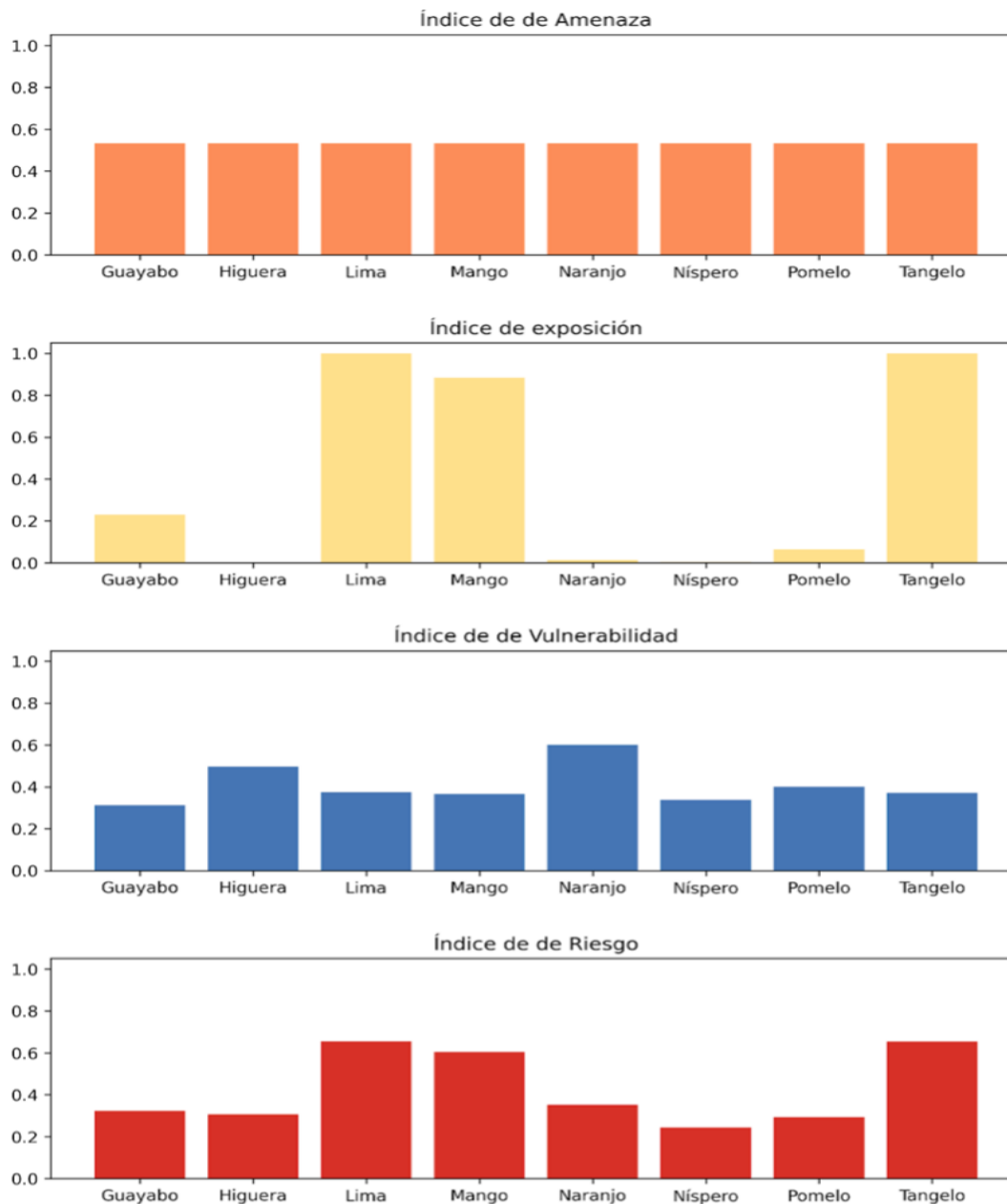


Figura 13. Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo Pérdida de superficie Frutícola en la comuna de Pica. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023)

La información suministrada es extremadamente específica a una comuna, lo que no representa necesariamente la situación general de la fruticultura regional. Esta limitación se debe a la escasa disponibilidad de datos específicos del sector. Sin embargo, es importante destacar que proporcionar un diagnóstico detallado sigue siendo relevante para comprender la situación local.

La amenaza por cultivo, ilustrada en el gráfico superior de la figura, es homogénea para todos los cultivos debido a su origen climático. La amenaza se mantiene en un nivel

moderado, con valores de 0,5 en una escala normalizada a nivel nacional, lo que indica que, aunque no es extremadamente alta, sigue siendo una preocupación. En cuanto a la exposición, basada en la superficie cultivada de cada cultivo y normalizada con datos nacionales, los valores cercanos a 1 indican mayores superficies de cultivo o una mayor representación de ese cultivo a nivel nacional. Por ejemplo, un cultivo único en una región, aunque tenga baja superficie, tendrá una alta exposición debido a su importancia a nivel nacional. La vulnerabilidad, derivada de la interacción entre la sensibilidad y la capacidad adaptativa, es elevada en la zona. A pesar de tener elementos de capacidad adaptativa, como una amplia cobertura bajo riego, las bajas productividades locales disminuyen la eficiencia productiva, aumentando así la vulnerabilidad. Finalmente, el análisis de riesgo para la comuna de Pica revela un panorama variado: Guayabo presenta un riesgo de 0,32, clasificándose como riesgo moderado. Higuera tiene un riesgo ligeramente inferior, con 0,31, también en la categoría de riesgo moderado. Lima muestra un riesgo más alto, con 0,66, indicando un riesgo significativo. Mango sigue con un riesgo similar, marcando 0,61, lo que lo sitúa en un nivel de riesgo alto. Naranja se ubica en un riesgo moderado, con una puntuación de 0,35. El Níspero tiene el menor riesgo de todos, con 0,24, sugiriendo un nivel de riesgo bajo a moderado. Pomelo presenta un riesgo de 0,29, situándose en el umbral del riesgo moderado. Tangelo tiene un riesgo alto, con un valor de 0,65, lo que lo coloca entre los cultivos con mayor riesgo en la comuna. Estas diferencias se deben en gran parte a las tasas de exposición, influidas tanto por la superficie cultivada como por su relevancia para la producción nacional.

III. Pérdida de biodiversidad terrestre cuantificada

Este estudio analiza el riesgo de pérdida de biodiversidad en varias comunas, encontrando que Pica enfrenta un riesgo significativo, mientras que Colchane tiene un riesgo moderado, y Camiña, Pozo Almonte y Huara presentan riesgos muy bajos. Cabe mencionar que debido a falta de datos en los mapas no se abordan todas las comunas. Por esta razón Iquique y Alto Hospicio no fueron incluidos, pero no quiere decir que no exista riesgo.

Tabla 6. Metodología para el cálculo de indicadores de Pérdida de Biodiversidad Terrestre

Indicador	Variable	Justificación	Descripción	Fuente	Método de cálculo
Amenaza	Promedio de la temperatura a máxima diaria [Cambio entre Presente y Futuro, Año completo]	Las altas temperaturas pueden tener un impacto significativo en los puntos críticos de biodiversidad de vertebrados terrestres, especialmente en la región mediterránea, lo que plantea serias preocupaciones para la conservación de la biodiversidad (Maiorano et al., 2013). Estas condiciones exacerbadas pueden aumentar los impactos de la pérdida de hábitat y afectar a más de la mitad de todas las especies conocidas de anfibios, aves, mamíferos y reptiles terrestres (Segan et al., 2016)	Promedio de la temperatura máxima diaria (°C)	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
Exposición	Superficie de área geográfica de fauna terrestre por comuna	Se considera la especialización de fauna en el contexto del SITHA. Es importante tener en cuenta que solo hay datos a nivel subregional. No existe una cobertura regional que permita identificar datos a nivel comunal. Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA). Se cruza esta información georeferenciada con los límites comunales	Superficie de área geográfica de especialización de fauna (Ha)	CIREN. (2017). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA)	Se utilizó la información Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA). Se cruza esta información georeferenciada con los límites comunales.
Sensibilidad	Índice Ambiental	Se utiliza el indicador construido en SITHA. Considera: 1. Existencia de Flujos de materia orgánica de origen antrópico hacia el humedal desde sistemas terrestres y fluviales; 2. Heterogeneidad espacial del humedal a nivel de paisaje; 3. Vegetación Riparia; 4. Zona Buffer; 5. Pulso de inundación; 6. Conectividad Intersistémica y 7. Grado de Naturalidad	Corresponde al Índice de Vulnerabilidad y Condición Ambiental de los ecosistemas muestreados	CIREN. (2017). Capas cartográficas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA)	Se utilizó el indicador construido en SITHA. Considera: 1. Existencia de Flujos de materia orgánica de origen antrópico hacia el humedal desde sistemas terrestres y fluviales; 2. Heterogeneidad espacial del humedal a nivel de paisaje; 3. Vegetación Ripariana; 4. Zona Buffer; 5. Pulso de inundación; 6. Conectividad Intersistémica y 7. Grado de Naturalidad

Capacidad Adaptativa	SNASPES	El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), es conocido principalmente por su protección de ecosistemas, suelos, bosques, fauna y paisajes. 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 (CONAF, 2023). Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a SNASPES	Superficie que comprenden el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) (Ha)	CONADI. (2013). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a SNASPES.
	Áreas de protección internacional	Los sitios Ramsar corresponden a humedales de importancia Internacional. Se identifican sitios Ramsar en la región, lo que implica un estatus de protección a nivel nacional e internacional. Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a los sitios RAMSAR. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a sitios Ramsar	Superficie que comprende los sitios Ramsar a nivel comunal (Ha)	CONAF. (2013). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a los sitios RAMSAR. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a sitios Ramsar
	Santuario de la naturaleza	Según el decreto 29 del MMA, son santuarios de la naturaleza todos aquellos sitios terrestres o marinos que ofrezcan posibilidades especiales para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas o de ecología, o que posean formaciones naturales, cuya conservación sea de interés para la ciencia o para el Estado. Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a los santuarios de la naturaleza. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a santuarios de la naturaleza	Superficie que comprende los santuarios de la naturaleza a nivel comunal (Ha)	CONADI. (2013). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a los santuarios de la naturaleza. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a santuarios de la naturaleza.

	Áreas de preservación ecológica	El cambio climático antropogénico y el cambio en el uso de la tierra se consideran dos de los principales factores que están alterando la biodiversidad a escala global (Velazco et al., 2019). Por esta razón, las áreas de preservación ecológica comprenden áreas protegidas que están contenidas en los Instrumentos de Planificación Territorial	Superficie que comprende las áreas de preservación ecológica a nivel comunal (Ha)	SERNATUR. (2013). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a áreas de preservación ecológica. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a áreas de preservación ecológica.
	Estrategia regional de Biodiversidad	La Estrategia Nacional de Biodiversidad, establece la necesidad de asegurar la Conservación y Restauración de los Ecosistemas presentes en el país, de manera de reducir el ritmo actual de pérdida de la diversidad biológica antes del 2010 (CONAMA, 2008)	Superficie que comprende las áreas comprendidas en la estrategia regional de biodiversidad a nivel comunal (Ha)	SERNATUR. (2013). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a áreas comprendidas en la estrategia regional de biodiversidad. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que se encuentran en la Estrategia regional de Biodiversidad
	Áreas silvestres protegidas	La expansión de áreas protegidas podría ayudar a mantener el potencial adaptativo de las especies frente al cambio climático, especialmente en el caso de anfibios, aves y mamíferos terrestres (Hanson et al., 2020)	Superficie que comprende las áreas silvestres protegidas a nivel comunal (Ha)	SERNATUR. (2013). Capas cartográficas temáticas correspondientes al Sistema de Información Territorial de Humedales Altoandinos (SITHA).	Se utiliza la información Capas cartográficas temáticas correspondientes a áreas silvestres protegidas. Se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales. Finalmente se calcula la superficie total por comuna que corresponde a áreas silvestres protegidas.
Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró el indicador de sensibilidad, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de sensibilidad descritos y un indicador de capacidad adaptativa, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de adaptación antes descritos. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a un 0.6 para sensibilidad y 0.4 para capacidad de adaptación. El indicador de sensibilidad se construyó a partir de la agregación ponderada de dos grupos de variables. A continuación, se describen ambos grupos y sus ponderaciones. Tanto para la agregación del indicador de sensibilidad como para el indicador de capacidad de respuesta se utilizan igual pesos.			
Riesgo	Índice de riesgo	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró la variable de amenaza, el indicador de exposición y el indicador de vulnerabilidad. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a: <ul style="list-style-type: none"> • Amenaza: 0.2 Exposición: 0.4 Vulnerabilidad: 0.4 			

Resultados:

Los resultados del estudio sugieren que Pica enfrenta un riesgo significativo de pérdida de biodiversidad terrestre, mucho mayor que las otras comunas. Para Colchane, el riesgo es moderado, mientras que Camiña, Pozo Almonte y Huara tienen riesgos muy bajos.

Tabla 7. Resultados de los indicadores de Pérdida de biodiversidad terrestre

Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad	Riesgo
Camiña	1,99	4,34	0,00	-0,05	0,05	0,00
Colchane	2,49	5.202,40	0,16	-0,75	0,75	0,25
Pozo Almonte	1,87	174,30	0,00	0,00	0,00	0,01
Huara	1,96	417,93	0,00	-0,43	0,43	0,02
Pica	2,41	20.628,92	0,17	-1,00	1,00	1,00

La figura 14 muestra visualmente estos descubrimientos, simplificando la interpretación y el estudio de datos geográficos, y permite la fusión de diferentes conjuntos de datos para analizar conexiones espaciales.

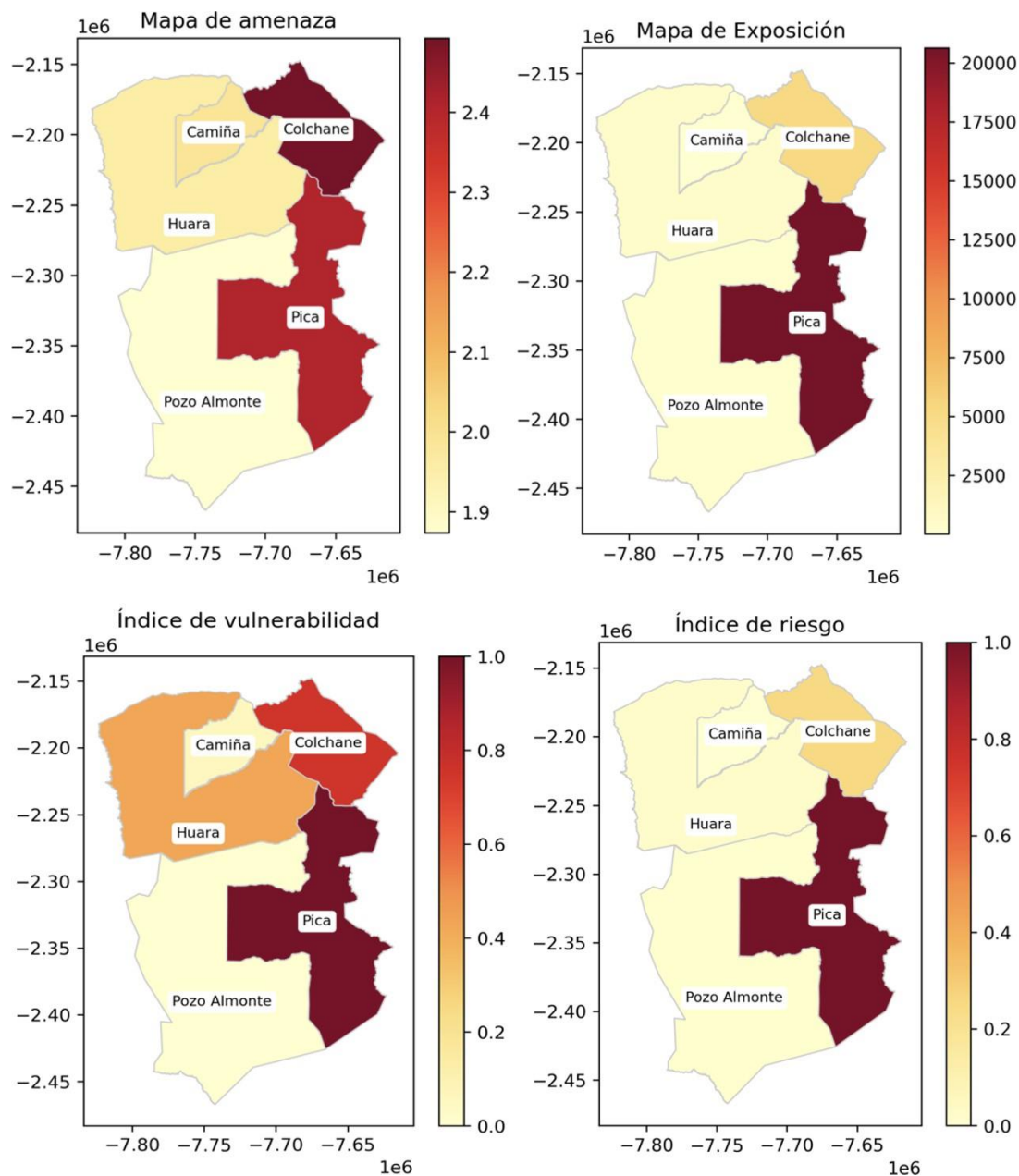


Figura 14. Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo de Pérdida de biodiversidad terrestre por Comuna. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

La amenaza climática, ilustrada en la esquina superior izquierda de la figura, muestra variaciones entre las comunas: Camiña, Huara y Pozo Almonte enfrentan una amenaza baja, relacionada con sus características geográficas, mientras Colchane registra una amenaza extremadamente alta y Pica la más alta, influenciada el clima cambiante del altiplano. La exposición, mostrada en la esquina superior derecha, es baja en Camiña, Huara y Pozo Almonte, moderada en Colchane y la más alta en Pica. La vulnerabilidad, en la esquina inferior izquierda, es más alta en Huara, Colchane y Pica, destacando la falta de áreas protegidas y la influencia que tiene la actividad humana en este parámetro. Finalmente, el riesgo, en la esquina inferior derecha, es bajo en Camiña,

Huara y Pozo Almonte, medio en Colchane y el más alto en Pica, determinado principalmente por el nivel de exposición que exhiben las comunas más riesgosas.

IV. Pérdida de bosques en la Pampa del Tamarugal cuantificada

Este estudio busca proporcionar una evaluación cuantitativa del riesgo de pérdida de bosque de la región de Tarapacá, que incluye especies de *Prosopis tamarugo* y *Prosopis alba* debido a la sequía hidrológica, incorporando una evaluación detallada de factores críticos como la amenaza, basada en indicadores de sequía meteorológica como déficit de precipitaciones y duración de sequías; la exposición, evaluada mediante la superficie de bosque en cada comuna; y la vulnerabilidad, derivada de la combinación de la sensibilidad de los bosques, influenciada por factores como estrés hídrico y actividades extractivas cercanas, junto con su capacidad adaptativa, que corresponde a la superficie de áreas protegidas. Los resultados indican que Pozo Almonte enfrenta el mayor riesgo a pesar de sus áreas protegidas, otras comunas como Huara, Colchane y Pica tienen un riesgo moderado, y Alto Hospicio, Camiña e Iquique presentan un riesgo bajo, principalmente por su menor exposición.

Tabla 8. Metodología para el cálculo de indicadores de Pérdidas de bosques en la Pampa del Tamarugal Cuantificada

Indicador	Variable	Justificación	Descripción	Fuente	Método de cálculo
Amenaza	Potencial evapotranspiración presente	La disminución del agua subterránea, posiblemente agravada por el cambio climático, ha reducido el umbral crítico para la supervivencia de los bosques de Tamarugo en la Pampa del Tamarugal (Chávez et al., 2016)	Evapotranspiración potencial Índice de Penman-Monteith	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
	Frecuencia de sequía presente	Se espera que la deterioración del bosque continúe a medida que aumenta la profundidad del agua subterránea, a pesar de los cambios morfofisiológicos que permiten la supervivencia en condiciones de agotamiento del agua subterránea (Garrido et al., 2018)	Frecuencia de periodos con menor del 75% del promedio de precipitación acumulada anual del periodo de referencia	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
Exposición	Superficie de terrenos de bosques	Se considera la espacialización de fauna en el contexto del SITHA. Es importante tener en cuenta que solo hay datos a nivel subregional. No existe una cobertura regional que permita identificar datos a nivel comunal	Superficie de terrenos de bosques por comuna (Ha)	CONAF (2017). Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra	Se utiliza la información del Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra. Se realiza un filtro para identificar los terrenos de bosques, para, posteriormente, cruzar esta información georreferenciada con los límites comunales.
Sensibilidad	Estrés hídrico basal	El Prosopis tamarugo bajo la disminución a largo plazo del agua subterránea en el hiperárido Desierto de Atacama sugiere que la degradación del bosque se espera que continúe a medida que aumenta la profundidad del agua subterránea, a pesar de los cambios morfofisiológicos que permiten la supervivencia en condiciones de agotamiento del agua subterránea (Garrido et al., 2018)	Razón entre los retiros y el flujo disponible (%)	World Resources Institute. (2015). Aqueduct Water Stress Projections Data	Se utiliza el indicador de estrés hídrico de Aqueduct (2015) que considera la razón entre los retiros y el flujo disponible, según la base disponible en World Resources Institute (WRI)

	Sobretorgamiento de DAA en áreas de restricción y prohibición	La extracción de agua subterránea para el consumo minero reduce el nivel freático, lo que afecta al ecosistema del desierto y la respuesta de los árboles de Tamarugo a este factor de estrés (Calderón et al., 2015)	Comunas donde existen áreas de restricción normativa con sobretorgamiento de derechos de agua (1=Existe sobretorgamiento)	Dirección General de Aguas. (2019). Áreas de restricción y zonas de prohibición.	Se utilizó el indicador de sobretorgamiento presente en el archivo shape que contiene las áreas de restricción y prohibición vigentes en el país
	Superficie de terrenos de uso agrícola	La extracción de agua subterránea para el consumo agrícola reduce el nivel freático, lo que afecta al ecosistema del desierto y la respuesta de los árboles de Tamarugo a este factor de estrés (Calderón et al., 2015)	Superficie de terrenos de uso agrícola por comuna (Ha)	CONAF. (2017). Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra	Se utiliza la información del Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra. Se realiza un filtro para identificar los terrenos de uso agrícola, para, posteriormente, cruzar esta información georreferenciada con los límites comunales.
	Densidad Poblacional	La extracción de agua subterránea para el consumo doméstico reduce el nivel freático, lo que afecta al ecosistema del desierto y la respuesta de los árboles de Tamarugo a este factor de estrés (Calderón et al., 2015)	Relación entre el número de personas que viven en un territorio y su extensión (%)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza la información del indicador Pertenencia a pueblo indígena u originaria extraído de CENSO 2017 donde es posible contabilizar la proporción de población indígena.
	Permanencia de decretos de escasez	La gestión de la salud de los bosques en un clima cambiante puede requerir centrarse en los propios bosques y en estrategias para reducir su vulnerabilidad al estrés hídrico, como el aclareo, la plantación de especies tolerantes a la sequía y la irrigación (Grant et al., 2011)	Cantidad de decretos de escasez por comuna en el período 2008-2020 (N)	DGA. (2020). Decretos de escasez histórico	Se utiliza la información del indicador Pertenencia a pueblo indígena u originaria extraído de CENSO 2017 donde es posible contabilizar la proporción de población indígena.
Capacidad Adaptativa	Áreas protegidas	Las sequías recientes han impulsado la creación de instituciones y la implementación de medidas a largo plazo para reducir el impacto de sequías futuras. Este enfoque sugiere que aumentar la cantidad de áreas protegidas podría fortalecer la capacidad de los bosques para enfrentar el cambio climático (Berbel & Esteban, 2019)	Superficie de la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal (Ha)	CONAF. (2017). Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra	Se utiliza la información del Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra. Se realiza un filtro para identificar las áreas que corresponden a áreas protegidas, para, posteriormente, cruzar esta información georreferenciada con los límites comunales.

Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad	<p>Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró el indicador de sensibilidad, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de sensibilidad descritos y un indicador de capacidad adaptativa, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de adaptación antes descritos. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a un 0.6 para sensibilidad y 0.4 para capacidad de adaptación.</p> <p>El indicador de sensibilidad se construyó a partir de la agregación ponderada de dos grupos de variables. A continuación, se describen ambos grupos y sus ponderaciones.</p> <p>Tanto para la agregación del indicador de sensibilidad como para el indicador de capacidad de respuesta se utilizan igual pesos.</p>
Riesgo	Índice de riesgo	<p>Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró la variable de amenaza, el indicador de exposición y el indicador de vulnerabilidad. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a:</p> <p>Amenaza: 0.2 Exposición: 0.4 Vulnerabilidad: 0.4</p>

Resultados:

Los resultados del estudio revelan que Pozo Almonte se encuentra en la posición de mayor riesgo, mientras que comunas como Huará, Colchane y Pica exhiben un nivel de riesgo intermedio. En contraste, Alto Hospicio, Camiña e Iquique muestran un riesgo bajo.

Tabla 9. Resultados de Indicadores de Pérdidas de Bosques de Pampa del Tamarugal Cuantificada

Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad	Riesgo
Alto Hospicio	0,34	0,00	2,07	0,00	0,00	0,00
Camiña	0,64	0,79	81,86	0,00	0,00	0,00
Colchane	0,40	13.843,61	679,39	0,00	0,01	0,47
Huará	0,69	6.638,17	367,84	19.923,79	0,22	0,23
Iquique	0,47	31,90	4,86	0,00	0,00	0,00
Pica	0,53	14.162,43	417,72	0,00	0,01	0,48
Pozo Almonte	0,72	29.477,91	285,49	94.181,59	1,00	1,00

La figura 15 muestra de forma visual estos descubrimientos, permitiendo una fácil visualización y análisis de información geográfica, y también combina varios grupos de datos para examinar relaciones espaciales.

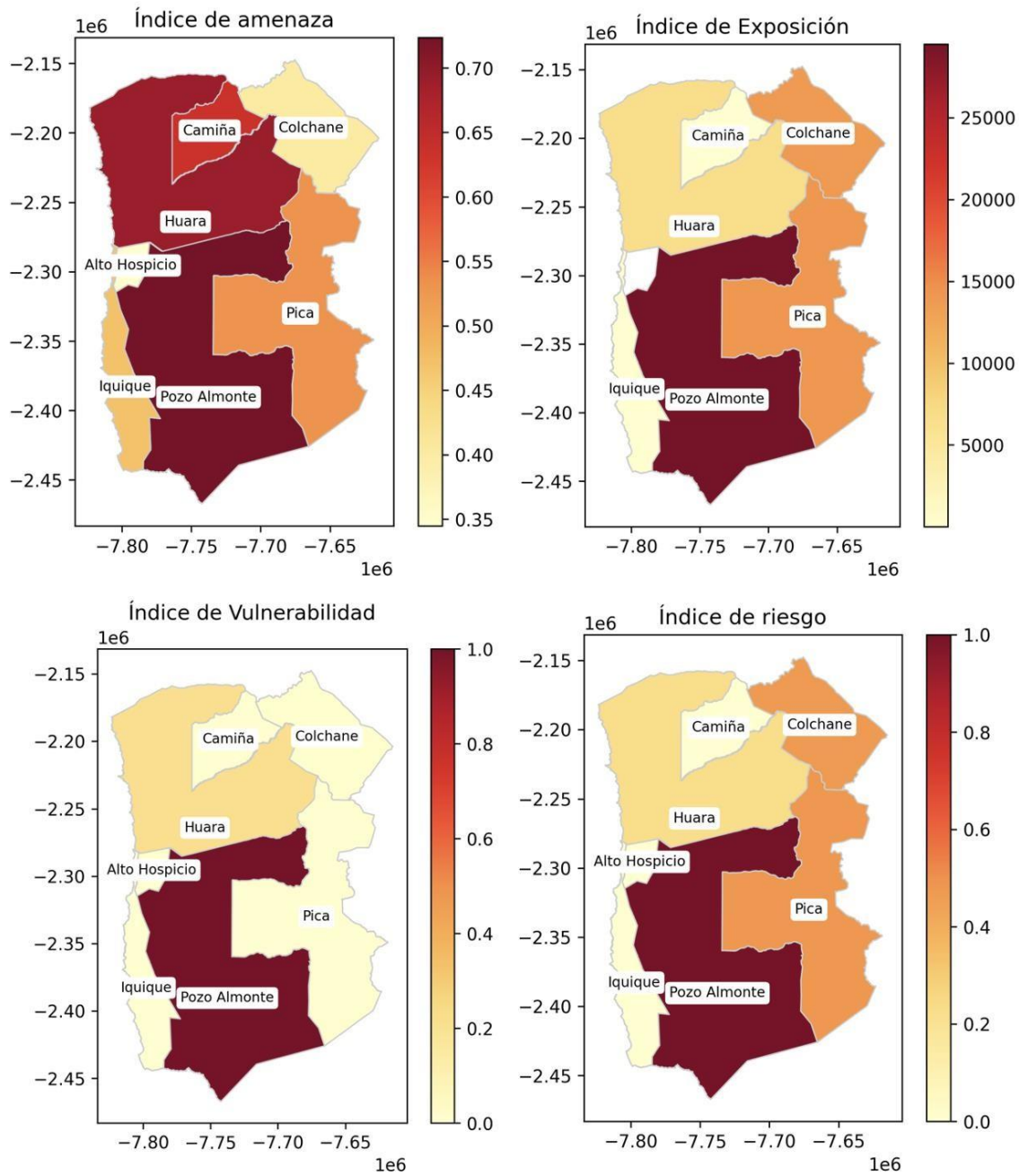


Figura 15. Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo de Pérdida de bosques de zonas áridas por comuna. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

En cuanto a la amenaza, Pozo Almonte muestra el nivel más alto, seguido por Huara y Camiña, sugiriendo que estas comunas están particularmente expuestas a las condiciones de sequía meteorológica. En contraste, Iquique y Pica presentan niveles medios mientras que Alto Hospicio y Colchane presentan los niveles más bajos de amenaza. La exposición es otro factor crítico, y aquí Pozo Almonte, Pica, Colchane, y Huara destacan con los valores más altos, indicando una mayor presencia de bosque

en estas comunas. Esto tiene relación con la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal está ubicada en la provincia del Tamarugal, en las comunas de Huará y Pozo Almonte. A diferencia de Iquique y Alto Hospicio, donde la exposición es mínima o inexistente debido a la baja cobertura del bosque en la zona costera. En términos de vulnerabilidad, Pozo Almonte sobresale con la capacidad más alta, seguido por Huará, este índice refleja la presión sobre los recursos hídricos disponibles para los bosques. Finalmente, la evaluación del riesgo revela que Pozo Almonte enfrenta el riesgo más alto de pérdida del bosque debido a la sequía hidrológica, a pesar de su alta capacidad de adaptación, que viene a la presencia de áreas protegidas. Por otro lado, comunas como Huará, Colchane y Pica muestran un nivel de riesgo moderado, lo que podría indicar una necesidad de fortalecer las estrategias de conservación y manejo en estas áreas. Mientras que Alto Hospicio, Camiña e Iquique presentan un riesgo bajo o nulo, en gran medida por su baja superficie expuesta. Además, cabe reconocer ciertas limitaciones. En primer lugar, la disponibilidad y resolución de los datos juegan un papel crucial en la precisión del análisis. En particular, los datos a nivel comunal pueden no capturar completamente las diferencias ecológicas dentro de las áreas de estudio. Además, la precisión de los indicadores empleados para evaluar la amenaza, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa podría estar limitada por la calidad y actualidad de la información disponible.

V. Ola de calor cuantificada

El estudio analiza el riesgo climático en la región de Tarapacá mediante una metodología que evalúa la Amenaza, Exposición, Sensibilidad, Capacidad Adaptativa y Vulnerabilidad. En este contexto, Iquique y Alto Hospicio enfrentan el mayor riesgo debido a su alta exposición y sensibilidad, Alto Hospicio muestra alta exposición, pero mejor capacidad de adaptación, lo cual resalta la necesidad de medidas específicas de adaptación y mitigación en ambas comunas.

Tabla 10. Metodología para el cálculo de indicadores de Ola de Calor Cuantificada

Indicador	Variable	Justificación	Descripción	Fuente	
Amenaza	Olas de calor > 30°C [Clima Presente, Año completo]	El cambio climático está causando un aumento en la frecuencia y severidad de las olas de calor extremas, con la mayoría de los veranos más cálidos y las olas de calor más intensas registradas durante la última década, lo que a su vez tiene implicaciones importantes para la salud pública y los ecosistemas (Stillman, 2019). Las olas de calor se definen como un período de días consecutivos con temperaturas que superan un cierto umbral basado en efectos fisiológicos. La definición de una ola de calor varía según la región geográfica y las condiciones climáticas locales. Generalmente, una ola de calor se define como un período prolongado de tiempo anormal y excesivamente caliente, pero los criterios específicos pueden incluir factores como la duración del evento de calor, la variación de las temperaturas normales para esa área y época del año, y a veces la humedad relativa. En este caso se consideran eventos de calor sobre los 25, 28 y 30 grados Celsius	Número de días que la temperatura máxima diaria supera 30 °C durante 3 o más días seguidos	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
	Olas de calor > 28°C [Clima Presente, Año completo]		Número de días que la temperatura máxima diaria supera 28 °C durante 3 o más días seguidos	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
	Olas de calor > 25°C [Clima Presente, Año completo]		Número de días que la temperatura máxima diaria supera 25 °C durante 3 o más días seguidos	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
	Días muy cálidos [Clima Presente, Año completo]		Número de días en que la temperatura supera 34°C	MMA. (2021). ARCLim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARCLim.
Exposición	Población por comuna	El cambio climático se asocia con un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de calor extremo, donde latitudes más altas y áreas metropolitanas son las más expuestas (Luber y Mcgeehin, 2008)	Cantidad de población por comuna en el 2017 (N)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza la información del indicador población total extraído de CENSO 2017.
Sensibilidad	Proporción trabajadores al aire libre y/o manuales	Los trabajadores al aire libre están enfrentando temperaturas más altas, olas de calor más frecuentes y problemas de salud a causa del cambio climático, lo que repercute en su productividad y seguridad, especialmente en los países tropicales en desarrollo. (Moda et al., 2019). Además, estos trabajadores son más propensos a sufrir estrés térmico, tanto de forma inmediata como en los días posteriores a la exposición a temperaturas elevadas (Runkle et al., 2019)	Este indicador mide el tipo de ocupación laboral de las personas según se desempeñe o no en exteriores y/o sea una ocupación físicamente demandante (%)	INE. (2017). Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional, Casen,	Se utilizan los datos disponibles en los resultados de la CASEN 2017

Año de la vivienda (norma térmica)	Las características de las viviendas, como la antigüedad, las unidades de aire acondicionado y el aislamiento, influyen en las temperaturas interiores y la resiliencia a las olas de calor (Loughnan, Carroll y Tapper, 2015)	Permite un proxy de calidad del envolvente térmica, ya que las viviendas construidas antes del año 2000 no tuvieron un mínimo regulado	INE. (2019). Permisos de edificación	Se utilizan los datos disponibles en los permisos de edificación del INE
Hacinamiento	Las familias desfavorecidas en Europa tienen más probabilidades de vivir en viviendas que sufren de sobrecalentamiento. Esto se debe a una combinación de factores, como: un diseño de construcción deficiente; viviendas más pequeñas y, por lo tanto, hacinamiento (Taylor et al., 2023)	Este indicador evidencia la presencia de hogares con un alto nivel de hacinamiento a nivel comunal	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador generado en los resultados del Censo 2017
Prevalencia riesgo cardiovascular	Las olas de calor tienen una relación consistente con la mortalidad, especialmente entre los sujetos de edad avanzada, y son particularmente importantes para las enfermedades cardiovasculares (Díaz et al., 2002)	Este indicador refleja la prevalencia de riesgo cardiovascular alto en los habitantes de la comuna	MINSAL. (2016). Encuesta nacional de salud (ENS)	Se utiliza el indicador generado en los resultados de la ENS 2015-2016
Población infantil	Las olas de calor pueden causar más muertes, enfermedades relacionadas con el calor y empeorar condiciones como el asma, afectando la salud y el aprendizaje de los niños (Zivin y Shrader, 2016). Existe evidencia de que las olas de calor aumentan las presentaciones en los departamentos de emergencia hospitalaria en un 13% para niños menores de 15 años y en un 19% para niños menores de 5 años (Campbell et al., 2019)	Este indicador mide la proporción de personas menores de 12 años en relación con el total de habitantes de la comuna (%)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador generado en los resultados del Censo 2017
Población adulto mayor	El cambio climático resulta en un aumento de la frecuencia y severidad de las olas de calor, lo cual puede ser fatal para los ancianos debido al aumento de la tensión en un ventrículo izquierdo ya comprometido (Kenney et al., 2014)	Cantidad de personas de 65 años o más por sobre el total de población de la comuna (N)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador generado en los resultados del Censo 2017
Vehículos en circulación	Las áreas urbanas, que generalmente tienen una mayor abundancia de automóviles, son más vulnerables a las olas de calor debido al efecto de isla de calor urbano. Este efecto puede intensificar la magnitud promedio de la isla de calor urbana hasta en 3.5°C durante las olas de calor (Founda y Santamouris, 2017)	Cantidad de vehículos en circulación (N)	INE. (2019). Parque Vehicular	Se utiliza el parque vehicular como un proxy de contaminación atmosférica.

Capacidad Adaptativa	Infraestructura Hospitalaria	Las olas de calor están asociadas con tasas más altas de ingresos hospitalarios, Por lo que una mejor cobertura de salud pública podría reducir los efectos adversos del calor (Hopp, Dominici, & Bobb, 2018)	Número de hospitales y centros de salud (N)	MOP. (2020). Dirección General de Concesiones	Se utiliza el indicador generado por SUBDERE
Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró el indicador de sensibilidad, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de sensibilidad descritos y un indicador de capacidad adaptativa, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de adaptación antes descritos. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a un 0.6 para sensibilidad y 0.4 para capacidad de adaptación. El indicador de sensibilidad se construyó a partir de la agregación ponderada de dos grupos de variables. A continuación, se describen ambos grupos y sus ponderaciones. Tanto para la agregación del indicador de sensibilidad como para el indicador de capacidad de respuesta se utilizan igual pesos.			
Riesgo	Índice de riesgo	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró la variable de amenaza, el indicador de exposición y el indicador de vulnerabilidad. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a: Amenaza: 0.4 Exposición: 0.2 Vulnerabilidad: 0.4			

Resultados:

A continuación, se presentan los resultados del riesgo climático para las comunas de Iquique y Alto Hospicio. En el caso de Iquique, esta comuna se encuentra en la situación de mayor riesgo en la región debido a su alta exposición y sensibilidad, combinadas con una capacidad de adaptación insuficiente. Por otro lado, Alto Hospicio, a pesar de enfrentar una alta exposición debido a su considerable población expuesta a las olas de calor, muestra una capacidad de adaptación relativamente mejor en comparación con Iquique.

Tabla 11. Resultados de los indicadores de Ola de Calor Cuantificada

Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad	Riesgo
Pozo Almonte	0,82	18.172,00	2.228,40	-197,83	0,13	0,07
Colchane	0,00	1.579,00	290,70	-30,82	0,01	0,00
Camíña	0,17	1.383,00	61,95	-48,65	0,00	0,00
Huara	0,36	3.063,00	164,71	-143,38	0,00	0,01
Alto Hospicio	0,01	137.263,00	7.724,11	-269,13	0,46	0,60
Iquique	0,00	229.072,00	17.219,28	-1.282,98	1,00	1,00
Pica	0,18	6.165,00	743,76	-21,60	0,04	0,02

La figura 16 muestra gráficamente estos resultados, facilitando la visualización y análisis de datos geográficos de manera significativa, además de permitir la combinación de diversos conjuntos de datos para explorar sus relaciones espaciales.

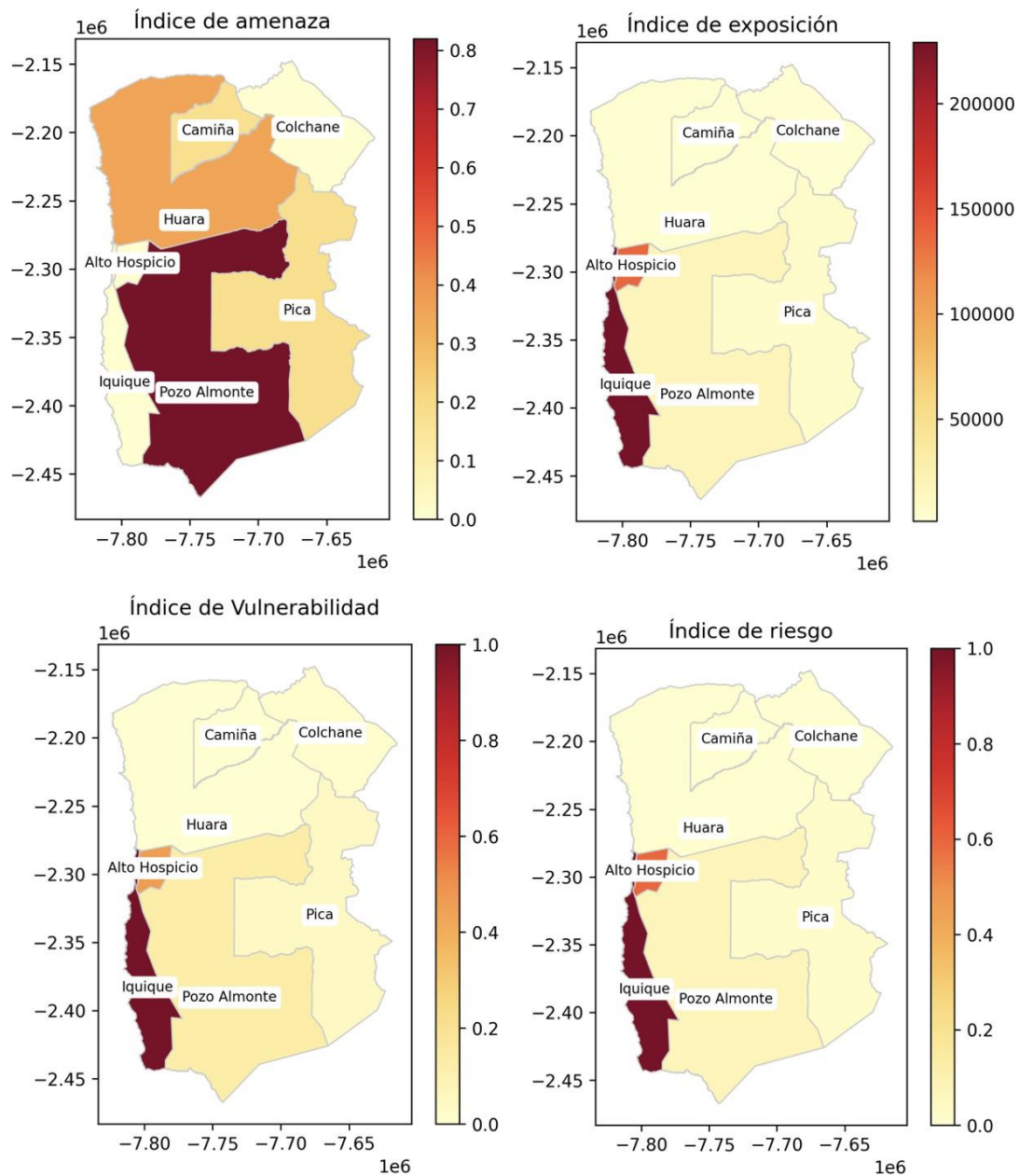


Figura 16. Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo de Ola de Calor en la Salud por comuna. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023)

En términos de Amenaza, Pozo Almonte presenta el nivel más alto, lo que sugiere que esta comuna está más amenazada a olas de calor extremo en comparación con otras. En cuanto a la exposición, es evidente que las comunas con mayor población, como Alto Hospicio e Iquique, tienen una exposición más alta. La Vulnerabilidad, que combina susceptibilidad y capacidad de adaptación, es más alta en Iquique y Alto Hospicio, lo que indica una mayor vulnerabilidad en estas comunas. Finalmente, el Riesgo, en el caso de Iquique, esta comuna enfrenta el mayor riesgo climático en la región debido a su alta exposición y sensibilidad, así como a una capacidad de adaptación insuficiente. Esto destaca la necesidad de medidas específicas de adaptación y mitigación para

proteger a su población. Por otro lado, Alto Hospicio muestra una alta exposición debido a su considerable población expuesta a olas de calor, pero también exhibe una capacidad de adaptación relativamente mejor en comparación con Iquique.

Como se observa en los mapas de vulnerabilidad y riesgo, los riesgos más altos corresponden a Iquique y Alto Hospicio, esto considerando índices de vulnerabilidad y riesgo contruidos a partir de promedios ponderados. En este contexto, se utilizaron diferentes ponderaciones para construir mapas que permitieran una mayor discriminación para el resto de las comunas, sin embargo el valor de sensibilidad de ambas comunas es muy altos. Esto posiblemente se debe a que las variables que estamos considerando como sensibilidad, por ejemplo parque automotriz, hacinamiento, campamentos, entre otras, están asociadas a la variable exposición, es decir cantidad de personas. Esto podría causar limitaciones en el análisis de los mapas de riesgo. Sin embargo se pueden realizar análisis de las otras comunas observando la tabla de datos.

VI. Remoción de masa en asentamientos humanos cuantificada

Este estudio ofrece una evaluación cuantitativa del riesgo de inundaciones y aluviones en comunas, utilizando índices para la amenaza, exposición, sensibilidad, y capacidad adaptativa. La amenaza varía significativamente, siendo alta en Colchane y baja en Alto Hospicio e Iquique. Iquique y Alto Hospicio tienen una alta exposición, mientras que Camiña presenta una baja exposición. Huara es altamente vulnerable debido a su sensibilidad y baja capacidad adaptativa, en contraste con Colchane y Pica. El riesgo es notablemente alto en Iquique, principalmente por su alta exposición, y mínimo en Camiña debido a su baja amenaza y exposición.

Tabla 12. Metodología para el cálculo de indicadores de Remoción de masas de asentamientos humanos cuantificada

Indicador	Variable	Justificación	Descripción	Fuente	Método de Cálculo
Amenaza	Lluvia máxima diaria [Clima Futuro, Año completo]	El calentamiento global ha provocado un aumento en la intensidad de las precipitaciones, dando lugar a eventos de lluvias intensas que se producen con mayor frecuencia durante los períodos cálidos (Allan & Soden, 2008). Estos episodios de precipitación intensa aumentan el riesgo de inundaciones en ríos y flash floods, lo que ha resultado en un aumento en los reportes de infraestructura dañada por este tipo de eventos en los últimos años (Lilia Bocheva et al., 2009)	Valor máximo de la lluvia (agua líquida) acumulada en un día (mm)	MMA. (2021). ARClim	Se utilizó el indicador disponible en el explorador de amenazas de ARClim
Exposición	Infraestructura vial	A nivel global, el 7,5% de los activos de carreteras y ferrocarriles están expuestos a un evento de inundación de 1/100 años, que puede incluir problemas relacionados con los aluviones (Koks et al., 2019). Por lo tanto, en el otro extremo, mejorar la infraestructura de transporte y las estrategias de evacuación puede mejorar los resultados durante eventos climáticos extremos (Pulcinella et al., 2019)	Longitud de la red vial comunal (Km)	MOP. (2019). Red Vial Nacional	Se calcula el total de kilómetros de la red vial por comuna. Esto mediante la utilización de información georreferenciada.
	Viviendas	Las viviendas están expuestas a daños causados por inundaciones (Richert et al., 2019). Se proyecta que los daños anuales a la propiedad debido a las inundaciones aumentarán entre un 13% y un 17,4% en las próximas dos décadas, y más de la mitad de este aumento se atribuye al crecimiento proyectado de unidades de vivienda (Jing Liu et al., 2015)	Total de viviendas por comuna (N)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador desarrollado por INE.
Sensibilidad	Densidad poblacional	Las llanuras aluviales y las áreas costeras a menudo son seleccionadas para asentamientos humanos y construcción urbana debido a su topografía suave, están en riesgo de inundaciones, lo que afecta a áreas densamente pobladas (Bignami, Rosso y Sanfilippo, 2019). Esto sugiere que las áreas urbanas con alta densidad de población son más vulnerables a los daños relacionados con los aluviones (Tugkan Tanir et al., 2021)	Número de personas por km ²	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador desarrollado por INE.
	Población indígena	Las comunidades indígenas se ven desproporcionadamente afectadas por los problemas ambientales, ya que viven en ecosistemas sensibles y dependen de los recursos naturales (Rimmer, 2015)	Cantidad de personas de una etnia originaria por sobre el total de población de la comuna (%)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador desarrollado por INE.

	Asentamientos no planificados	Los terrenos en que existen apropiaciones ilegales de tierras pueden volverse más vulnerables a los peligros del cambio climático debido a factores como el cambio en el uso de la tierra y la ineficacia de las áreas protegidas (Velazco et al., 2019)	Cantidad de campamentos (N)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utilizó la información levantada por el catastro nacional de campamentos 2019 donde se muestra la cantidad de campamentos por comuna
	Materialidad de la vivienda	El entorno físico de los barrios marginales se encuentra entre los peores a nivel mundial, lo que contribuye a su vulnerabilidad (Eyre, 1990). Según Campbell- Lendrum y Corvalan (2007), las ciudades de países en desarrollo, donde se ubican muchos barrios marginales, son vulnerables a los riesgos para la salud derivados del cambio climático debido a factores como la exposición al efecto isla de calor urbano, altos niveles de contaminación del aire, alta densidad poblacional y deficiente saneamiento	Viviendas con índice de materialidad irrecuperable (%)	INE. (2017). Censo de Población y Vivienda	Se utiliza el indicador desarrollado por INE.
	Superficie en quebradas	"Tradicionalmente, los eventos aluvionales han ocurrido en las quebradas de la Región de Tarapacá debido a las propiedades convectivas de las lluvias, afectando a ecosistemas de gran importancia tanto natural como cultural, como los humedales de las quebradas. Por lo tanto, las personas que viven cerca de estos ecosistemas son más susceptibles a este tipo de incidentes (Paicho-Hidalgo et al., 2015)	Superficie de predios en quebradas por comuna (Ha)	CONAF. Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra	Se utiliza la información del Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra. Posteriormente se cruza esta información georreferenciada con los límites comunales.
Capacidad Adaptativa	Cobertura municipal	Desarrollar metodologías para cuantificar el riesgo para la infraestructura municipal debido a inundaciones relacionadas con el cambio climático conduce a una mejor formulación de políticas y toma de decisiones informadas (Bowering et al., 2014). La incorporación de la percepción del riesgo social y la información local adaptada a los planes de gestión de emergencias mejora la preparación para eventos extremos como inundaciones (Bodoque et al., 2016)	Cantidad de inscritos respecto del total de población comunal (%)	SUBDERE. (2022). Sistema Nacional de Información Municipal	Se utiliza el indicador generado por SUBDERE.
	Organizaciones comunitarias	La estructura de gobernanza local, la participación activa de organizaciones comunitarias y la mejora de los sistemas de alerta temprana y pronóstico reducen significativamente la pérdida de vidas humanas debido a eventos climáticos extremos (Zaman et al., 2022)	Organizaciones comunitarias en la comuna (N)	SUBDERE. (2022). Sistema Nacional de Información Municipal	Se utiliza el indicador generado por SUBDERE
Vulnerabilidad	Índice de vulnerabilidad	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró el indicador de sensibilidad, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de sensibilidad descritos y un indicador de capacidad adaptativa, generado a partir de la agregación ponderada de los indicadores de adaptación antes descritos. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a un 0.6 para sensibilidad y 0.4 para capacidad de adaptación. El indicador de sensibilidad se construyó a partir de la agregación ponderada de dos grupos de variables. A continuación, se describen ambos grupos y sus ponderaciones. Tanto para la agregación del indicador de sensibilidad como para el indicador de capacidad de respuesta se utilizan igual pesos.			
Riesgo	Índice de riesgo	Se generó un índice agregado utilizando el método de agregación por promedio ponderado. Este consideró la variable de amenaza, el indicador de exposición y el indicador de vulnerabilidad. Los pesos asignados para esta agregación corresponden a:			

	Amenaza: 0.4 Exposición: 0.4 Vulnerabilidad: 0.4
--	--

Resultados

El estudio revela que Iquique presenta un riesgo alto, principalmente debido a su alta exposición, pese a tener menor amenaza y sensibilidad. En contraste, comunas como Camiña, a pesar de su alta sensibilidad, enfrentan un riesgo mínimo debido a su baja amenaza y exposición.

Tabla 13. Resultado de indicadores de remoción de masas de Asentamientos Humanos Cuantificada

Comuna	Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad adaptación	de Vulnerabilidad	Riesgo
Alto Hospicio	1,68	13486,69	43,81	-0,81	0,21	0,48
Camiña	5,85	544,99	59,54	-0,99	0,28	0,00
Colchane	12,47	1171,29	0,81	-0,87	0,16	0,14
Huara	4,21	1913,90	208,33	-0,92	1,00	0,05
Iquique	2,67	27347,60	18,37	0,00	0,09	1,00
Pica	9,68	1667,04	1,91	-1,00	0,01	0,04
Pozo Almonte	3,37	4277,70	34,42	-0,87	0,16	0,14

La Figura 17 presenta estos hallazgos de manera visual, facilitando la observación y el análisis de datos geográficos. Además, integra diversos conjuntos de datos para explorar sus relaciones espaciales.

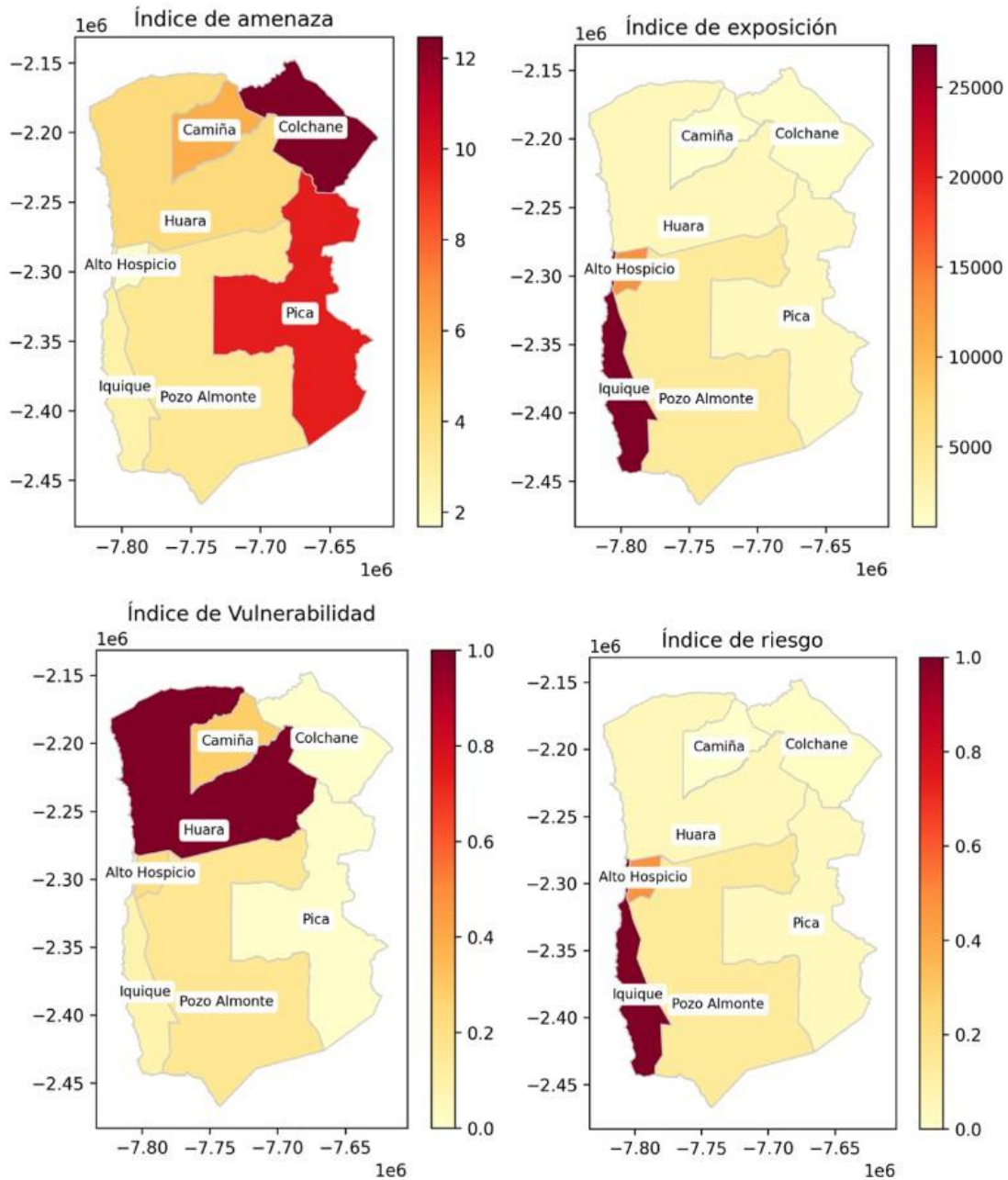


Figura 17. Amenaza, Exposición, Vulnerabilidad y Riesgo de remoción en masa en asentamientos humanos por comuna. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

En cuanto a amenaza, se observa una variabilidad significativa entre las comunas. Colchane destaca por enfrentar un nivel alto de amenaza, lo que sugiere una mayor frecuencia e intensidad de tales eventos en esta área. Por otro lado, comunas como Alto Hospicio e Iquique presentan un nivel de amenaza más bajo, indicando una menor probabilidad o severidad de eventos climáticos extremos en estas regiones. En términos de exposición, la situación es particularmente crítica en Iquique y Alto Hospicio, donde la gran cantidad de infraestructura y población expuesta las coloca en un nivel de

exposición extremadamente alto. Esto contrasta con la realidad de Camiña, que muestra una exposición mucho más baja, reflejando una menor cantidad de elementos en riesgo. Al analizar la vulnerabilidad, que incorpora tanto la capacidad adaptativa como la sensibilidad, se encuentra que Huara presenta una alta vulnerabilidad, lo que implica una gran susceptibilidad a los daños bajo condiciones climáticas extremas. Esto se debe en parte a su alta sensibilidad y a una capacidad adaptativa limitada. En contraste, comunas como Colchane y Pica, a pesar de tener una capacidad adaptativa baja, muestran una vulnerabilidad más baja debido a su menor sensibilidad a los efectos del cambio climático. Por último, al evaluar el riesgo, Iquique sobresale con un riesgo alto, principalmente debido a su extrema alta exposición, a pesar de tener una amenaza y sensibilidad más bajas. Por otro lado, comunas como Camiña, a pesar de su alta sensibilidad, tienen un riesgo mínimo debido a su baja amenaza y exposición. Este análisis detallado demuestra la complejidad de los factores que contribuyen al riesgo climático y subraya la necesidad de estrategias de mitigación y adaptación que consideren las características específicas de cada comuna.

6.4. Diagnóstico de problemáticas para la cuantificación

Esta sección del informe aborda las dificultades encontradas en la cuantificación de la adaptación al cambio climático, las cuales fueron identificadas a través de procesos participativos y en el análisis de las cadenas de impacto. Una problemática central ha sido la imposibilidad de calcular ciertos impactos, o calcularlos de manera diferente con respecto a la cadena teórica, atribuible principalmente a la falta de información adecuada o a otros factores limitantes.

- i. **Falta de variables relevantes:** La región de Tarapacá, como muchas otras regiones, depende en gran medida de la información climática precisa para evaluar los riesgos relacionados con el cambio climático, por lo que la falta de estaciones meteorológicas y agrometeorológicas, especialmente en las comunas rurales, implica una carencia de datos locales y específicos, lo que nos obligó en algunos casos a utilizar indicadores regionales, aun cuando el desafío consiste en trabajar a nivel comunal, esto dificulta la evaluación precisa de los patrones climáticos y los impactos potenciales, lo que es crucial para planificar adecuadamente las medidas de adaptación y mitigación. Entre estas, lo más crítico fue la falta de estaciones meteorológicas y agrometeorológicas en la comuna de uso abierto.
- ii. **Datos no abordan todas las comunas:** Para una cuantificación completa y precisa de los riesgos climáticos, es necesario que los datos abarquen todas las comunas consideradas en el estudio. Si algunos lugares no están incluidos en los datos recopilados, se crea una brecha en la comprensión de cómo el cambio climático afecta a la región en su totalidad. Esto puede conducir a la omisión de áreas críticas que podrían ser más vulnerables a los impactos climáticos, lo que limita la efectividad de las estrategias de adaptación y mitigación implementadas.

- iii. **Datos poco actualizados:** El cambio climático es un fenómeno dinámico con impactos que pueden variar significativamente en periodos cortos. Por lo tanto, los datos desactualizados no reflejan las condiciones climáticas actuales ni las tendencias recientes, lo que conduce a análisis inexactos. Esto puede llevar a una mala interpretación de las tendencias climáticas y, en consecuencia, a una inadecuada preparación y respuesta a los riesgos asociados. En ese sentido en algunas ocasiones se recurrió a fuentes de información generadas a partir de datos con más de 10 años de antigüedad debido a su escasa actualización.
- iv. **Inasistencia de actores relevantes:** La cuantificación efectiva de las cadenas de riesgo climático requiere la participación de todos los actores relevantes, incluyendo gobiernos locales, comunidades, empresas y organizaciones no gubernamentales. La falta de participación integral puede resultar en una visión incompleta de los impactos, ya que cada grupo de stakeholders puede tener información y perspectivas únicas que son vitales para un diagnóstico completo.

7. Inventario regional de emisiones GEI

El inventario regional de la región de Tarapacá contiene la tendencia de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) de la región con información obtenida del Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI), que sigue las pautas del IPCC³, del Quinto Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile (IIN), serie 1990-2020 y del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE). El INGEI de Chile considera las emisiones y absorciones de las fuentes y sumideros antropógenos de todo el territorio nacional para una serie temporal de 1990 a 2020. En el presente informe, se consideraron los gases de CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆, gases precursores y carbono negro.

Los Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI) consisten en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos desde la atmósfera en un área y en un período específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Los INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana, así como la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático.

Para estimar las emisiones y absorciones de cada uno de los GEI, y para el reporte de estos en forma agregada se expresan en dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq.), el cual es una medida universal utilizada para indicar en términos de dióxido de carbono el equivalente de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto a su

³ Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>)

potencial de calentamiento global, para tal cálculo se aplicaron los potenciales de calentamiento global (PCG) del Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del IPCC.

Dentro de la participación de cada sector en las emisiones de GEI totales del país, el sector Energía representó un 75%, seguido del sector Agricultura (11%), del sector Residuos (7%), y finalmente del sector IPPU (7%). Esto muestra que, tanto en el balance de GEI como en las emisiones totales, el sector Energía es el de mayor relevancia.

El sector Energía contabiliza las emisiones producto de la quema de combustibles con fines energéticos. Entre las actividades que más emisiones producen se encuentran la generación de electricidad y el transporte terrestre.

El sector Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por su sigla en inglés) contabiliza las emisiones generadas por cambios fisicoquímicos en distintas materias primas y las emisiones generadas directamente por el uso de algunos gases de efecto invernadero en diferentes actividades.

El sector Agricultura incluye las emisiones asociadas a las actividades agropecuarias de las tierras gestionadas en las que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales.

El sector Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado del uso, gestión y cambio de uso de la tierra gestionada. Al igual que el sector Agricultura.

El sector Residuos incluye las emisiones de GEI resultantes de procesos microbiológicos que ocurren en la materia orgánica bajo degradación anaeróbica, principalmente desde sitios de disposición de residuos sólidos, manejados o no manejados; la emisión de óxido nitroso por la descomposición anaeróbica de excretas humanas; y el tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales en fase líquida y sólida (lodos).

7.1. Identificación de las principales fuentes y sumideros de GEI y otros contaminantes

La región de Tarapacá en Chile destaca por su baja intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) tanto per cápita como en relación con su Producto Interno Bruto (PIB), situándose por debajo del promedio nacional en 2020, y siendo responsable sólo del 1,7% de las emisiones totales del país (figura 18).

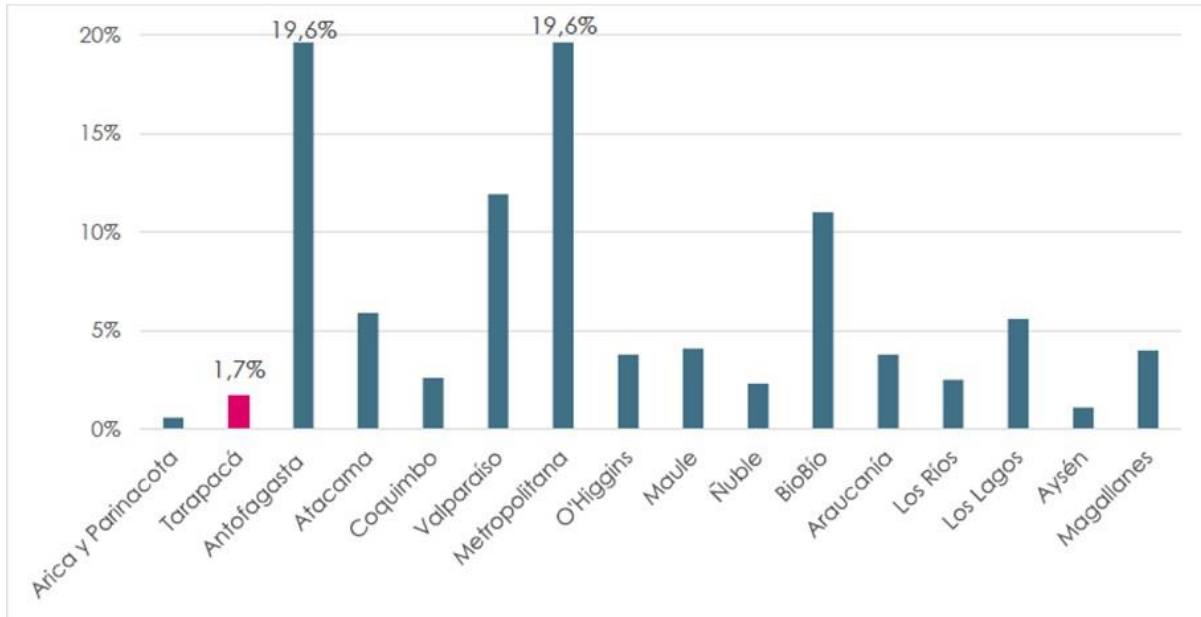


Figura 18. Contribución regional al total de emisiones y absorciones GEI nacionales.
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a IRGEI, MMA (2020).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 429% desde 1990 y disminuyeron en un 4% desde 2018, mientras que en esta región se observa un mayor incremento de emisiones de un 269% desde 1990 y un incremento de un 1% desde 2018. Esta tendencia al alza se explica en gran medida por el constante aumento en el consumo de combustibles, particularmente en el ámbito minero. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado una disminución debido al cierre de centrales de generación a base de carbón. Las variaciones interanuales en las emisiones se relacionan principalmente con el consumo de combustibles destinados a la generación eléctrica (figura 20).

Si se analiza la contribución de emisiones realizada por la región de Tarapacá considerando también su población total y su PIB regional en el año 2020, se aprecia que la región está siempre por debajo del promedio nacional, siendo la 7ª región que menos emisiones per cápita genera (figura 19). Adicionalmente en la figura se puede apreciar que la región presenta emisiones per cápita por debajo del promedio nacional, lo que refleja una baja intensidad de emisiones dada su estructura productiva principalmente ligada al comercio, minero y sector portuario. Esto también refleja la distribución de estas siendo preponderantemente ligadas al transporte.

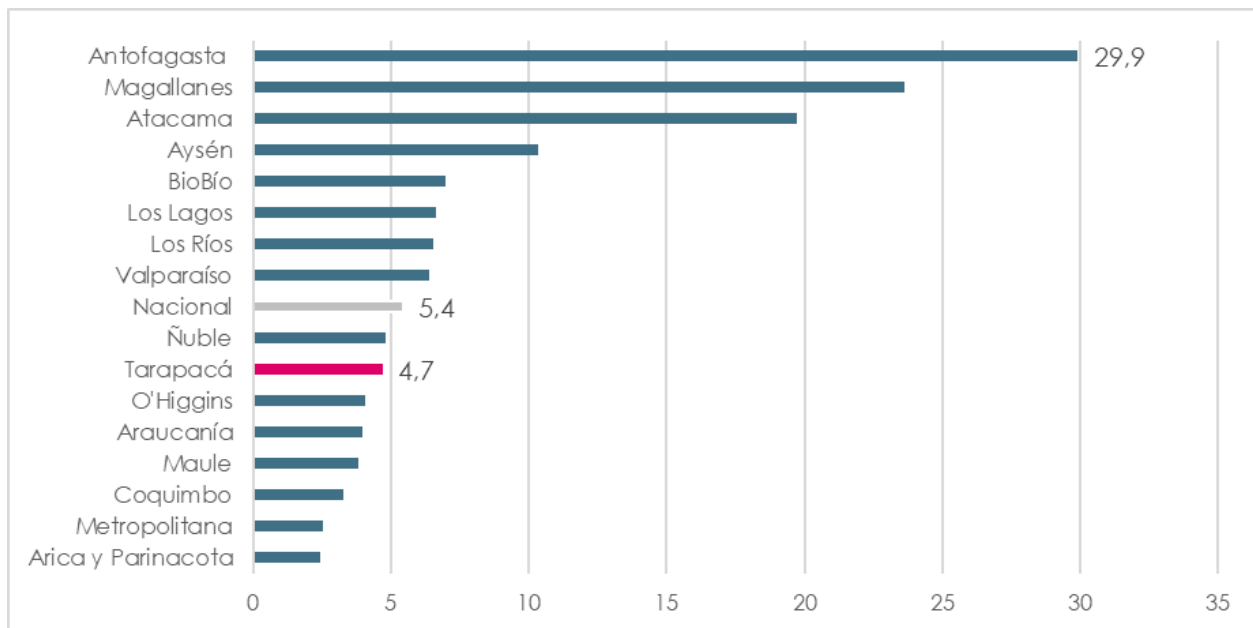


Figura 19. Ranking de regiones según niveles de emisiones de GEI totales per cápita. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a IRGEI, MMA, BCCh (2020).

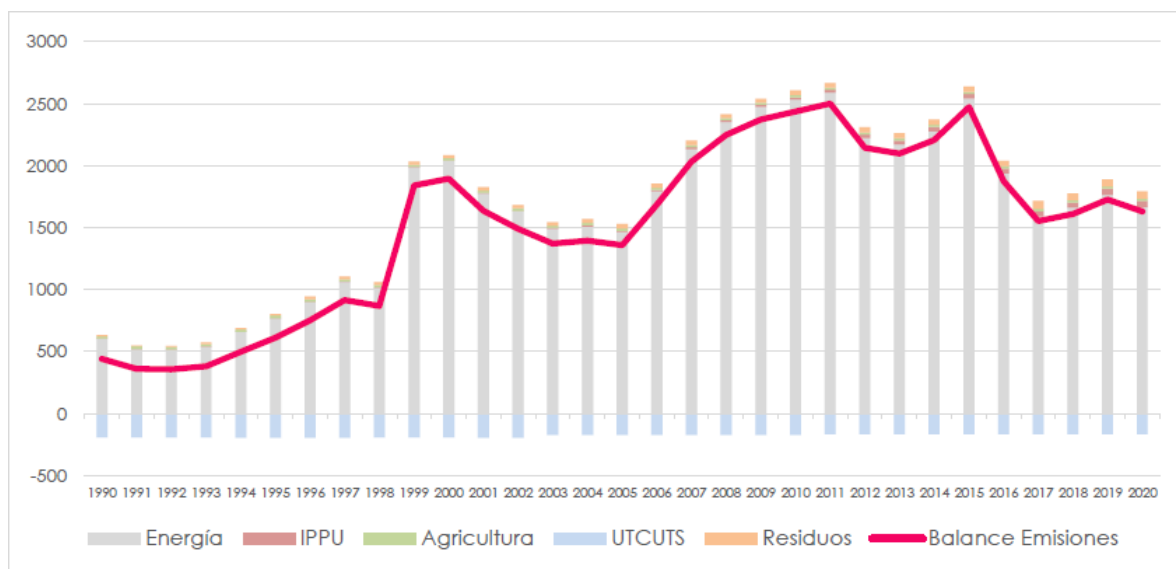


Figura 20. Evolución de emisores totales región de Tarapacá (1990-2020). Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, a partir de MMA (2020).

En el año 2020, la región de Tarapacá registró emisiones directas de 1.795 kt. de CO₂ equivalente, excluyendo el sector UTCUTS. A pesar de una capacidad de absorción constante, esta no compensa las emisiones totales, que aún superan los 1.500 kt. CO₂ eq., considerando que el sector Uso de la Tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) absorbió, en suma -164 kt. CO₂ eq en 2020, lo que representa el 0,3 % del sector a nivel nacional.

El total de emisiones de la región ha seguido una tendencia a la baja sostenida desde el año 2015 y que representa una disminución de emisiones GEI de 14% respecto al año 2000 y de 31% respecto al año 2010.

El sector energético, y en particular el transporte terrestre y la minería, son los principales contribuyentes a las emisiones, representando el 85% del balance total (figura 20). Este sector incluye la quema de combustibles para el transporte terrestre, ferroviario, marítimo y aéreo, así como la generación eléctrica destinada a industrias, edificaciones comerciales, públicas y residenciales.

La emisión per cápita de la región, considerando los antecedentes demográficos entregados por el último censo, es de 4,7 t CO₂ eq por persona, lo que corresponde al 87% del mismo indicador a nivel nacional (5,4 ton. CO₂ eq. /persona).

La región presenta emisiones per cápita por debajo del promedio nacional, lo que refleja una baja intensidad de emisiones dada su estructura productiva principalmente ligada al comercio, minero y sector portuario.

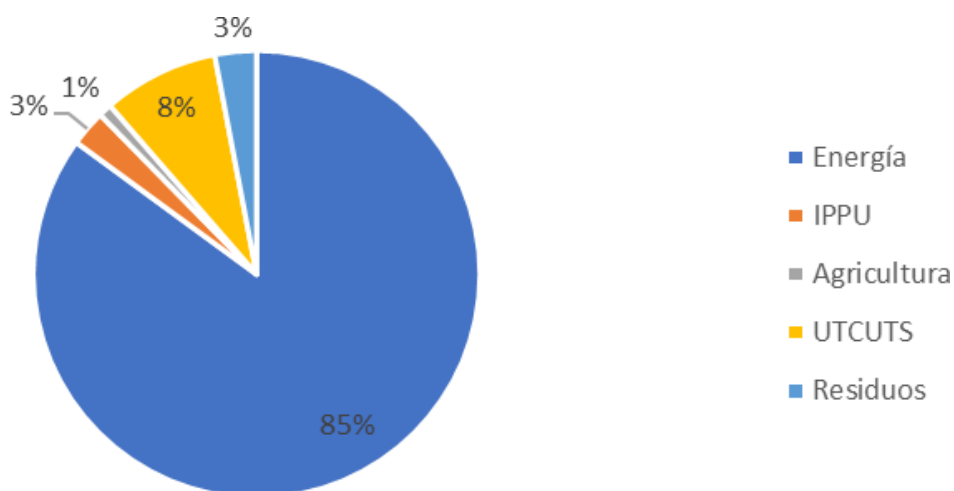


Figura 21. Emisiones y absorciones de GEI por sector, región de Tarapacá.
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios a partir de MMA (2020)

Al igual que a nivel nacional, el sector energía representa el principal sector emisor, sin embargo, esto se acentúa aún más en la región de Tarapacá donde sus niveles de emisiones llegan a representar el 85% del balance de emisiones (figura 21) y el 93% de las emisiones totales. Mientras el sector transporte desde 2013 a 2020 sus emisiones han caído en torno a un 10%, el sector minero que ha crecido el nivel de emisiones que aporta resultando un 37% más alto (Figura 22).

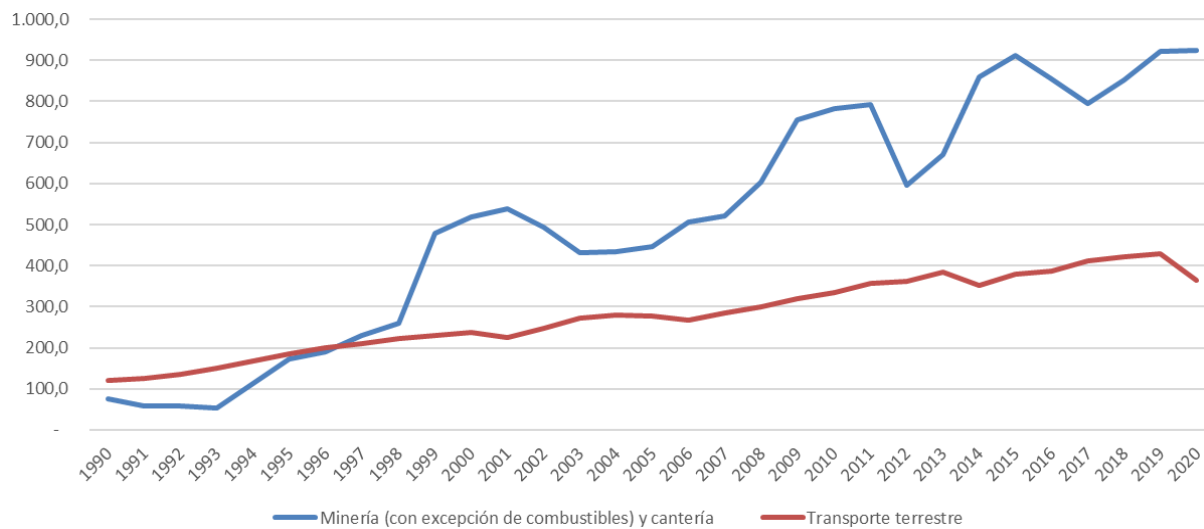


Figura 22. Comparación del comportamiento histórico de emisiones de los subsectores de Minería y cantería y Transporte terrestre serie 1990-2020.

Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios a partir de MMA (2020).

A partir de la Figura 22 se desprende que desde la década del 90 el sector minero ha estado en constante crecimiento, consolidándose como principal emisor de GEI en el año 1999. Al comparar el crecimiento, en términos de producto, de cada sector respecto a lo que han aumentado en aporte a la generación vemos que ambos sectores siguen trayectorias diferentes. Mientras el sector transporte decreció, en términos de producto, desde 2013 a 2020 cerca de 2%, sus emisiones han caído en torno a un 10%. Lo opuesto ha pasado con el sector minero que, si bien ha crecido cerca de un 10% en términos de producto, el nivel de emisiones que aporta es un 37% más alto.

7.1.1. Emisiones Sector Energía 2020

Las tendencias de las emisiones y absorciones para el periodo de tiempo 1990–2020 muestran un aumento en las emisiones de GEI a nivel regional producto de un incremento sostenido en las emisiones en la zona provenientes principalmente del sector Energía, a pesar de la absorción que aporta el sector UTCUTS. La distribución de estas emisiones se realiza considerando la ubicación de las fuentes emisoras y no considera cadenas de producción o demandas energéticas, por lo que las características geográficas de cada región tienen influencia en las emisiones asignadas.

La asignación de GEI se realiza según la fuente de emisión o sumidero de absorción, actividad relativa a la producción u otro indicador relativo. A continuación se presenta la identificación de las principales fuentes y sumideros de GEI y otros contaminantes a nivel regional.



Figura 23. Emisiones GEI del sector de energía, Tarapacá. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios a partir del MMA (2020).

En concreto los subsectores de energía que más contribuyen a las emisiones son el sector de transporte (principalmente por transporte terrestre) que aporta un 28% de las emisiones totales de la región en 2020 y el subsector de Minería y cantería que aporta un 55% de las emisiones totales de la región en 2020 (Figura 23).

7.1.2. Emisiones Sector Energía 1990 – 2020

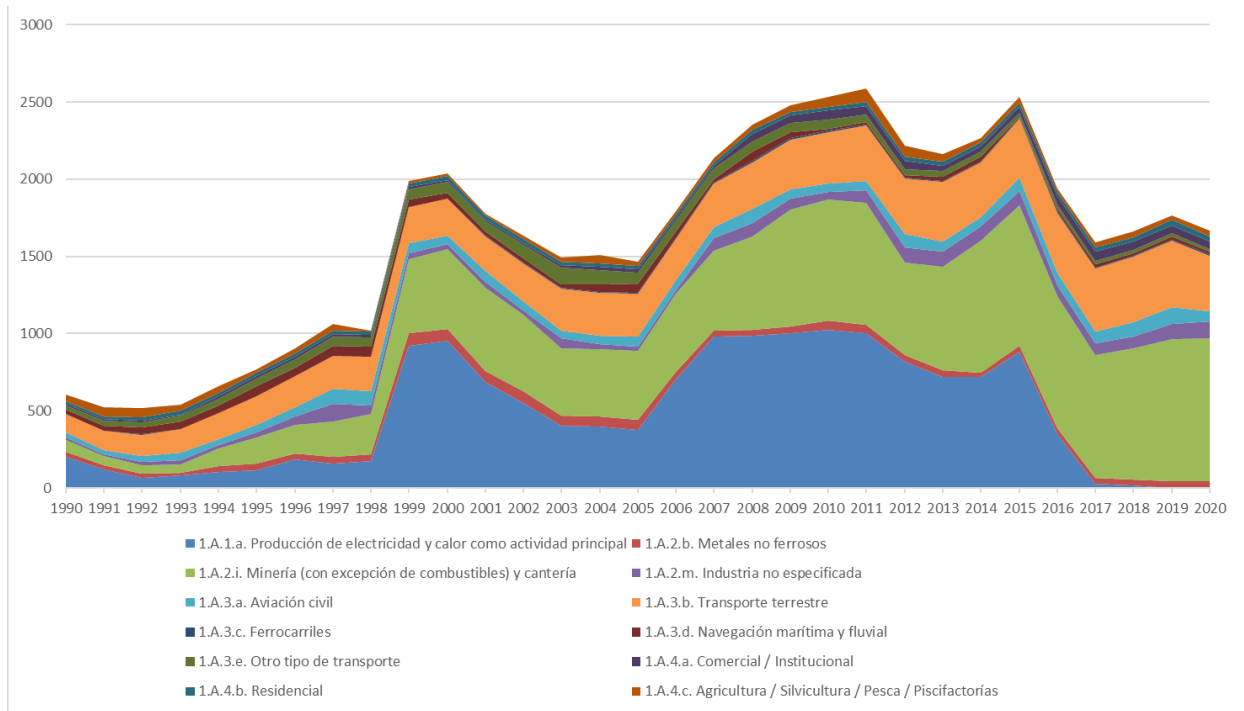


Figura 24. Emisiones de GEI para la región de Tarapacá, sector Energía, serie 1990-2020.
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a MMA (2022)

El sector energía concentra la mayor cantidad de emisiones a nivel regional con un 85% para el año 2020, donde los subsectores que más aportan son el transporte terrestre con un 24,5%, metales no ferrosos con un 33,8% para el año 2020.

La serie de datos de emisiones del sector energía para el periodo 1990-2020 (Figura 24), revela una tendencia creciente en la producción de electricidad y calor desde el año 2004 hasta el año 2015 aproximadamente, seguida de una notable disminución. Este patrón sugiere un cambio significativo en la matriz energética de la región, que se explica por los compromisos ambientales del país lo que se traduce en el cierre de centrales termoeléctricas y el incremento exponencial de la inversión en proyectos de generación de energía a través de fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC). La dramática reducción de emisiones post-2016 indica un esfuerzo exitoso hacia la transición energética, gracias a la priorización del desarrollo energético sustentable, representando un aspecto crucial dado el papel predominante de esta categoría en el perfil de emisiones de la región.

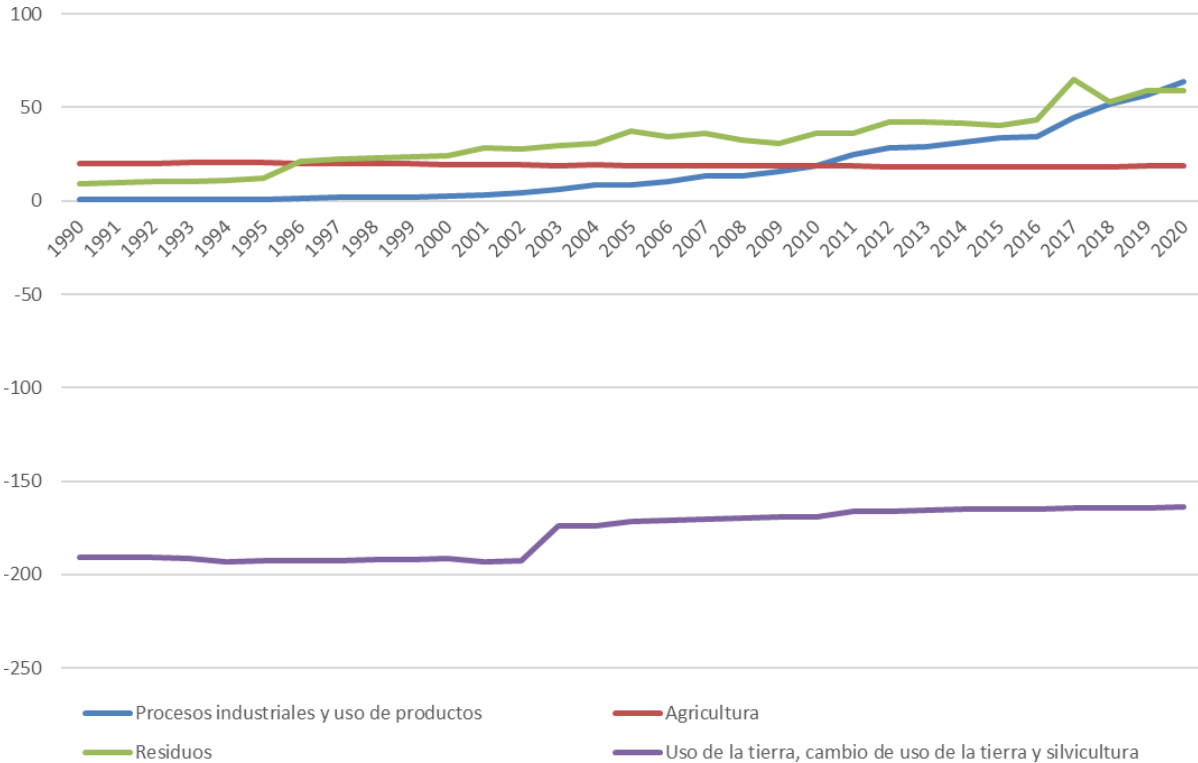


Figura 25. Emisiones de GEI totales en kt de CO₂ equivalente, región de Tarapacá período 1990-2020 exceptuando sector de Energía.

Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a MMA (2022)

Por otro lado, mientras el sector Energía aportaba 1.665 kt. de CO₂ equivalente para el año 2020, la suma de las emisiones de todos los sectores, sin contar Energía es de 141 kt. de CO₂ equivalente. Se puede observar que el sector Procesos Industriales y Uso de Productos aportó 64 kt. de CO₂ equivalente, el sector Agricultura emitió 18,7 kt. de CO₂ equivalente el sector Residuos 59,2 kt de CO₂ equivalente y finalmente el sector de Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura absorbe 164 kt. de CO₂ equivalente. El sector de Procesos Industriales y Uso de Productos ha aumentado progresivamente debido principalmente al incremento del uso de los HFC en la refrigeración y aire acondicionado.

7.1.3. Emisiones Sector Agricultura

El sector agricultura aporta un 0,96% del total de emisiones para en la región en el año 2020 y se observan 4 subsector donde predominan la fermentación con un 43,8%, donde se incluyen las emisiones de CH₄ como producto secundario de la fermentación entérica. La segunda categoría que más aporta es la de suelos agrícolas con un 40,1%, donde se incluyen emisiones directas e indirectas de N₂O generadas desde la superficie de los suelos producto de diferentes procesos microbianos. En menor proporción se puede observar el subsector de gestión de estiércol con un aporte del 12,3% y finalmente la aplicación de urea que representa tan sólo el 3,2% del total de emisiones.

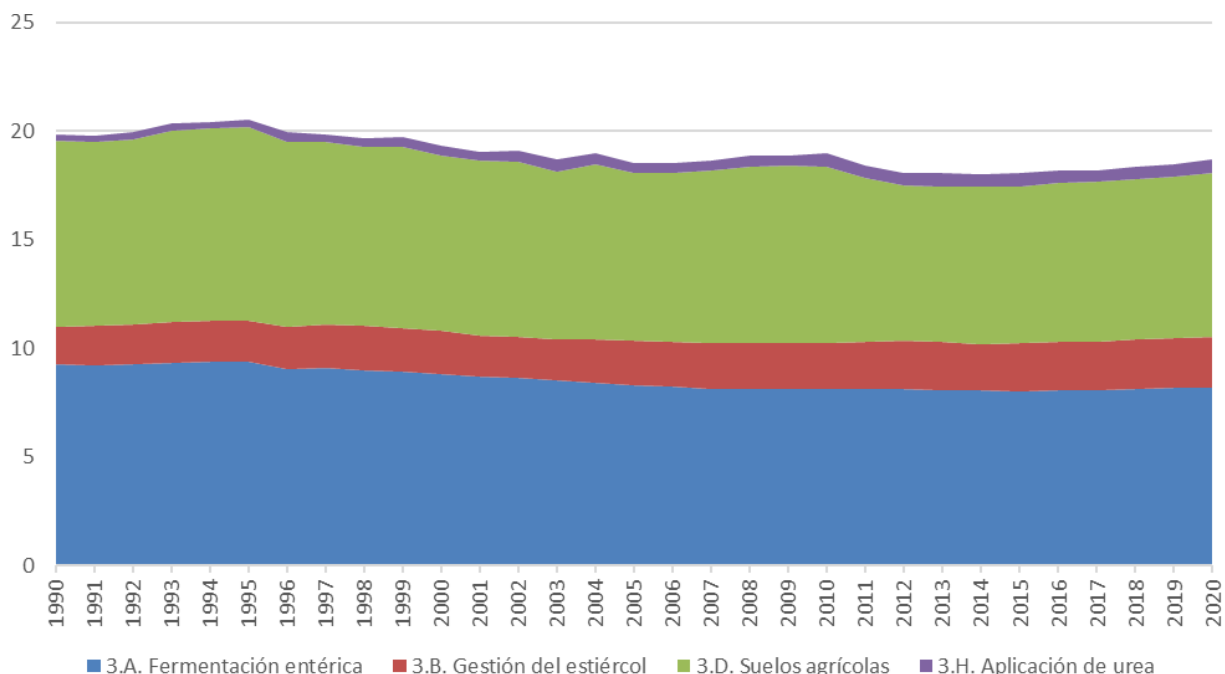


Figura 26. Emisiones de GEI para la Región de Tarapacá, sector Agricultura, serie 1990- 2020. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a SNI Chile (MMA, 2022).

El aporte del sector se ha mantenido constante a través del tiempo debido principalmente a que las prácticas utilizadas en la región no han variado significativamente. Cabe destacar que si bien los índices de GEI son menores que en otros sectores, la agricultura aporta N_2O , donde el impacto de 1 kilogramo de N_2O sobre el calentamiento de la atmósfera es casi 300 veces el de 1 kilogramo de dióxido de carbono. Por otro lado, el metano, como gas de efecto invernadero, tiene un mayor potencial de calentamiento global, pero desaparece en dos décadas mientras que el CO_2 tiene un menor potencial de calentamiento y permanece durante cientos de años en la atmósfera.

7.1.4. Emisiones Sector Residuos

El sector residuos aporta el 3,2% del total de emisiones para región del año 2020, donde el subsector que más aporta es la disposición de residuos sólidos con un 74% del total del sector, seguido del subsector de tratamiento y descarga de aguas residuales alcanzando que alcanza un 25% del total de emisiones del sector residuos.

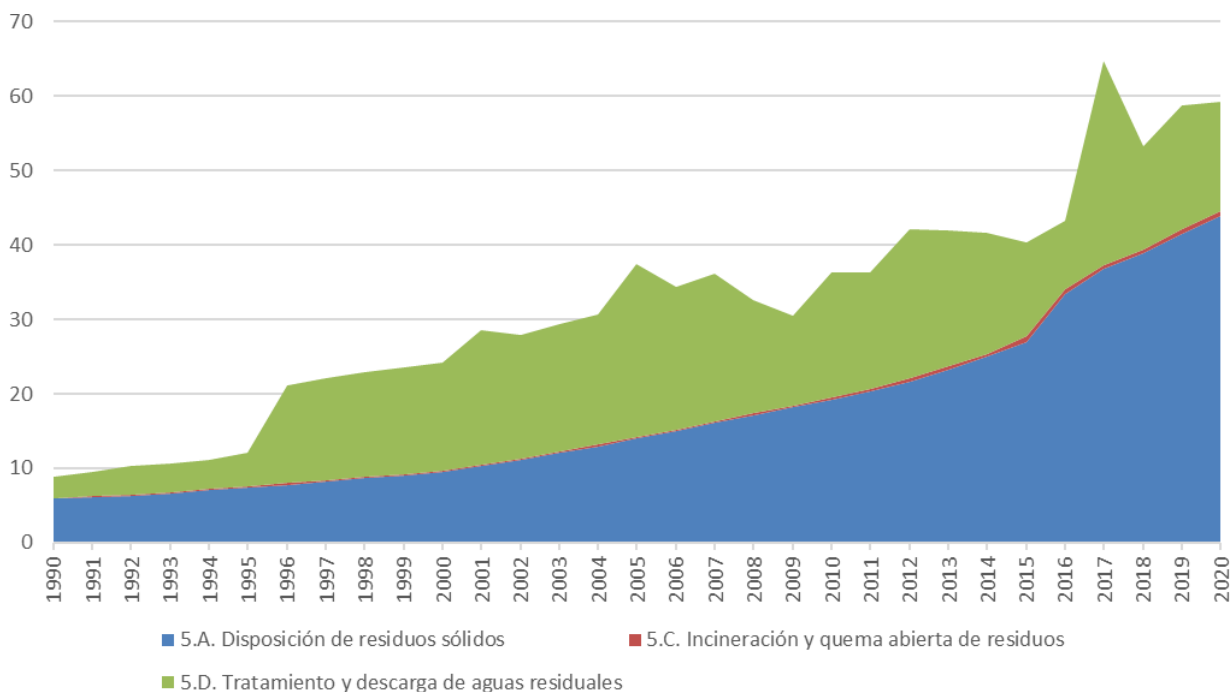


Figura 27. Emisiones de GEI para la Región de Tarapacá, sector Residuos, serie 1990- 2020.
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a SNI Chile (MMA, 2022)

El aporte del sector de residuos sólidos ha ido en incremento desde 1990 debido al aumento de la población, la rápida urbanización, el crecimiento económico, entre otros aspectos. Desde 1990 hasta el año 2020 aumentó un 565%. El subsector de disposición de residuos sólidos aumentó 644% desde el primer año del inventario hasta el 2020.

7.1.5. Emisiones Sector IPPU

Para el sector de Procesos industriales y uso de productos (IPPU) aporta un 2,6% del total de emisiones en la región para el año 2020, donde el mayor aporte viene dado por el subsector de Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono con un 94,8% del total de emisiones del sector, seguido por la categoría de Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes que aporta un 3,1% del total de emisiones del sector, y finalmente en menor proporción tenemos a Manufactura y utilización de otros productos que aporta un 1,2% del total de emisiones.

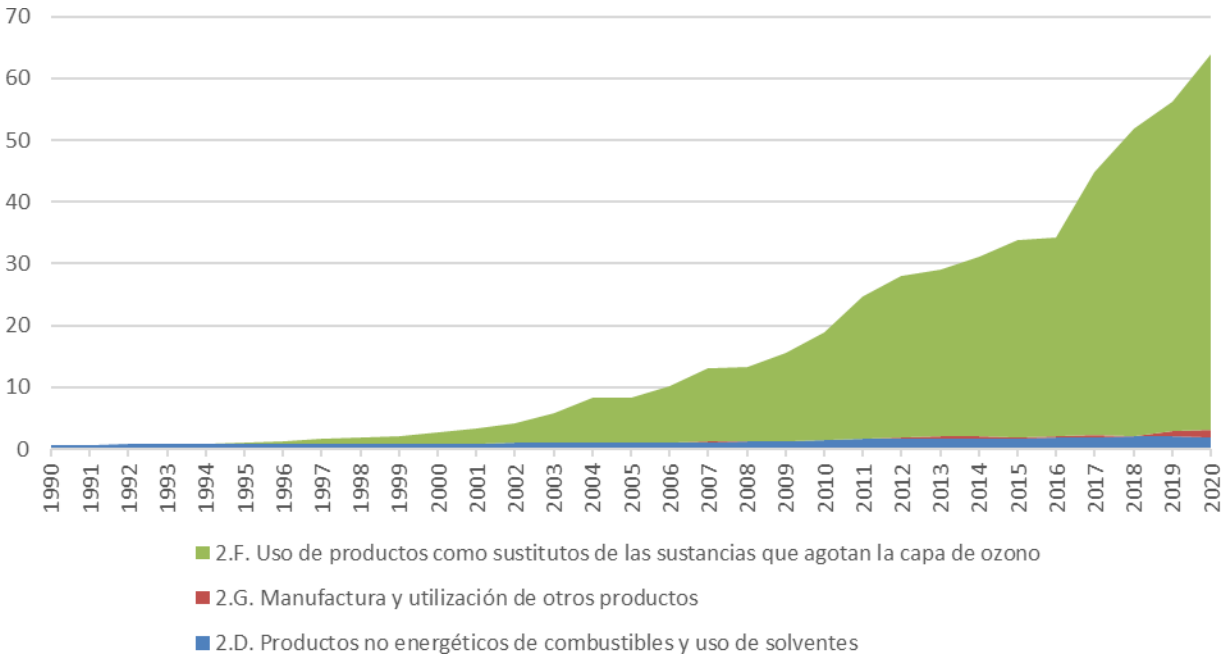


Figura 28. Emisiones de GEI para la Región de Tarapacá, sector IPPU, serie 1990-2020.
Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a SNI Chile (MMA, 2022).

Dentro del subsector que más ha incrementado su aporte en GEI (Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono) tenemos que el 89% de las emisiones corresponde a la actividad de Refrigeración y aire acondicionado, todo esto debido a que gran parte de los equipos de refrigeración actuales utilizan refrigerantes hidroclorofluorocarbonos (HCFC), que son potentes gases de efecto invernadero que debilitan la Capa de Ozono. El Potencial de Calentamiento Atmosférico de la mayoría de los HCFC y los HFC supera en miles de veces el del CO₂ equivalente, por eso aunque su proporción sea menor el impacto es significativo.

7.1.6. Emisiones Sector UTCUTS

El sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) registró una absorción neta de -164 kt. de CO₂ equivalente en 2020, lo que representa aproximadamente el 0,3 % de las emisiones del sector a nivel nacional y el 8,38% del total de emisiones a nivel regional. Este sector mantuvo una estabilidad relativa a lo largo de la serie de datos analizados.

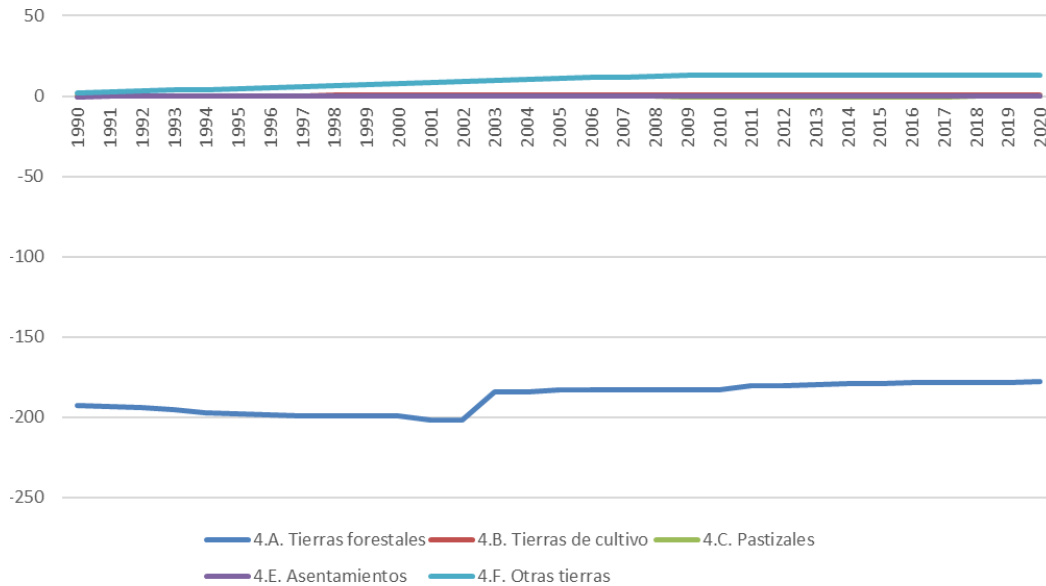


Figura 29. Emisiones de GEI para la Región de Tarapacá, sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS), serie 1990-2020. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, en base a SNI Chile (MMA, 2022).

El subsector que más aporta como sumidero de carbono es Tierras forestales registran una absorción neta de - 178 kt de CO₂ equivalente en 2020, mientras que el subsector de otras tierras aporta con una emisión de 13,2 kt de CO₂ equivalente.

7.2. Emisiones y absorciones por GEI

La información disponible en el inventario regional contiene datos sobre el CO₂, CH₄, N₂O y otros GEI. Como se aprecia en la Figura 30 el dióxido de carbono (CO₂) representa la mayor proporción de GEI, donde para el año 2020 representaba el 93,9% del total de emisiones, provenientes del sector energía, seguido por el metano (CH₄) que representa el 4,6% que proviene principalmente del sector de residuos y agricultura, el óxido nitroso (N₂O) con un 1,5% originario de los sectores de agricultura y energía y otros GEI integrado para el caso de esta región por el aporte de Hexafluoruro de azufre (SF₆) proveniente del sector IPPU que equivalen al 0,006% del total de emisiones.

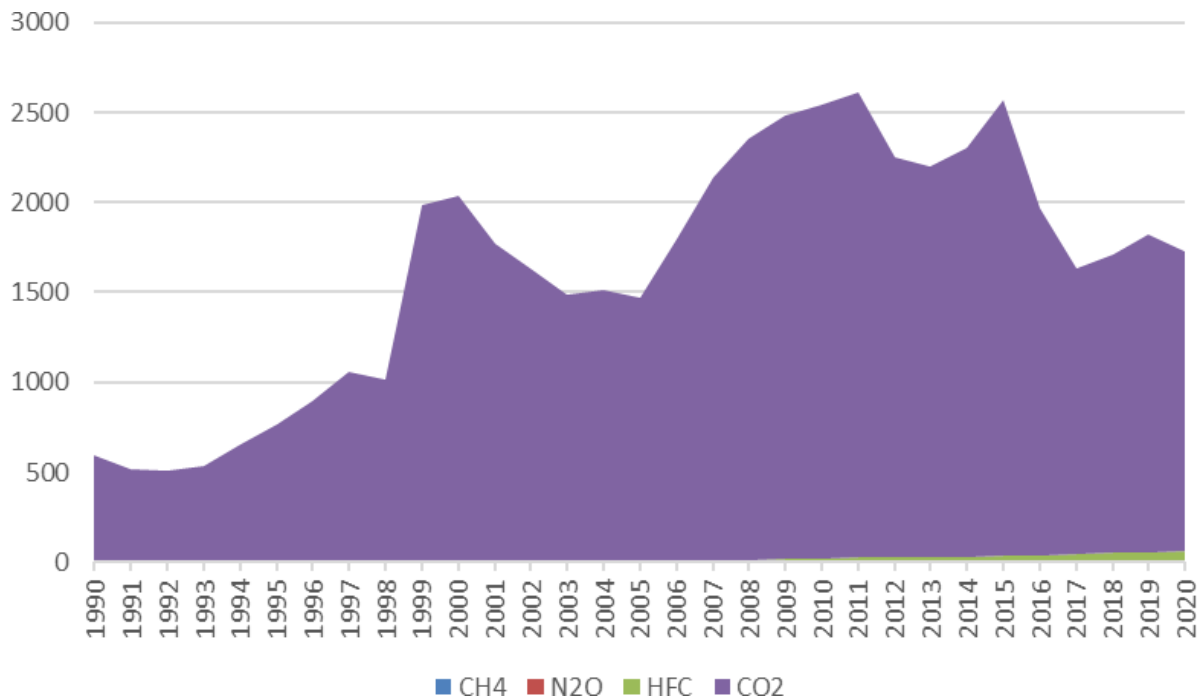


Figura 30. Emisiones de GEI por contaminante para la Región de Tarapacá, serie 1990-2020. Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, adaptado de SNI Chile (MMA, 2022)

7.3. Forzantes de vida corta

Los forzantes de vida corta son componentes atmosféricos o factores ambientales que, a pesar de tener una presencia temporal relativamente breve en la atmósfera terrestre, ejercen una influencia significativa en el clima global. A diferencia de los gases de efecto invernadero de larga duración como el dióxido de carbono, estos forzantes actúan durante períodos más cortos, pero pueden alterar de manera notable tanto la temperatura como la composición química de la atmósfera. Su estudio y comprensión son esenciales para desarrollar estrategias efectivas de mitigación del cambio climático, ya que ofrecen oportunidades para lograr impactos climáticos rápidos y potencialmente reversibles.

7.3.1. Carbono Negro

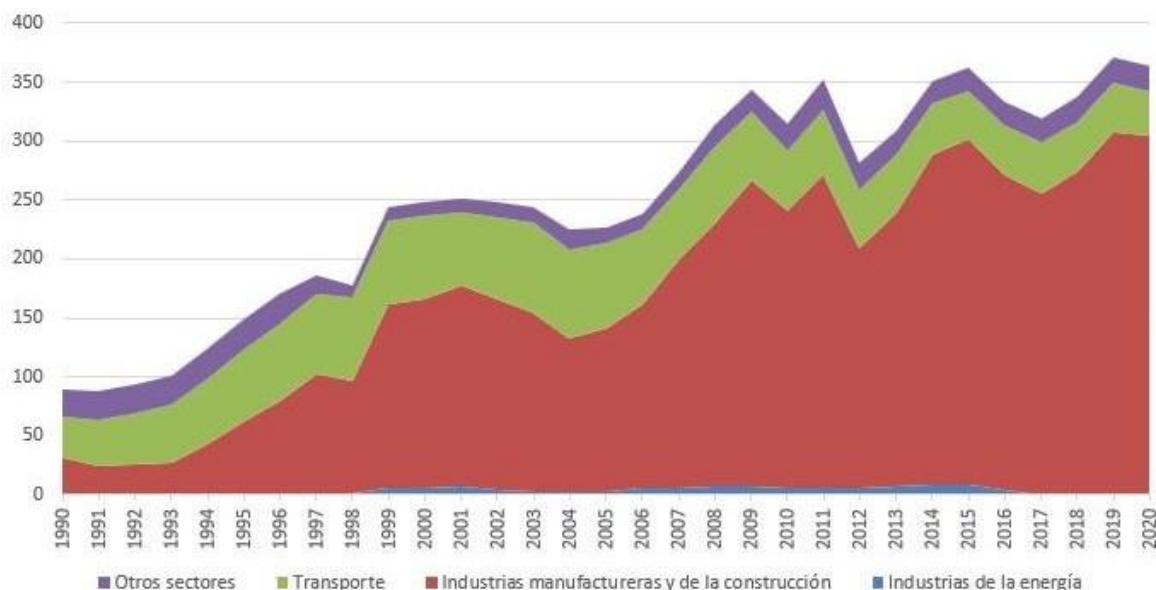


Figura 31. Emisiones de carbono negro en la Región Tarapacá de 1990 a 2020, correspondientes al sector Energía. Fuente: Adaptado del inventario regional de carbono negro (MMA, 2022).

A nivel nacional en el año 2020 las emisiones de CN alcanzaron las 19,8 kt., lo que representó un aumento del 49% respecto de 1990 y un incremento de 6% respecto del 2018 de las emisiones ocasionadas producto de la quema de combustibles fósiles y biocombustibles.

A nivel regional el año 2020 se emitieron un total de 365,564 ton. de CN proveniente un 99,3% del sector energía, específicamente de los subsectores Industrias manufactureras y de la construcción con un 84% del total de emisiones, Transporte con un 10,2% y otros sectores 5,8%. Por otro lado y en menor proporción tenemos el sector de residuos aporta un 0,63%, mientras que un 0,02% de emisiones del CN regional para el año 2020 proviene del sector agricultura.

7.4. Proyecciones emisiones GEI

Con el propósito de llevar a cabo una simulación que proyecte las emisiones de la región de Tarapacá, se emplearon los datos de origen correspondientes al período de 1990 a 2020. Estos datos fueron utilizados para construir una serie temporal, permitiendo así la creación de una proyección para el año 2035, en línea con el límite inferior del escenario RCP 8.5 considerado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Cabe destacar que, si bien para el año 2020 las emisiones de CO₂ disminuyeron en general en el país producto de los efectos de la Pandemia sobre la actividad económica, la Región de Tarapacá no experimentó una caída de la misma magnitud. En efecto, en la región de Tarapacá las emisiones disminuyeron sólo un 4%, mientras que, en otras regiones, por

ejemplo, la Metropolitana, la disminución de emisiones fue hasta de 20%. Lo anterior se explicó pues los dos sectores (minería y transporte) que más contribuyen a la región en materia de emisiones no se vieron particularmente afectados por la Pandemia y, por lo tanto, los niveles generales de emisiones de la región no cayeron a la par de los niveles nacionales (MMA, 2023).

Para este ejercicio de proyección, se buscó encontrar un modelo de pronóstico que lograra el mejor ajuste, evaluado a través del valor de R^2 , respecto a las estimaciones oficiales disponibles. Siguiendo este enfoque, se optó por emplear un modelo de proyección polinómico que incorpora una tendencia. Esto se aplicó tanto para el balance general de emisiones como para las emisiones desagregadas por sector y tipo de gas. En el caso específico de las emisiones de gases fluorados, también por su mejor ajuste, se optó por utilizar un enfoque lineal en el modelo de proyección.

Es importante resaltar que el modelo de proyección implementado sigue exclusivamente la tendencia natural reflejada en las estimaciones oficiales históricas disponibles. Sin embargo, este enfoque es plenamente susceptible a influencias externas que puedan alterar la tendencia actual de las emisiones. Esto podría generar desviaciones en las proyecciones futuras, dada la exposición del modelo a factores externos que para este ejercicio particular no está considerando. Para este caso particular se tuvo la precaución de corregir de todas maneras las proyecciones considerando las emisiones que no se debieran esperar a futuro a consecuencia de los cierres de centrales a carbón de la región.

Respecto a los resultados del ejercicio de simulación realizado, lo primero es destacar cómo se visualiza una leve tendencia a la baja del balance de emisiones, provocado casi exclusivamente por la disminución del CO_2 que se le atribuye al sector energía (figura 32). Siguiendo esta tendencia, se prevé que el balance de emisiones de la región se mantenga por encima de las 1.000 kt de CO_2 eq. para el año 2035 (figura 32). La disminución en este balance y en general de las proyecciones realizadas se deben a los esfuerzos de descarbonización [1] de los últimos años, pero también a que el año 2017 se materializó en el sector energía la interconexión sincrónica de los sistemas eléctricos del norte grande y central (SING y SIC, respectivamente), ambos sucesos que derivan en niveles de emisiones más bajos durante el período 2016 – 2020 y que, por tanto, fuerzan a la proyección a tener una tendencia a la baja.

Cabe señalar, por último, que esta disminución no se atribuye a un aumento en la capacidad de absorción de emisiones (sector UTCUTS) en la región, se destaca que únicamente las emisiones de gases fluorados muestran una proyección ascendente hacia el año 2035, alcanzando de todas formas niveles bajos en torno a las 78 kt de CO_2 equivalente (figura 32).

En síntesis, del análisis de Gases de Efecto Invernadero realizado se puede extraer las siguientes conclusiones: i) Es evidente que la región de Tarapacá no se encuentra en una situación crítica en términos de emisiones, tanto en su estado actual como en su proyección futura en comparación con regiones similares. No obstante, la región enfrenta el desafío de dirigir los esfuerzos de mitigación hacia la transformación de su matriz eléctrica. Esto implica seguir la trayectoria de descarbonización de la matriz y

aumentar la capacidad de energías renovables no convencionales en reemplazo de las fuentes convencionales. Además, se requiere fomentar y facilitar la adopción de tecnologías limpias para el consumo de electricidad en hogares, lo que implica impulsar la instalación de paneles solares en comunas como Iquique y Alto Hospicio. Asimismo, es necesario llevar a cabo una transición gradual desde el uso de combustibles diésel a bencina y de gas licuado de petróleo (GLP) a gas natural (GN).

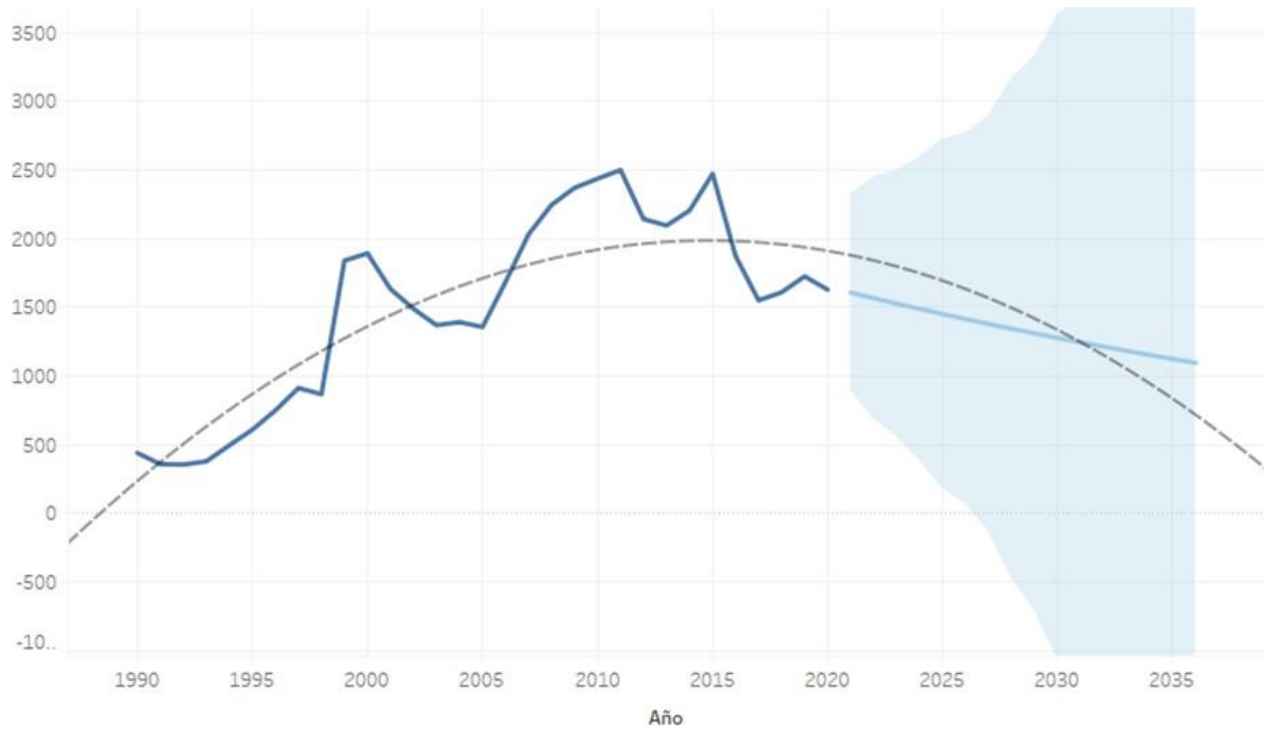


Figura 32. Proyección de Balance de Emisiones GEI totales 2035 (kt CO2 Eq.). Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, con base en series temporales IRGEI, MMA.

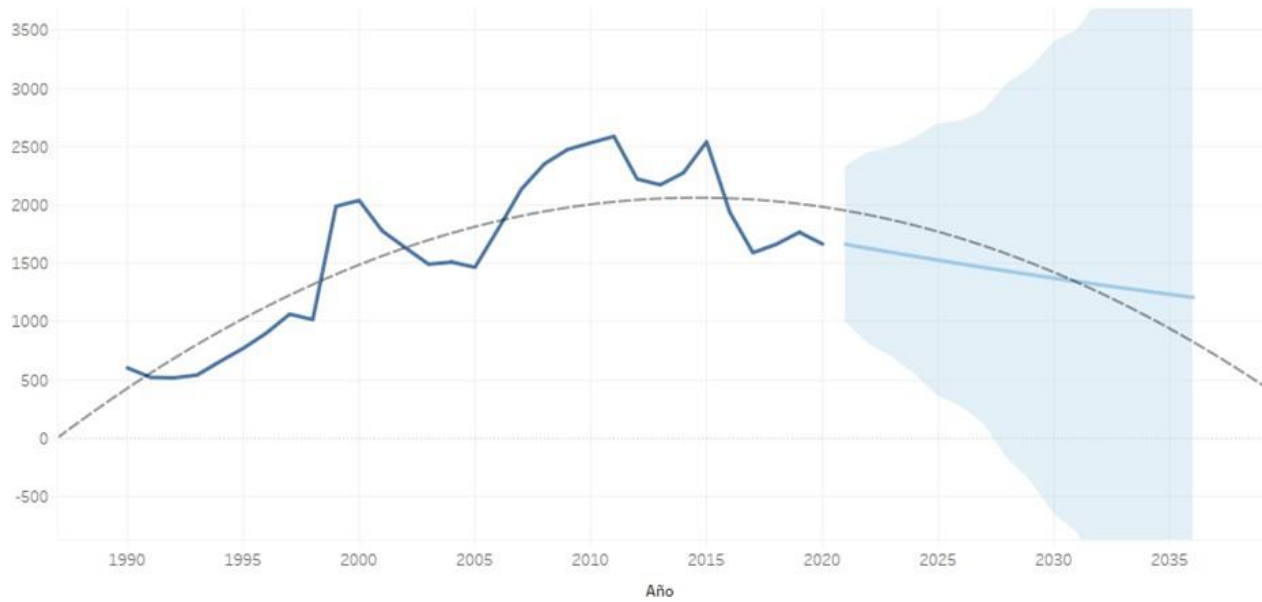


Figura 33. Proyección de Emisiones GEI totales del Sector Energía 2035 (kt CO2 Eq.). Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, con base en series temporales IRGEI, MMA.

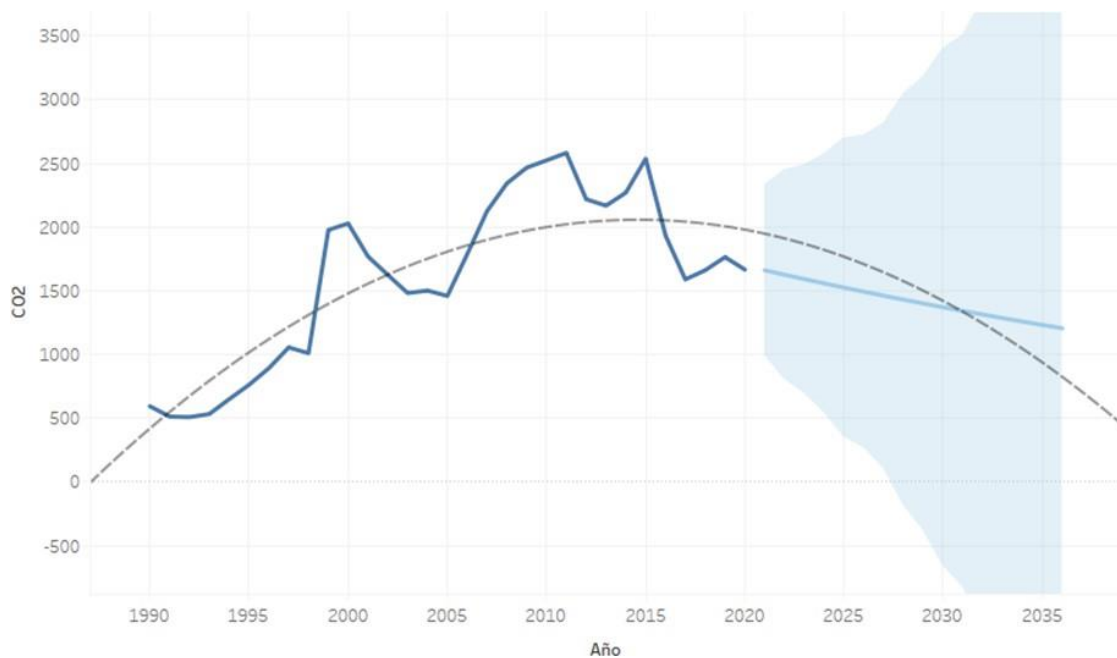


Figura 34. Proyección de Emisiones CO2 2035 (kt CO2 Eq.). Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, con base en series temporales IRGEI, MMA.

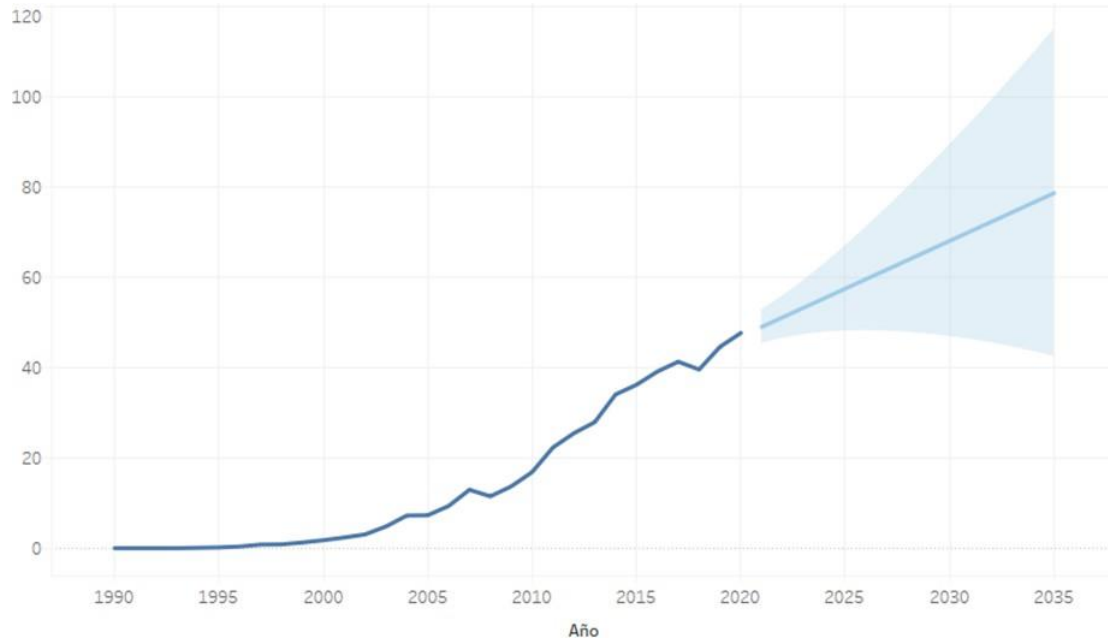


Figura 35. Proyección de Emisiones Gases Fluorados 2035 (kt CO2 Eq.). Fuente: Elaboración Clio Consulting, Águila Puquios, con base en series temporales IRGEI, MMA.

8. Plan de Acción de Cambio Climático en Tarapacá: Metas Regionales

El presente y siguientes capítulos, sintetizan el proceso y conclusiones principales para la planificación de acción para el cambio climático en la región de Tarapacá, delineando lineamientos que se despliegan a través de siete sectores expuestos: Silvoagropecuario, Infraestructura (urbana y portuaria), Biodiversidad, Minería y Energía, Pesca y acuicultura, Salud y Bienestar Humano y Turismo. Este capítulo en específico sintetiza la identificación y definición de objetivos, metas regionales sectoriales e indicadores de desempeño para cada meta sectorial, generados luego del análisis de instrumentos de gestión del cambio climático, planes sectoriales, estrategias comunales, y un proceso participativo de priorización de metas.

Las metas propuestas se han proyectado para ser ejecutadas en el periodo 2025-2035, y buscan hacerse cargo de las prioridades regionales mientras se alinean y contribuyen a las metas ya establecidas a nivel sectorial. Por lo tanto, estas metas han sido concebidas no sólo como un fin en sí mismas, sino como componentes de una estrategia más amplia que busca que Chile alcance sus compromisos sectoriales y la meta nacional de carbono neutralidad al 2050.

8.1. Priorización de metas a nivel regional

Niveles de Planificación: De la Visión Nacional a la Acción Regional

En el proceso de planificación de acciones para el cambio climático, es fundamental visualizar las diferencias entre los distintos niveles de trabajo en la definición de metas y medidas. Estos niveles varían desde objetivos nacionales amplios hasta metas específicas por medida, cada uno con su propio alcance y especificidad. A continuación, se presenta una descripción breve de estos niveles, que permitirá dar un mejor contexto y facilitar el entendimiento del proceso de priorización llevado a cabo.

Meta Nacional: La meta nacional, como la carbono neutralidad al 2050, establece un objetivo amplio y ambicioso que guía las políticas y estrategias de todo el país. Esta meta es integral y abarca todos los sectores económicos y regiones. Su propósito es alinear las acciones a nivel país hacia un objetivo común de mitigación del cambio climático, sirviendo como un marco de referencia para la formulación de políticas sectoriales y regionales.

Meta Sectorial Nacional: Las metas sectoriales, como por ejemplo, la reducción de un 40% de emisiones directas de GEI provenientes del uso de combustibles en el sector transporte para el 2050 (ECLP, 2021), especifican objetivos para segmentos particulares de la economía. Estas metas son cruciales para desglosar el objetivo nacional en

componentes más manejables, permitiendo que cada sector identifique y aplique las estrategias más efectivas para contribuir al objetivo nacional. Las metas sectoriales pueden variar según las características y capacidades específicas de cada sector.

Meta Sectorial Regional: Las metas regionales adaptan los objetivos nacionales y sectoriales al contexto local. En el caso de Tarapacá, la meta regional podría coincidir con la meta sectorial nacional, como la reducción del 40% de emisiones de GEI por combustibles en el sector transporte para el 2050. Sin embargo, las regiones pueden establecer metas más ambiciosas o específicas según sus propias circunstancias, recursos, prioridades y necesidades. Esto permite una respuesta más adaptada y eficiente a las condiciones locales en la lucha contra el cambio climático.

Medida Sectorial Regional: Las medidas sectoriales regionales, son directrices concretas y acciones específicas diseñadas para alcanzar las metas sectoriales y regionales. Por ejemplo, si tomamos como meta la reducción de emisiones por uso de combustibles, una medida necesaria a nivel regional podría ser reemplazar la flota de buses por vehículos eléctricos en la región. Estas medidas, como acciones a implementar a nivel local, consideran las particularidades y oportunidades de la región. Son el puente entre la planificación estratégica y la acción práctica.

Acciones Concretas Asociadas a la Medida: Dentro de la medida sectorial regional, se implementan acciones concretas con planificaciones o resultados específicos. Por ejemplo, en el caso de la medida "reemplazo de la flota de buses", estas acciones podrían incluir la instalación de infraestructura de carga, programas de capacitación para mecánicos y conductores en tecnología de vehículos eléctricos, y políticas de incentivos para la adquisición de estos vehículos.

Meta de la Medida: Las metas por medida, proporcionan los objetivos cuantificables y temporales para cada acción específica. Continuando con el ejemplo del reemplazo de flota de buses, esa medida podría establecer como meta reemplazar el 50% de los buses por vehículos eléctricos al año 2035. Las metas de las medidas son esenciales para monitorear el progreso, ajustar estrategias y asegurar que cada medida contribuya efectivamente a las metas sectoriales, regionales y nacionales.

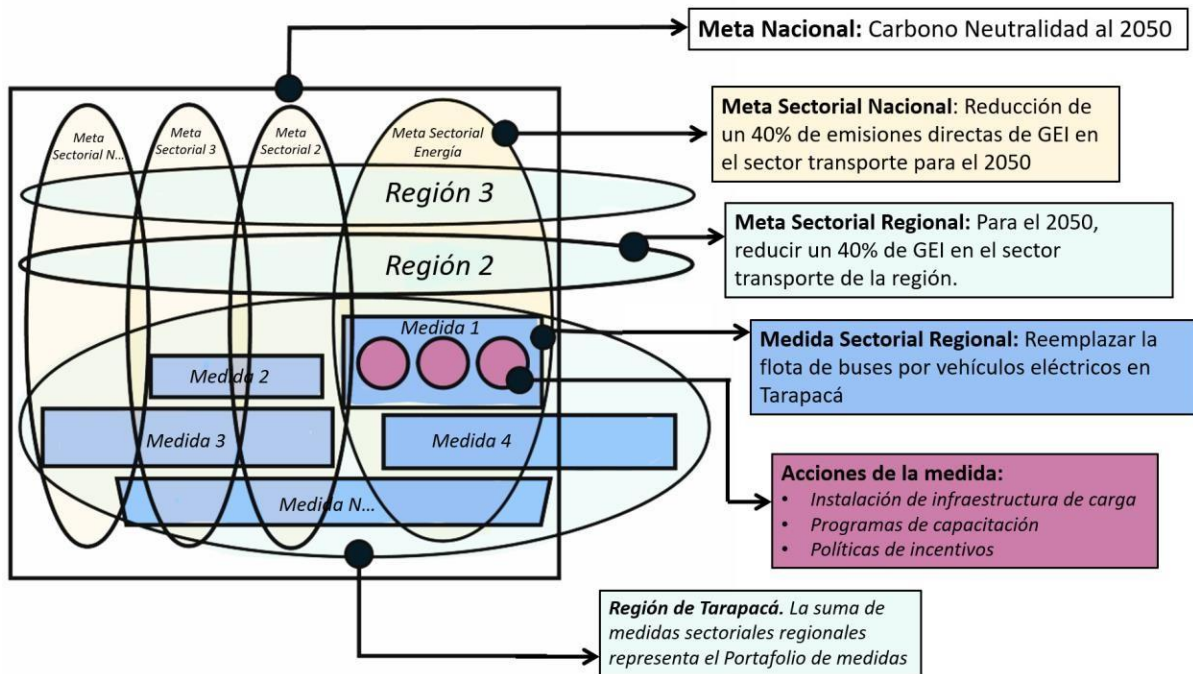


Figura 36. Niveles de Planificación: De la Visión Nacional a la Acción Regional en Estrategias contra el Cambio Climático. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

La Figura 36 presenta un esquema que resume los niveles de planificación para el cambio climático, desde la visión nacional hasta la acción regional. Este esquema se compone de varias capas que representan los distintos niveles de objetivos y medidas. En la parte superior, la Meta Nacional destaca la ambición de alcanzar la carbono neutralidad al 2050, estableciendo un marco que abarca todas las metas y acciones establecidas por el país. La meta nacional se encuentra compuesta por Metas Sectoriales Nacionales, que apuntan en concreto a reducir en un 40% las emisiones de GEI en el sector transporte para el año 2050. Las metas Nacionales abarcan Metas Sectoriales Regionales y Medidas Sectoriales Regionales se alinean con la Meta Nacional pero enfocándose en una región específica, donde la meta regional es reemplazar la flota de buses por vehículos eléctricos y las Acciones de la Medida detallan pasos específicos como la instalación de infraestructura de carga, programas de capacitación, y políticas de incentivos para facilitar la transición a vehículos eléctricos. Cabe señalar que la suma de medidas sectoriales regionales constituye el portafolio de medidas, ilustrando así la importancia de las acciones locales en el contexto de los objetivos nacionales.

Este enfoque detallado y multinivel permite una acción coordinada y efectiva en todos los niveles, desde el nacional hasta el específico de la medida, lo cual es crucial para abordar de manera efectiva el desafío del cambio climático.

Proceso de Priorización y Selección de Metas

Con el objetivo de garantizar la coherencia entre los diversos niveles de planificación y asegurar que las metas y medidas se enfoquen de manera conjunta en las necesidades regionales y los compromisos de otros niveles, nuestro proceso de priorización se ha establecido como una estructura multietápica de filtrado.

Iniciamos el proceso mediante una revisión exhaustiva de diversos instrumentos de gestión del cambio climático, estrategias regionales y comunales (detalles en la Tabla 1, Capítulo 4), con el propósito de identificar los objetivos y compromisos climáticos adquiridos a distintos niveles, y en distintos instrumentos de política. El insumo central para la propuesta inicial de metas provino de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). A partir de estas metas nacionales, se llevó a cabo un proceso de evaluación y selección, enfocándose en aquellas más pertinentes y factibles de ser accionables desde el nivel regional. Este proceso implicó una adaptación de las metas nacionales al contexto regional, acompañada de la definición de indicadores específicos para cada meta. La evaluación de la pertinencia y la priorización territorial se basó en los objetivos contenidos en los planes sectoriales, así como en los instrumentos regionales y comunales. Además, se incorporaron metas provenientes de los procesos participativos de los talleres 1 y 2. Esta primera etapa culminó con un portafolio inicial de 84 metas y sus respectivos indicadores. El portafolio inicial de metas completo está disponible en el anexo 2.

Para mejorar la bajada a nivel regional de estas metas, desarrollamos un proceso participativo de priorización, por medio de una encuesta remitida a representantes regionales de distintos sectores productivos, tanto de organismos públicos como privados. La encuesta contó con la participación de 39 representantes. Los participantes analizaron cada meta propuesta en su sector, y mediante una matriz, se les solicitó clasificarlas según la prioridad para la región (Alta, Media y Baja) como el tipo de liderazgo necesario para su consecución (Regional, Compartido o Nacional) (Figura 37).

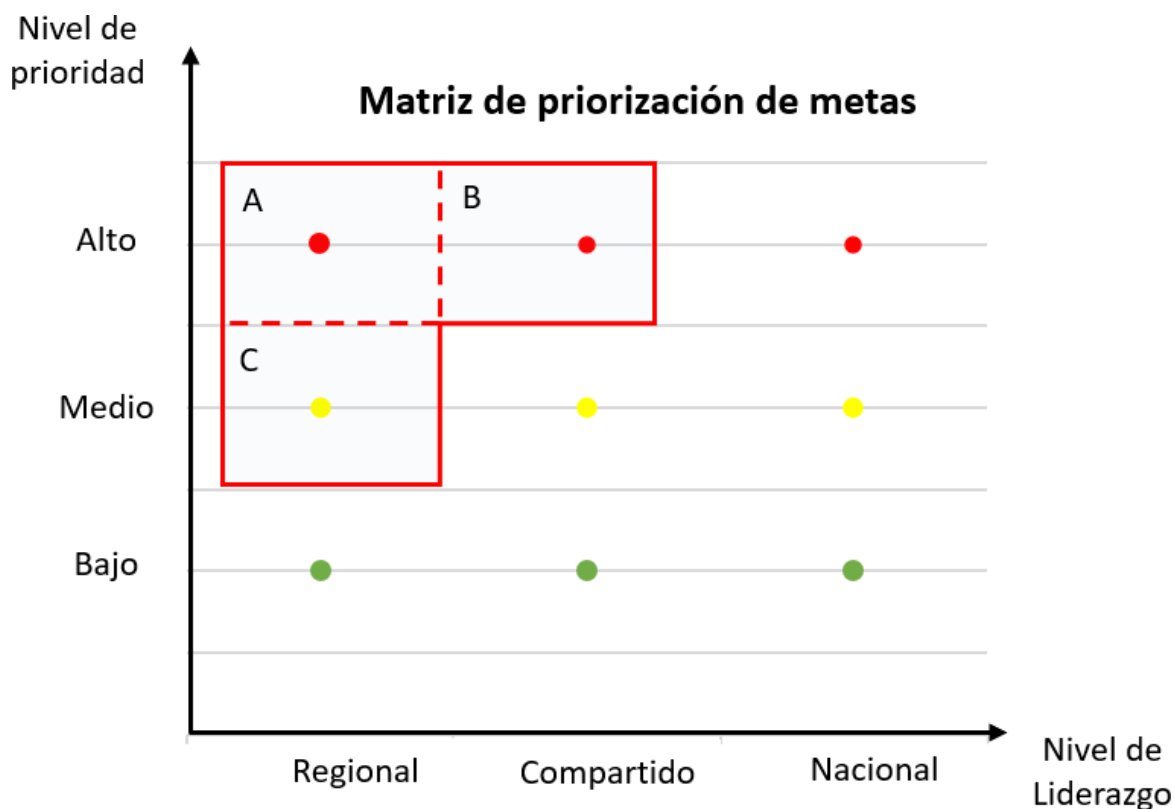


Figura 37. Matriz de priorización de metas. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

Con base en los resultados de la encuesta (ver Anexo 3), priorizamos todas las metas que en promedio, fueron clasificadas en los cuadrantes A, B o C de la figura, a saber; A) Alto nivel de prioridad regional, que requiere de liderazgo regional; B) Alto nivel de prioridad regional, que requiere de liderazgo compartido entre en nivel regional y el nivel nacional; C) Medio nivel de prioridad regional, que requiere liderazgo regional.

La encuesta incluyó también una sección para sugerir cambios o agregar nuevas metas, las cuales fueron incorporadas en el proceso de priorización. Finalmente, se realizó un proceso de armonización entre las metas prioritarias, mejorando su redacción para diferenciarlas de los otros niveles de planificación (ej. Medidas), pero manteniendo sus lineamientos y directrices centrales. Este proceso generó nuestro portafolio final de metas, que contempla 5 metas regionales de mitigación y 22 metas regionales de adaptación sectorial.

8.2. Metas Regionales de Mitigación (MRM)

Reconociendo que la distribución geográfica de las actividades emisoras y sumideros de GEI no es uniforme a nivel nacional, y que la carbono neutralidad regional puede no ser una meta adecuada para la mayoría de las regiones, las metas específicas propuestas para Tarapacá apuntan a reducciones absolutas y relativas, así como el fortalecimiento de la capacidad de adaptación de los distintos sectores.

A continuación se detallan las cinco Metas de Mitigación Regional (MMR), diseñadas para abordar aspectos críticos de la sostenibilidad en Tarapacá. Estas metas incluyen la electrificación integral de comunidades, el aumento significativo en la generación de energía renovable, la optimización del uso del agua en la minería, la reducción de emisiones en la gran minería, la transición hacia vehículos eléctricos en diversos sectores, y la gestión y mitigación eficiente de relaves mineros. Cada MMR ha sido estructurada con un conjunto de acciones necesarias, indicadores de progreso y mecanismos de seguimiento.

MRM 1: Garantizar el acceso universal y continuo a la electricidad en Tarapacá para 2030, enfocándose en la electrificación completa de zonas rurales y comunidades aislada

- **Alcance:** Sector salud y bienestar humano. Implica indirectamente reducción de dependencia de combustibles fósiles, disminuyendo CO₂ y otros GEI (no cuantificable)
- **Origen de la Meta y relación con otros IGCC:** Objetivo 4 sector energía de la ECLP: *“Lograr el acceso equitativo a servicios energéticos de calidad que permitan satisfacer las necesidades energéticas de las personas y contribuir al desarrollo humano”*, Meta 4.1.: *Al 2030, 100% de los hogares con acceso a electricidad de forma permanente respecto al total de hogares existentes.*
- **Supuesto:** Todas las comunidades y hogares en Tarapacá tienen acceso a la red eléctrica o a soluciones de energía renovable independientes.
- **Acciones necesarias:** Mapeo de zonas sin acceso eléctrico, análisis de viabilidad de conexión a la red vs. soluciones independientes de ERNC, y seguimiento de la tasa de electrificación.
- **Indicador:** Tasa de electrificación.
- **Mecanismo de Seguimiento:** a) Reportes anuales de electrificación rural y comunitaria. b) Auditorías periódicas de proyectos de electrificación.

MRM 2: Incrementar la proporción de la flota de vehículos particulares eléctricos a 20% y alcanzar el 50% en el transporte público de Tarapacá para 2035.

- **Alcance:** Sector Transporte. Considera reducción de CO₂, principalmente, además de otros contaminantes asociados a vehículos de combustión interna. Para la región, esto implicaría una reducción aproximada de 25 kt CO₂ eq. en el caso de los vehículos particulares, y 92,5 kt CO₂ eq. en el caso del transporte público.
- **Origen de la Meta y relación con otros IGCC:** Estrategia Nacional de Electromovilidad (2021) y ECLP. Meta: 60% de la flota de vehículos particulares eléctricos al 2050 y 100% de transporte público eléctrico al 2040.
- **Supuesto:** La infraestructura de carga para vehículos eléctricos es suficiente y las políticas de incentivo son efectivas.
- **Acciones necesarias:** Análisis del parque vehicular actual, planificación de infraestructura de carga y políticas de incentivos.
- **Indicador:** Porcentaje de reducción de emisiones de CO₂eq respecto al año 2020
- **Mecanismo de Seguimiento:** a) Monitoreo bianual de las emisiones de gases de efecto invernadero de la minería, basado en IRGEI. b) Auditorías regulares de las prácticas de eficiencia energética.

MRM 3: Reducir el uso de agua continental en la minería de Tarapacá a no más del 8% para 2035, fomentando el uso de tecnologías alternativas como la desalinización.

- **Alcance:** Sector Minería. Aunque no genera una reducción directa de GEI, la reducción del uso de agua puede disminuir la huella de carbono de las operaciones mineras (No cuantificable).
- **Origen de la Meta y relación con otros IGCC:** Objetivo 2 para el sector minería de la ECLP: *“Minimizar los efectos ambientales armonizando el desarrollo de la actividad minera con el medio ambiente, impulsando proyectos para reducir el uso de agua dulce fresca en las operaciones mineras y soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse al cambio climático”*. Meta Nacional 2.4 y 2.6 (Disminución del uso de agua continental en la industria minera): Meta 2.4: *Disminuir el porcentaje de agua continental para la industria minera, donde no supere el 10% al 2030 de las aguas totales utilizadas, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano.* Meta 2.6: *Disminuye el porcentaje de agua continental para la industria minera, donde no supere el 5% al 2050 de las aguas totales utilizadas, promoviendo otras fuentes que no compitan con el consumo humano.*

- **Supuesto:** Las tecnologías de ahorro de agua y desalinización son viables y adoptables en la minería.
- **Acciones necesarias:** Análisis del consumo actual de agua en la minería, identificación de tecnologías aplicables y planificación de su implementación.
- **Indicador:** Porcentaje de agua continental utilizada en la minería de Tarapacá respecto al total de agua utilizada en el sector.
- **Mecanismo de Seguimiento:** a) Reportes anuales del consumo de agua en la minería. b) Evaluaciones periódicas de la implementación de tecnologías de ahorro de agua.

MRM 4: Disminuir las emisiones de CO₂ eq. de la gran minería en Tarapacá en un 50% para 2035, en comparación al año 2020, a través de estrategias de eficiencia energética y transición a energías limpias.

- **Alcance:** Sector Minería. Considera reducción de CO₂, metano (CH₄) y óxidos de nitrógeno (NO_x). Para la región, esto significaría una reducción aproximada de 461,5 kt CO₂ equivalente.
- **Origen de la Meta y relación con otros IGCC:** Objetivo 4 para el sector minería de la ECLP: *"Estar a la vanguardia en la mitigación al cambio climático impulsando el suministro basado en fuentes de energías renovables, y promoviendo la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) para el uso de tecnologías bajas o neutras en emisiones"*. Meta 4.2: *"Al 2030, las operaciones de la gran minería reducen al menos un 50% las emisiones de CO₂ equivalente."*
- **Supuesto:** Las operaciones mineras pueden implementar tecnologías de eficiencia energética y transición a energías limpias.
- **Acciones necesarias:** Evaluación de las emisiones actuales, identificación de oportunidades de reducción y planificación de implementación.
- **Indicador:** Reducción (%) de emisiones de CO₂ equivalente respecto al año 2020.
- **Mecanismo de Seguimiento:** a) Monitoreo bianual de las emisiones de gases de efecto invernadero de la minería, basado en IRGEI. b) Auditorías regulares de las prácticas de eficiencia energética.

MRM 5: El 100% de los residuos domésticos urbanos de Tarapacá, son depositados en rellenos sanitarios con sistemas de quema o uso de biogás antes del 2035.

- **Alcance:** Sector Residuos. Puede reducir emisiones de metano y dióxido de carbono, al capturarlos antes de su emisión a la atmósfera. El potencial de mitigación depende fuertemente de las distintas características que presentan los rellenos sanitarios, como la composición de los residuos orgánicos en ellos y las condiciones climáticas a las que están expuestos.
- **Origen de la Meta y relación con otros IGCC:** NDC y ECLP: *El año 2035 100% de los residuos domésticos urbanos son depositados en rellenos sanitarios con sistemas de quema o uso de biogás.*
- **Supuesto:** Los rellenos sanitarios de la Región, cuentan con autorización sanitaria que regula la captura y utilización de biogás.
- **Acciones necesarias:** Evaluación y Mejora de Infraestructura de Rellenos Sanitarios; Actualización de normativa sanitaria para rellenos sanitarios; Incentivos para la implementación de tecnologías de captura de biogás; Implementación de un sistema de monitoreo y control.
- **Indicador:** Porcentaje de residuos domésticos urbanos tratados en Rellenos Sanitarios con sistemas de quema o uso de Biogás:
- **Mecanismo de Seguimiento:** a) Monitoreo bianual de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector residuos, basado en IRGEI. b) Auditorías regulares a los rellenos sanitarios para verificar el cumplimiento de las normativas y el funcionamiento adecuado de los sistemas de biogás.

8.3. Metas Regionales de Adaptación Sectorial (MRAS)

Este capítulo presenta las Metas Regionales de Adaptación Sectorial (MRAS) que han sido priorizadas mediante el proceso participativo. Con el objetivo de preservar la claridad y la brevedad de esta sección, se ha optado por incluir en las tablas sectoriales correspondientes un número que referencia tanto el objetivo como la meta nacional de la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), al cual cada MRAS está dando respuesta. Estos se encuentran bajo las columnas designadas como OECLP y MECLP, respectivamente. Para una exploración más profunda de los vínculos entre los objetivos y metas de la ECLP y las MRAS, se les invita a consultar el Anexo 4, que contiene la descripción de los OECLP y MECLP con detalle.

Cabe resaltar que, en esta sistematización, las metas pertenecientes al sector portuario han sido integradas dentro del sector de infraestructura, debido a que todas ellas están intrínsecamente relacionadas con mejoras en infraestructura. Por otro lado, el sector de energía y minería no se incluye en este listado, ya que sus metas, centradas en la mitigación, fueron tratadas en el capítulo anterior.

Sector Agricultura y ganadería

El sector silvoagropecuario es un pilar fundamental en el desarrollo sostenible de las generaciones presentes y futuras. Este sector, se enfrenta al desafío de transformarse en un modelo agroalimentario resiliente a los impactos del cambio climático y eficiente en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Las metas centrales apuntan a asegurar una producción de alimentos que no solo contribuya a la seguridad alimentaria, sino que también integre estrategias de adaptación y mitigación climática en los sistemas productivos y en el territorio. En este contexto, el sector debe adaptarse a condiciones climáticas cambiantes, como la sequía y eventos extremos, prestando especial atención a la vulnerabilidad de los agricultores y comunidades más afectadas.

La agricultura y la ganadería, más allá de su importancia económica relativa a nivel regional, son vitales para el desarrollo de las comunidades rurales y los pueblos originarios. La gestión de estas tierras, que abarcan más de 321.000 hectáreas en manos de la comunidad Aymara, es crucial para la adaptación y mitigación del cambio climático en la región. Además, la actividad agrícola en la región no solo es fundamental para la subsistencia y el desarrollo económico, sino que también está intrínsecamente ligada a otras áreas como el turismo y la conservación de la biodiversidad. En este escenario, la Tabla 2 presenta 4 metas regionales para el sector silvoagropecuario, que buscan abordar estas problemáticas.

Tabla 14. Metas regionales de adaptación del sector silvoagropecuario

N.º OECL P	Nº MEC LP	ID MRAS	Meta Regional de Adaptación Sectorial	Indicador de cumplimiento de MRAS
OE1	M 1.2.	MRAS 1	Para 2025, desarrollar e implementar un programa regional integral de capacitación en adaptación al cambio climático, dirigido a los pequeños agricultores de Tarapacá, enfocándose en prácticas agrícolas resilientes, gestión eficiente del agua y protección de cultivos tradicionales.	Número de pequeños agricultores capacitados anualmente en prácticas de adaptación al cambio climático.
				Porcentaje de aumento en la adopción de prácticas agrícolas sustentables que incrementen la resiliencia.
	M 1.7	MRAS 2	Capacitar a 100 pequeños productores/as de Tarapacá en técnicas de mitigación y adaptación al cambio climático aplicables a la agricultura de zonas áridas para 2030,	Número de pequeños productores capacitados en cambio climático cada año.

			con un enfoque en prácticas sostenibles y resilientes	
OE2	M 2.3.	MRAS 3	Establecer y operacionalizar para 2027 una línea de fondos concursables regionales, gestionados por el FIA, destinados a financiar al menos 5 proyectos de innovación en adaptación al cambio climático, enfocados en las condiciones áridas y semiáridas de Tarapacá, con especial atención en la conservación de cultivos tradicionales y el uso eficiente del agua.	Número de proyectos financiados que se centran en la adaptación al cambio climático en Tarapacá.
OE5	M 5.7.	MRAS 4	Para 2030, integrar una unidad especializada en cambio climático dentro del MINAGRI en Tarapacá, con al menos un profesional especialista a cargo, para liderar y coordinar las iniciativas de adaptación y mitigación en el sector agrícola de la región	Número de programas y proyectos del MINAGRI en Tarapacá que integran consideraciones de cambio climático.

Infraestructura Urbana, ciudades y puerto.

Las ciudades, siendo responsables de aproximadamente el 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel global (Muñoz et al., 2019), enfrentan el desafío de transformarse en espacios más resilientes y sostenibles. En particular, la industria de la construcción, que según revela nuestro diagnóstico, contribuye con un 38% de las emisiones de GEI, se encuentra en un punto de inflexión, necesitando adaptarse a regulaciones más estrictas y estándares de construcción renovados para mitigar su impacto ambiental.

Chile, con un 90% de su población viviendo en áreas urbanas, no es ajeno a estos desafíos. La visión del país para los próximos 30 años se centra en el desarrollo de ciudades inclusivas, resilientes al clima y bajas en emisiones, abarcando desde el diseño y construcción sostenible hasta la gestión eficiente de la energía y residuos. Esta visión se alinea con la Política Nacional de Desarrollo Urbano de Chile, enfatizando la importancia de una planificación territorial que reduzca vulnerabilidades y mejore la calidad de vida urbana, enfrentando riesgos climáticos como olas de calor, inundaciones y las amenazas de escasez de agua. Además, se reconoce la relevancia del sector inmobiliario y de la construcción como motores del desarrollo económico regional, aunque también como áreas susceptibles a los impactos del cambio climático. Esto se refleja en la realidad de regiones como Tarapacá, donde el rápido crecimiento urbano y las condiciones de vulnerabilidad social y económica plantean desafíos significativos en términos de planificación y respuesta a estos impactos.

Por otra parte, el puerto de Iquique, un pilar clave en la economía de la región de Tarapacá, destaca como el quinto puerto más activo de Chile y un eje crucial para la

exportación. En los últimos años, ha logrado avances significativos, manejando 303.796 toneladas en 2023 y disponiendo de 10.588 M2 de áreas de almacenamiento (CAMPORT, 2023; MOP, 2020). Sin embargo, enfrenta desafíos en coordinación, planificación y gestión logística, lo que ha resultado en una reducción del 7,7% en su capacidad de gestión de carga en 2023 comparado con el año anterior (INE, 2023; MOP, 2012). Entre los desafíos prioritarios, se observa la necesidad de emplear materiales más duraderos en nuevas construcciones portuarias y la actualización de infraestructuras existentes para minimizar los días de cierre del puerto.

En todo este contexto, la Tabla 3, presenta las dos Metas Regionales de Adaptación Sectorial priorizadas para el Sector Infraestructura Urbana, Ciudades y Puerto.

Tabla 15. Metas regionales de adaptación del sector Infraestructura

Nº OE CLP	Nº MEC LP	ID MRAS	Meta Regional de Adaptación Sectorial	Indicador de cumplimiento de MRAS
OE5	M 5.1.	MRAS 5	Implementar para 2026 un sistema integral de monitoreo y evaluación de riesgos climáticos en Tarapacá, enfocado en la vulnerabilidad, exposición y sensibilidad de la infraestructura y edificaciones regionales, con un enfoque particular en la gestión de recursos hídricos y la resiliencia ante eventos extremos como aluviones y sequías, logrando una cobertura de monitoreo del 100% en zonas críticas identificadas.	Evaluación de los riesgos climáticos de la infraestructura
		MRAS 6	Para el año 2029, implementar medidas para reducir la vulnerabilidad de la infraestructura	Implementación de medidas para reducir la vulnerabilidad de la infraestructura
NA	NA	MRAS 7	Realizar para 2030 un análisis exhaustivo de riesgo climático en Tarapacá, que sirva de base para la planificación y diseño resiliente de infraestructura portuaria, con al menos un proyecto piloto implementado basado en este análisis.	Estudio de riesgos ejecutado.

Sector Biodiversidad

En Chile, la riqueza natural se manifiesta en una biodiversidad excepcional, caracterizada por un alto grado de endemismo y una diversidad de ecosistemas que proporcionan servicios esenciales como alimentos, agua, energía, y recursos genéticos. Sin embargo, esta biodiversidad está en peligro debido a los impactos negativos del

cambio climático, que alteran los patrones y procesos ecológicos, afectando la distribución y abundancia de especies y ecosistemas. Esto, a su vez, repercute en la disponibilidad y calidad de los servicios ecosistémicos, pudiendo llevar al colapso de ecosistemas y a la extinción de especies.

En este contexto, la región de Tarapacá emerge como un escenario crítico y representativo de estos desafíos. Albergando una gran diversidad de ecosistemas, desde marino-costeros hasta altoandinos, Tarapacá enfrenta amenazas significativas, incluyendo la degradación de ecosistemas clave como humedales y zonas costeras. La Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 de Chile y las metas regionales específicas para Tarapacá reflejan un compromiso con la conservación y restauración de la biodiversidad. Las cinco metas detalladas en la Tabla 4, abarcan una variedad de iniciativas ecológicas y de conservación, incluyendo la implementación de planes de recuperación para especies amenazadas, con un énfasis particular en las especies endémicas y en peligro crítico. Se destaca la creación y operacionalización de una red de áreas marinas protegidas, y la actualización y ejecución de planes de manejo para todas las áreas protegidas. La estrategia incluye también la realización de un inventario exhaustivo de humedales y el desarrollo de métricas para evaluar su capacidad de adaptación y mitigación climática. Finalmente, se propone fortalecer la gestión y gobernanza de la biodiversidad en los ecosistemas marinos costeros, mediante sistemas de monitoreo efectivos y continuos.

Tabla 16. Metas regionales de adaptación del sector biodiversidad.

Nº OECL P	Nº MECL P	ID MRAS	Meta Regional de Adaptación Sectorial	Indicador de cumplimiento de MRAS
OE1	M 1.2.	MRAS 8	Para 2030, implementar Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies, considerando los impactos del cambio climático para al menos el 30% de las especies clasificadas como amenazadas en Tarapacá, enfocándose en especies endémicas y en peligro crítico, y asegurando su viabilidad a largo plazo.	Porcentaje de especies amenazadas en Tarapacá con planes de recuperación y conservación en implementación.
OE2	M 2.1.	MRAS 9	Establecer y operacionalizar para 2030 una red de áreas marinas protegidas (AMP) que cubra al menos el 30% de la superficie marina de Tarapacá, priorizando zonas costeras y áreas clave como refugios climáticos para la biodiversidad.	Porcentaje de la superficie marina de Tarapacá cubierta por AMP y OMEC.

	M 2.2.	MRAS 10	Asegurar para 2030 que el 100% de las áreas protegidas en Tarapacá, tanto marinas como terrestres, cuenten con planes de manejo actualizados y en implementación, integrando estrategias de adaptación al cambio climático.	Porcentaje de áreas protegidas en Tarapacá con planes de manejo actualizados y en implementación.
OE5	M 5.8.; M 5.10.	MRAS 11	Para 2030, completar un inventario de humedales, incluyendo bofedales altoandinos, turberas, salares y humedales costeros, y desarrollar métricas estandarizadas para evaluar su capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático.	Compleitud del inventario de humedales y desarrollo de métricas estandarizadas en Tarapacá.
NA	NA	MRAS 12	Fortalecer para 2027 la gestión y gobernanza para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los ecosistemas marinos costeros en Tarapacá, incluyendo un sistema de monitoreo efectivo y continuo del estado de estos ecosistemas.	Sistema de monitoreo implementado

Pesca y Acuicultura

La pesca y acuicultura, como una de las industrias clave de la región y contribuyendo al 0.59% del PIB regional (CORFO, 2022), juega un papel esencial en la estructura socioeconómica, especialmente en comunidades costeras y urbanas. Sin embargo, el cambio climático plantea algunos desafíos significativos que amenazan la sostenibilidad de estas actividades, que incluyen el aumento de eventos climáticos extremos y alteraciones en los ecosistemas marinos, afectando la distribución de especies y, por ende, las prácticas de pesca (Gobierno Regional de Tarapacá, 2017; SERNAPESCA, 2021; Yáñez et al., 2017; FAO y Centro EULA, 2021). Estos cambios no solo impactan la biodiversidad marina, sino que también tienen implicaciones socioeconómicas profundas, como la pérdida de empleos y la inseguridad alimentaria.

Frente a esta realidad, las metas regionales para el sector, detalladas en la Tabla 5, se centran en abordar estos desafíos. Las metas seleccionadas incluyen la integración de un enfoque ecosistémico en la mayoría de las operaciones pesqueras y acuícolas, con un énfasis en la evaluación y mitigación de riesgos climáticos y la promoción de la conservación y uso sostenible de los recursos marinos. Se contempla la realización de estudios de riesgo integral en todas las zonas costeras, abarcando aspectos económicos, sociales, ecológicos y de conectividad, para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad de las comunidades costeras. Además, se destaca la importancia de capacitar a los pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala, especialmente en las áreas más vulnerables, en prácticas de adaptación y mitigación del cambio climático, fomentando soluciones basadas en la naturaleza y la diversificación productiva.

Tabla 17. Metas regionales de adaptación del sector Pesca y Acuicultura

Nº OEC LP	Nº MECL P	ID MRAS	Meta Regional de Adaptación Sectorial	Indicador de cumplimiento de MRAS
OE3	M 3.2.	MRAS 13	Implementar un enfoque ecosistémico en el 90% de las operaciones de pesca y acuicultura en Tarapacá para 2030, asegurando la evaluación y reducción de los riesgos climáticos y fomentando la conservación y el uso sostenible de los recursos marinos.	Porcentaje de operaciones de pesca y acuicultura en Tarapacá que incorporan de manera efectiva el enfoque ecosistémico en sus prácticas para la adaptación al cambio climático.
OE4	M 4.1.	MRAS 14	Realizar y aplicar estudios de riesgo climáticos en la zona costera de Tarapacá para 2030, cubriendo aspectos económicos, sociales, ecológicos y de conectividad, para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad de las comunidades costeras dependientes de la pesca y acuicultura.	Porcentaje de comunidades costeras de Tarapacá que cuentan con estudios de riesgos climáticos relacionados con pesca y acuicultura.
OE5	M 5.2.	MRAS 15	Capacitar al 50% de los pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala en las caletas más vulnerables de Tarapacá en adaptación y mitigación del cambio climático, implementando soluciones basadas en la naturaleza y diversificación productiva, para 2030.	Porcentaje de pescadores artesanales y acuicultores de pequeña escala en las caletas identificadas como más vulnerables en Tarapacá que han completado el programa de capacitación climática.

Salud y Bienestar Humano

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado al cambio climático como la mayor amenaza para la salud global en el siglo XXI, subrayando la urgencia de abordar sus impactos directos e indirectos. Estos impactos incluyen, pero no se limitan a, olas de calor, sequías, tormentas intensas, aumento del nivel del mar, enfermedades respiratorias, emergentes y transmitidas por vectores, inseguridad alimentaria y de agua, desnutrición y desplazamientos forzados. En este contexto, el sector salud juega un rol crucial, no solo en contribuir a la carbono neutralidad y aumentar la resiliencia frente a los estreses ambientales, sino también en enfocarse en proteger a las poblaciones más vulnerables. La integración de enfoques sistémicos y preventivos, que consideren las dimensiones sociales, económicas, culturales y ambientales, es fundamental para desarrollar políticas públicas efectivas que mitiguen los impactos del cambio climático en la salud y el bienestar humano.

En la región de Tarapacá, por ejemplo, los efectos multifactoriales del cambio climático se manifiestan de manera específica en diferentes grupos ocupacionales, como pescadores, agricultores y mineros, afectando directamente su salud y medios de subsistencia. La alteración de los patrones de precipitación y temperatura impacta la calidad del agua y las condiciones de salubridad, mientras que el aumento de las temperaturas oceánicas afecta las poblaciones de peces, incidiendo directamente en la economía de los pescadores. Estos desafíos subrayan la importancia de las tres metas regionales establecidas en la Tabla 6, que incluyen, entre otros, la creación de mapas dinámicos para poblaciones vulnerables a olas de calor, y el establecimiento de sistemas de monitoreo y alerta temprana.

Tabla 18. Metas regionales de adaptación del sector Salud y Bienestar Humano

Nº OEC LP	Nº MEC LP	ID MRAS	Meta Regional de Adaptación Sectorial	Indicador de cumplimiento de MRAS
OE1	M 1.3.	MRAS 16	Desarrollar y actualizar anualmente mapas dinámicos de población más vulnerable a olas de calor en Tarapacá, alcanzando una cobertura del 100% de la población urbana para 2030	Porcentaje de cobertura de la población urbana en riesgo por olas de calor a nivel regional.
OE4	M 4.2.	MRAS 17	Establecer y operar para 2025 un sistema integral de monitoreo y vigilancia en Tarapacá, que incluya indicadores de calidad del aire, temperatura, disponibilidad y calidad de agua, para evaluar y gestionar los impactos del cambio climático en la salud pública.	Implementación de un sistema de monitoreo con al menos 5 indicadores climáticos y de salud específicos de Tarapacá, con actualizaciones periódicas.
	M 4.3.	MRAS 18	Implementar para 2027 un sistema de monitoreo y alerta temprana en Tarapacá, enfocado en la detección y comunicación oportuna de patrones inusuales en la aparición y distribución de vectores y enfermedades vinculadas al cambio climático, como el Dengue.	Creación de un sistema de alerta temprana operativo para el 2025, capaz de identificar y comunicar cambios en la distribución o comportamiento de vectores de enfermedades.

Turismo

El turismo, enfrentando los retos impuestos por el cambio climático, se halla en una encrucijada crítica tanto a nivel nacional como regional. A nivel nacional, la variabilidad climática, manifestada en alteraciones de temperaturas y precipitaciones, junto con la pérdida de biodiversidad y la frecuencia de eventos extremos, plantea una amenaza directa a la sostenibilidad del turismo, especialmente aquel vinculado al patrimonio natural. Las pequeñas empresas turísticas, con menor capacidad de adaptación, se encuentran particularmente en riesgo. Fenómenos como la erosión costera, la pérdida de playas y el incremento de incendios forestales, intensificados por sequías y cambios en los patrones de viento, comprometen seriamente los atractivos turísticos y, por consiguiente, la economía del sector. La urgencia de abordar estos desafíos se refleja en la necesidad de avanzar en el análisis del riesgo climático y en la adopción de estrategias de adaptación y mitigación.

En la Región de Tarapacá, el turismo constituye un pilar del desarrollo económico, apoyado por un clima propicio y una rica diversidad cultural y natural (SERNATUR, 2015). No obstante, la región no está exenta de los impactos del cambio climático. Desafíos como aluviones y sequías afectan la infraestructura turística y su interrelación con otros sectores como la agricultura. El incremento de la temperatura podría tener efectos ambivalentes, favoreciendo el turismo costero, pero también elevando riesgos sanitarios, como la propagación de enfermedades transmitidas por vectores, un problema emergente en la región (Estallo et al., 2023). Estos desafíos subrayan la necesidad de una gestión proactiva y equilibrada del turismo en Tarapacá, considerando tanto las oportunidades como los riesgos del cambio climático.

En este contexto, la Tabla 7 adjunta presenta cuatro metas regionales priorizadas para abordar algunos de estos desafíos y aprovechar las oportunidades. Estas metas se centran en el desarrollo de una hoja de ruta para diversos tipos de turismo, la capacitación en sostenibilidad para miembros de mesas público-privadas en Zonas de Interés Turístico, la actualización de Planes de Desarrollo Turístico en comunas clave con enfoque en sostenibilidad, y un estudio detallado de la huella de carbono del sector turístico para establecer metas de reducción hacia la carbono neutralidad.

Tabla 19. Metas regionales de adaptación del sector Turismo

Nº OE CLP	Nº MECLP	ID MRAS	Meta Regional de Adaptación Sectorial	Indicador de cumplimiento de MRAS
OE1	M 1.2.	MRAS 19	Desarrollar y poner en marcha para 2028 una hoja de ruta integral para el turismo rural, indígena, astroturismo y turismo de naturaleza en Tarapacá, que integre estrategias de inclusión, sostenibilidad y adaptación al cambio climático,	Elaboración y aprobación de la hoja de ruta para cada línea de experiencia turística (turismo indígena, astroturismo, turismo de naturaleza) para el 2025.

			enfocándose en la activa participación de las comunidades locales e indígenas.	Implementación de al menos el 70% de las acciones estratégicas propuestas en cada hoja de ruta para el 2030.
OE2	M 2.2.	MRAS 20	Lograr para 2027 que al menos el 70% de los integrantes de las mesas público-privadas en las Zonas de Interés Turístico (ZOIT) de Tarapacá estén capacitados y certificados en prácticas de sostenibilidad y gestión del cambio climático.	Porcentaje de capacitación de los miembros de mesas público-privadas en las ZOIT
OE3	M 3.1.	MRAS 21	Lograr para 2030 que al menos tres comunas turísticas en Tarapacá cuenten con un Plan de Desarrollo Turístico actualizado, operativo y enfocado en sostenibilidad y adaptación al cambio climático.	Número de comunas con implementación de Planes de Desarrollo Turístico que consideran la adaptación al cambio climático.
OE5	M 5.1.	MRAS 22	Realizar para 2027 un estudio detallado de la huella de carbono del sector turístico en Tarapacá, estableciendo una línea base y metas de reducción para alcanzar la carbono neutralidad del sector.	Estudio que contiene la línea base y objetivos de reducción de la huella de carbono del sector turismo. -

9. Identificación y priorización medidas

9.1. Proceso participativo de identificación y priorización de medidas (3 Etapas)

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos globales de nuestro tiempo, con impactos potencialmente devastadores si no se toman medidas ambiciosas de mitigación y adaptación. En Chile, diversos instrumentos de gestión del cambio climático ya han delineado objetivos, medidas y compromisos a nivel nacional, regional y local para hacer frente a esta crisis. A través de un exhaustivo mapeo de medidas propuestas en los diversos instrumentos de gestión climática vigentes, la realización de encuestas con participación de actores regionales y el desarrollo de un análisis multicriterio cuantitativo, se logró priorizar un conjunto de 38 medidas sobre las cuales concentrar los esfuerzos en la región. Los detalles de este proceso se exponen en las secciones subsiguientes.

9.1.1. Etapa 1: Mapeo de Medidas (218 Medidas)

La priorización de medidas, en consonancia con nuestra metodología integral, se inició con una exhaustiva revisión de los Instrumentos de Gestión del Cambio Climático (IGCC) a nivel nacional, estrategias regionales y planes comunales. Este análisis abarcó documentos clave como el Plan Nacional, Planes Sectoriales, Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), así como estrategias regionales de desarrollo los planes comunales (PLADECOs). A partir de estos documentos, se llevó a cabo un mapeo extensivo de los objetivos del cambio climático, medidas propuestas, compromisos y sus respectivos responsables.

La identificación y preselección de medidas que requerían acción a nivel regional para su implementación fueron pasos críticos. Clasificamos estas medidas según tipo, distinguiendo entre medidas de adaptación, mitigación, integración y medios de implementación. Además, se incorporaron aquellas medidas surgidas de los Talleres Participativos 1 y 2. Esta fase culminó con la compilación de un portafolio inicial que incluía 218 medidas.

9.1.2. Etapa 2: Encuesta de Priorización (83 Medidas)

En la segunda etapa, se implementó un proceso participativo a través de encuestas (ver resultados en anexo 5), con la participación activa de más de 222 invitados, de los cuales 51 tomaron parte. Los participantes seleccionaron el sector que les pertenece y priorizaron las medidas propuestas según su relevancia para la región, clasificándolas en prioridad alta, media o baja. La encuesta no solo permitió priorizar las medidas existentes, sino que también ofreció un espacio para sugerir cambios o proponer nuevas medidas que se incorporaron al portafolio.

Además de eso, la retroalimentación de la contraparte del Producto 3 informó importantes modificaciones y contextualizó el portafolio de medidas y metas.

9.1.3. Etapa 3: Análisis Multicriterio y el Taller 3 (38 Medidas Finales)

Finalmente, se llevó a cabo un análisis multicriterio diseñado para priorizar las medidas. La Tabla 8 muestra este proceso, utilizando un sistema cuantitativo de puntaje según los criterios mencionados. Este enfoque riguroso y participativo sienta las bases para una implementación estratégica y eficaz de acciones destinadas a enfrentar los desafíos del cambio climático en la región de Tarapacá.

Tabla 20. Análisis multicriterio para priorización de medidas

Criterio	Alternativa	Cuantificación	Efecto en puntaje final
Puntaje de priorización de encuesta (multiplica según número de votos recibidos)	Medida clasificada como de Alta Prioridad	5	Permite ranquear medidas con valoración distinta entre participantes de la encuesta, y obtener un puntaje inicial
	Medida clasificada como de Mediana Prioridad	3	
	Medida clasificada como de Baja Prioridad	1	
Factibilidad técnica (nivel de ejecución) y temporal a 10 años (multiplica puntaje de priorización)	Factible	1	Desprioriza medidas con factibilidad improbable, o que no responde al horizonte temporal del PARCC
	No Factible	0	
Feedback contraparte (multiplica)	No Cuestionada	1	Desprioriza medidas con utilidad cuestionada
	Cuestionada	0	
Importancia para metas consideradas prioridad a nivel regional (priorización según encuesta). (multiplica)	Alta	2	Incrementa el peso relativo de medidas que aportan a metas que son prioritarias de la región según encuesta.
	Media	1.5	
	Baja	1	
Eficiencia y relevancia a juicio del equipo consultor, en función del diagnóstico (inventario de gases y	Muy Alta	2	Incrementa el peso relativo de medidas que aporta de forma más directa a los problemas
	Media	1.5	
	Muy Baja	1	

cadenas de impacto) (multiplica).			identificados en el diagnóstico.
--	--	--	----------------------------------

El resultado que procedió del análisis multicriterio fue la priorización de 83 medidas (ver anexo 6).

A través de la participación del tercer taller, refinamos y validamos las 83 hasta que los grupos decidieron priorizar **38** medidas en total. Se encuentra más información detallada del Taller 3 y su método de priorización en el Capítulo 11. De esas 38 medidas priorizadas, 13 se clasifican como Medidas de Adaptación, 4 se clasifican como Medidas de Mitigación, 12 se clasifican como Medidas de Implementación, y las 9 resultantes se clasifican como Medidas de Medio de Implementación (Capítulo 10).

Antes de presentar las medidas priorizadas, se definirán los tres tipos de medidas consideradas en este análisis: mitigación, adaptación e integración.

9.1.4. Medidas de mitigación, adaptación e integración:

Las **medidas de mitigación** se refieren a esfuerzos para reducir o prevenir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Incluye acciones con el propósito de reducir las emisiones de CO2 y otros GEI, cambios en la gestión de tierra, innovación tecnológica para desarrollar soluciones de baja emisión de carbono, instrumentos de política como impuestos al carbono, mercados de comercio de emisiones y estándares de eficiencia energética. La clave es que son medidas que mitigan la emisión de GEI y otros factores que contribuyen al cambio climático.

Las **medidas de adaptación** son acciones que se toman para ajustarse a los efectos del cambio climático que ya están ocurriendo o que se anticipan en el futuro. Se enfoca en manejar los afectos y reducir la vulnerabilidad de las sociedades. Medidas de adaptación son acciones que tienen que ver generalmente con lo siguiente: construcción de infraestructuras resilientes al clima, cambios en las prácticas agrícolas para hacer frente a las nuevas condiciones climáticas, planificación y zonificación urbana que tenga en cuenta los riesgos climáticos, programas de educación.

Las **medidas de integración** se refieren a las acciones que combinan las estrategias de mitigación y adaptación para prevenir y responder a los efectos del cambio climático.

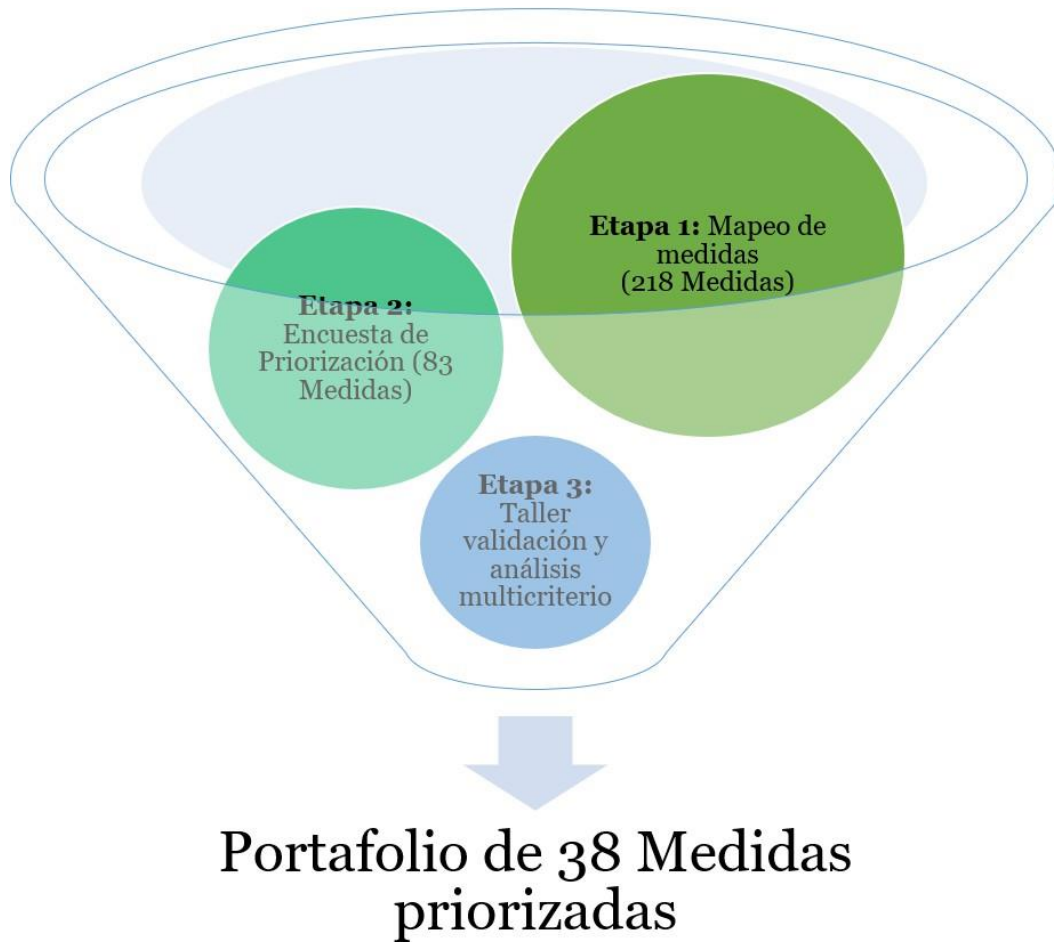


Figura 38. Resumen de actividades. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios (2023).

9.2. Portafolio de Medidas priorizadas

ID	Nombre Medida	Tipo de medida	Sector Principal
1	Ejecutar un programa regional de restauración y conservación de ecosistemas naturales, con énfasis en áreas críticas para la biodiversidad.	Adaptación	Biodiversidad
2	Establecer un centro de innovación en ERNC en colaboración con universidades regionales para impulsar la electrificación en zonas rurales y comunidades aisladas de Tarapacá	Adaptación	Energía y Minería
3	Desarrollar e implementar un plan integral de manejo de relaves que incluya tecnologías modernas, prácticas de remediación y estrategias de	Adaptación	Energía y Minería

	adaptación al cambio		
--	----------------------	--	--

	climático		
4	Promover el desarrollo de tecnologías para la adaptación al cambio climático y eficiencia energética en Tarapacá, con énfasis en la identificación de necesidades en adaptación y mitigación de cada sector.	Adaptación	Energía y Minería
5	Optimizar y reforzar la infraestructura hídrica de Tarapacá para mejorar su resiliencia ante el cambio climático, con proyectos específicos iniciados el 2025.	Adaptación	Infraestructura
6	Desarrollar iniciativas para aumentar la resiliencia de las caletas de pescadores en Tarapacá.	Adaptación	Pesca y Acuicultura
7	Generar Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) para la adaptación al cambio climático de la región de Tarapacá	Adaptación	Pesca y Acuicultura
8	Implementar un programa regional de protección de terrenos agrícolas ante eventos climáticos extremos como crecidas de ríos, con el objetivo de proteger el 100% de las áreas agrícolas vulnerables para 2030.	Adaptación	Silvoagropecuario
9	Apoyar la inversión productiva para aumentar la capacidad de adaptación del sector silvoagropecuario.	Adaptación	Silvoagropecuario
10	Desarrollar y ejecutar un programa de capacitación en cambio climático, enfocado en técnicas de mitigación y adaptación para la agricultura en zonas áridas.	Adaptación	Silvoagropecuario
11	Desarrollar y promover proyectos de innovación en gestión del recurso hídrico y conservación de cultivos tradicionales en Tarapacá, con apoyo de fondos concursables	Adaptación	Silvoagropecuario
12	Desarrollar un Programa Integral de Gestión de Floraciones de Medusas para Proteger el Turismo Costero.	Adaptación	Turismo
13	Establecer un programa de conservación y manejo sostenible de humedales, salares, bofedales y turberas altoandinas de la Región.	Mitigación	Biodiversidad

14	Proteger áreas de alto valor ambiental en Tarapacá, con un enfoque en la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.	Mitigación	Biodiversidad
15	Implementar un plan de transición hacia vehículos eléctricos en Tarapacá, con infraestructura de carga y políticas de incentivos	Mitigación	Energía y Minería
16	Incluir áreas acuáticas regionales en el sistema nacional de áreas protegidas.	Mitigación	Pesca y Acuicultura
17	Incorporar la biodiversidad y su importancia en la adaptación al cambio climático en la planificación territorial de Tarapacá.	Integración	Biodiversidad

18	Promover la integración de contenidos sobre cambio climático y biodiversidad en el currículum de educación parvularia, básica y media.	Integración	Biodiversidad
19	Realizar un estudio integral de la demanda energética y potencial de eficiencia energética en el sector público e industrial de Tarapacá para 2025.	Integración	Energía y Minería
20	Desarrollar e implementar un plan de fortalecimiento de la infraestructura regional (pública y privada) para la adaptación al cambio climático, con especial énfasis en la resiliencia ante eventos climáticos extremos.	Integración	Infraestructura
21	Integrar las consideraciones identificadas en el PARCC en los procesos de actualización de los instrumentos de gestión regional, tales como Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), Estrategia Regional de Desarrollo (ERD), Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) y otros Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), con un objetivo de implementación para 2030.	Integración	Infraestructura y planificación territorial
22	Revisar y actualizar los planes de emergencia de todas las comunas de Tarapacá, incorporando estrategias específicas de adaptación al cambio climático y reducción de riesgos de desastres, con un objetivo de actualización completa para 2030.	Integración	Infraestructura y planificación territorial
23	Realizar un estudio de identificación de amenazas y vulnerabilidades climáticas en la región de Tarapacá, con el objetivo de integrar estos hallazgos en la planificación regional).	Integración	Infraestructura y planificación territorial
24	Realizar un estudio de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático para recursos hidrobiológicos,	Integración	Pesca y

	geoespacializado.		Acuicultura
25	Realizar estudios a nivel regional para la identificación, actualización y cuantificación de indicadores ambientales y de salud, vectores, zoonosis, carga de enfermedades y demanda de red hospitalaria para enfrentar el cambio climático.	Integración	Salud y Bienestar Humano
26	Promover y apoyar la creación de ordenanzas locales para el desarrollo y mantenimiento de áreas verdes en Tarapacá, considerando la adaptación al cambio climático.	Integración	Salud y Bienestar Humano
27	Realizar un análisis de vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en las ZOIT de Tarapacá para 2026, identificando las áreas más susceptibles y las estrategias de adaptación y mitigación.	Integración	Turismo
28	Incorporar un módulo de formación en mitigación y adaptación al cambio climático en los Comités de Seremis del Turismo, en coordinación con los CORECC.	Integración	Turismo
29	Desarrollar y promocionar líneas de experiencias turísticas alternativas en Tarapacá, considerando los riesgos del cambio climático y resaltando la identidad regional.	Integración	Turismo
30	Desarrollar un sistema de incentivos y apoyos para la implementación de prácticas de conservación y adaptación al cambio climático en el sector agrícola y turístico de Tarapacá.	Medio de implementación	Biodiversidad
31	Desarrollar un sistema de información para la adaptación al cambio climático en el sector agrícola.	Medio de implementación	Silvoagropecuario
32	Implementar un programa de capacitación integral para comunidades en Tarapacá, enfocado en la respuesta a emergencias climáticas, adaptado a la realidad territorial y por rango etario, para 2025.	Medio de implementación	Infraestructura
33	Ejecutar una campaña de concienciación y capacitación sobre el uso eficiente de energía y agua, dirigida a la población y sectores claves de Tarapacá	Medio de implementación	Energía y Minería
34	Implementar y mantener un programa educativo continuo sobre el uso eficiente del agua y prácticas de adaptación al cambio climático para la	Medio de implementación	Salud y Bienestar Humano

	población de Tarapacá	n	
35	Establecer y ejecutar planes de emergencia y protección climática en todas las escuelas de Tarapacá, enfocándose en olas de calor, calidad del aire y amenaza de escasez de agua.	Medio de implementación	Salud y Bienestar Humano
36	Realizar diagnósticos y campañas educativas continuas sobre los efectos inmediatos y a largo plazo del cambio climático en salud y bienestar humano.	Medio de implementación	Salud y Bienestar Humano
37	Implementar un programa de concientización y capacitación en prácticas responsables frente al cambio climático dirigido a turistas y comunidades locales en zonas de interés turístico.	Medio de implementación	Turismo
38	Desarrollar y aplicar tecnologías de mapeo y análisis de datos para la creación y actualización de mapas dinámicos de población vulnerable	Medio de implementación	Salud y Bienestar Humano

9.3. Fichas de medidas de Adaptación

ID1	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID1: Ejecutar un programa regional de restauración y conservación de ecosistemas naturales, con énfasis en áreas críticas para la biodiversidad.
	Sector(es)	Biodiversidad, Turismo
	Objetivo específico de la medida	Restaurar y conservar ecosistemas naturales en la región de Tarapacá, con un enfoque particular en áreas críticas para la biodiversidad. Esto incluye la rehabilitación de ecosistemas degradados, la protección de hábitats clave para especies en peligro y la promoción de la biodiversidad. El programa busca no solo preservar la flora y fauna locales, sino también mejorar la resiliencia de los ecosistemas frente a los impactos del cambio climático.
	Descripción de la medida	<p>Este programa se enfoca en la restauración y conservación de ecosistemas naturales en la región de Tarapacá, identificando y priorizando áreas críticas para la biodiversidad. La medida contempla un enfoque integrado que combina la restauración ecológica con la conservación, enfocándose en ecosistemas tanto terrestres como acuáticos. Se buscará restaurar áreas degradadas, proteger hábitats esenciales para especies amenazadas y endémicas, y promover prácticas de manejo sostenible del suelo y los recursos naturales, considerando los múltiples contribuciones de la naturaleza que ofrecen los bosques submarinos de macroalgas frente a la crisis climática en la región, que los desembarques pesqueros de algas pardas en la región no bajan, a la falta de centros de cultivos y de capacitación en nuevas tecnologías de su cultivo, sumado a la extracción ilegal, dificultades en la fiscalización, además de la demanda de un mercado internacional por el producto y que constituye una opción de generación de ingresos frente a la ausencia de otras oportunidades para una parte de la población que ejerce la actividad, se considerará potenciar los planes, programas, capacitaciones de manejo, repoblamiento y cultivos locales de algas.</p> <p>Además, se enfoca a reforestar especies nativas en todos los pisos vegetacionales de la región.</p> <p>La medida se fundamenta en un enfoque participativo y colaborativo, involucrando a comunidades locales, expertos en biodiversidad, y autoridades regionales, para asegurar un impacto positivo y sostenible en la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático en la región.</p>

**Justificación
de la medida
(Identificación
del problema)**

La medida aporta a la cadena de impacto *pérdida de bosques en la Pampa del Tamarugal* y la pérdida de biodiversidad terrestre. Al enfocarse en la reforestación con especies nativas y la gestión sostenible de los recursos hídricos, la medida aborda de manera efectiva la sensibilidad del sistema expuesto, mejorando su capacidad de resistencia y recuperación. Además, la prevención de la degradación del suelo es fundamental para mantener la integridad ecológica de la región. Paralelamente, la rehabilitación de ecosistemas degradados fomenta el retorno y la conservación de especies nativas, tanto de flora como de fauna, contrarrestando la tendencia de pérdida de biodiversidad terrestre. Este enfoque integral no solo preserva el patrimonio natural de Tarapacá, sino que también fortalece la resiliencia ecológica frente a los desafíos del cambio climático.

	Institución Responsable	Seremi del Medio Ambiente					
	Institución Coadyuvante	GORE, SAG, Ministerio de las Culturas, las Artes y Patrimonio, SERNATUR. CONAF					
	Acciones/ Actividades Concretas	<p>1. Financiamiento para Planes y Programas: proveer recursos ya sean sectoriales o FNDR para planes tales como siembra x Chile, de reforestación con presupuesto, restauración a escala de paisajes.</p> <p>2. Financiamiento y Capacitación para Pequeños Empresarios: Proveer recursos y formación a empresarios locales para proyectos de restauración ambiental sostenible.; 3. Programa de Voluntariado y Educación Ambiental: Implementar un programa de voluntariado y educación para involucrar a estudiantes y ciudadanos en actividades de restauración.; 4. Participación Comunitaria en Restauración: Fomentar la involucración de la comunidad en tareas de restauración, como plantaciones y monitoreo de especies.; 5. Integración de Sectores y Compromiso Institucional: Promover la colaboración activa de sectores como turismo, cultura, agricultura y entidades gubernamentales en las acciones de restauración.</p>					
	Beneficiarios	Comunidades Locales; Biodiversidad Regional; Sectores Relacionados con el Turismo y la Educación					
	Alcance territorial	Administración territorial regional.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
	Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028
Financiamiento y Capacitación para Pequeños Empresarios			Lanzamiento del programa y primera ronda de financiamiento.	Segunda ronda de financiamiento o evaluación de proyectos iniciales.	Tercera ronda de financiamiento y seguimiento de proyectos en curso.	Cuarta ronda de financiamiento o consolidación de proyectos exitosos.	Evaluación final del programa y planificación de fases futuras.

Programa de Voluntariado y Educación Ambiental	Diseño e implementación del programa. Reclutamiento inicial de voluntarios.	Expansión del programa y evaluación de impacto inicial.	Consolidación del programa y aumento de participantes.	Evaluación intermedia y ajustes del programa.	Evaluación final y establecimiento de programas permanentes.
Participación Comunitaria en Restauración	Identificación de áreas y comunidades objetivo. Inicio de actividades de restauración.	Ampliación de las áreas de restauración. Monitoreo de progreso inicial.	Profundización de actividades en áreas existentes y nuevas.	Evaluación de impacto y ajustes necesarios.	Consolidación de la participación comunitaria y planificación a largo plazo.
Integración de Sectores y Compromiso Institucional	Establecimiento de alianzas y marco de trabajo colaborativo.	Implementación de proyectos conjuntos iniciales.	Evaluación y ajuste de estrategias de colaboración.	Expansión y profundización de la colaboración intersectorial.	Evaluación final y establecimiento de acuerdos a largo plazo.
Indicador de progreso	Descripción	Tasa de Restauración y Conservación de Ecosistemas en Tarapacá. Este indicador mide el progreso y la efectividad del programa en términos de área (en hectáreas) restaurada y conservada, así como la diversidad de especies recuperadas en dichas áreas.			
	Fuente	Los datos para este indicador pueden ser recopilados a través de informes de las instituciones responsables y coadyuvantes del programa, incluyendo observaciones de campo, registros de especies, y análisis de imágenes satelitales para evaluar la cobertura y salud de los ecosistemas.			
	Periodicidad	Anual			
	Responsable seguimiento	SBAP			

Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Resiliencia Ecológica; Conservación del Agua; Secuestro de Carbono; Protección contra Erosión y Degradación del Suelo.
	Relación y sinergias con otras medidas	Presenta sinergias con el <i>Establecimiento de un programa de conservación y manejo sostenible de humedales, salares, bofedales y turberas altoandinas</i> y la <i>Identificación y protección de áreas de alto valor ambiental en Tarapacá</i> , enfocadas las tres en la conservación de ecosistemas y biodiversidad.
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, Estrategia Nacional de Biodiversidad, Estrategia Regional de Biodiversidad
Financiamiento	Costo Total Estimado	1000 millones (Pesos Chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Global Environment Facility (GEF) - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Actores Privados

ID2	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID2: "Apoyo a las gestiones para generar un centro o laboratorio de innovación en ERNC, en colaboración con establecimientos educacionales, técnicos y universitarios de la región. Para impulsar la investigación y la formación de profesionales en temas energéticos en Tarapacá"
	Sector(es)	Energía y Bienestar humano.
	Objetivo específico de la medida	Desarrollar e implementar soluciones innovadoras en energías renovables no convencionales para la electrificación sostenible de zonas rurales y comunidades aisladas en la región de Tarapacá, mejorando así su calidad de vida y fomentando el desarrollo local sostenible.

Descripción de la medida	Esta medida implica la creación de un centro de innovación dedicado a las energías renovables no convencionales (ERNC), en colaboración con universidades regionales. El centro se enfocará en la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías de ERNC adaptadas a las necesidades específicas de las zonas rurales y comunidades aisladas de Tarapacá. Incluirá la formación de capacidades locales, el desarrollo de proyectos piloto y la implementación de sistemas de ERNC para la electrificación de estas áreas. Además, se buscará la participación activa de las comunidades locales en todas las fases del proyecto, desde la planificación hasta la ejecución y mantenimiento de los sistemas implementados.
Justificación de la medida (Identificación del problema)	La región de Tarapacá, caracterizada por su geografía diversa y a menudo aislada, enfrenta desafíos significativos en cuanto a acceso a servicios básicos, siendo la electrificación uno de los más críticos. Las zonas rurales y comunidades aisladas frecuentemente dependen de fuentes de energía ineficientes y contaminantes, lo que afecta tanto su calidad de vida como el medio ambiente. La falta de acceso a energía eléctrica confiable y sostenible limita oportunidades de desarrollo económico, educativo y de salud. Además, esta medida se alinea con los objetivos de la Estrategia Regional de Desarrollo Tarapacá.
Institución Responsable	Seremi de Energía
Institución Coadyuvante	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Ministerio de educación, Universidades Regionales. Comunidades, empresas, centro de educación y Municipios rurales
Acciones/Actividades Concretas	1. Diseño del Programa de ERNC: Iniciar el diseño de un programa de ERNC, incluyendo talleres participativos con comunidades indígenas y expertos.; 2. Programa Piloto de Electrificación Rural: Lanzar un programa piloto para electrificar 10 comunidades aisladas con tecnologías ERNC. 3. Talleres de Capacitación en ERNC: Implementar desde 2025 talleres para capacitar líderes comunitarios y técnicos locales en tecnologías ERNC. 4. Alianzas con Universidades y Empresas: Establecer alianzas estratégicas desde 2025 con universidades y empresas para apoyar la investigación y desarrollo en ERNC.
Beneficiarios	Comunidades Rurales y Aisladas, Líderes y Técnicos Locales, Universidades y Centros de Investigación
Alcance territorial	Administración Territorial enfocándose en zonas rurales y comunidades aisladas identificadas como prioritarias.

	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Diseño del Programa de ERNC	Inicio y diseño del programa, talleres iniciales	Finalización del diseño, planificación detallada			
		Programa Piloto de Electrificación Rural	Lanzamiento y selección de comunidades	Fotovoltaicas, seleccionando de 1 a 5 comunidades	Generar proyecto de instalación de plantas fv y búsqueda de financiamiento, seleccionando de 1 a 5 comunidades	Ejecución de proyectos de electrificación de al menos 1 a 5 proyectos en comunidades, además de una evaluación del programa y sus avances	Ajustes y mejoras basadas en evaluación
		Talleres de Capacitación en ERNC	Desarrollo del material y planificación de talleres	Realización de primeros talleres	Continuación de talleres, ajustes basados en feedback	Consolidación del programa de talleres	Mantenimiento y actualización de talleres
		Alianzas con Universidades y Empresas	Establecimiento de alianzas iniciales y planificación conjunta	Desarrollo de proyectos de investigación aplicada	Implementación de tecnologías emergentes en el programa piloto	Evaluación y ajuste de alianzas y proyectos	Continuación y expansión de alianzas estratégicas
	Indicador de	Descripción	Porcentaje de Comunidades Rurales y Aisladas Electrificadas con ERNC en la Región de Tarapacá. Se calcula como el porcentaje de comunidades objetivo que han sido electrificadas con ERNC en relación con el total de comunidades identificadas para el proyecto.				

	progreso	Fuente	La fuente principal de información será el registro de proyectos de electrificación llevados a cabo bajo el programa, mantenidos por el Centro de Innovación en ERNC.
		Periodicidad	Anual

		Responsable seguimiento	Centro de Innovación en ERNC y Seremi de Energía Tarapacá
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Resiliencia Comunitaria, Salud y Bienestar, Educación y Capacitación, Desarrollo Económico Sostenible.	
	Relación y sinergias con otras medidas	No presenta sinergias específicas con otras medidas de adaptación o mitigación.	
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Estrategia Regional de Desarrollo de Tarapacá, Política Regional de Desarrollo Rural de Tarapacá	
Financiamiento	Costo Total Estimado	400 a 700 Millones (Pesos Chilenos)	
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Centros e Investigación Asociativa (SCIA)/ Instrumento de ANID - Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) 	

ID3	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID3: Desarrollar e implementar un plan integral de manejo de relaves que incluya tecnologías modernas, prácticas de remediación y estrategias de adaptación al cambio climático
	Sector(es)	Minería
	Objetivo específico de la medida	El objetivo específico de esta medida es desarrollar un sistema avanzado y sostenible para el manejo de relaves mineros en la Región de Tarapacá, adaptado a las condiciones climáticas y geográficas locales.

Descripción de la medida	Esta medida propone un programa para la gestión sostenible y resiliente de relaves mineros en Tarapacá, enfocado en aumentar la protección contra eventos climáticos extremos y salvaguardar a las comunidades locales. Prioriza la evaluación de riesgos climáticos, incorpora tecnologías avanzadas para el manejo de relaves, e implica la construcción resiliente de depósitos. Se complementa con iniciativas de educación comunitaria y planes de emergencia, abordando la vulnerabilidad de la región a eventos climáticos que impactan negativamente en el medio ambiente y en la población, especialmente en zonas mineras. La medida es crucial para prevenir la contaminación y garantizar la seguridad estructural en la minería, protegiendo los ecosistemas y la salud pública.
Justificación de la medida (Identificación del problema)	La necesidad de esta medida se fundamenta en la problemática asociada a los relaves mineros generados por la actividad extractiva en Tarapacá. Estos depósitos, según lo expuesto por Lewinsohn (2020), son fuente de contaminantes como el drenaje ácido, cuyos riesgos se intensifican con fenómenos extremos relacionados al cambio climático, exacerbando la dispersión de contaminantes y deteriorando la calidad del agua y los ecosistemas. Además, como señalan Toledo et al. (2017), la gestión inadecuada de relaves afecta la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, impactando negativamente en los ecosistemas y comunidades cercanas. Por tanto, se hace imperativo implementar un manejo eficiente y ambientalmente responsable de los relaves para mitigar los daños al medio ambiente y a las poblaciones locales, asegurando la sostenibilidad de los recursos hídricos y la biodiversidad de la región.
Institución Responsable	Seremi de Minería
Institución Coadyuvante	Dirección Regional del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), SENAPRED
Acciones/Aktividades Concretas	1. Evaluación y Clasificación de Relaves: Realizar un diagnóstico detallado de todos los depósitos de relaves en Tarapacá, clasificándolos según su nivel de riesgo y vulnerabilidad al cambio climático. 2. Implementación de Tecnologías Modernas: Adoptar tecnologías avanzadas para la estabilización y sellado de relaves, con proyectos piloto. 3. Planes de Emergencia y Capacitación Comunitaria: Desarrollar planes de emergencia y programas de capacitación para comunidades locales en áreas de riesgo. 4. Monitoreo Continuo y Mejora: Establecer un sistema de monitoreo continuo y revisión periódica de las prácticas de manejo de relaves, iniciando en 2025.

	Beneficiarios	Comunidades aledañas a faenas mineras y dependientes de cuerpos de agua con riesgo de contaminación, Sector Minero, Autoridades Ambientales y de Gestión de Riesgos					
	Alcance territorial	Administración regional					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Evaluación y Clasificación de Relaves	Realización y finalización	Análisis de resultados			
		Implementación de Tecnologías Modernas	Desarrollo de proyectos piloto	Implementación y evaluación	Expansión y ajustes	Continuación y ajustes	Continuación y ajustes
		Planes de Emergencia y Capacitación Comunitaria	Desarrollo de planes	Implementación y capacitación	Expansión y ajustes	Continuación y ajustes	Continuación y ajustes
		Monitoreo Continuo y Mejora	Establecimiento del sistema	Monitoreo y primeras mejoras	Revisión y ajustes	Revisión y ajustes	Revisión y ajustes
	Indicador de progreso	Descripción	Reducción del Riesgo y Mejora en la Gestión de Relaves en Tarapacá. Se mide a través de varios sub-indicadores, como la cantidad de depósitos de relaves evaluados y clasificados según su nivel de riesgo, la implementación exitosa de tecnologías modernas en proyectos piloto, la efectividad de los planes de emergencia y programas de capacitación comunitaria, y la eficacia del sistema de monitoreo continuo y las mejoras realizadas.				
		Fuente	Los datos para este indicador se recopilarán de: a) Informes de evaluación y clasificación de los depósitos de relaves. b) Reportes de implementación y seguimiento de las tecnologías modernas en los proyectos piloto. c) Evaluaciones de la efectividad de los planes				

			de emergencia y programas de capacitación. d) Registros del sistema de monitoreo continuo y revisiones periódicas.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Sernageomin
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Gestión Ambiental, Fortalecimiento de la Resiliencia Comunitaria, Fomento de la Conciencia Ambiental	
	Relación y sinergias con otras medidas	Podría vincularse a la medida <i>Identificación y protección de áreas de alto valor ambiental en Tarapacá</i> en relación con la protección de ecosistemas frágiles afectados por la minería.	
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	PSA Minería	
Financiamiento	Costo Total Estimado	1500 millones (Pesos Chilenos)	
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Programas Tecnológicos de Minería en Relaves de CORFO - Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Presupuesto sectorial del Ministerio de Minería - Sector Privado 	

ID4	Subelemento	Contenido
-----	-------------	-----------

Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID4: Promover el desarrollo de tecnologías para la adaptación al cambio climático y eficiencia energética en Tarapacá, con énfasis en la identificación de necesidades en adaptación y mitigación de cada sector.
	Sector(es)	Energía. Transversal.
	Objetivo específico de la medida	Incrementar la adopción de tecnologías sustentables y mejorar la eficiencia energética en diversos sectores de la región de Tarapacá, enfocándose en identificar y satisfacer las necesidades energéticas específicas de cada sector, contribuyendo así a la reducción de la huella de carbono y al fortalecimiento de la resiliencia frente al cambio climático.
	Descripción de la medida	Esta medida busca fomentar la implementación de tecnologías sustentables y la optimización del uso energético en la región de Tarapacá. Se centrará en realizar un diagnóstico detallado de las necesidades energéticas de los distintos sectores económicos y sociales de la región, identificando oportunidades específicas para la adopción de tecnologías limpias y prácticas de eficiencia energética. La medida incluirá la promoción de energías renovables, la mejora en la gestión energética de edificaciones e industrias, y el fomento de la conciencia sobre el uso responsable de la energía.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La región de Tarapacá, caracterizada por su intensa actividad industrial y minera, enfrenta desafíos significativos en términos de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero. Esta medida responde a la necesidad urgente de transitar hacia un modelo energético más sostenible y eficiente. Al promover tecnologías sustentables sectoriales y mejorar la eficiencia energética, se busca no solo reducir el impacto ambiental asociado a las actividades económicas regionales, sino también aumentar la competitividad y sostenibilidad de los sectores productivos. Esta transición energética es crucial para poder cumplir con el compromiso de carbono neutralidad.
	Institución Responsable	Seremi de Energía.
	Institución Coadyuvante	Ministerio de ciencia y tecnología, MMA, GORE, Comunidades, empresas, centro de educación, Municipios de la región.

	Acciones/ Actividades Concretas	1.Estudio de Diagnóstico Energético: Realizar un análisis detallado para identificar necesidades y prioridades sectoriales en eficiencia energética y tecnología sustentable en Tarapacá. 2.Programa de Incentivos para Eficiencia Energética: Implementar incentivos para fomentar proyectos que mejoren la eficiencia energética y adopten tecnologías limpias. 3.Foros Anuales de Innovación en Energía Sustentable: Organizar un evento anual para compartir avances y oportunidades en energía sustentable y eficiencia energética. 4.Capacitación en Eficiencia Energética: Desarrollar programas de formación y concientización sobre prácticas y tecnologías de eficiencia energética para empresas y la comunidad.					
	Beneficiarios	Sectores Industriales y Comerciales; Comunidad Local.					
	Alcance territorial	Administración territorial regional.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Estudio de Diagnóstico Energético	Inicio y recolección de datos	Análisis de datos y elaboración de informe	Finalización y publicación del informe	-	-
		Programa de Incentivos para Eficiencia Energética	Diseño y estructuración del programa	Lanzamiento y primera convocatoria	Seguimiento y evaluación de proyectos iniciales	Segunda convocatoria y seguimiento	Evaluación final del programa
		Foro Anual de Innovación en Energía Sustentable	Planificación y establecimiento de la estructura del foro	Primer foro anual	Segundo foro anual	Tercer foro anual	Cuarto foro anual
		Capacitación en Eficiencia Energética	Desarrollo del programa y materiales	Implementación de la primera fase de capacitaciones	Evaluación y ajustes del programa	Segunda fase de capacitaciones	Evaluación final y ajustes para continuidad

	Indicador de progreso	Descripción	Reducción porcentual del consumo energético total en la región de Tarapacá. Este indicador mide el cambio porcentual en el consumo total de energía en la región de Tarapacá, comparando los datos de consumo energético antes y después de la implementación de la medida. Una reducción en este indicador sugeriría una mejora en la eficiencia energética y una mayor adopción de tecnologías sustentables en la región
		Fuente	Los datos para este indicador pueden ser recopilados por la Agencia de Sostenibilidad Energética de Chile o el Ministerio de Energía, quienes regularmente recopilan y publican estadísticas sobre el consumo energético a nivel regional.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Energía
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Calidad del Aire; Resiliencia Económica al fomentar la eficiencia energética y tecnologías sustentables; Desarrollo de Capacidades Locales	
	Relación y sinergias con otras medidas	Podría vincularse a <i>Implementar un plan de transición hacia vehículos eléctricos en Tarapacá</i> en el objetivo de descarbonización de los sectores productivos, incluyendo transporte.	
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	PSA Energía	
Financiamiento	Costo Total Estimado	1200 - 1600 Millones (pesos chilenos)	

	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Crédito Verde de CORFO - Fondos de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondos de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Fondo de Acceso a la Energía (FAE) del Ministerio de Energía - Crédito Energías Limpias y Eficiencia Energética de Banco Estado - Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Sector Privado
--	---	--

ID5	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID5: Optimizar y reforzar la infraestructura hídrica de Tarapacá para mejorar su resiliencia ante el cambio climático, con proyectos específicos iniciados el 2025.
	Sector(es)	Infraestructura, Silvoagropecuario, y Bienestar humano.
	Objetivo específico de la medida	Fortalecer la seguridad y sostenibilidad hídrica en la región de Tarapacá, mejorando la resiliencia de su infraestructura hídrica frente a la variabilidad y extremos climáticos, y promoviendo la innovación y eficiencia en la gestión del agua.
	Descripción de la medida	La medida se enfoca en mejorar la resiliencia climática de la región a través de la evaluación, diseño y ejecución de proyectos destinados a optimizar el uso y manejo del agua, así como a reforzar las estructuras existentes para hacer frente a los desafíos impuestos por el cambio climático.

	Justificación de la medida (Identificación del problema)	El agua es esencial tanto para el sector agrícola como para el bienestar humano, un hecho subrayado por los diversos impactos del cambio climático en los recursos hídricos. Como señalan Pandya y Prachi Sharma (2021), el cambio climático afecta significativamente la disponibilidad de agua a través de eventos climáticos extremos como inundaciones y sequías, así como el aumento del nivel del mar, lo que a su vez tiene profundas implicaciones para la agricultura y la salud humana. Dados estos desafíos, se evidencia la necesidad crítica de adaptación de la infraestructura. Como proyectan Giupponi y Gain (2017), es probable que el cambio climático reduzca los recursos hídricos renovables, impactando la seguridad alimentaria y requiriendo una reevaluación y fortalecimiento de los sistemas de gestión de agua e infraestructura. Esta adaptación debe centrarse en mejorar la resiliencia de la infraestructura hídrica para garantizar un acceso sostenible y equitativo al agua para la agricultura y las necesidades humanas, frente a un clima que cambia rápidamente.					
	Institución Responsable	Seremi de Obras Públicas					
	Institución Coadyuvante	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.					
	Acciones/ Actividades Concretas	Realizar un diagnóstico de la infraestructura hídrica existente y necesidades de mejoras. Desarrollar e implementar un plan de modernización y fortalecimiento de la infraestructura hídrica, con un enfoque en la resiliencia al cambio climático.					
	Beneficiarios	Comunidades locales, agricultores. Ciudadanía en general.					
	Alcance territorial	Administración territorial regional					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de	Cronograma	Acción	Año1	Año2	Año3	Año4	Año5

la medida		Diagnóstico de la Infraestructura Hídrica Existente y Necesidades de Mejoras	Recopilación de datos existentes, diseño del estudio y selección de consultores	Realización de estudios en campo, análisis de datos.	Elaboración del informe final del diagnóstico	-	-
		Desarrollar e Implementar un Plan de Modernización y Fortalecimiento de la Infraestructura Hídrica	Identificación de tecnologías y prácticas resilientes, consulta inicial con expertos.	Inclusión de recomendaciones del diagnóstico, finalización del diseño del plan, aprobaciones iniciales.	Licitaciones y asignación de contratos, inicio de las primeras obras y capacitaciones.	Avance en obras, monitoreo y ajustes del plan según necesidades.	Conclusión de las obras principales, evaluaciones de impacto y ajustes finales del plan.
	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de Avance en la Implementación del Plan de Modernización y Fortalecimiento de la Infraestructura Hídrica. Se calcula como el porcentaje de las acciones y proyectos planificados que han sido completados o están en curso, en relación con el total de acciones y proyectos estipulados en el plan.				
		Fuente	La información puede provenir de informes de progreso de los contratistas, registros de obras públicas, sistemas de monitoreo de proyectos y feedback de las comunidades y stakeholders involucrados.				
		Periodicidad	Anual				
		Responsable seguimiento	MOP				
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Seguridad Hídrica, Fortalecimiento de la Resiliencia Comunitaria.					

	Relación y sinergias con otras medidas	Presenta sinergias con <i>Implementar un programa regional de protección de terrenos agrícolas ante crecidas de ríos</i> y el <i>Desarrollo de proyectos de innovación en gestión del recurso hídrico y conservación de cultivos tradicionales en Tarapacá</i> , complementándose en la búsqueda por mejorar la resiliencia hídrica regional.
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Estrategia Regional de Desarrollo Tarapacá, PROT
Financiamiento	Costo Total Estimado	7000 - 10000 Millones (pesos chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral - Fondos de Gestión Hídrica de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Ley de Fomento al Riego y Drenaje N° 18.450 de CNR - Fondo Concursable para Organizaciones de Usuarios de Aguas de CNR - Fondo de Infraestructura para el Desarrollo del MOP - Fondo de Innovación para la competitividad regional (FIC-R) - Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Sector Privado

ID6	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID6: Desarrollar iniciativas para aumentar la resiliencia de las caletas de pescadores en Tarapacá.
	Sector(es)	Pesca y Acuicultura
	Objetivo específico de la medida	Esta medida busca reducir la vulnerabilidad de la pesca artesanal en la región, tomando en cuenta que es una actividad que en la zona se basa en recursos

	sobreexplotados o agotados, y por ende es altamente vulnerable frente a las amenazas derivadas del cambio climático.
Descripción de la medida	Esta medida busca replicar la experiencia levantada por el proyecto FAO "Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al cambio climático", la que ha sido identificada como una iniciativa aplicable en todo sentido al sector pesca de la región, con el objetivo de reducir su vulnerabilidad. La medida se basa en la implementación de acciones que permitan el fortalecimiento de capacidades de coordinación y gestión de instituciones públicas y privadas, y de acciones enfocadas en el fortalecimiento de capacidades de pescadores artesanales de la región.
Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida se acopla con la sensibilidad y capacidad adaptativa de la cadena "Aumento downtime caletas de pescadores". Ya que la sensibilidad viene dada por un lado por las condiciones estructurales, por lo que, si estas iniciativas incluyen mejorar las condiciones estructurales de los puertos locales, se ve disminuida la sensibilidad. Adicionalmente, la capacidad adaptativa se ve aumentada si las medidas incluyen preparación, educación, apoyo financiero, integración política, colaboración comunitaria o adaptación de prácticas de los pescadores.
Institución Responsable	SUBPESCA
Institución Coadyuvante	SERNAPESCA, IFOP, Universidades, ONG, Industrias (responsabilidad social), GORE, DOP, SERNATUR
Acciones/Actividades Concretas	<p>1. Desarrollo de Infraestructura Resiliente en Caletas: Planificar y construir infraestructuras resilientes en las caletas, incluyendo muelles mejorados y áreas de almacenamiento seguras.;</p> <p>2. Programa de Diversificación de Actividades Económicas: Iniciar programas para diversificar las actividades económicas de los pescadores, incorporando turismo ecológico y acuicultura.;</p> <p>3. Sistema de Alerta Temprana y Respuesta a Emergencias: Implementar un sistema de alerta temprana y respuesta rápida en las caletas para enfrentar eventos climáticos extremos y otros riesgos del cambio climático.</p> <p>4. Fortalecimiento de Redes Comunitarias y Cooperativas de Pescadores: Promover la creación y fortalecimiento de redes y cooperativas para</p>

		mejorar la gestión de recursos y facilitar el acceso a apoyos financieros y técnicos.					
	Beneficiarios	Pescadores Artesanales y sus Familias; Comunidades Locales; Ecosistemas Marinos					
	Alcance territorial	Administración Regional, enfocado en las caletas pesqueras de la región y sus pescadores.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Desarrollo de Infraestructura Resiliente en Caletas	Inicio de planificación y diseño	Inicio de construcción	Continuación de construcción	Finalización de construcción	Mantenimiento y evaluación
		Programa de Diversificación de Actividades Económicas	Investigación y diseño del programa	Implementación en caletas seleccionadas	Expansión a más caletas	Evaluación y ajustes del programa	Consolidación y expansión continua
		Sistema de Alerta Temprana y Respuesta a Emergencias	Diseño y desarrollo del sistema	Implementación en caletas piloto	Expansión y mejora del sistema	Consolidación en todas las caletas	Revisión y actualización del sistema
		Fortalecimiento de Redes Comunitarias y Cooperativas de Pescadores	Establecimiento de redes iniciales y	Expansión de redes y cooperativas	Programas de fortalecimiento y apoyo	Evaluación de impacto y ajustes	Consolidación y expansión de redes

			capacitación		continuo		
Indicador de progreso	Descripción	Índice de Resiliencia de las Caletas de Pescadores. Evalúa múltiples aspectos de la resiliencia en las caletas de pescadores, incluyendo la robustez de la infraestructura, la diversificación económica, la efectividad del sistema de alerta temprana y respuesta a emergencias, y la fortaleza de las redes comunitarias y cooperativas.					
	Fuente	a) Datos de construcción y mantenimiento de infraestructura (Ministerio de Obras Públicas). b) Informes de programas de diversificación económica (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo). c) Registros de sistemas de alerta y respuesta (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública). d) Encuestas y reportes de las cooperativas de pescadores y organizaciones comunitarias locales.					
	Periodicidad	Anual					
	Responsable seguimiento	SUBPESCA					
	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Seguridad Alimentaria, Fortalecimiento de la Economía Local, Conservación de Ecosistemas Marinos, Educación y Concientización Ambiental					
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otras medidas	No tiene sinergias con otras medidas.					

	Sinergia Instrumentos de planificación regional	PSA Pesca y Acuicultura, específicamente la Medida 25 <i>Adaptación de la infraestructura portuaria de la pesca artesanal a los posibles impactos del cambio climático</i> , y la Medida 26 <i>Sistema de seguros para acuicultores de pequeña escala y pescadores artesanales ante eventos climáticos extremos</i> .
Financiamiento	Costo Total Estimado	200 Millones (Pesos Chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Global Environment Facility (GEF) - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Programa Prevención y Mitigación de Riesgos (PREMIR) de SUBDERE - Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) de SUBPESCA - Sector privado - Fondos concursables del Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA) - Fondo Reactívale Pesca Artesanal de SERCOTEC

ID7	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID7: Tramitar Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) para la adaptación al cambio climático de la región de Tarapacá
	Sector(es)	Pesca y acuicultura
	Objetivo específico de la medida	El objetivo específico de esta medida es establecer y gestionar Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en la región de Tarapacá, con el fin de promover la conservación y uso sostenible de los recursos marinos bentónicos, mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos frente al cambio climático, y fortalecer la economía local a través de la pesca sostenible y responsable.

Descripción de la medida	<p>Esta medida implica la tramitación y gestión de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en la región de Tarapacá. Las AMERB son zonas marinas costeras en las que se otorgan derechos exclusivos a organizaciones de pescadores artesanales para la explotación y manejo sostenible de recursos bentónicos. La medida busca regular la extracción de recursos marinos, proteger los hábitats y especies clave, y promover prácticas de pesca sostenibles. Se enfocará en la identificación de zonas críticas para la biodiversidad marina y conservación de los recursos marinos. La medida también contempla la monitorización y evaluación continua de la salud de los ecosistemas marinos y la productividad de los recursos bentónicos, para asegurar un equilibrio entre la conservación y el uso sostenible de estos recursos.</p>
Justificación de la medida (Identificación del problema)	<p>Esta medida se relaciona con la cadena "Disminución rendimiento caletas de pescadores" al regular la explotación de especies vulnerables y evitar la sobreexplotación. Las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) permiten contrarrestar la disminución del rendimiento en las caletas de pescadores. Al regular la explotación de especies vulnerables y prevenir la sobreexplotación, esta medida asegura la sostenibilidad de las pesquerías locales. Es relevante en el contexto de eventos climáticos anómalos, que pueden impactar adversamente las poblaciones de peces, asegurando así la continuidad y estabilidad de los recursos marinos para las comunidades pesqueras.</p>
Institución Responsable	<p>SUBPESCA</p>
Institución Coadyuvante	<p>MMA, Universidades, IFOP, GORE, SERNAPECA</p>

	Acciones/Actividades Concretas	<p>1. Identificación y Delimitación de Áreas: Realizar un estudio detallado para identificar y delimitar las zonas costeras más adecuadas para establecer las AMERB, considerando factores ecológicos, económicos y sociales. 2. Desarrollo de Planes de Manejo: Elaborar planes de manejo específicos para cada AMERB, incluyendo estrategias de explotación sostenible, monitoreo de especies y hábitats, y medidas de conservación. 3. Capacitación y Sensibilización de las Comunidades Locales: Implementar programas de capacitación y sensibilización para las comunidades de pescadores artesanales, enfocándose en prácticas de pesca sostenible, gestión de recursos y adaptación al cambio climático. 4. Sistema de Monitoreo y Evaluación: Establecer un sistema de monitoreo y evaluación continuo para las AMERB, que permita ajustar los planes de manejo y asegurar la efectividad de las medidas en la conservación de los recursos bentónicos y el bienestar de las comunidades pesqueras.</p>					
	Beneficiarios	Comunidades de pescadores artesanales, STI Pescadores, Ecosistema Marino.					
	Alcance territorial	Administración territorial regional.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Identificación y Delimitación de Áreas	Estudio de identificación y delimitación	-	-	-	-
		Desarrollo de Planes de Manejo	-	Inicio del desarrollo de planes	Finalización del desarrollo de planes	Implementación inicial de planes	Evaluación y ajustes de planes
		Capacitación y Sensibilización de las Comunidades Locales	-	-	Inicio y ejecución de programas de capacitación	Continuación de programas	Evaluación y ajustes de programas

		Sistema de Monitoreo y Evaluación	-	-	-	Inicio del establecimiento del sistema	Operación y primera evaluación del sistema
Indicador de progreso	Descripción	Salud de los Ecosistemas Bentónicos y Sostenibilidad de las Pesquerías en las AMERB. Se enfoca en dos componentes principales: la salud de los ecosistemas bentónicos y la sostenibilidad de las actividades pesqueras. Para la salud del ecosistema, se consideran factores como la biodiversidad, la abundancia de especies clave y la calidad del hábitat. Para la sostenibilidad de las pesquerías, se analiza la estabilidad de las capturas, el cumplimiento de las cuotas de pesca y la adopción de prácticas de pesca sostenible.					
	Fuente	Los datos para este indicador se obtendrán a través de monitoreos ecológicos realizados por instituciones de investigación marina, informes de gestión de las AMERB proporcionados por las comunidades de pescadores y organismos gubernamentales, y estudios de impacto ambiental.					
	Periodicidad	Anual					
	Responsable seguimiento	Seremi de Economía, Fomento y Turismo					
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Conservación de la Biodiversidad; Fortalecimiento de la Economía Local, Mejora de la Seguridad Alimentaria, Educación y Concienciación Ambiental.					
	Relación y sinergias con otras medidas	No tiene sinergias específicas con otras medidas.					
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura					

Financiamiento	Costo Total Estimado	380 - 650 Millones (Pesos Chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) de SUBPESCA - Sector privado

ID8	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID8: Implementar un programa regional de protección de terrenos agrícolas ante eventos climáticos extremos como crecidas de ríos, con el objetivo de proteger los terrenos agrícolas productivos para 2030.
	Sector(es)	Silvoagropecuario, Infraestructura y Bienestar Humano
	Objetivo específico de la medida	Proteger los terrenos agrícolas productivos de la Región de Tarapacá para el año 2030.
	Descripción de la medida	El Programa Regional de Protección de Terrenos Agrícolas en Tarapacá, enfocado en salvaguardar los terrenos agrícolas a crecidas de ríos para 2030, incluirá acciones clave como el mapeo de zonas de riesgo, la instalación de sistemas de alerta temprana y estaciones meteorológicas, y el desarrollo de soluciones de ingeniería y prácticas sostenibles de manejo de suelos. Este esfuerzo colaborativo, que involucrará a un comité operativo estado-comunidad, también se centrará en programas de sensibilización y educación sobre gestión de riesgos y agricultura resiliente, apoyándose en una inversión significativa en infraestructura y en la búsqueda de financiamiento.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La implementación de un programa de protección de terrenos agrícolas en la región de Tarapacá es esencial para mitigar los riesgos asociados a inundaciones y aluviones, especialmente en zonas de precordillera. Dado el contexto del cambio climático, que incrementa la frecuencia e intensidad de estos fenómenos extremos, es crucial disminuir la vulnerabilidad de la agricultura, un sector vital para la economía y la seguridad alimentaria de la región. Según Barreto (2022), las construcciones y estructuras agrícolas en estas áreas suelen ser insuficientes para enfrentar tales eventos, lo que conduce a significativas pérdidas en la actividad agrícola por remoción en masa. Por lo tanto, esta medida no solo protege un recurso económico clave, sino que también fortalece la

	resiliencia de las comunidades al disminuir su sensibilidad de la cadena de impacto <i>Pérdidas en actividad agrícola por remoción en masa cuantificada.</i>
Institución Responsable	Seremi de Agricultura
Institución Coadyuvante	GORE, MOP, Municipios, SENAPRED, CONADI E INDAP
Acciones/Actividades Concretas	1. Mapeo de zonas agrícolas vulnerables; Realizar un análisis detallado y mapeo de las áreas agrícolas susceptibles a crecidas de ríos en la región de Tarapacá, identificando zonas críticas que requieren intervención prioritaria. 2. Diseño e Implementación de Sistemas de Protección y Alerta Temprana; Establecer sistemas de alerta temprana y protección en las áreas identificadas como críticas para 2025, incluyendo tecnologías de monitoreo meteorológico e hidrológico. 3. Desarrollo e Implementación de Soluciones de Ingeniería y Prácticas de Manejo de Suelos; Implementar soluciones de ingeniería como la construcción de diques y muros de contención, sistemas de drenaje mejorados, y prácticas de manejo de suelos que incluyan reforestación y conservación de cuencas hidrográficas para fortalecer la resiliencia de los terrenos agrícolas. 4. Formación de un Comité Operativo y Sensibilización de la Comunidad: Establecer un comité operativo que involucre tanto a representantes del estado como a miembros de la comunidad para coordinar las acciones de protección de terrenos agrícolas y realizar campañas de sensibilización sobre los riesgos y medidas de prevención ante crecidas de ríos.
Beneficiarios	Agricultores de la región
Alcance territorial	Administración Comunal
Nivel de transversalización de género	Ciega

Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Mapeo de zonas agrícolas vulnerables	Mapeo completo	-	-	-	-
		Diseño e Implementación de Sistemas de Protección y Alerta Temprana	Diseño inicial de sistema.	Implementación y comienzo operaciones	Mantenimiento y ajustes	Mantenimiento y ajustes	Mantenimiento y ajustes
		Desarrollo e Implementación de Soluciones de Ingeniería y Prácticas de Manejo de Suelos	Planificación y diseño de soluciones	Inicio de construcción de infraestructuras	Continuación construcción	Finalización construcción y evaluación de impacto	-
		Formación de un Comité Operativo y Sensibilización de la Comunidad.	Formación comité y planificación	Campaña sensibilización	Campaña sensibilización	Campaña sensibilización	Evaluación de impacto de campañas
Indicador de progreso	Descripción	Reducción Porcentual de Áreas Agrícolas Afectadas por crecidas de Ríos. mide el éxito de la medida en términos de disminución efectiva del impacto de las crecidas de ríos en las áreas agrícolas vulnerables. Se calcula como el porcentaje de reducción en la extensión de terrenos agrícolas afectados por inundaciones y aluviones en comparación con un año base (por ejemplo, 2024).					
	Fuente	Informes de daños agrícolas proporcionados por el Ministerio de Agricultura					
	Periodicidad	Anual					
	Responsable seguimiento	MINAGRI					
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Seguridad Alimentaria al proteger los cultivos, Fortalecimiento de la Resiliencia Comunitaria gracias a sistema de alerta temprana, Conservación del Suelo y Biodiversidad gracias a la implementación de prácticas de manejo de suelos y conservación.					

	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida presenta sinergias con la <i>Optimización y reforzamiento de la infraestructura hídrica de Tarapacá</i> y el <i>Desarrollo de proyectos de innovación en gestión del recurso hídrico y conservación de cultivos tradicionales en Tarapacá</i> , ya que las tres buscan mejorar la resiliencia hídrica del sector agropecuario.
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Esta medida se alinea con el PLADECO de la comuna de Camiña en la página 31 como una acción para el desarrollo de agricultura. Por ejemplo, la acción aquí es "Sistema de protección de terrenos para crecidas de río- preferentemente gaviones de hormigón."
Financiamiento	Costo Total Estimado	No cuantificable previo al mapeo
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Infraestructura para el Desarrollo del MOP

ID9	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID9: Apoyar la inversión productiva para aumentar la capacidad de adaptación del sector silvoagropecuario.
	Sector(es)	Silvoagropecuario
	Objetivo específico de la medida	Fortalecer la resiliencia del sector silvoagropecuario en la región de Tarapacá mediante el fomento y apoyo a proyectos de inversión productiva que incorporen prácticas y tecnologías adaptativas al cambio climático. Esto incluye incrementar los montos de financiamiento y ampliar el alcance a un mayor número de productores, con el fin de facilitar la adaptación a las nuevas condiciones climáticas y mejorar la sostenibilidad y productividad del sector.
	Descripción de la medida	Esta medida se enfoca en el desarrollo y ejecución de proyectos de inversión productiva en el sector silvoagropecuario de Tarapacá, con el objetivo de adaptar y fortalecer este sector frente a los desafíos impuestos por el cambio climático. Se contempla la asignación de recursos financieros adicionales y la ampliación del número de beneficiarios, lo que permitirá una mayor cobertura y profundidad en la implementación de prácticas adaptativas.

	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida es esencial para abordar los desafíos que el cambio climático impone al sector silvoagropecuario en la región de Tarapacá, especialmente en la comuna de Pica. Aquí, se ha identificado un riesgo climático significativo: la potencial pérdida de superficie destinada a la fruticultura, un pilar económico y social de la comunidad. Al proporcionar asistencia técnica, acceso a créditos y programas de formación, esta iniciativa no solo facilita la transición hacia prácticas agrícolas más modernas y adaptativas, sino que también refuerza la resiliencia de los agricultores frente a las adversidades climáticas. De esta manera, contribuye directamente a mitigar la sensibilidad en la cadena de impacto desarrollada en el diagnóstico.					
	Institución Responsable	Seremi de Agricultura					
	Institución Coadyuvante	INDAP, GORE, MMA, Municipios rurales, Banco Estado					
	Acciones/ Actividades Concretas	<p>1. Establecimiento de un Fondo de Inversión Regional: Crear y operativizar para 2025-2030 un fondo específico destinado a financiar proyectos de adaptación en el sector silvoagropecuario, con énfasis en la resiliencia y sostenibilidad.</p> <p>2. Desarrollo de Bancos de Proyectos de Adaptación: Generar y mantener actualizada una base de proyectos viables y adaptativos, que sirva como referencia y guía para los productores interesados en mejorar sus prácticas y sistemas productivos.</p> <p>3. Línea de Financiamiento Permanente: Adaptar las líneas de crédito para los productores en INDAP, para facilitar el financiamiento de tecnologías y prácticas de adaptación al cambio climático.</p>					
	Beneficiarios	Agricultores de la región.					
	Alcance territorial	Administración Regional. Énfasis en comuna de Pica y Camiña.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Establecimiento de un Fondo de Inversión	Creación y operativización	Mantenimiento y evaluación	Mantenimiento y evaluación	Mantenimiento y evaluación	Mantenimiento y evaluación

		Regional					
		Desarrollo de Bancos de Proyectos de Adaptación:	Desarrollo y lanzamiento	Actualización y expansión	Actualización y expansión	Actualización y expansión	Actualización y expansión
		Líneas de Financiamiento Permanente	Establecimiento y promoción	Evaluación y ajustes	Continuación y expansión	Continuación y expansión	Continuación y expansión
	Indicador de progreso	Descripción	Tasa de Adopción de Prácticas y Tecnologías de Adaptación en el Sector Silvoagropecuario. Se evalúa a través de varios subindicadores, como el número de proyectos de adaptación financiados, la actualización y uso de los bancos de proyectos de adaptación, y la utilización de las líneas de financiamiento permanente				
		Fuente	Informes de gestión del Fondo de Inversión Regional, Estadísticas de uso y actualización de los Bancos de Proyectos de Adaptación, Informes de créditos de INDAP.				
		Periodicidad	Anual				
		Responsable seguimiento	GORE, MINAGRI e INDAP (respectivamente)				
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Seguridad Alimentaria, Desarrollo Económico Local al apoyar la adaptación y modernización del sector, Conservación de Recursos Hídricos en caso de prácticas de riego.					
	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida tiene sinergias con el Desarrollo y ejecución de un programa de capacitación en cambio climático, enfocado en técnicas de mitigación y adaptación para la agricultura en zonas áridas, ambas buscan el fortalecimiento y sostenibilidad del sector silvoagropecuario mediante financiamiento e incremento de capacidades.					

	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Esta medida se alinea con la medida 7 <i>Apoyar la inversión productiva a través de la ampliación y mejoras al sistema crediticio del sector silvoagropecuario, a fin de incentivar la adaptación a los efectos del cambio climático</i> del plan sectorial de Silvoagropecuario.
Financiamiento	Costo Total Estimado	No es posible cuantificar. Depende del tipo de práctica a implementar. Se considera además, que parte de este financiamiento corresponde a créditos. En caso de financiamiento directo, se considera como monto de referencia 5MM por agricultor, equivalente al monto disponible en los PDI de INDAP.
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Financiamiento Agrícola Banco Estado - créditos Agricultura Familiar de INDAP y Banco Estado - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)

ID10	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID10: Desarrollar y ejecutar un programa de capacitación en cambio climático, enfocado en técnicas de mitigación y adaptación para la agricultura en zonas áridas, en coordinación con el INIA, Universidades o Centros de Investigación.
	Sector(es)	Silvoagropecuario
	Objetivo específico de la medida	Implementar un programa integral de formación y capacitación dirigido a agricultores, técnicos agrícolas, y otros actores clave en la región de Tarapacá, para mejorar su comprensión del cambio climático y su impacto en la agricultura de zonas áridas, y para equiparlos con técnicas efectivas de mitigación y adaptación.
	Descripción de la medida	Esta medida se destina a fortalecer las capacidades de los agricultores en técnicas de mitigación y adaptación al cambio climático. Orientada específicamente a las condiciones de las zonas áridas de Tarapacá, esta medida busca proporcionar conocimientos y herramientas prácticas a través de una serie de talleres y recursos educativos, enfocándose en la gestión sostenible de recursos, selección de cultivos resistentes y prácticas agrícolas adaptadas al entorno cambiante.

	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La agricultura en la región de Tarapacá enfrenta desafíos significativos debido al cambio climático, especialmente en la gestión de recursos hídricos y la adaptación de prácticas agrícolas a condiciones cada vez más áridas. Esta medida es esencial para mejorar la resiliencia y sostenibilidad de la agricultura local, proporcionando a los agricultores y técnicos agrícolas las habilidades y conocimientos necesarios para adaptarse a los impactos climáticos. Al capacitar a estos actores clave en técnicas de mitigación y adaptación específicas para zonas áridas, se contribuye directamente a la seguridad alimentaria regional, la conservación de recursos y la reducción de la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos.					
	Institución Responsable	Seremi de Agricultura					
	Institución Coadyuvante	GORE, DGA, CONADI, MMA, INDAP					
	Acciones/ Actividades Concretas	<p>1. Diseño del Currículo del Programa de Capacitación: Elaborar un currículo para el programa de capacitación que incluya módulos sobre gestión sostenible del agua y prácticas agrícolas resilientes, en concordancia con INIA, Universidades o Centros de Investigación.</p> <p>2. Establecimiento de Alianzas Estratégicas: Formar alianzas con instituciones educativas y expertos en cambio climático para la impartición efectiva de los talleres.</p> <p>3. Programas de Educación y Sensibilización Comunitaria: Implementar programas de educación y sensibilización ambiental en la comunidad, adaptados a diferentes grupos etarios.</p> <p>4. Monitoreo y Evaluación Continua: Desarrollar un sistema para monitorear y evaluar el impacto del programa en las prácticas agrícolas, con informes de progreso regulares.</p>					
	Beneficiarios	Agricultores.					
	Alcance territorial	Comunas rurales.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029

la medida		Diseño del Currículo del Programa de Capacitación	Desarrollo y finalización del currículo	-	-	-	-
		Establecimiento de Alianzas Estratégicas	Inicio de formación de alianzas	Consolidación de alianzas y comienzo de talleres	Continuación de talleres	Continuación de talleres	Evaluación y posibles reajustes en alianzas
		Programas de Educación y Sensibilización Comunitaria	Planificación e inicio de programas	Implementación y expansión de programas	Continuación y adaptación de programas	Continuación y adaptación de programas	Evaluación y ajustes de programas
		Monitoreo y Evaluación Continua	Establecimiento de sistema de monitoreo	Primer informe de progreso	Segundo informe de progreso	Tercer informe de progreso	Cuarto informe de progreso y evaluación final
	Indicador de progreso	Descripción	Tasa de Implementación de Prácticas Agrícolas Resilientes y Sostenibles. Mide el porcentaje de agricultores y técnicos agrícolas en la región de Tarapacá que han adoptado y aplicado las prácticas de mitigación y adaptación al cambio climático enseñadas en los talleres y programas de capacitación				
		Fuente	Los datos para este indicador se recogerán a través de encuestas y evaluaciones realizadas a los participantes de los talleres y programas de capacitación, así como mediante observaciones directas y reportes de campo.				
		Periodicidad	Anual				
		Responsable seguimiento	INDAP				
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Seguridad Alimentaria; Conservación de Recursos Hídricos; Fortalecimiento de la Resiliencia Comunitaria; Fomento de la Biodiversidad.					

	Relación y sinergias con otras medidas	Se complementa con <i>Apoyar la inversión productiva para mejorar la adaptación a los efectos del cambio climático del sector silvoagropecuario</i> en la búsqueda de sostenibilidad del sector mediante capacitación y financiamiento. Política regional de desarrollo rural de Tarapacá
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Esta medida se alinea con la medida 21 <i>Desarrollo de directrices a incorporar en las instancias de capacitación en cambio climático</i> del Plan Sectorial de adaptación Silvoagropecuario.
Financiamiento	Costo Total Estimado	250 Millones (Pesos Chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Desarrollo Indígena

ID11	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID11: Desarrollar y promover proyectos de innovación en gestión del recurso hídrico y conservación de cultivos tradicionales en Tarapacá, con apoyo de fondos concursables
	Sector(es)	Silvoagropecuario. Biodiversidad.
	Objetivo específico de la medida	El objetivo principal de la medida es implementar una gestión avanzada y sostenible del recurso hídrico en Tarapacá, mediante la promoción y ejecución de proyectos de innovación. Esto incluye la planificación eficiente del uso del agua y la ejecución de proyectos de inversión que mejoren el acceso y la gestión del agua, con un enfoque particular en la conservación de cultivos tradicionales y la adaptación al cambio climático.

Descripción de la medida	<p>Esta medida implica la integración de tecnologías avanzadas y prácticas innovadoras en la gestión del recurso hídrico, tanto a nivel intrapredial (local) como extrapredial (regional). Se busca mejorar significativamente el acceso al agua y fortalecer la resiliencia frente a los impactos del cambio climático. Las acciones incluyen la adopción de nuevas tecnologías, el fomento del intercambio de conocimientos, y la mejora en la disponibilidad de información para una toma de decisiones informada sobre el uso del agua. A nivel extrapredial, se planificarán estrategias integradas que consideren la dinámica del agua desde una perspectiva de cuenca, con el fin de reducir la incertidumbre en las actividades económicas dependientes del recurso hídrico. La medida también contempla el apoyo a través de fondos concursables para incentivar la participación y el compromiso de los actores locales en la gestión sostenible del agua y la conservación de cultivos tradicionales.</p>
Justificación de la medida (Identificación del problema)	<p>Esta medida radica permite abordar directamente el riesgo climático analizado en el diagnóstico de la comuna de Pica, una zona crítica en términos de producción frutícola en la región de Tarapacá. Al mejorar la gestión del recurso hídrico y conservar los cultivos tradicionales, se asegura la sostenibilidad del sector frutícola, vital para la economía local. Esta medida es esencial para aumentar la resiliencia de la comuna frente a la variabilidad y los cambios en la disponibilidad de agua. Al disminuir la sensibilidad en la cadena de impacto relacionada con la pérdida de superficie frutícola, se contribuye significativamente a la disminución del riesgo cuantificado.</p>
Institución Responsable	<p>Seremi de Agricultura</p>
Institución Coadyuvante	<p>MINAGRI, MOP, DGA, CONADI, FIA, INIA, INDAP, SUBDERE</p>

	Acciones/Actividades Concretas	<p>1.Levantamiento y Diagnóstico de Información Hídrica: Realizar un levantamiento de información sobre el uso y disponibilidad del recurso hídrico en la comuna, seguido de un diagnóstico comunal. 2.Desarrollo de Criterios y Lanzamiento de Fondos Concursables: Establecer criterios para seleccionar proyectos innovadores en gestión del agua y conservación de cultivos, y lanzar convocatorias de fondos concursables. 3.Implementación de Proyectos Piloto de Riego Eficiente: Ejecutar proyectos piloto de tecnologías de riego eficiente en comunidades agrícolas seleccionadas. 4.Diseño de un Programa de Financiamiento y Capacitación: Crear un programa que combine financiamiento para proyectos innovadores con capacitación y asistencia técnica para agricultores y gestores del agua.4. Acoplar medidas con estudios a realizar o realizados por la DGA y en base de datos existentes respecto a usar y disponibilidad de recursos hídricos de la región</p>					
	Beneficiarios	Comunidades Agrícolas Locales. Agricultores.					
	Alcance territorial	Administración territorial regional.					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Levantamiento y Diagnóstico de Información Hídrica	Inicio y realización del levantamiento de datos	Finalización del levantamiento y comienzo del diagnóstico	Finalización y entrega del diagnóstico	-	-
		Desarrollo de Criterios y Lanzamiento de Fondos Concursables	Desarrollo de criterios	Lanzamiento de la primera convocatoria	Evaluación y selección de proyectos	Seguimiento y evaluación de proyectos financiados	Nueva convocatoria y seguimiento de proyectos

		Implementación de Proyectos Piloto de Riego Eficiente	Selección de comunidad es y diseño	Implementa ción de proyectos piloto	Monitoreo y ajustes de los proyectos	Evaluación de resultados y posibles	-
--	--	--	---	--	---	--	---

			de proyectos piloto		piloto	escalas	
		Diseño de un Programa de Financiamiento y Capacitación	Diseño del programa y estructuración de módulos de capacitación	Lanzamiento del programa y comienzo de capacitaciones	Continuación de capacitaciones y evaluaciones intermedias	Finalización de la primera fase de capacitaciones y ajustes al programa	Segunda fase de capacitaciones y seguimiento
Indicador de progreso	Descripción	Eficiencia en la Gestión del Recurso Hídrico y Conservación de Cultivos Tradicionales. Se evaluará a través de dos sub-indicadores: (1) el porcentaje de reducción en el uso del agua para riego debido a la implementación de tecnologías de riego eficiente, y (2) el número de proyectos de conservación de cultivos tradicionales financiados y ejecutados con éxito.					
	Fuente	Los datos para este indicador se recopilarán a través de informes de seguimiento de los proyectos financiados, registros de consumo de agua en las comunidades agrícolas participantes, y reportes de las instituciones responsables y coadyuvantes de la medida.					
	Periodicidad	Anual					
	Responsable seguimiento	CNR					
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Mejora de la Seguridad Alimentaria; Fortalecimiento de la Resiliencia Comunitaria; Conservación de la Biodiversidad; Desarrollo Económico Sostenible; Educación y Capacitación.					

	Relación y sinergias con otras medidas	Presenta sinergias con <i>Implementar un programa regional de protección de terrenos agrícolas ante crecidas de ríos</i> y la <i>Optimización y reforzamiento de la infraestructura hídrica de Tarapacá</i> , con un foco común en la gestión hídrica para la agricultura.
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	Esta medida se alinea con la Medida 2 <i>Establecer un programa nacional para fomentar la gestión eficiente y sustentable del agua en la agricultura de riego del PSA Silvoagropecuario.</i>
Financiamiento	Costo Total Estimado	100 - 150 Millones (Pesos Chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Desarrollo Indígena - Ley de Fomento al Riego y Drenaje N° 18.450 de CNR - Fondo Concursable para Organizaciones de Usuarios de Aguas de CNR - AACC Y PMB SUBDERE

ID12	Subelemento	Contenido
	Nombre de la medida	ID12: Desarrollar un programa de gestión de proliferación de Medusas.
	Sector(es)	Salud y Bienestar Humano, Turismo, Biodiversidad.

Descripción de la medida	Objetivo específico de la medida	Desarrollar y ejecutar un Programa Integral de Gestión de proliferación de Medusas en la región de Tarapacá, con un enfoque particular en la comuna de Iquique y Huará. Este programa tiene como objetivo principal mitigar y controlar el impacto negativo de las proliferaciones de medusas y fragatas portuguesas en la salud humana y en la normal operación de actividades recreativas y de turismo de zonas costeras. Se busca preservar la biodiversidad marina y la calidad de las aguas en las áreas de recreación
---------------------------------	---	---

	y turismo, especialmente durante los períodos de mayor afluencia turística.
Descripción de la medida	Esta medida en la región de Tarapacá consiste en un programa integral para mitigar el impacto turístico debido a la proliferación de medusas y fragatas portuguesas, combinando monitoreo avanzado para la detección temprana de floraciones, con planes preventivos y reactivos para su manejo. Incluye la gestión de la contaminación de fuentes ribereñas para disminuir la atracción de medusas, y se complementa con una estrategia de diversificación turística que amplía las opciones más allá del baño de mar, promoviendo actividades como ecoturismo y turismo cultural, fortaleciendo así la resiliencia y sostenibilidad del sector turístico en Tarapacá.
Justificación de la medida (Identificación del problema)	La justificación de esta medida en Tarapacá se basa en el aumento de la proliferación de medusas y sifonóforos debido al calentamiento de los océanos, exacerbado por el cambio climático y eventos como 'El Niño', tal como lo describe Purcell (2005). Estas condiciones resultan en ciclos de vida más rápidos y un incremento en la densidad poblacional de estas especies, provocando desequilibrios ecológicos en los ecosistemas marinos. Estudios en Chile, como los de Araya et al. (2016), han vinculado estos cambios climáticos con un aumento en las varazones de especies peligrosas como la 'fragata portuguesa' y la 'aguaviva'. Además, según Stein et al. (1989), estos fenómenos representan un riesgo para la salud pública, ya que la toxicidad de estas especies urticantes puede causar desde irritaciones cutáneas hasta reacciones sistémicas graves en humanos. Este escenario impacta negativamente en la biodiversidad marina, las cadenas alimenticias y la seguridad en el turismo costero de Tarapacá, resaltando la importancia de implementar un programa de gestión y control.
Institución Responsable	Municipalidad de Iquique, Municipalidad de Huará.
Institución Coadyuvante	Subpesca, SEREMI Economía, DIRECTEMAR, MMA, MOP, GORE, Seremi de Salud

	Acciones/Actividades Concretas	<p>1. Implementación de Sistemas de Monitoreo: Instalación de sensores y sistemas de vigilancia en zonas costeras para monitorear variables asociadas a las floraciones de medusas (pH, T°, salinidad, etc.).</p> <p>2. Desarrollo de Protocolos de Respuesta Rápida: Establecimiento de protocolos para el cierre y reapertura segura de playas en caso de presencia de medusas.</p> <p>3. Campañas de Concienciación Pública: Creación de campañas educativas dirigidas a turistas y residentes sobre los riesgos de las medusas y medidas de primeros auxilios. – esta acción se traslapa con una medida</p> <p>4. Fomento de Actividades Turísticas Alternativas: Promoción de actividades turísticas no relacionadas con la playa para diversificar la oferta turística en la región.</p> <p>5. Investigación y Colaboración Científica: Fomento de la investigación científica sobre el impacto del cambio climático en las floraciones de medusas y colaboración con instituciones académicas, científicas o navales (FFAA).</p>					
	Beneficiarios	Los beneficiarios incluyen a los residentes de las comunas costeras de Iquique y Huara, así como a las empresas turísticas y sus trabajadores, que representan el 12% del PIB en Tarapacá. También se benefician los turistas que visitan estas áreas.					
	Alcance territorial	Borde costero (comunas de Iquique y Huara).					
	Nivel de transversalización de género	Sensible					
Planificación de la medida	Cronograma	Acción	2025	2026	2027	2028	2029
		Implementación de Sistemas de Monitoreo	Inicio de instalación de sensores y sistemas de vigilancia	Finalización de la instalación y puesta en marcha	Mantenimiento y ajustes del sistema	Evaluación y actualización tecnológica	Monitoreo continuo y mejoras
		Desarrollo de Protocolos de Respuesta Rápida	Diseño de protocolos	Pruebas piloto y ajustes	Implementación completa en todas las	Revisión y actualización de protocolos	Ejecución y ajustes menores

				playas		
	Campañas de Concienciación Pública	Diseño y lanzamiento inicial de campañas	Ampliación y diversificación de campañas	Mantenimiento y actualización de contenido	Evaluación de impacto y ajustes	Continuación y renovación de campañas
	Fomento de Actividades Turísticas Alternativas	Identificación y promoción inicial de actividades	Desarrollo y consolidación de nuevas ofertas	Evaluación y expansión de ofertas	Consolidación y mejora de la oferta	Mantenimiento y promoción continua
	Investigación y Colaboración Científica	Establecimiento de colaboraciones y primeras investigaciones	Desarrollo de proyectos de investigación	Publicación de primeros resultados	Continuación de investigaciones y nuevas colaboraciones	Consolidación de la investigación y aplicación práctica
Indicador de progreso	Descripción	<p>Reducción en el número de días de cierre de playas debido a floraciones de medusas. Se calcula como la diferencia en el número de días en que las playas permanecen cerradas debido a la presencia de medusas entre años consecutivos.</p> <p>Una reducción en este número indica una gestión exitosa de las floraciones y una menor perturbación para el turismo y las actividades recreativas en la región.</p>				

		Fuente	Los datos para este indicador pueden ser recolectados por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (DIRECTEMAR) o la Municipalidad de Iquique, quienes tienen la responsabilidad de monitorear las condiciones de las playas y tomar decisiones sobre su cierre y reapertura.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Salud
Sinergias de la medida	Cobeneficios en adaptación	Conservación de la Biodiversidad; Mejora de la Salud Pública; Fortalecimiento de la Economía Local; Educación y Concienciación Ambiental	
	Relación y sinergias con otras medidas	No tiene sinergias con otras medidas.	
	Sinergia Instrumentos de planificación regional	PSA Turismo	
Financiamiento	Costo Total Estimado	100 - 150 Millones (Pesos Chilenos)	
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Crédito Verde de CORFO - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) 	

9.4. Fichas de medidas de Mitigación

ID13	Subelemento	Contenido
Descripción de la Medida	Nombre de la Medida	ID13: Establecer un programa de conservación y manejo sostenible de humedales, salares, bofedales y turberas altoandinas de la Región.
	Sector(es)	Biodiversidad
	Objetivo Específico de la Medida	Preservar y mantener la integridad del 100% de los humedales (costeros, salares, bofedales, turberas altoandinas, etc.) en la región de Tarapacá, asegurando su capacidad como sumideros de carbono y contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.
	Descripción de la Medida	Esta medida implica la implementación de un programa integral que se enfoca en la conservación y gestión sostenible de los humedales en Tarapacá. Se contempla una implementación inicial del 5%, escalando progresivamente para asegurar la protección total de estos ecosistemas críticos.
	Justificación de la Medida	Esta medida tiene una conexión directa con la capacidad adaptativa de la cadena de impacto "Pérdidas en biodiversidad terrestre". Mantener el 100% de los humedales en Tarapacá responde a su papel fundamental para la biodiversidad y la resiliencia ecológica. Los humedales, siendo ecosistemas extremadamente ricos en biodiversidad, desempeñan funciones críticas en la regulación del clima y el ciclo del agua. Su conservación es esencial no solo para preservar la flora y fauna únicas, sino también para fortalecer la capacidad adaptativa frente al cambio climático. Al proteger estos ecosistemas, se contribuye significativamente a mitigar la pérdida de biodiversidad terrestre, permitiendo que estos hábitats continúen desempeñando su rol vital en el equilibrio del ecosistema y en la captura de carbono, un aspecto crucial en la lucha contra el cambio climático.
	Autoridad Participante de la Medida	Seremi Medio Ambiente

(Responsable)	
Coadyuvante	CONADI, DGA, MMA, INDAP, SBAP, Ministerio de agricultura, CONAF
Actores Sectoriales o Locales Involucrados	Autoridades Ambientales Regionales, Comunidades Indígenas y Locales, Organizaciones No Gubernamentales (ONG), Centros de Investigación y Universidades Regionales
Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mapeo y Evaluación de Humedales: Realizar un mapeo exhaustivo de humedales y turberas, identificando aquellos en riesgo o degradados. 2. Diagnóstico de Humedales Altoandinos: Priorizar y evaluar humedales altoandinos en peor estado ecológico para desarrollo de planes de manejo. 3. Planes de Manejo Específicos: Implementar planes de manejo en humedales clave, integrando técnicas ancestrales de gestión. 4. Educación Comunitaria: Lanzar programas de educación ambiental en comunidades aledañas a los humedales. 5. Reactivación de Gestión Tradicional: Identificar y aplicar medidas de gestión tradicional en turberas andinas. 6. Normativa y Cumplimiento: Establecer y hacer cumplir regulaciones para la conservación de humedales y turberas. 7. Manejo de bofedales por comunidades indígenas: replicar programas llevado a cabo por las comunidades y financiadas por convenio CONADI- CONAF.
Beneficiarios	Comunidades Locales, Fauna y Flora Endémica, Sociedad en General
Alcance Territorial	<ol style="list-style-type: none"> 1. Región de Tarapacá: Foco en áreas con presencia de humedales y turberas altoandinas. 2. Ecosistemas Específicos: Humedales clave identificados en el diagnóstico. 3. Comunidades Aledañas: Incluyendo zonas rurales y urbanas cercanas a los humedales.

	Fecha de Inicio Implementación y Período de Duración de la Medida	Fecha de Inicio: 2025-2026, en función de la aprobación y financiación. Período de Duración: Programa permanente a largo plazo con revisiones y actualizaciones periódicas
--	--	--

	Instrumentos	Estrategia Regional de Desarrollo, Estrategia Regional de Biodiversidad 2019 - 2030 Tarapacá, PLADECO(s), Pladetur, Planes de Recuperación, Conservación y Manejo (RECOGE), Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, Programa de Conservación de la Flora y Fauna Silvestre Amenazada en Chile,
	Potencial de Mitigación	Reducción Significativa de Emisiones: A través de la conservación de sumideros de carbono naturales. Resiliencia Climática: Mejora en la capacidad adaptativa de ecosistemas y comunidades.
	Nivel de Transversalización de Género	Sensible
	Cobeneficios	1. Conservación de la Biodiversidad: Protección de especies endémicas y mejora en la calidad de hábitats. 2. Desarrollo Sostenible: Fomento de prácticas sostenibles en comunidades locales. 3. Educación y Conciencia Ambiental: Incremento en la sensibilización y conocimiento ambiental.
Metas de Mitigación	Subsector Afectado	Conservación de Ecosistemas Acuáticos
	Fuente o Sumidero Afectado	Humedales y turberas (sumideros)
	Gases y Contaminantes Climáticos Afectados	Dióxido de Carbono (CO₂): Reducción en las emisiones de CO ₂ gracias a la capacidad de captura de carbono de los humedales. Metano (CH₄): Los humedales pueden ser fuentes o sumideros de metano, dependiendo de su estado y manejo. La conservación y restauración adecuada pueden ayudar a controlar las emisiones de metano. Óxidos de Nitrógeno (N₂O): Los humedales pueden influir en la emisión de óxidos de nitrógeno.
	Metas y Objetivos de Mitigación del PARCC	No hay metas de mitigación asociadas, pero se vincula directamente a las Metas de Adaptación regional MRAS11.

Sinergias de la Medida	Posible relación / sinergias con acciones de adaptación.	Sinergias con la medida <i>Ejecutar un programa regional de restauración y conservación de paisajes naturales y la Identificación y protección de áreas de alto valor ambiental en Tarapacá en su enfoque de conservación de ecosistemas y biodiversidad.</i>
	Relación con los Objetivos y Otras Medidas del PARCC	MRAS 11: Para 2030, completar un inventario de humedales, incluyendo turberas y humedales costeros, y desarrollar métricas estandarizadas para evaluar su capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático.
	Relación y Sinergias con Otras Medidas de Instrumentos de Gestión del Cambio Climático	PSA Biodiversidad.
	Instrumentos de Planificación o Gestión Regionales	Estrategia de Desarrollo Regional, PLADECOS, Actualización Estrategia Regional de Biodiversidad 2019-2030 Región de Tarapacá Estrategia Nacional de Biodiversidad, Estrategia Nacional del Litio
Financiamiento	Costo Total Estimado	310-640 Millones Pesos Chilenos (MM) por humedal. El desglose potencial es: 1. Evaluación y Mapeo de Humedales: 50-100 MM, 2. Desarrollo e Implementación de Planes de Manejo: 200-400 MM por humedal. 3. Educación y Participación Comunitaria: 30-60 MM. 4. Campañas, talleres, y material educativo. Monitoreo y Evaluación Continua: 20-50. 5. Gestión y Cumplimiento Normativo: 10-30 MM
	Valorización Económica	No es posible estimar en esta etapa de planificación. La valorización podría considerar tangibles e intangibles, como el Valor de los Servicios Ecosistémicos, Beneficios Económicos Indirectos (ej. Turismo ecológico).

	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Desarrollo Indígena de CONADI - Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de MINEDUC - Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Sector privado
Seguimiento de la Medida	Indicadores para Evaluar su Cumplimiento	<p>1. Área de Humedales Conservados o Restaurados: Hectáreas del área total de humedales que han sido efectivamente conservados o restaurados.</p> <p>2. Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI): Cuantificación de la reducción de GEI asociada a los humedales conservados.</p>
Información Extra	Identificación de Brechas para la Implementación	<p>1. Brechas Institucionales: Falta de coordinación o apoyo entre las diferentes entidades gubernamentales y organizaciones involucradas.</p> <p>2. Brechas Técnicas: Necesidad de tecnología avanzada o conocimientos específicos para la evaluación y manejo de humedales.</p> <p>3. Brechas Económicas: Insuficiencia de fondos o recursos financieros para cubrir todos los aspectos de la implementación de la medida.</p>

ID14	Subelemento	Contenido
Descripción de la Medida	Nombre de la Medida	ID14: Proteger áreas de alto valor ambiental en Tarapacá, con un enfoque en la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.
	Sector(es)	Biodiversidad y Turismo
	Objetivo Específico de la Medida	Establecer corredor biológico. Tener un 50% de recuperación de especies protegidas, como golondrinas de mar y gaviotín chico a 5 años. Tener al menos un 50% de las áreas identificadas protegidas. Identificar y proteger al menos un refugio climático por piso ecológico en la región

<p>Descripción de la Medida</p>	<p>La medida propone una serie de acciones concretas orientadas a preservar la rica biodiversidad en la región de Tarapacá. Se centrará en la realización de estudios de inventario de la biodiversidad, priorizando la identificación de refugios climáticos y corredores biológicos para especies nativas. Asimismo, se llevará a cabo un estudio para identificar áreas de alto valor ambiental y biodiversidad para el año 2025, con la participación multisectorial, incluyendo a la academia, para definir y priorizar refugios climáticos.</p> <p>La medida también busca establecer acuerdos de conservación con propietarios de tierras y comunidades locales, poniendo énfasis en la protección de áreas de alto valor ambiental y biodiversidad. La implementación de medidas de restauración y conservación de hábitats clave se realizará con especial atención a la protección de Áreas Silvestres Protegidas.</p> <p>Adicionalmente, se promoverán programas de educación ambiental y concienciación comunitaria para subrayar la importancia de la conservación y el cuidado de los ecosistemas protegidos. Se establecerán mecanismos de monitoreo continuo de la biodiversidad y condiciones climáticas, incorporando acciones de fiscalización y sanciones para aquellos que invadan y contaminen las áreas protegidas.</p>
<p>Justificación de la Medida</p>	<p>La región de Tarapacá alberga una extraordinaria diversidad de ecosistemas, entre los cuales se destacan áreas protegidas como el Volcán Isluga, la Pampa del Tamarugal y el Salar del Huasco. Estos se entrelazan con otros sectores prioritarios para la conservación de la biodiversidad, abarcando desde ecosistemas marino-costeros hasta cordilleras de la costa, pasando por desiertos, quebradas y áreas altoandinas. A pesar de los esfuerzos desplegados, la región enfrenta amenazas a la biodiversidad, evidenciadas por la clasificación de 170 especies, donde el 78% se encuentra en situación de peligro. La reciente designación del "Mar de Pisagua" como área marina costera protegida destaca los esfuerzos de conservación; no obstante, la degradación de sistemas como el Salar de Coposa y la escasez hídrica en el Salar del Huasco y la Pampa del Tamarugal subrayan la urgente necesidad de implementar medidas de preservación y restauración. La clasificación de especies y la identificación de áreas degradadas resaltan la importancia de establecer regulaciones y llevar a cabo acciones concretas para proteger la biodiversidad en la región.</p> <p>Esta medida se vincula estrechamente con la exposición de las cadenas "Pérdida de</p>

	<p>biodiversidad terrestre", "Pérdida de biodiversidad marina" y "Pérdida de bosques en la Pampa del Tamarugal". Esto se debe a que los beneficios que estos ecosistemas aportan al bienestar humano trascienden su valor de uso directo, contribuyendo de manera significativa al desarrollo económico de la región.</p>
Autoridad Participante de la Medida (Responsable)	Seremi del Medio Ambiente
Coadyuvante	SBAP, Seremi turismo, MINVU, Universidades, Municipalidades locales
Actores Sectoriales o Locales Involucrados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunidades locales y pueblos indígenas. 2. Empresas turísticas sostenibles. 3. Organizaciones no gubernamentales dedicadas a la conservación de la biodiversidad. 4. Instituciones académicas con experiencia en investigación ambiental.

Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudios de inventario de la biodiversidad en las áreas identificadas, con un enfoque en la identificación de refugios climáticos y corredores biológicos para especies nativas. 2. Establecer acuerdos de conservación con propietarios de tierras y comunidades locales, enfocándose en la protección de áreas de alto valor ambiental y biodiversidad. 3. Implementar medidas de restauración y conservación de hábitats clave, priorizando la protección de Áreas Silvestres Protegidas (ASP). 4. Desarrollar programas de educación ambiental y concienciación comunitaria, promoviendo la importancia de la conservación y cuidado de los ecosistemas protegidos. 5. Establecer mecanismos de monitoreo continuo de la biodiversidad y condiciones climáticas, con la implementación de fiscalización y sanciones para quienes invadan y contaminen las áreas protegidas. 6. Realizar un estudio para identificar áreas de alto valor ambiental y biodiversidad para el año 2025, con la participación multisectorial, incluyendo a la academia, para definir y priorizar refugios climáticos.
Beneficiarios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunidades locales y pueblos indígenas. 2. Empresas turísticas comprometidas con la sostenibilidad. 3. Visitantes y turistas interesados en experiencias de ecoturismo. 4. Biodiversidad y ecosistemas locales.
Alcance Territorial	Regional
Fecha de Inicio Implementación y Período de Duración de la Medida	Inicio: 2024. Duración: Programa continuo con evaluaciones periódicas, con metas a 5 años para la recuperación de especies y protección de áreas identificadas.

	Instrumentos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ley de Bosque Nativo. 2. Derecho Real de Conservación 3. Programas de incentivos para la restauración de ecosistemas.
	Potencial de Mitigación	La restauración y conservación de hábitats clave, así como la protección de áreas silvestres, tienen un potencial significativo para la mitigación de CO2. Estas prácticas pueden reducir las emisiones y remover CO2 atmosférico, a la vez que salvaguardan la seguridad alimentaria y la biodiversidad (Turner, 2018). La conservación y restauración de hábitats marinos vegetados también ofrecen beneficios para la protección costera y la mitigación del cambio climático (Duarte et al., 2013). Sin embargo, la mitigación de CO2 por hectárea o kilómetro cuadrado en áreas terrestres o marinas protegidas varía según el tipo de ecosistema y la región, y no existen estudios disponibles en Chile para realizar esta estimación con precisión.
	Nivel de Transversalización de Género	Transformadora
	Cobeneficios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Potenciación del ecoturismo y actividades económicas sostenibles. 2. Mejora de la calidad de vida de las comunidades locales. 3. Fortalecimiento de la identidad cultural de los pueblos indígenas.
Metas de Mitigación	Subsector Afectado	Silvoagropecuario
	Fuente o Sumidero Afectado	Áreas de alto valor ambiental y sus ecosistemas asociados.
	Gases y Contaminantes Climáticos Afectados	Dióxido de Carbono (CO2); Metano (CH4); Óxidos de Nitrógeno (N2O)

	Metas y Objetivos de Mitigación del PARCC	No se priorizaron.
Sinergias de la Medida	Posible relación / sinergias con acciones de adaptación.	Ejecutar un programa regional de restauración y conservación de paisajes naturales, con énfasis en áreas críticas para la biodiversidad. Identificar y proteger áreas de alto valor ambiental en Tarapacá, con un enfoque en la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático.
	Relación con los Objetivos y Otras Medidas del PARCC	MRAS 8. Para 2030, implementar Planes de Recuperación, Conservación y Gestión para al menos el 30% de las especies clasificadas como amenazadas en Tarapacá, enfocándose en especies endémicas y en peligro crítico, y asegurando su viabilidad a largo plazo. MRAS10. Asegurar para 2030 que el 100% de las áreas protegidas en Tarapacá, tanto marinas como terrestres, cuenten con planes de manejo actualizados y en implementación, integrando estrategias de adaptación al cambio climático.
	Relación y Sinergias con Otras Medidas de Instrumentos de Gestión del Cambio Climático	Estrategias nacional de conservación de la biodiversidad, Estrategia Nacional de adaptación al cambio climático. PSA Ciudades (medida 2), Plan Regional de Ordenamiento Territorial PROT
	Instrumentos de Planificación o Gestión Regionales	Estrategia de desarrollo regional, Pladetur, PLADECO
	Financiamiento	Costo Total Estimado

	Valorización Económica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudios de inventario de la biodiversidad. 70 Millones (Pesos Chilenos) 2. Establecer acuerdos de conservación con propietarios de tierras y comunidades locales. 100M 4. Desarrollar programas de educación ambiental. 70 Millones (Pesos Chilenos) 5. Establecer mecanismos de monitoreo continuo de la biodiversidad y condiciones climáticas, con la implementación de fiscalización y sanciones para quienes invadan y contaminen las áreas protegidas. 200 Millones (Pesos Chilenos) 6. Realizar un estudio para identificar áreas de alto valor ambiental y biodiversidad para el año 2025. 80 Millones (Pesos Chilenos)
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Crédito Verde de CORFO - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
Seguimiento de la Medida	Indicadores para Evaluar su Cumplimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Porcentaje de recuperación de especies protegidas a 5 años. 2. Porcentaje de áreas identificadas protegidas. 3. Número de acuerdos de conservación establecidos. 4. Porcentaje de refugios climáticos identificados y protegidos. 5. Participación comunitaria en programas educativos y de conservación.

Información Extra	Identificación de Brechas para la Implementación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recursos Financieros: Asegurar financiamiento es esencial para implementar la medida de conservación. 2. Participación Comunitaria: Garantizar la colaboración efectiva requiere superar barreras y fomentar la participación activa de comunidades locales y pueblos indígenas. 3. Coordinación Interinstitucional: La coordinación entre entidades gubernamentales, ONG y sector privado es crucial para una implementación coherente de la medida de conservación. 4. Marco Normativo y Regulatorio: Un marco legal sólido, enfocado en la conservación, es esencial para el éxito de la medida. 5. Incorporación de la Perspectiva de Género: Considerar las diferencias de género es clave para la inclusión de mujeres en iniciativas de conservación y participación comunitaria. 6. Colaboración con el Sector Privado: La participación del sector privado, especialmente empresas turísticas sostenibles, es esencial; estrategias específicas son necesarias para su compromiso efectivo.
--------------------------	---	--

ID15	Subelemento	Contenido
Descripción de la Medida	Nombre de la Medida	ID15: Implementar un plan de transición hacia vehículos eléctricos en Tarapacá, con infraestructura de carga y políticas de incentivos
	Sector(es)	Energía y Transporte
	Objetivo Específico de la Medida	Desarrollar e implementar un programa integral destinado a favorecer la transición hacia vehículos eléctricos en los sectores público y privado. Este programa contempla la progresiva prohibición del uso y la comercialización de vehículos con sellos rojo en la región. Asimismo, se busca fortalecer los mecanismos de fiscalización para asegurar el cumplimiento efectivo de las normativas asociadas, contribuyendo así a la consolidación de una movilidad más sostenible y alineada con las metas ambientales establecidas.

Descripción de la Medida	<p>La medida propone el desarrollo e implementación de un programa integral con el objetivo principal de impulsar la transición hacia vehículos eléctricos tanto en los sectores público como privado de la región. Este programa se distingue por la implementación gradual de medidas que prohíben el uso y la comercialización de vehículos identificados con sellos rojo. Para fortalecer la efectividad de estas restricciones, se plantea mejorar los mecanismos de fiscalización, asegurando así el cumplimiento riguroso de las normativas asociadas.</p>
Justificación de la Medida	<p>La implementación de este programa integral cobra especial relevancia debido a que el sector transporte terrestre es una de las principales fuentes de emisiones en la región de Tarapacá. Concretamente, este sector contribuyó con un significativo 28% de las emisiones totales en el año 2020, subrayando la necesidad apremiante de abordar sus impactos medioambientales. Al prohibir gradualmente el uso y la comercialización de vehículos con sellos rojo, junto con asegurar la disponibilidad y promover la adopción de vehículos eléctricos, se pretende mitigar de manera efectiva este aporte considerable a las emisiones totales de la región, orientando el sector hacia prácticas más sostenibles y en consonancia con los objetivos ambientales establecidos.</p>
Autoridad Participante de la Medida (Responsable)	<p>Ministerio de Energía y Ministerio de Transporte</p>
Coadyuvante	<p>Agencia de Sostenibilidad Energética; Gobierno regional; SERVIU; MOP Municipios; Carabineros de Chile</p>
Actores Sectoriales o Locales Involucrados	<p>Gremio de colectivos, taxis, buses. Distribuidoras de vehículos Mineras</p>

Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar un mapa de infraestructura de carga para vehículos eléctricos para 2025. 2. Diseño y ejecución de campañas educativas sobre los beneficios de los vehículos eléctricos. 3. Implementación de políticas de incentivos para la adquisición de vehículos eléctricos y de carga pública 4. Gradual prohibición del uso y venta de vehículos con sellos rojo y amarillo. 5. Fortalecimiento de los procedimientos de fiscalización, incluyendo tecnologías de monitoreo avanzadas.
Beneficiarios	Población en general, usuarios de vehículos eléctricos, gremio de colectivos
Alcance Territorial	Regional
Fecha de Inicio Implementación y Período de Duración de la Medida	Enero 2026. Duración de 10 años.
Instrumentos	Estrategia Nacional de Electromovilidad, Estrategia Energética Regional, Ordenanza General de Urbanismo y Construcción, Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible.
Potencial de Mitigación	El cambio de autos de sello rojo a sello verde tiene un potencial de mitigación de un 7% aproximadamente, mientras que para el caso de los vehículos particulares la reducción aproximada es de 25 kt CO2 eq, y 92,5 kt CO2 eq en el caso del transporte público.
Nivel de Transversalización de Género	No pertinente

	Cobeneficios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reducir los impactos negativos del cambio climático, como eventos climáticos extremos, cambios en los patrones meteorológicos y elevación del nivel del mar, contribuyendo a la preservación de los ecosistemas y su diversidad biológica. 2. Mejora de la calidad del aire, lo que beneficia la salud humana y reduce los problemas respiratorios y cardiovasculares. 3. Menor dependencia de combustibles fósiles 4. Generación de empleo, a través de la fabricación de vehículos eléctricos, la instalación de infraestructuras de carga, la investigación y desarrollo de tecnologías limpias, y la gestión de servicios de transporte público.
Metas de Mitigación	Subsector Afectado	Automotriz y logística de transporte.
	Fuente o Sumidero Afectado	Automóviles, camionetas, buses.
	Gases y Contaminantes Climáticos Afectados	CO2 y carbono negro
	Metas y Objetivos de Mitigación del PARCC	Incrementar la proporción de la flota de vehículos particulares eléctricos a 20% y alcanzar el 50% en el transporte público de Tarapacá para 2035.
Sinergias de la Medida	Posible relación / sinergias con acciones de adaptación.	No hay relación

	Relación con los Objetivos y Otras Medidas del PARCC	Disminuir las emisiones de CO ₂ eq de la gran minería en Tarapacá en un 50% para 2035, en comparación al año 2020, a través de estrategias de eficiencia energética y transición a energías limpias.
	Relación y Sinergias con Otras Medidas de Instrumentos de Gestión del Cambio Climático	Plan Nacional de Eficiencia Energética; la Estrategia Nacional de Electromovilidad; la Estrategia de Instrumentos Económicos para la Transición Energética.
	Instrumentos de Planificación o Gestión Regionales	Estrategia Regional de Desarrollo, PLADECO
Financiamiento	Costo Total Estimado	<p>Inversión Inicial:</p> <p>1. Infraestructura de Carga: Presupuestamos la instalación de 10 estaciones de carga, con un costo promedio de 150 Millones de Pesos Chilenos (MM) cada una. Esto totalizaría 1,500 MM</p> <p>2. Campañas Educativas: Estimado un costo de CLP 50,000,000 para el desarrollo y ejecución de estas campañas.</p> <p>3. Incentivos para la Adquisición de Vehículos Eléctricos: Supongamos un incentivo promedio de 2MM por vehículo, con una meta de 500 vehículos. Esto sería 1,000 MM</p> <p>Costos Operativos:</p> <p>Mantenimiento de Infraestructura de Carga: Estimemos un 5% anual del costo inicial, que sería 75 MM año</p> <p>Monitoreo y Fiscalización: Consideramos un costo anual de 100 MM para estas actividades.</p>

	Valorización Económica	<p>1. Ahorros en Combustibles Fósiles: Si cada vehículo eléctrico ahorra aproximadamente 1 MM año en combustible (en comparación con un vehículo de gasolina), para 500 vehículos, esto sería 500 MM anuales.</p> <p>2. Beneficios Ambientales y de Salud: Estos son más difíciles de cuantificar monetariamente sin modelos específicos, pero consideramos un valor conservador de 200MM anuales en términos de mejoras en la calidad del aire y salud pública. Resumen de Costos</p> <p>Inversión Inicial: 2,550 MM</p> <p>Costos Operativos Anuales: 175 MM Ahorros y Beneficios Anuales: 700 MM</p>
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Global Environment Facility (GEF) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral - Créditos para electromovilidad de Banco Estado - Crédito Verde de CORFO - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado
Seguimiento de la Medida	Indicadores para Evaluar su Cumplimiento	Número de estaciones de carga instaladas, % vehículos eléctricos, % de emisiones de CO2 en el sector de transporte.
Información Extra	Identificación de Brechas para la Implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Brechas institucionales: Garantizar coordinación efectiva entre entidades involucradas. - Brechas técnicas: Asegurar acceso a tecnologías de carga de vehículos eléctricos. - Brechas legales: Evaluar y modificar la legislación actual para favorecer la transición. - Brechas económicas: Buscar fuentes de financiamiento sostenibles y viables.

ID16	Subelemento	Contenido
Descripción de la Medida	Nombre de la Medida	ID16: Incluir sitios acuáticos marinos de áreas acuáticas regionales en el sistema nacional de áreas protegidas.
	Sector(es)	Biodiversidad, Pesca y acuicultura
	Objetivo Específico de la Medida	Establecer y proteger al 100% de los sitios acuáticos prioritarios de Tarapacá, con especial énfasis en zonas críticas para la biodiversidad y la industria pesquera. Esta medida se enfoca en la preservación de ecosistemas clave, especies endémicas y zonas de alta productividad pesquera, para fortalecer la resiliencia de estos entornos frente al cambio climático y asegurar su viabilidad a largo plazo.
	Descripción de la Medida	Ampliar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado para incluir áreas acuáticas de la región de Tarapacá. La medida contempla la creación de zonas de conservación, o reservas pesqueras, dedicadas a la protección y manejo sostenible de los ecosistemas marinos y fluviales. Esto incluirá la conservación de algas y especies marinas clave, manteniendo la biodiversidad y apoyando la pesca sostenible. La iniciativa integrará un enfoque adaptativo para abordar los efectos presentes y futuros del cambio climático en estos ecosistemas. Por otra parte, Es esencial analizar la relación marina y mantener, tanto en los bordes costeros como en las áreas sociales, incluyendo puntos de surf, zonas de pesca, áreas de impacto costero y regiones de alta biodiversidad, asegurando así las interacciones de estos factores, con un enfoque global y sostenible en la conservación de la costa.

Justificación de la Medida	Incorporar áreas acuáticas de Tarapacá al sistema nacional de áreas protegidas fortalece la resiliencia de los ecosistemas marinos y la industria pesquera, que contribuye significativamente al PIB regional. Esta medida es fundamental para contrarrestar la disminución en el rendimiento de las caletas de pescadores, un efecto directo del cambio climático. Proteger estas áreas no solo salvaguarda la biodiversidad marina y los hábitats esenciales, sino que también asegura la continuidad y sostenibilidad de las actividades pesqueras, claves para la economía y el sustento de las comunidades locales.
Autoridad Participante de	SUBPESCA

La Medida (Responsable)	
Coadyuvante	MMA, IFOP (Instituto de Fomento Pesquero), GORE
Actores Sectoriales o Locales Involucrados	UNAP, Sindicato de pescadores, ONG, Comunidad borde costero, GORE y ONG Oceana Chile,
Acciones/ Actividades Concretas	<p>1. Evaluación de Áreas Potenciales: Realizar estudios para identificar áreas acuáticas clave en Tarapacá que requieran protección.</p> <p>2. Formalización de Protección: Colaborar con autoridades nacionales para lograr la protección legal de las áreas acuáticas seleccionadas.</p> <p>3. Programas de Manejo y Conservación: Desarrollar programas específicos para el manejo y conservación sostenible de las áreas protegidas.</p>
Beneficiarios	Comunidades pesqueras locales, organismos marinos, biodiversidad acuática, y la sociedad en general que se beneficia de la conservación de los recursos pesqueros y la biodiversidad marina.
Alcance Territorial	<p>1. Región de Tarapacá: Zonas costeras y marinas.</p> <p>2. Ecosistemas marinos y fluviales: Áreas acuáticas que serán designadas como áreas protegidas.</p> <p>3. Comunidades locales: Áreas donde las comunidades dependen de la pesca y actividades relacionadas.</p>

Fecha de Inicio Implementación y Período de Duración de la Medida	<p>Inicio: 2025</p> <p>Duración: La implementación de las acciones principales se realizará de forma progresiva, con un período inicial de 5 años, seguido de revisiones y ajustes periódicos.</p>
Instrumentos	<p>Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura, Plan Nacional de Adaptación, Plan de Adaptación para el Cambio Climático en Biodiversidad, Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico Tarapacá</p>
Potencial de Mitigación	<p>1. Reducción en la presión sobre especies y ecosistemas acuáticos: Contribuyendo a la absorción de CO2 por algas y otros organismos marinos.</p> <p>2. Mantenimiento de la biodiversidad: Fundamental para los procesos ecológicos que mitigan el cambio climático.</p>
Nivel de Transversalización de Género	<p>Responsiva</p>
Cobeneficios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación de la biodiversidad: Protección de especies y ecosistemas únicos. 2. Desarrollo sostenible: Apoyo a la pesca sostenible y el turismo ecológico. 3. Resiliencia comunitaria: Fortalecimiento de las comunidades locales frente a los impactos del cambio climático. 4. Educación y sensibilización: Aumento de la conciencia sobre la importancia de la conservación marina. 5. Aporta al ODS 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos
Metas de Mitigación	<p>Subsector Afectado</p> <p>Pesca y Acuicultura, Turismo.</p>

	Fuente o Sumidero Afectado	Las áreas acuáticas protegidas funcionan como sumideros de carbono, especialmente a través de la conservación de algas y otros organismos marinos que secuestran CO ₂ .
	Gases y Contaminantes Climáticos Afectados	1. Dióxido de Carbono (CO₂): La protección de ecosistemas acuáticos contribuye a la captura y almacenamiento de CO ₂ . 2. Metano (CH₄) y Óxido Nitroso (N₂O): Aunque en menor medida, los ecosistemas acuáticos también pueden influir en la captura o emisión de estos gases, dependiendo de su estado de conservación.
	Metas y Objetivos de Mitigación del PARCC	No se priorizaron para las metas de mitigación, sin embargo se relacionan directamente con las metas y medidas de adaptación del sector biodiversidad y el sector pesca.
Sinergias de la Medida	Posible relación / sinergias con acciones de adaptación.	<p>MRAS 8. Para 2030, implementar Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies para al menos el 30% de las especies clasificadas como amenazadas en Tarapacá, enfocándose en especies endémicas y en peligro crítico, y asegurando su viabilidad a largo plazo.</p> <p>MRAS 9. Establecer y operacionalizar para 2030 una red de áreas marinas protegidas (AMP) que cubra al menos el 10% de la superficie marina de Tarapacá, priorizando zonas costeras y áreas clave como refugios climáticos para la biodiversidad.</p> <p>MRAS 10. Asegurar para 2030 que el 100% de las áreas protegidas en Tarapacá, tanto marinas como terrestres, cuentan con planes de manejo actualizados y en implementación, integrando estrategias de adaptación al cambio climático.</p> <p>MRAS 11. Fortalecer para 2027 la gestión y gobernanza para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad de los ecosistemas marinos costeros en Tarapacá, incluyendo un sistema de monitoreo efectivo y continuo del estado de estos ecosistemas.</p> <p>MRAS 13. Implementar un enfoque ecosistémico en el 90% de las operaciones de pesca y acuicultura en Tarapacá para 2030, asegurando la evaluación y mitigación de riesgos climáticos y fomentando la conservación y uso sostenible de los recursos marinos.</p>

	Relación con los Objetivos y Otras Medidas del PARCC	No tiene sinergias específicas con otras medidas.
	Relación y Sinergias con Otras Medidas de Instrumentos de Gestión del Cambio Climático	PSA pesca y acuicultura
	Instrumentos de Planificación o Gestión Regionales	Estrategia Regional de Desarrollo, Actualización Estrategia Regional de Biodiversidad 2019-2030 Región de Tarapacá, PLADECO Iquique
Financiamiento	Costo Total Estimado	<p>1000 - 3000 Millones de Pesos Chilenos (MM) en 5 años. Estudios Preliminares y Evaluaciones Ambientales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Estudios Preliminares y Evaluaciones Ambientales: 50 a 150 MM 2. Gestión y Administración (anual): 100 a 300 MM 3. Programas de Manejo y Conservación (anual): 150 a 400 MM 4. Infraestructura y Señalización: Estimación: 100 a 200 MM 5. Educación y Sensibilización Comunitaria (anual): 50 a 150 MM

		6. Monitoreo y Evaluación Continua (anual): 50 a 100 MM
	Valorización Económica	No es posible estimar en esta etapa de planificación, y requiere de horizontes de medición a largo plazo. La valorización podría considerar Beneficios Ecológicos y para la Pesca Sostenible, que pueden traducirse en una mejora en la calidad y cantidad de recursos pesqueros, lo que podría incrementar los ingresos de la industria pesquera del orden de decenas a cientos de millones de CLP a largo plazo. En el caso del turismo ecológico, este podría generar ingresos adicionales, potencialmente en el orden de decenas a cientos de millones de CLP anuales. La reducción de Costos a Largo Plazo es Difícil de cuantificar, pero la prevención de daños ambientales y la conservación de ecosistemas podría ahorrar costos significativos a largo plazo.
	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Global Environment Facility (GEF) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado
Seguimiento de la Medida	Indicadores para Evaluar su Cumplimiento	<p>1. Área Total Protegida: Mide la extensión total (en hectáreas o kilómetros cuadrados) de áreas acuáticas que han sido efectivamente incorporadas en el sistema nacional de áreas protegidas.</p> <p>2. Salud y Biodiversidad del Ecosistema: Busca realizar monitoreos biológicos regulares para evaluar la salud de los ecosistemas, enfocándose en indicadores como la diversidad de especies, la abundancia de especies clave y la calidad del agua.</p>

Información Extra	Identificación de Brechas para la Implementación	<ul style="list-style-type: none"> - Brechas institucionales: Asegurar la cooperación y coordinación efectiva entre autoridades locales y nacionales. - Brechas técnicas: Garantizar la capacidad técnica para la identificación y gestión de áreas protegidas marinas. - Brechas legales: Asegurar la adecuación de la legislación para la inclusión de áreas acuáticas en el sistema de áreas protegidas. - Brechas económicas: Buscar fondos adicionales si el financiamiento inicial no es suficiente.
--------------------------	---	--

9.5. Fichas Simplificadas medidas de Integración

ID17	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID17: Incorporar la biodiversidad y su importancia para la adaptación al cambio climático en la planificación territorial de Tarapacá.
	Sector(es)	Biodiversidad
	Objetivo específico de la medida	Contar con instrumentos de planificación territorial con lineamientos específicos para la conservación y promoción de la biodiversidad para la adaptación al cambio climático
	Descripción de la medida	Esta medida se enfoca en la incorporación de lineamientos específicos para la conservación y promoción de la biodiversidad en la región para la adaptación al cambio climático. Estos lineamientos serán incorporados en los diferentes procesos de actualización de los instrumentos de planificación territorial.

	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida se justifica en la identificación de las cadenas de impacto "Pérdida de biodiversidad terrestre", "Pérdida de biodiversidad marina", y "Pérdida de bosques en la Pampa del Tamarugal". Se considera necesario contar con lineamientos específicos de protección y promoción de la biodiversidad en los instrumentos de planificación territorial, con el fin de diseñar estrategias más efectivas para la protección y conservación de la biodiversidad en respuesta a los desafíos del cambio climático.	
	Institución Responsable	Seremi del Medio Ambiente	
	Colaboradores	Instituciones encargadas de desarrollar los diferentes instrumentos de planificación territorial (MINVU, GORE, MUNICIPIOS, SENAPRED, SUBDERE, CONAF).	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Generación de lineamientos de conservación y promoción de biodiversidad para zonas prioritarias de la región. 2. Realización de capacitación y sensibilización sobre biodiversidad y cambio climático en el contexto de la medida ID18 (2025-2026). 3. Integrar consideraciones de biodiversidad en todos los nuevos instrumentos de planificación territorial. 4. Coordinar con CONAF programas y proyectos de educación en centros de educación ambiental para hacerlo parte de la educación formal	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Nivel de avance en el proceso de integración.
		Fuente	La información será proporcionada a través de los distintos servicios encargados de la actualización de los instrumentos de planificación territorial
		Periodicidad	A establecer en el CORECC. Teniendo en consideración el logro a 2030
		Responsable seguimiento	MMA
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida es un insumo clave para la medida ID21.	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Crédito Verde de CORFO - Fondos de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo de CONAF - Sector privado (ONG Adriana Hoffman) 	

ID18	Seguimiento	Contenido	
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID18: Promover la integración de contenidos sobre cambio climático y biodiversidad en el currículum de educación parvularia, básica y media	
	Sector(es)	Biodiversidad y Educación	
	Objetivo específico de la medida	Generar conciencia sobre la problemática en los diferentes niveles educacionales.	
	Descripción de la medida	Esta medida comprende el desarrollo de materiales educativos y programas de formación docente en temas de cambio climático y biodiversidad, la implementación de programas piloto y su posterior escalamientos. Esto permitiría integrar conocimientos y sensibilizar sobre la importancia del problema.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	En los talleres participativos se identifica la educación parvularia, básica y media como un elemento clave a fortalecer para mejorar la capacidad de adaptación frente al cambio climático.	
	Institución Responsable	Seremi de Educación	
	Colaboradores	GORE y MMA	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Desarrollo de materiales educativos y programas de formación docente en temas de cambio climático y biodiversidad, considerando incentivos de acuerdo con el nivel educacional y potenciando programas como el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educacionales (SNCAE), para 2026. 2. Generación e implementación de programas piloto con salidas a terreno en escuelas seleccionadas para 2027. 3. Escalamiento al resto de las escuelas de la región para 2030	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de establecimientos educacionales que integran en su currículum contenidos sobre cambio climático
		Fuente	Datos proporcionados por Seremi de Educación
		Periodicidad	Anual

		Responsable seguimiento	Seremi de Educación
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida se relaciona principalmente con el conocimiento empírico con pertinencia territorial generado a partir de las medidas ID19, ID23, ID24, ID25 e ID27.	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. - Fondo de Protección Ambiental (FPA) 	

ID19	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID19: Realizar un estudio integral de la demanda energética y potencial de eficiencia energética en el sector público e industrial de Tarapacá para 2025.
	Sector(es)	Energía
	Objetivo específico de la medida	Generar evidencia empírica de la demanda energética y potencial de eficiencia energética en el sector público e industrial de la región.
	Descripción de la medida	Esta medida comprende la realización de estudios científicos que permitan calcular la demanda energética, el potencial de generación y eficiencia en la región. Esto con el objetivo de identificar potenciales vías de cambios a fuentes de energía para aportar al Plan de Descarbonización nacional.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La generación de evidencia empírica permite una comprensión adecuada de las dinámicas de emisión, esto en para identificar las acciones específicas necesarias para lograr una mejor implementación de las medidas de mitigación. Esta medida se destaca como necesaria mediante la caracterización del catastro de emisiones de gases de efecto invernadero de la región.
	Institución Responsable	Seremi de Energía

	Colaboradores	Sector público Sector privados Sociedad civil	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Búsqueda de información existente en la región y nacional. 2. Realización de un estudio en profundidad sobre la demanda, el potencial de generación y eficiencia energética en la región, considerando los diferentes sectores prioritarios según el inventario de gases. 3. Organizaciones de talleres sectoriales para difusión de resultados.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de estudios realizados (según fuentes de emisiones prioritarias)
		Fuente	Informes de estudios entregados al Gobierno Regional Asociación de Industriales de Iquique Coordinador Eléctrico Nacional
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Ministerio Energía
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida se relaciona principalmente con el conocimiento empírico con pertinencia territorial generado a partir de las medidas ID19, ID23, ID24, ID25 e ID27.	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID" - FACR SUBDERE 	

ID20	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID20: Desarrollar e implementar un plan de fortalecimiento de la infraestructura regional (pública y privada) para la adaptación al cambio climático, con especial énfasis en la resiliencia ante eventos climáticos extremos.
	Sector(es)	Infraestructura.

Objetivo específico de la medida	El objetivo específico de esta medida es fortalecer la infraestructura regional, tanto pública como privada, en la región de Tarapacá, para mejorar su adaptación y resiliencia frente al cambio climático. Esto implica la implementación de estrategias y tecnologías que aumenten la capacidad de la infraestructura regional para resistir y recuperarse de eventos climáticos extremos, minimizando así los impactos negativos sobre las comunidades y sectores económicos locales.
Descripción de la medida	Esta medida consiste en el desarrollo e implementación de un plan integral que aborde el fortalecimiento de la infraestructura regional en Tarapacá, tanto en el sector público como en el privado, para hacer frente a los desafíos del cambio climático. El plan incluirá la evaluación de vulnerabilidades existentes, la identificación de áreas críticas que requieren atención prioritaria, y la aplicación de tecnologías y prácticas de construcción sostenibles y resistentes al clima. Además, se contemplará la capacitación de los actores locales y la promoción de la conciencia sobre la importancia de la resiliencia climática.
Justificación de la medida (Identificación del problema)	La medida es esencial para reducir la sensibilidad de las comunas en Tarapacá frente al riesgo creciente de remoción de masa en asentamientos humanos, un fenómeno exacerbado por el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos de inundaciones y aluviones. Al mejorar las características de la infraestructura regional, tanto pública como privada, esta iniciativa aborda directamente la vulnerabilidad de las comunidades ante estos eventos climáticos extremos.
Institución Responsable	Seremi Obras Públicas
Institución Coadyuvante	Municipios, Minvu, GORE

	Acciones/ Actividades Concretas	<p>1. Realizar un diagnóstico de vulnerabilidad de la infraestructura existente: Evaluar la infraestructura actual para identificar áreas vulnerables, especialmente en relación con inundaciones y aluviones; 2. Establecer normativas de construcción resiliente al cambio climático: Desarrollo y adopción de regulaciones y estándares actualizados para la construcción de nuevas infraestructuras y la renovación de las existentes.; 3. Modificar la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) y gestionar financiamiento público y privado para adaptación: Esta acción implica la revisión y actualización de la OGUC para incorporar criterios de resiliencia climática, junto con la búsqueda activa de fuentes de financiamiento tanto del sector público como privado para apoyar la implementación de estas medidas.</p>	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Índice de Resiliencia de la Infraestructura en Tarapacá. Se basa en una escala que evalúa aspectos como la robustez de la infraestructura, la eficacia de las normativas de construcción resiliente implementadas, y la efectividad de las modificaciones realizadas en la OGUC.
		Fuente	Los datos para este indicador se recopilarán a través de evaluaciones periódicas realizadas por la institución responsable
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	MINVU y MOP
Sinergias	Sinergia Instrumentos de planificación regional	No se identifican sinergias.	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Infraestructura para el Desarrollo del MOP - Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios 	

ID21	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID21: Integrar las consideraciones identificadas en el PARCC en los procesos de actualización de los instrumentos de gestión regional, dígase Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), Estrategia Regional de Desarrollo (ERD), Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) y otros Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), con un objetivo de implementación para 2030.
	Sector(es)	Transversal
	Objetivo específico de la medida	Contar con instrumentos de planificación territorial que permitan generar acciones coherentes en contexto de cambio climático.
	Descripción de la medida	Esta medida comprende la integración de las consideraciones identificadas en el PARCC, con el fin de integrar una dimensión transversal de cambio climático en los instrumentos de planificación territorial. Esto mediante la aplicación de un enfoque territorial en la integración de estas consideraciones en los procesos de actualización de dichos instrumentos.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	En miras de que los instrumentos de planificación territorial buscan generar coherencia en las acciones realizadas en un espacio territorial particular, y considerando la centralidad de los impactos del cambio climático en las diferentes esferas del territorio, es que es clave integrar una dimensión transversal de Cambio Climático en dichos instrumentos.
	Institución Responsable	Gobierno Regional
	Colaboradores	Instituciones encargadas de desarrollar los diferentes instrumentos de planificación territorial (MMA, MINVU, GORE, MUNICIPIOS, SENAPRED, SUBDERE, entre otros.

	Acciones/ Actividades Concretas	1. Diagnóstico de los instrumentos de planificación territorial, identificando del nivel de actualización y abordaje de los aspectos clave a considerar con respecto a las implicancias del cambio climático en los diferentes instrumentos. 2. Establecer un plan de integración en los procesos de actualización de los instrumentos de planificación regional, impulsando mesas intersectoriales incluyendo a diferentes actores. Para el caso de los Planes de Desarrollo Comunal, es necesaria la activación de los actores municipales, en miras de transversalizar estas consideraciones en la actualización de estos instrumentos. 3. Establecer sistemas de seguimiento y evaluación de las consideraciones integradas.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de planes territoriales actualizados.
		Fuente	La información será proporcionada a través de los distintos servicios encargados de la actualización de los instrumentos de planificación territorial
		Periodicidad	A establecer en el CORECC. Teniendo en consideración el logro a 2030
		Responsable seguimiento	CORECC
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida establece una relación estrecha con otras iniciativas de integración, particularmente con los diversos estudios de vulnerabilidad y riesgo (a saber ID17, ID19, ID23, ID24, entre otras). Estos estudios desempeñarán un papel fundamental al proporcionar el contenido necesario para integrar las consideraciones identificadas en el Plan de Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático (PARCC). Esta medida estará respaldada por evidencia sólida derivada de los estudios mencionados, asegurando así una toma de decisiones fundamentada en datos concretos	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	Financiamiento establecido para los diferentes servicios y orientado a actualizar los instrumentos.	

ID22	Seguimiento		Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID22: Actualizar los planes de emergencia de todas las comunas de Tarapacá, incorporando estrategias específicas de adaptación al cambio climático y reducción de riesgos de desastres, con un objetivo de actualización completo para 2030.	
	Sector(es)	Transversal	
	Objetivo específico de la medida	Contar con planes de emergencia comunal actualizados que permitan enfrentar los efectos del cambio climático	
	Descripción de la medida	La incorporación de estrategias específicas de adaptación al cambio climático y reducción de riesgos de desastres en los planes de emergencia comunales incluye una revisión del abordaje de efectos del cambio climático en los planes actuales, la generación de acciones específicas según la exposición a amenazas de cada comuna y la integración de estas acciones frente a los impactos.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida surge de la identificación del riesgo por Remoción en masa en asentamientos humanos y otros sectores cuantificados en el PARCC. Esto permite la mejora de la capacidad de respuesta de las comunidades frente a esta amenaza climática.	
	Institución Responsable	Municipios de la Región	
	Colaboradores	SENAPRED	
Acciones/ Actividades Concretas	1. Realización de un diagnóstico de los planes de emergencia actuales. 2. Elaborar y actualizar planes de emergencias comunales, esto en base a conocimiento experto y estudios en profundidad de los principales riesgos climáticos, considerando causas, consecuencias y elementos de vulnerabilidad. 3. Vinculación del nuevo plan de emergencia comunal con los planes sectoriales y los instrumentos de planificación territorial. 4. Socialización y difusión de los planes con entidades públicas y ciudadanía. 5. Implementar programas de formación para los equipos de respuesta a emergencias locales.		
Seguimiento	Indicador de	Descripción	Porcentaje de planes de Emergencia actualizados "

	progreso	<table border="1"> <tr> <td>Fuente</td> <td>La información será proporcionada a través de los distintos Municipios</td> </tr> <tr> <td>Periodicidad</td> <td>A establecer por cada Municipio. Teniendo en consideración el logro a 2030</td> </tr> <tr> <td>Responsable seguimiento</td> <td>SENAPRED</td> </tr> </table>	Fuente	La información será proporcionada a través de los distintos Municipios	Periodicidad	A establecer por cada Municipio. Teniendo en consideración el logro a 2030	Responsable seguimiento	SENAPRED
Fuente	La información será proporcionada a través de los distintos Municipios							
Periodicidad	A establecer por cada Municipio. Teniendo en consideración el logro a 2030							
Responsable seguimiento	SENAPRED							
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida comprende una relación estrecha con otras iniciativas de integración, particularmente con los diversos estudios de vulnerabilidad y riesgo (a saber ID17, ID19, ID23, ID24, entre otras). Estos estudios desempeñarán un papel fundamental al proporcionar el contenido necesario para integrar las consideraciones identificadas en el Plan de Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático (PARCC).						
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	Financiamiento establecido para los diferentes servicios y orientado a actualizar los instrumentos.						

ID23	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID23: Realizar un estudio de identificación de amenazas y vulnerabilidades climáticas en la región de Tarapacá, con el objetivo de integrar estos hallazgos en la planificación regional.
	Sector(es)	Infraestructura
	Objetivo específico de la medida	Generar evidencia empírica de la dinámica de impacto específica de los riesgos prioritarios de la región.
	Descripción de la medida	Esta medida comprende la realización de estudios científicos que permitan calcular los impactos específicos de los eventos climáticos extremos en las zonas prioritarias de riesgo identificadas en la región. Junto con esto, es necesario profundizar la comprensión de las dinámicas de impacto, identificando de manera empírica los elementos de sensibilidad que hacen más vulnerables al territorio frente a estos eventos.

	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La evidencia empírica de la dinámica de impacto de los riesgos de la región permite una comprensión adecuada de los mismos, esto en miras de identificar las acciones específicas necesarias para lograr una mejor adaptación a estos impactos. Esta medida se destaca como necesaria mediante la cuantificación de la cadena "Remoción de masa en asentamientos humanos y agricultura", ya que al identificar zonas prioritarias, en este caso los asentamientos y actividad agrícola en quebradas, permite el diseño de acciones de respuesta y adaptación frente a estos eventos climáticos.	
	Institución Responsable	Gobierno Regional	
	Colaboradores	SERNAGEOMIN Universidades ONGs Consultoras MOP SENAPRED	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Generación de equipo experto en cambio climático y análisis de riesgo para 2024. 2. Generación de estudios por cada riesgo detectado en el territorio para 2025. 3. Integrar los resultados del estudio en los procesos de actualización de los instrumentos de planificación territorial para 2026.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Estudios realizados por riesgo identificado.
		Fuente	Informes de estudios entregados al Gobierno Regional
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Gobierno Regional
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida es un insumo clave para las medidas que comprenden actualizaciones de instrumentos de planificación, emergencia y gestión regional (por ejemplo: ID17, ID21, ID22, y ID28)	

Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
-----------------------	---	---

ID24	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID24: Realizar un estudio de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático para recursos hidrobiológicos importantes, geoespacializado.
	Sector(es)	Pesca y Acuicultura.
	Objetivo específico de la medida	Generar evidencia empírica de la vulnerabilidad de recursos hidrobiológicos prioritarios de la región.
	Descripción de la medida	Esta medida comprende la realización de estudios científicos que permitan calcular los impactos específicos en los recursos hidrobiológicos prioritarios de la región y sus elementos de vulnerabilidad.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La evidencia empírica de la dinámica de impacto y la vulnerabilidad de estos recursos, permiten una mejor comprensión para la generación de planes de acción de sectores económicos afectados. Esta medida se destaca como necesaria mediante la construcción de la cadena de impacto "Disminución rendimiento caletas de pescadores", al proporcionar información sobre cómo el cambio climático podría afectar las especies clave para la pesca. Este conocimiento permite a las comunidades pesqueras y empresas privadas dedicadas al rubro, adaptarse mejor y desarrollar estrategias de manejo sostenible frente a condiciones climáticas cambiantes.
	Institución Responsable	SUBPESCA
	Colaboradores	MMA, Universidades, IFOP, GORE

	Acciones/ Actividades Concretas	1. Generación de equipo experto para el estudio de vulnerabilidad para 2025. 2. Ejecución del estudio, identificando áreas y especies vulnerables para el 2026. 3. Desarrollar estrategias de manejo adaptativo basadas en los resultados del estudio para 2027.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Estudios realizados
		Fuente	Informes de estudios entregados por los ejecutores de los proyectos de investigación
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	SUBPESCA
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida es un insumo clave para las medidas que comprenden actualizaciones de instrumentos de planificación y gestión regional (por ejemplo: ID17, ID21, ID22, y ID28)	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID - Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA) 	

ID25	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID25: Realizar estudios a nivel regional para la identificación, actualización y cuantificación de indicadores ambientales y de salud, vectores, zoonosis, carga de enfermedades y demanda de red hospitalaria para enfrentar el cambio climático.
	Sector(es)	Salud y bienestar humano.
	Objetivo específico de la medida	Contar con medidas ambientales y de salud para cumplir las acciones señaladas.

	Descripción de la medida	Esta medida comprende la realización de estudios científicos que permitan la generación de indicadores ambientales y de salud. Es necesario profundizar la comprensión de las dinámicas de los efectos del cambio climático en la salud humana y ambiental, identificando de manera empírica el estatus sanitario ambiental y de prevalencia de enfermedades en el contexto de estos efectos.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida se relaciona directamente con la capacidad adaptativa de la cadena "Enfermedades infecciosas ocasionadas por vectores". Esto, considerando que los esfuerzos orientados al descubrimiento temprano de problemas de salud y la implementación de programas de monitoreo robustos son aspectos fundamentales para la implementación de medidas preventivas.	
	Institución Responsable	Secretaría Regional Ministerial de Salud	
	Colaboradores	MMA Servicio de Salud Tarapacá SAG GORE	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Realización de diagnóstico de vectores y zoonosis, incidencia y prevalencia de patologías, además de la generación de indicadores para monitoreo. 2. Realizar un mapeo de indicadores ambientales y de salud para 2025. 3. Establecer un sistema de recopilación de datos continuo y análisis para 2026, con informes semestrales. 4. Desarrollar un plan de respuesta y adaptación basado en los resultados del estudio para 2027.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de estudios realizados
		Fuente	Informes de estudios
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Secretaría Regional Ministerial de Salud
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	No se identifican sinergias.	

Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Concurso de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS) de ANID - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
-----------------------	---	--

ID26	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID26: Promover y apoyar la creación de ordenanzas locales para el desarrollo y mantenimiento de áreas verdes en Tarapacá, considerando la adaptación al cambio climático.
	Sector(es)	Salud y bienestar humano.
	Objetivo específico de la medida	Establecer y mantener un mínimo reglamentario de áreas verdes en las comunas de Tarapacá, enfocándose en la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos en la salud pública, especialmente en relación con las olas de calor.
	Descripción de la medida	Promoción y apoyo en la creación de ordenanzas municipales para el desarrollo sostenible y mantenimiento de áreas verdes urbanas en Tarapacá. Esto incluye la plantación de especies xerófitas adaptadas al clima local, la implementación de tecnologías de riego eficiente y la reproducción de flora costera nativa, con el fin de aumentar la resiliencia de las comunidades locales frente a eventos extremos de calor.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La medida aborda la vulnerabilidad de las comunas de Tarapacá a las olas de calor (Cadena de impacto), un fenómeno exacerbado por el cambio climático. La falta de cobertura vegetal adecuada aumenta los riesgos para la salud pública. Por lo tanto, el desarrollo de áreas verdes es una estrategia clave para crear entornos urbanos más frescos y saludables.
	Institución Responsable	Municipios
	Colaboradores	SBAP, MMA

	Acciones/ Actividades Concretas	<p>2025-2026: Colaboración con municipios para el desarrollo e implementación de ordenanzas que promuevan áreas verdes.</p> <p>2027: Identificación y priorización de zonas para el desarrollo de áreas verdes, con especial atención en escuelas y espacios comunitarios.</p> <p>Implementación de tecnologías de riego eficiente y plantación de especies xerófitas y flora costera nativa.</p> <p>Monitoreo y evaluación anual del progreso y efectividad de las ordenanzas.</p>	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Progreso de implementación de ordenanzas
		Fuente	Información municipios
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Municipios
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	No se identifican sinergias	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Programa Mejoramiento Urbano y equipamiento comunal (PMU) de SUBDERE - Programa Mejoramiento de Barrios (PMB) de SUBDERE - Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios de MINVU 	

ID27	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID27: Realizar un análisis de vulnerabilidad y riesgos al cambio climático en las ZOIT de Tarapacá para 2028, identificando las áreas más susceptibles y las estrategias de adaptación y mitigación.
	Sector(es)	Turismo
	Objetivo específico de	Contar con información empírica sobre la vulnerabilidad frente a efectos del cambio climático de las ZOIT.

	la medida		
	Descripción de la medida	Esta medida comprende la realización de estudios científicos que permitan comprender la vulnerabilidad de las ZOIT Pueblo de Mamiña y Pica frente a las amenazas climáticas presentes en la región. Esto con el objetivo de generar estrategias de adaptación del sector turismo.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La evidencia empírica de la dinámica de impacto de los riesgos de la región permite una comprensión adecuada de los mismos, esto en miras de identificar las acciones específicas necesarias para lograr una mejor adaptación a estos impactos. Esta medida no se relaciona directamente con alguna cadena del sector.	
	Institución Responsable	SERNATUR	
	Colaboradores	MMA Municipios	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Contratación un equipo de expertos en cambio climático para realizar el análisis antes de finales de 2025. 2. Desarrollar un mapa de vulnerabilidad climática de las ZOIT para mediados de 2026. 3. Formular un plan de acción basado en el análisis para finales de 2026.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de estudios realizados
		Fuente	Informes de estudios
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	SERNATUR
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida es un insumo clave para las medidas que comprenden actualizaciones de instrumentos de planificación, emergencia y gestión regional (por ejemplo: ID17, ID21, ID22, y ID28)	

Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
-----------------------	---	---

ID28	Seguimiento	Contenido	
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID28: Incorporar un módulo de formación en mitigación y adaptación al cambio climático en los Comités de Seremis del Turismo, en coordinación con los CORECC.	
	Sector(es)	Turismo	
	Objetivo específico de la medida	Contar con funcionarios capacitados en adaptación a los efectos del cambio climático.	
	Descripción de la medida	Esta medida comprende el desarrollo de un currículum de formación en cambio climático y su implementación en talleres de capacitación a funcionarios de los comités de Seremis.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	En los talleres participativos, se realiza el consenso de la importancia de la capacitación en temas de cambio climático para funcionarios, esto en miras de asegurar una adecuada implementación de las acciones de los diferentes instrumentos de planificación territorial. Esta medida no se relaciona directamente con alguna cadena del sector.	
	Institución Responsable	SERNATUR	
	Colaboradores	MMA COREC C	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Diseño de un currículum de formación en cambio climático para mediados de 2025. 2. Implementación el módulo de formación en todos los Comités de Seremis a partir de 2026. 3. Evaluar y actualizar el contenido del módulo anualmente.	
	Descripción	Número de funcionarios capacitados	

Seguimiento	Indicador de progreso	Fuente	Información entregada por SERNATUR
-------------	-----------------------	--------	------------------------------------

		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	SERNATUR
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	No se identifican sinergias.	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Protección Ambiental (FPA) 	

ID29	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID29: Desarrollar y promocionar líneas de experiencias turísticas alternativas en Tarapacá, considerando los riesgos del cambio climático y resaltando la identidad regional.
	Sector(es)	Turismo. Biodiversidad
	Objetivo específico de la medida	Potenciar el desarrollo sostenible del sector turismo
	Descripción de la medida	Esta medida comprende la exploración y diversificación del sector turismo hacia modelos de negocios sostenibles y que permitan promover la conservación de la biodiversidad, mitigación y adaptación frente al cambio climático
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	En base a la discusión en torno a las cadenas teóricas de turismo en el taller participativo número 2, se identifica la necesidad de explorar nuevas oportunidades con un enfoque de conservación y sostenibilidad, para potenciar el sector económico y avanzar en adaptación frente al cambio climático
	Institución Responsable	SERNATUR

	Colaboradores	MMA Ministerio de Economía	
	Acciones/ Actividades Concretas	1. Realización de estudio de mercado para identificar oportunidades de turismo alternativo en 2025. 2. Desarrollo de al menos tres nuevas experiencias turísticas para finales de 2027. 3. Lanzamiento de una campaña de marketing para promocionar estas experiencias en 2028.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de estudios realizados / Experiencias piloto realizadas
		Fuente	Información SERNATUR
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	SERNATUR
Sinergias	Relación y sinergias con otras medidas	Esta medida se vincula con ID27 e ID28	
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Programas de innovación de CORFO - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Protección Ambiental (FPA) 	

10. Medidas de Implementación

La Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), define como Medio de Implementación a cualquier *Acción, medida o proceso del ámbito institucional o normativo para el desarrollo y transferencia de tecnología, creación y fortalecimiento de capacidades y financiamiento, entre otros, que se requieran para la implementación de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.* De esta manera, las medidas relacionadas a medios de implementación representan procesos dentro del ámbito institucional o normativo que una región debe emprender para alcanzar los objetivos de mitigación y adaptación establecidos en su plan. En consecuencia con la definición de la LMCC, para este capítulo hemos clasificado los medios de implementación en las categorías (a) Creación y fortalecimiento de capacidades; (b) Desarrollo de transferencias y tecnologías y (c) Financiamiento climático.

10.1. Fichas de Creación y Fortalecimiento de Capacidades

La Creación y fortalecimiento de capacidades en el contexto de la gestión del cambio climático implica que la sociedad e instituciones responsables de la implementación de acciones adquieran conocimientos, habilidades y aptitudes para abordar la crisis climática con acciones transformadoras de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y adaptación a sus impactos. El Ministerio del Medio Ambiente (2021) subraya la importancia de estas capacidades como habilitadoras de la acción climática, enfatizando su rol en la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y en la adaptación a los impactos climáticos. Las siguientes fichas, identifican las distintas medidas vinculadas a la creación y fortalecimiento de capacidades, emanadas diversos instrumentos de gestión de cambio climático, planes territoriales y procesos participativos.

ID30	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID30: Desarrollar un sistema de incentivos y apoyos para la implementación de prácticas de conservación y adaptación al cambio climático en el sector agrícola y turístico de Tarapacá
	Sector(es)	Silvoagropecuario, Turismo
	Objetivo específico de la medida	Promover la adopción de prácticas sostenibles y resilientes al cambio climático en los sectores agrícola y turístico de Tarapacá, mediante incentivos económicos y asistencia técnica, para mejorar la sostenibilidad ambiental y la resiliencia económica de la región
	Descripción de la medida	Esta medida consiste en el desarrollo de un programa integral que ofrece subvenciones y asistencia técnica a agricultores y operadores turísticos en Tarapacá. El programa incluirá la creación de un sistema de certificación de sostenibilidad para productos agrícolas y servicios turísticos, promoviendo prácticas que reduzcan el impacto ambiental y aumenten la adaptación al cambio climático.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	El sector agrícola y turístico en Tarapacá enfrenta desafíos significativos debido al cambio climático, incluyendo inseguridad hídrica y mayor vulnerabilidad a eventos climáticos extremos. Esta medida busca abordar estos desafíos, incentivando prácticas que mejoren la gestión de recursos naturales y la resiliencia climática, contribuyendo así a la sostenibilidad a largo plazo de estos sectores clave para la economía regional. Responde a lineamientos del plan sectorial agropecuario, y se Alinea con los nuevos potenciales instrumentos a disponer bajo la ley SBAP en materia de certificaciones.
	Institución Responsable	Seremi de Agricultura
	Colaboradores	INDAP, FIA, CORFO, CONAFF
	Acciones/ Actividades Concretas	<p>Acción: Crear un programa de subvenciones y asistencia técnica para agricultores y operadores turísticos que adopten prácticas sostenibles para 2027.</p> <p>Acción: Establecer un sistema de certificación de sostenibilidad para productos agrícolas y</p>

		servicios turísticos para 2028. Acción: gestionar recursos entregados por ENCCRV Conaf y traerlos a la Región.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de agricultores y operadores turísticos que reciben subvenciones y asistencia técnica. Número de productos y servicios certificados bajo el sistema de sostenibilidad.
		Fuente	Registros del programa de subvenciones y asistencia técnica.
		Periodicidad	Anual.
		Responsable seguimiento	INDAP o SERNATUR, según sea usuario.
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Crédito Verde de CORFO - Programa CRECE de SERCOTEC - ENCCRV Conaf 	

ID31	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID31: Desarrollar un sistema de información para la adaptación al cambio climático.
	Sector(es)	Silvoagropecuario, Salud y Bienestar Humano
	Objetivo específico de la medida	Implementar un sistema meteorológico integral de información climática para la provincia del Tamarugal para mejorar la capacidad de adaptación al cambio climático en los sectores silvoagropecuario y de salud en Tarapacá.

	Descripción de la medida	Desarrollo e implementación de una plataforma digital interactiva que integre datos meteorológicos y climáticos, recursos hídricos, y alertas tempranas. Esta plataforma facilitará la toma de decisiones informadas en los sectores silvoagropecuario y de salud, mejorando la resiliencia frente a eventos climáticos extremos.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida responde a la necesidad identificada en el Plan Sectorial Silvoagropecuario de Adaptación al Cambio Climático, que destaca la urgencia de mejorar la gestión de información climática para una respuesta efectiva ante los impactos del cambio climático. La región de Tarapacá enfrenta desafíos significativos debido a la variabilidad climática, afectando la productividad agrícola y la salud pública.	
	Institución Responsable	Seremi de Agricultura	
	Colaboradores	DGA, CONADI, MMA, SENAPRED, GORE	
	Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollo de la plataforma digital con integración de datos climáticos, recursos hídricos y alertas tempranas, con lanzamiento previsto para 2026. 2. Realización de talleres de capacitación anuales sobre el uso y aprovechamiento de la plataforma para stakeholders clave, comenzando en 2027. 3. Integración de sistemas de monitoreo y alerta temprana en colaboración con SENAPRED y DGA. 4. Creación de un módulo de educación y concienciación sobre cambio climático dirigido a comunidades locales y escolares. 	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Número de usuarios activos en la plataforma, reducción en el tiempo de respuesta ante eventos climáticos, incremento en la eficiencia del uso de recursos hídricos en el sector silvoagropecuario.
		Fuente	Informes de la plataforma, encuestas a usuarios, informes sectoriales.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Agricultura

Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
-----------------------	---	---

ID32	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID32: Implementar un programa de capacitación integral para comunidades en Tarapacá, enfocado en la respuesta a emergencias climáticas, adaptado a la realidad territorial y por rango etario, para 2025.
	Sector(es)	Bienestar Humano
	Objetivo específico de la medida	Fortalecer la resiliencia de la población de Tarapacá frente al cambio climático mediante la educación y concienciación, abarcando distintos grupos etarios y adaptándose a las realidades territoriales específicas para 2026
	Descripción de la medida	Desarrollo e implementación de un programa de capacitación integral dirigido a diferentes grupos etarios en la región de Tarapacá. Este programa incluirá módulos sobre comprensión del cambio climático, estrategias de adaptación y respuesta a emergencias climáticas, con un enfoque en las necesidades y características locales, con especial enfoque a las comunidades, tanto del tamarugal como costeras, con un enfoque preventivo y de mitigación.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La región de Tarapacá enfrenta desafíos debido al cambio climático, incluyendo eventos climáticos extremos. La falta de conocimiento y preparación adecuada aumenta la vulnerabilidad de las comunidades. Este programa busca reducir el riesgo de desastres y aumentar la capacidad de respuesta y adaptación de la población local. La medida responde a compromisos parte del Plan de reducción de riesgo de desastres de Tarapacá.

	Institución Responsable	SENAPRED
--	------------------------------------	----------

	Colaboradores	MINEDUC, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, autoridades regionales y locales, organizaciones comunitarias, Municipalidades de la región, MMA.	
	Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar módulos de capacitación adaptados a diferentes grupos etarios y realidades locales. 2. Integrar temas de cambio climático en el currículum académico regional. 3. Realizar talleres y charlas sobre cambio climático y respuesta a emergencias en escuelas y comunidades. 4. Promover la divulgación científica y la concienciación sobre el cambio climático a través de medios locales y redes sociales. 	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de población capacitada por grupo etario y sector.
		Fuente	Informes de SENAPRED y MINEDUC.
		Periodicidad	Semestral.
		Responsable seguimiento	SENAPRED
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de MINEDUC - Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. 	

ID33	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID33: Ejecutar una campaña de concienciación y capacitación sobre el uso eficiente de energía y agua, dirigida a la población y sectores claves de Tarapacá
	Sector(es)	Energía, salud y bienestar humano

	Objetivo específico de la medida	Incrementar la conciencia y mejorar las habilidades de la población y sectores clave de Tarapacá en el uso eficiente de energía y agua, reduciendo así la huella de carbono y mejorando la gestión de los recursos hídricos.	
	Descripción de la medida	Desarrollo y ejecución de una campaña integral de concienciación y capacitación, que incluye la difusión en medios locales y redes sociales, y la realización de talleres educativos en escuelas y comunidades. La campaña se enfocará en prácticas de ahorro de energía y agua, y en la promoción de tecnologías eficientes.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida es una respuesta directa al compromiso del Plan Sectorial de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades, Medida 33. Aborda la necesidad urgente de reducir el consumo de energía y agua en la región de Tarapacá, que enfrenta desafíos significativos debido a su clima árido y la creciente demanda energética.	
	Institución Responsable	Seremi Obras Públicas	
	Colaboradores	MMA, Ministerio Energía, MINSAL, AChEE, CIFES	
	Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se deberá de realizar un barrido de todos los programas de todos los SSPP que puedan servir de base para esta medida. 2. Diseño y lanzamiento de la campaña en medios locales y redes sociales, enfocándose en mensajes clave sobre eficiencia energética y conservación del agua. 3. Organización de talleres educativos en escuelas, universidades y comunidades, incluyendo material didáctico y demostraciones prácticas. 4. Implementación de programas piloto en hogares y edificios públicos para demostrar técnicas de ahorro de energía y agua. 5. Evaluación y seguimiento del impacto de la campaña en la comunidad. 	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de aumento en la eficiencia del uso de energía y agua en la región.
		Fuente	Informes de consumo energético y hídrico, encuestas de percepción.
		Periodicidad	Anual

		Responsable seguimiento	Seremi de Energía
--	--	------------------------------------	-------------------

Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e innovación. - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - SUBDERE
-----------------------	---	---

ID34	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID34: Implementar y mantener un programa educativo continuo sobre el uso eficiente del agua y prácticas de adaptación al cambio climático para la población de Tarapacá
	Sector(es)	Transversal
	Objetivo específico de la medida	Desarrollar la conciencia y capacidades en la población de Tarapacá, especialmente en el sector educativo, para adaptarse al cambio climático y mejorar la gestión del agua, logrando que el 50% de las escuelas incorporen proyectos de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en sus Planes de Mejoramiento Educativo (PME) y que el 100% de los establecimientos educativos actualicen sus Reglamentos Internos de Seguridad y Emergencia (RISE) al 2025, cumpliendo con normativas de áreas verdes. Además, capacitar al servicio público en temas de cambio climático y desarrollar proyectos relacionados en un plazo de dos años.
	Descripción de la medida	Implementación de un programa educativo integral que incluye el desarrollo de proyectos de escuelas verdes, la integración de acciones de adaptación al cambio climático en los planes de seguridad escolar, la actualización de RISE conforme a las normativas ambientales, y la capacitación del servicio público en cambio climático y desarrollo de proyectos relacionados.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida se relaciona con la capacidad adaptativa de las cadenas "Seguridad hídrica rural" y "Seguridad hídrica urbana". Esto ya que la educación ayuda a las comunidades a adaptarse mejor a los posibles impactos del cambio climático en la disponibilidad de agua, lo que es vital para mantener la seguridad hídrica a largo plazo. A través de la educación y la concienciación, se busca mejorar la gestión y conservación del agua, un recurso crítico para la región, tanto en zonas rurales como urbanas.
	Institución Responsable	Seremi de Educación

	Colaboradores	Seremi de Agricultura, Superintendencia de Educación.	
	Acciones/ Actividades Concretas	2025: Desarrollo de material educativo y plan de difusión. 2026: Inicio de campañas educativas en escuelas, medios de comunicación y eventos comunitarios. 2027 en adelante: Evaluación y ajuste anual del programa basado en retroalimentación y resultados.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de escuelas implementando ABP, actualización de RISE, capacitación del servicio público.
		Fuente	Informes de Seremi de Educación.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Educación
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de MINEDUC - Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. - Fondo de Protección Ambiental (FPA) 	

ID35	Seguimiento	Contenido
Descripción de	Nombre de la medida	ID35: Elaborar, ejecutar y monitorear planes de emergencia y protección climática en todas las escuelas de Tarapacá, enfocándose en las oscilaciones térmicas (olas de calor y frío), calidad del aire y amenaza de escasez de agua.
	Sector(es)	Salud y Bienestar Humano

la medida	Objetivo específico de la medida	Desarrollar y ejecutar planes integrales de emergencia y protección climática en todas las escuelas de Tarapacá para el 2025, enfocándose en la preparación y respuesta ante olas de calor, calidad del aire y amenaza de escasez de agua, con el fin de garantizar un entorno escolar seguro y resiliente al cambio climático.
------------------	---	---

	Descripción de la medida	Esta medida implica la creación y ejecución de planes de emergencia y protección climática en todas las escuelas de la región de Tarapacá. Estos planes estarán enfocados en preparar a las escuelas para enfrentar olas de calor, mejorar la calidad del aire y gestionar eficientemente los recursos hídricos. Incluirá la actualización de los Reglamentos Internos de Seguridad e Higiene (RISE) y la integración de proyectos de escuelas verdes en el plan de seguridad escolar.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La necesidad de esta medida surge de la vulnerabilidad de las escuelas de Tarapacá a los efectos del cambio climático, especialmente en relación con olas de calor, calidad del aire y amenaza de escasez de agua. Más de 500 escuelas a nivel nacional, particularmente aquellas sin sistemas de climatización adecuados, han experimentado impactos negativos en la concentración y rendimiento académico de los estudiantes debido a estas condiciones climáticas extremas	
	Institución Responsable	Seremi de Educación	
	Colaboradores	SENAPRED, Ministerio de Salud, superintendencia de educación.	
	Acciones/ Actividades Concretas	2025: Realizar un catastro de todos los colegios que tengan PISE y además de tenerlo dentro de sus planes educativos. 2025: Diseño de planes de emergencia y protección climática en colaboración con expertos en educación y cambio climático. 2026: Implementación de los planes en todas las escuelas, incluyendo simulacros y capacitaciones.	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de escuelas con planes de emergencia y protección climática implementados.
		Fuente	Informes de SENAPRED y Ministerio de Salud.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Salud

Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	- Programa Prevención y Mitigación de Riesgos (PREMIR) de SUBDERE - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
-----------------------	---	---

ID36	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID36: Realizar diagnósticos y campañas educativas continuas sobre los efectos inmediatos y a largo plazo del cambio climático en Tarapacá
	Sector(es)	Salud y Bienestar Humano
	Objetivo específico de la medida	Desarrollar y ejecutar un programa integral de capacitación en cambio climático para el sector público de Salud de Tarapacá en un plazo de dos años, enfocado en mejorar la comprensión y la respuesta a los desafíos climáticos específicos de la región.
	Descripción de la medida	Esta medida implica la realización de diagnósticos detallados sobre los impactos del cambio climático en Tarapacá, seguidos de campañas educativas dirigidas a los trabajadores del servicio público. Estas campañas estarán diseñadas para cerrar brechas de conocimiento y mejorar la preparación y respuesta frente a fenómenos climáticos adversos.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	Esta medida se relaciona con las cadenas "Enfermedades infecciosas ocasionadas por vectores", "Ola de calor", "Seguridad hídrica urbana" y "Seguridad hídrica rural". Esto ya que al proporcionar conocimientos y conciencia sobre cómo el cambio climático, aumenta la capacidad de abordarlos y por lo tanto la capacidad adaptativa.
	Institución Responsable	Seremi de Salud
	Colaboradores	MMA

	Acciones/ Actividades Concretas	<p>2025: Realizar un diagnóstico exhaustivo sobre los impactos del cambio climático en Tarapacá.</p> <p>2025: Desarrollar un plan de capacitación basado en los resultados del diagnóstico.</p> <p>2026: Implementar la primera fase de capacitaciones en cambio climático.</p> <p>2026-2027: Lanzar campañas educativas anuales, ajustadas según los hallazgos actualizados del diagnóstico.</p> <p>Anualmente: Evaluar y actualizar el contenido de las capacitaciones y campañas educativas.</p>	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de trabajadores del servicio público capacitados anualmente.
		Fuente	Informes de capacitación de la Seremi de Salud.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Salud
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)	

ID37	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID37: Implementar un programa de concientización y capacitación en prácticas responsables frente al cambio climático dirigido a turistas y comunidades locales en zonas de interés turístico.
	Sector(es)	Turismo
	Objetivo específico de la medida	Incrementar la conciencia y conocimientos sobre prácticas sostenibles y responsables frente al cambio climático entre turistas y comunidades locales en zonas turísticas de Tarapacá, contribuyendo a la preservación del ecosistema local y a la adaptación al cambio climático.

	Descripción de la medida	Desarrollo e implementación de un programa integral que incluye talleres, material educativo y actividades de campo, dirigido a turistas y residentes de zonas turísticas en Tarapacá. El programa se enfocará en prácticas sostenibles, impacto del cambio climático en la región y medidas de adaptación y mitigación, con un enfoque especial en la interacción responsable con la biodiversidad local, incluyendo la problemática de organismos urticantes como las medusas.	
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	La región de Tarapacá enfrenta desafíos relacionados con el cambio climático, incluyendo la presencia de organismos urticantes en las zonas costeras. Esta medida busca mejorar la capacidad adaptativa del sector turístico y las comunidades locales, educándolos sobre prácticas responsables que minimicen impactos negativos en el ecosistema y aumenten la resiliencia frente a cambios ambientales. Esta medida se relaciona con la capacidad adaptativa de la cadena "Turismo afectado por organismos urticantes".	
	Institución Responsable	SERNATUR	
	Colaboradores	Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Salud, Municipios, Empresas de turismo, Centros educativos y universidades	
	Acciones/ Actividades Concretas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño del programa de concientización y capacitación, incluyendo material didáctico y planificación de talleres (2025). 2. Establecimiento de alianzas con operadores turísticos, comunidades locales y entidades educativas para la difusión y ejecución del programa (2026). 3. Implementación de talleres y actividades educativas en zonas turísticas (2026-2027). 4. Monitoreo y evaluación continua del programa, con ajustes anuales basados en feedback y resultados (a partir de 2027). 	
Seguimiento	Indicador de progreso		Número de talleres y actividades realizadas anualmente. Número de participantes en el programa.
		Descripción	Cambios en la percepción y prácticas reportadas por participantes (encuestas pre y post programa).

			Reducción de incidentes relacionados con interacciones negativas entre turistas y ecosistemas locales.
		Fuente	Informes de SERNATUR, encuestas a participantes, registros de operadores turísticos.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	SERNATUR
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).	

10.2. Desarrollo de Transferencias y Tecnologías

El desarrollo de transferencias y tecnologías se refiere a las medidas enfocadas en el desarrollo, fomento y atracción de nueva y mejor tecnología para responder a la problemática climática, y que esos avances tecnológicos busquen centralizarse en transformaciones culturales, sociales, ambientales y económicas para lograr el desarrollo sostenible. En Chile, este enfoque se materializa a través de la Estrategia de Desarrollo y Transferencia Tecnológica para el Cambio Climático (EDTCC) de 2021, coordinada por el Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Esta estrategia busca organizar la identificación y priorización para el diseño e implementación de Planes de Acción Tecnológica en sectores prioritarios en el ámbito del cambio climático. A continuación, se describe la medida vinculada al Desarrollo de Transferencias y Tecnologías, seleccionada desde el mapeo en el contexto de los procesos participativos.

ID38	Seguimiento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre de la medida	ID38: Coordinar y aplicar tecnologías de mapeo existente y análisis de datos para la creación y actualización de mapas dinámicos de población vulnerable
	Sector(es)	Salud y Bienestar Humano
	Objetivo específico de la medida	Gestionar y mantener un sistema de mapeo dinámico para identificar y monitorear las poblaciones vulnerables a los impactos del cambio climático en la región de Tarapacá, facilitando la toma de decisiones y la asignación de recursos para la mitigación y adaptación.
	Descripción de la medida	Esta medida implica la investigación, selección e implementación de tecnologías avanzadas de mapeo y análisis de datos. Se desarrollarán mapas dinámicos que reflejen en tiempo real la distribución de poblaciones vulnerables, considerando factores climáticos, socioeconómicos y de salud. Estos mapas serán herramientas clave para la planificación estratégica en respuesta al cambio climático.
	Justificación de la medida (Identificación del problema)	El cambio climático representa una amenaza significativa para las poblaciones vulnerables, especialmente en regiones susceptibles a eventos extremos y variaciones climáticas como Tarapacá. La falta de información actualizada y detallada sobre la ubicación y características de estas poblaciones dificulta la respuesta efectiva y la asignación de recursos. Esta medida busca cerrar esta brecha informativa y aumentar la resiliencia de

		las
--	--	-----

		comunidades.	
	Institución Responsable	Seremi de Salud	
	Colaboradores	Ministerio del Interior y Seguridad Pública, SENAPRED, Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación, gobiernos locales, universidades y centros de investigación.	
	Acciones/ Actividades Concretas	<p>2025: Investigación y selección de tecnologías de mapeo y análisis de datos.</p> <p>2026: Desarrollo y prueba piloto de los primeros mapas dinámicos.</p> <p>2027: Implementación completa y capacitación de usuarios relevantes.</p> <p>Anualmente: Revisión y actualización de los mapas, incorporando mejoras tecnológicas y nuevos datos.</p>	
Seguimiento	Indicador de progreso	Descripción	Porcentaje de cobertura y actualización de los mapas dinámicos.
		Fuente	Informes de progreso de la Seremi de Salud.
		Periodicidad	Anual
		Responsable seguimiento	Seremi de Salud.
Financiamiento	Posibles Fuentes de Financiamiento	Presupuestos sectoriales, subvenciones internacionales para cambio climático, colaboraciones público-privadas, ONGs ambientales.	

10.3. Medidas de Financiamiento Climático

El financiamiento climático se refiere a los recursos financieros de diversas fuentes, tanto locales, nacionales e internacionales, que respaldan acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Este término abarca una amplia gama de definiciones y perspectivas, reflejando la diversidad de enfoques y necesidades en la gestión de recursos para combatir este fenómeno global. Generalmente, estas definiciones implican flujos de capital para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima, ya sean de origen público o privado.

Aunque se identificó una medida del financiamiento climático durante el mapeo, finalmente ninguna medida fue seleccionada o priorizada durante el proceso de participación.

11. Planificación, financiamiento y seguimiento

11.1. Planificación de la implementación de medidas

En esta sección, se busca representar una visión integral y detallada del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) Región de Tarapacá, a un horizonte de diez años (2024-2025). La Tabla 9, permite facilitar la comprensión y el seguimiento de las diversas medidas propuestas, e identificar fichas de adaptación, mitigación, integración y medios de implementación, distribuidas a lo largo de la planificación.

La Tabla reconoce dos procesos distintos dentro de la planificación, diferenciados por distintos colores. El verde oscuro indica el periodo de ejecución activa de cada medida, la mayoría de las cuales están diseñadas para ser implementadas y completadas en un lapso de cinco años o menos. Estas acciones, como estudios diagnósticos y la integración del cambio climático en instrumentos territoriales, una vez concluidas, no se prevén necesitar renovación dentro del horizonte de diez años. Por otro lado, el verde claro señala las iniciativas que idealmente deberían continuar más allá de su periodo inicial de ejecución. Esto puede implicar la necesidad de una evaluación para su continuación, como en el caso de nuevas versiones de programas de capacitación, o bien indicar que la medida entra en una fase de ejecución o monitoreo permanente, como sucede con ciertas medidas de medios de implementación que instauran nuevos programas en los servicios públicos.

Esta Tabla no solo sirve como herramienta para los responsables de la ejecución de políticas climáticas en la región, sino que también permite identificar rápidamente el estado y la duración estimada de cada medida, facilitando la coordinación y el seguimiento. También permite visualizar la necesidad de recursos continuos o adicionales para ciertas iniciativas. Se trata de un recurso dinámico, sujeto a ajustes y actualizaciones conforme avanza la implementación de las medidas.

Medidas de Adaptación	Medios de Implementación
Medidas de Mitigación	Periodo de Ejecución Activa
Medidas de Integración	Periodo de continuidad o monitoreo

Tabla 21. Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de Tarapacá, periodo 2025-2034

ID	Nombre corto	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
1	Restauración Ecológica y Biodiversidad										
2	Innovación ERNC y Electrificación Rural Tarapacá										
3	Plan Integral de Manejo de Relaves										
4	Tecnologías Sustentables y Eficiencia en Tarapacá										
5	Optimización de Infraestructura Hídrica Tarapacá										
6	Resiliencia en Caletas Pesqueras Tarapacá										
7	Áreas de Manejo Bentónico Tarapacá										
8	Protección Agrícola ante Inundaciones Tarapacá										
9	Inversión Adaptativa Silvoagropecuaria										
10	Capacitación Climática para Agricultura Árida										
11	Innovación en Gestión Hídrica y Cultivos Tarapacá										
12	Gestión de Floraciones de Medusas y Turismo										
13	Conservación de Humedales										
14	Protección de Biodiversidad Tarapacá										
15	Transición a Vehículos Eléctricos Tarapacá										
16	Inclusión de Áreas Acuáticas en Áreas Protegidas										
17	Biodiversidad en Planificación Territorial Tarapacá										
18	Educación Climática y Biodiversidad Escolar										
19	Estudio de Eficiencia Energética Tarapacá										

20	Plan de Infraestructura Resiliente Tarapacá										
21	Integración PARCC en Planificación Territorial										
22	Actualización de Planes de Emergencia Tarapacá										
23	Estudio de Vulnerabilidad Climática Tarapacá										
24	Estudio de Cambio Climático en Recursos Hidrobiológicos										
25	Estudios Regionales de Indicadores Ambientales y Salud										
26	Ordenanzas para Áreas Verdes y Clima Tarapacá										
27	Análisis de Resiliencia Climática en ZOIT Tarapacá										
28	Formación en Cambio Climático para Seremis Turismo										
29	Turismo Alternativo y Cambio Climático Tarapacá										
30	Incentivos para Conservación en Tarapacá										
31	Sistema de Información Climática										
32	Capacitación Comunitaria en Emergencias Climáticas										
33	Campaña de Uso Eficiente de Recursos Tarapacá										
34	Educación Continua en Uso Eficiente del Agua										
35	Planes de Emergencia Escolar Climática Tarapacá										
36	Diagnósticos y Educación Climática Tarapacá										
37	Concientización Climática en Turismo Tarapacá										
38	Tecnologías de Mapeo para Población Vulnerable.										

11.2. Estrategia de Financiamiento de Medidas

Para diseñar una estrategia de financiamiento adecuada, se deben considerar los siguientes elementos: i) Las distintas fuentes potenciales de financiamiento; ii) Diseño preliminar de las etapas de la estrategia y iii) Asociar las diferentes medidas trabajadas a las posibles fuentes de financiamiento

11.2.1. Instrumentos potenciales para el financiamiento:

A continuación, en base a revisión de información secundaria, se describen las posibles fuentes de financiamiento, considerando fuentes Internacionales, Nacionales y Regionales.

- **Fuentes de financiamiento Internacional:**

Las fuentes de financiamiento internacional que se consideran corresponden a Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral, Fondos climáticos internacionales,

Fondo Verde para el Clima y la Inversión Extranjera Directa (IED). A continuación, se describe cada una.

Los Bancos Nacionales de Desarrollo (BND), los Bancos de Desarrollo Multilaterales (BDM) y los Bancos de Desarrollo Bilaterales (BDB) desempeñan un papel crucial no solo como proveedores de financiamiento, sino también por su experiencia técnica. Ayudan a fortalecer la capacidad de los bancos locales para integrar consideraciones de cambio climático en sus operaciones financieras. Además de proporcionar préstamos directos, los BDM multilaterales también actúan como ejecutores de fondos internacionales (Holmes et al., 2016). Según el último informe conjunto sobre bancos de desarrollo multilaterales, estas entidades entregaron 12.670 millones de dólares en financiamiento climático en América Latina y El Caribe (Multilateral Development Banks (MDBs), 2023).

Los fondos climáticos internacionales comprenden un enfoque sectorial, considerando mitigación, adaptación y REDD+ (Reducing emissions from deforestation and forest degradation) (Holmes et al., 2016). Chile, es el quinto receptor de estos fondos en América Latina, considerando más de 200 millones de dólares, antecedido por Brasil, México, Costa Rica y Colombia, esto en el periodo entre 2003-2021 (Watson et al., 2022). Se describe que estos fondos comprenden importancia estratégica, ya que permiten por un lado la atracción de inversiones privadas al asistir a los BND, mientras que por otro, fomenta el aprendizaje y desarrollo de la capacidad técnica para ofrecer inversión resiliente al clima (Holmes et al., 2016).

El Fondo Verde para el Clima (FVC) es el mecanismo financiero de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y contribuye al objetivo de apoyar a los países en desarrollo para que alcancen y concreten sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) hacia trayectorias de bajas emisiones y resilientes al clima (Green Climate Fund, 2023). Hacia finales del año 2020 el FVC, aprobó para

Chile un proyecto de carácter público y dos de carácter privado con un monto total de 172 millones de dólares (Ministerio de Hacienda, 2023).

La inversión extranjera directa, comprendida como las inversiones de una entidad residente de una economía (inversionista directo), en otra economía o país, que implica una relación comercial a largo plazo, cumple un rol fundamental en el financiamiento verde (Chackiel & Orellana, 2014.). Chile depende en gran medida del comercio y la inversión extranjera directa para sostener su crecimiento económico, principalmente en sectores como la Minería, Energía y Finanzas. Debido a la participación de esta inversión en estos sectores, se describe que las empresas extranjeras contribuyen significativamente al desarrollo sostenible del país (Candia et al., 2023).

Fuentes de financiamiento Nacional:

Las fuentes de financiamiento nacional comprenden al sector privado, por un lado considerando los bancos y las administradoras de fondo de pensión, y el sector público por otro, considerando Banco Estado, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)

En cuanto al sector privado, se describe que un tercio de los bancos que operan en Chile, financian proyectos de desarrollo sostenible, principalmente en energías renovables. Sin embargo, la participación de los bancos en el sector es mucho más baja que en otros países de la OCDE y con un enfoque más limitado (Holmes et al., 2016). Por otro lado, se describe que los activos de las administradoras de fondos de pensión, considerando también las compañías de seguro, serán una fuente importante de financiamiento. Estos inversionistas tienen pasivos a largo plazo y una baja tolerancia al riesgo los cuales son especialmente adecuadas (Holmes et al., 2016).

Con respecto al sector público, CORFO desempeña un papel clave en el desarrollo económico de Chile, estableciendo las bases para la industrialización y el crecimiento. Su enfoque actual se centra en mejorar la competitividad del país y diversificar la economía mediante inversiones, innovación y emprendimiento. CORFO ha implementado programas de préstamos vinculados a la mitigación del cambio climático, incluyendo líneas de crédito para proyectos de energías renovables y eficiencia energética, colaborando con instituciones financieras y beneficiarios para fortalecer capacidades y desarrollar el mercado (Holmes et al., 2016). Así, actualmente la Agencia de Cambio Climático, comité de fomento de CORFO, está encargada de articular acuerdos entre el gobierno y empresas para concretar medidas de mitigación, adaptación y fortalecimiento de capacidades (Moraga, 2016.)

El Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), financiado con un presupuesto que corresponde al 41.2% del presupuesto total del Ministerio de Agricultura, proporciona acceso a financiamiento a través de líneas de crédito, subsidios y subvenciones (Ulibarry & Morales P, 2023). Además de apoyar programas de capacitación, inversión y formación, INDAP ha desarrollado iniciativas como un programa piloto de seguros agrícolas contra desastres naturales para los agricultores (Urrutia Jorge, 2021).

Por último, BancoEstado ofrece servicios financieros a grandes y medianas empresas, actividades gubernamentales y a personas individuales. Con un enfoque especial en garantizar el acceso al financiamiento para pequeñas y microempresas, es el único banco en Chile que proporciona microfinanzas. Aunque actualmente no tiene productos o servicios financieros asociados al cambio climático, su papel en el respaldo a la pequeña empresa podría ser clave en la formulación de políticas para atraer inversiones climáticas internacionales (Holmes et al., 2016).

Fuentes de financiamiento Regional:

A nivel regional, los fondos públicos aparecen como la principal fuente empleada. Estos fondos no son especializados en materia climática, lo que en el contexto de diseño de una estrategia de financiamiento podría generar dificultades (CDP Latin America & EBP Chile, 2023). A continuación, se abordan de forma general las diferentes fuentes de financiamiento a nivel local, realizando una descripción más detallada del financiamiento del Gobierno Regional de Tarapacá, esto último considerando la centralidad que ha tenido el cambio climático en la actualización de la Estrategia Regional de Desarrollo (GORE Tarapacá, 2023).

De forma general, se identifican múltiples fondos, tanto para ser ejecutados por el sector público, a través de municipios principalmente, y por otro lado, la sociedad civil, considerando ONGs, organizaciones sociales, PYMES, entre otros (CDP Latin America & EBP Chile, 2023). Con respecto al primer tipo de fondo, podemos identificar el financiamiento entregado por la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE), el Ministerio de Desarrollo Social, el Ministerio de Hacienda, la Agencia de Sostenibilidad Energética, el Ministerio de Energía y el Gobierno Regional. Por otro lado, la sociedad civil y el sector privado pueden acceder a los fondos del Ministerio de Medio Ambiente, SERCOTEC, CORFO, INDAP, CONAF, CNR y MNVU (CDP Latin America & EBP Chile, 2023).

Las fuentes de financiamiento del Gobierno Regional juegan un rol clave en financiamiento regional, considerando el proceso de descentralización fiscal del país y la implementación de las Leyes N°21.073 (asociada con la elección mediante votación ciudadana de los Gobernadores Regionales) y N°21.074 (Ley de Fortalecimiento Regional) (Ministerio de Hacienda, 2022). A continuación, se realiza una descripción de los diferentes fondos de financiamiento basándose principalmente en el documento Manual de la nueva estructura presupuestaria para Gobiernos Regionales, año 2022 (Ministerio de Hacienda, 2022).

Los recursos que se transfieren a los gobiernos regionales bajo el concepto de aporte fiscal están dados por las cuotas que les corresponden de la distribución del FNDR y el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC).

El Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) es un programa clave en Chile que canaliza recursos fiscales del gobierno central a las regiones para financiar proyectos de desarrollo a nivel regional, provincial y comunal. Administrado por los gobiernos regionales y la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), el FNDR

busca lograr un desarrollo territorial equitativo y armónico. El monto del fondo se fija anualmente en la Ley de Presupuestos, distribuyendo el 90% entre las regiones en función de la población y características territoriales. El 10% restante se distribuye durante el año presupuestario, incentivando la eficiencia y previendo gastos de emergencia.

El FNDR financia una variedad de iniciativas que abordan infraestructura social y económica, compensando territorialmente para lograr un desarrollo equitativo a lo largo del país. Entre las provisiones del FNDR se incluyen programas como el Fondo de Innovación para la Competitividad Regional, la Puesta en valor del patrimonio, el Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial, el Programa Saneamiento Sanitario, el Programa de Mejoramiento Urbano y el Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS).

Cada programa tiene objetivos específicos, como la protección y puesta en valor de bienes patrimoniales, el apoyo al desarrollo productivo y social en comunidades rurales, mejoras en infraestructura urbana, y la contribución a la superación de la pobreza a través de soluciones innovadoras propuestas por la sociedad civil, la academia y el sector privado, en el caso del FOSIS. La SUBDERE desempeña un papel clave en la distribución y evaluación de estos fondos a nivel regional.

Por otro lado, el Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) es un mecanismo de inversión regional en Chile destinado a fomentar la innovación y competitividad en diversos sectores. Este fondo asigna recursos a las regiones de acuerdo con la Ley de Presupuestos anual, siendo distribuidos por los Gobiernos Regionales a entidades autorizadas. El FIC-R respalda el desarrollo tecnológico, la innovación empresarial y la equidad económica territorial, abarcando actividades como investigación y desarrollo, transferencia tecnológica, emprendimiento innovador, captación de talento especializado y fortalecimiento de redes de innovación.

El Anteproyecto Regional de Inversiones (ARI) es una herramienta utilizada por los Gobiernos Regionales para planificar y coordinar inversiones. Este instrumento presenta una estimación de gastos para el siguiente año presupuestario, identificando programas, estudios, proyectos, transferencias y préstamos. El ARI se enmarca en el proceso de Coordinación Regional del Gasto Público (CORGAPU), permitiendo una gestión coherente y sinérgica de la inversión pública entre las instituciones públicas regionales y las demandas locales.

Las transferencias para gastos de capital recibidas por los gobiernos regionales incluyen el Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL), que financia proyectos de infraestructura municipal; el Programa Mejoramiento de Barrios (PMB), centrado en áreas de escasos recursos; y el Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial (PIRDT), que impulsa proyectos de infraestructura en zonas rurales. Estos programas buscan mejorar la calidad de vida y promover el desarrollo territorial en distintas comunidades, considerando aspectos como participación ciudadana, enfoque de género y desarrollo productivo en áreas rurales.

11.2.2. Diseño de la estrategia:

Teniendo en cuenta las diferentes fuentes de financiamiento, a continuación, se presenta un diseño de estrategia de financiamiento que permita orientar las acciones para la efectiva implementación de las medidas abordadas en este informe. Esta estrategia se plantea con un horizonte de 10 años, considerando procesos a desarrollar en el corto plazo (un año), mediano plazo (de 1 a 5 años) y largo plazo (de 5 a 10 años).

Corto plazo (1 año): En este primer año, la estrategia se enfocará en establecer las bases para la implementación efectiva de medidas climáticas. Se convocarán grupos de interés clave, iniciando un diálogo que permita la identificación de preocupaciones y prioridades. A su vez, se establecerán objetivos prioritarios alineados con el Plan de Acción para la Resiliencia al Cambio Climático (PARCC). Simultáneamente, se realizará una identificación de los Fondos de financiamiento disponibles, evaluando su idoneidad para respaldar las medidas identificadas en este informe.

Mediano plazo (1 a 5 años): Durante este período de 1 a 5 años, la estrategia se centrará en la acción concreta y la obtención de recursos. Se procederá a la postulación a los fondos de financiamiento identificados, buscando respaldo financiero para la implementación de las medidas prioritarias. Con los fondos adjudicados, se iniciará la ejecución de proyectos climáticos, concentrándose en las áreas identificadas como prioritarias en el corto plazo. Asimismo, se llevará a cabo una evaluación intermedia de la estrategia para ajustar y mejorar en función de los resultados obtenidos y las condiciones cambiantes.

Largo plazo (5 a 10 años): En el horizonte de 5 a 10 años, la estrategia se enfocará en consolidar y proyectar los esfuerzos realizados. Se continuará y, eventualmente, se culminará con la ejecución de los fondos adjudicados, asegurando una implementación efectiva y sostenible de las medidas climáticas. Posteriormente, se realizará una evaluación financiera integral, analizando el impacto y los resultados obtenidos hasta el momento. Con base en esta evaluación, se proyectará la inversión futura, considerando lecciones aprendidas y nuevas oportunidades de financiamiento que puedan surgir en el contexto cambiante de la acción climática global.

11.2.3. Medidas según tipo de financiamiento:

A continuación, se ofrecen las principales fuentes de financiamiento potencial según medida. La Tabla 10 está diseñada para servir de guía en el proceso de definición y selección de medidas prioritarias a nivel regional, facilitando la identificación de fuentes de financiación específicas para aquellas medidas que no estén cubiertas por los presupuestos actuales.

Tabla 22. Fuentes potenciales de financiamiento según tipo de medida a implementar, clasificadas según alcance

ID	Nombre corto	Fuentes de financiamiento potencial		
		Internacional	Nacional	Regional
1	Restauración Paisajística y Biodiversidad	- Global Environment Facility (GEF)	-	- Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Privados
2	Innovación ERNC y Electrificación Rural Tarapacá	-	- Centros de Investigación Asociativa (SCIA)/ Instrumento de ANID	- Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R)
3	Plan Integral de Manejo de Relaves	-	- Programas Tecnológicos de Minería en Relaves de CORFO	- Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Presupuesto sectorial del Ministerio de Minería - Sector Privado
4	Tecnologías Sustentables y Eficiencia en Tarapacá	- Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral	- Crédito Verde de CORFO - Fondos de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondos de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Crédito Energías Limpias y Eficiencia Energética de Banco Estado	- Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Fondo de Acceso a la Energía (FAE) del Ministerio de Energía - Sector Privado

5	Optimización de Infraestructura Hídrica Tarapacá	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral 	<ul style="list-style-type: none"> - Fondos de Gestión Hídrica de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Ley de Fomento al Riego y Drenaje N° 18.450 de CNR - Fondo Concursable para Organizaciones de Usuarios de Aguas de CNR - Fondo de Infraestructura para el Desarrollo del MOP - Fondo de Innovación para la competitividad regional (FIC-R) - Fondo Nacional de
				<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado
6	Resiliencia en Caletas Pesqueras Tarapacá	<ul style="list-style-type: none"> - Global Environment Facility (GEF) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Programa Prevención y Mitigación de Riesgos (PREMIR) de SUBDERE - Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) de SUBPESCA - Sector privado - Fondos concursables del Instituto Nacional de Desarrollo Sustentable de la Pesca Artesanal y de la Acuicultura de Pequeña Escala (INDESPA)

				- Fondo Reactívat Pesca Artesanal de SERCOTEC
7	Áreas de Manejo Bentónico Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) de SUBPESCA - Sector privado
8	Protección Agrícola ante Inundaciones Tarapacá	-	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Infraestructura para el Desarrollo del MOP
9	Inversión Adaptativa Silvoagropecuaria	-	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP - Financiamiento Agrícola Banco Estado - Créditos Agricultura Familiar de INDAP y Banco	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)

			Estado	
10	Capacitación Climática para Agricultura Árida	-	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Desarrollo Indígena
11	Innovación en Gestión Hídrica y Cultivos Tarapacá	-	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de INDAP	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Desarrollo Indígena de CONADI - Ley de Fomento al Riego y Drenaje N° 18.450 de CNR - Fondo Concursable para Organizaciones de Usuarios de Aguas de CNR
12	Gestión de Floraciones de Medusas y Turismo	- Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Crédito Verde de CORFO	- Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)

13	Conservación de Humedales	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Desarrollo Indígena de CONADI - Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de MINEDUC - Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) - Sector privado
----	---------------------------	---	---	---

14	Protección de Biodiversidad Tarapacá	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral 	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Crédito Verde de CORFO 	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
15	Transición a Vehículos Eléctricos Tarapacá	<ul style="list-style-type: none"> - Global Environment Facility (GEF) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral 	<ul style="list-style-type: none"> - Créditos para electromovilidad de Banco Estado - Crédito Verde de CORFO 	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado
16	Inclusión de Áreas Acuáticas en Áreas Protegidas	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo Verde para el Clima (FVC) - Global Environment Facility (GEF) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado

17	Biodiversidad en Planificación Territorial Tarapacá	-	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Crédito Verde de CORFO	- Fondos de conservación, recuperación y manejo sustentable del bosque nativo de CONAF - Sector privado (ONG Adriana Hoffman)
18	Educación Climática y Biodiversidad Escolar	-	-	- Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e innovación. - Fondo de Protección Ambiental (FPA)
19	Estudio de Eficiencia Energética Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
20	Plan de Infraestructura Resiliente Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Infraestructura para el Desarrollo del MOP - Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios
21	Integración PARCC en Planificación Territorial	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)

22	Actualización de Planes de Emergencia Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
23	Estudio de Vulnerabilidad Climática Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
24	Estudio de Cambio Climático en Recursos Hidrobiológicos	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID - Fondo de Investigación Pesquera y de Acuicultura (FIPA) de SUBPESCA
25	Estudios Regionales de Indicadores Ambientales y Salud	-	-	- Concurso de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS) de ANID - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de

				Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
26	Ordenanzas para Áreas Verdes y Clima Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Programa Mejoramiento Urbano y equipamiento comunal (PMU) de SUBDERE - Programa Mejoramiento de Barrios (PMB) de SUBDERE - Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios de MINVU
27	Análisis de Resiliencia Climática en ZOIT Tarapacá	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Sector privado - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
28	Formación en Cambio Climático para Seremis Turismo	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Protección Ambiental (FPA)

29	Turismo Alternativo y Cambio Climático Tarapacá	-	- Programas de innovación de CORFO	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Protección Ambiental (FPA)
30	Incentivos para Conservación en Tarapacá	-	- Fondo de Adaptación al Cambio Climático de CORFO - Fondo de Adaptación al Cambio Climático de	- Programa CRECE de SERCOTEC

			INDAP - Crédito Verde de CORFO	
31	Sistema de Información Climática	- Fondo Verde para el Clima (FVC) - Bancos de Desarrollo Multilateral y Bancos de Desarrollo Bilateral	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Protección Ambiental (FPA) - Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias de ANID
32	Capacitación Comunitaria en Emergencias Climáticas	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de MINEDUC - Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e

				Innovación.
33	Campaña de Uso Eficiente de Recursos Tarapacá	-	-	- Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. - Fondo de Protección Ambiental (FPA)
34	Educación Continua en Uso Eficiente del Agua	-	-	- Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) - Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de MINEDUC - Fondo Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. - Fondo de Protección

				Ambient al (FPA)
35	Planes de Emergencia Escolar Climática Tarapacá	-	-	- Programa Prevención y Mitigación de Riesgos (PREMIR) de SUBDERE - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
36	Diagnósticos y Educación Climática Tarapacá	-	-	- Programa Prevención y Mitigación de Riesgos (PREMIR) de SUBDERE - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)
37	Concientización Climática en Turismo Tarapacá	-	-	- Programa Prevención y Mitigación de Riesgos (PREMIR) de SUBDERE - Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)

11.3. Seguimiento de la implementación de medidas por sector

El seguimiento de la ejecución de las medidas asociadas al PARCC es esencial para evaluar su impacto, realizar ajustes oportunos y asegurar que los objetivos del plan se cumplan de manera efectiva. Aunque cada una de las fichas presentadas en el capítulo 9 y 10, poseen detalles de los indicadores de seguimiento, las fuentes de información para los indicadores, y los responsables de realizar el monitoreo, es de interés presentar una mirada más general y agrupada desde la perspectiva sectorial. Por lo tanto, las siguientes tablas, buscan facilitar la comprensión de cómo el plan abordará los desafíos del cambio climático desde distintas instituciones y áreas de trabajo. En las

tablas, se sintetizan las medidas específicas adoptadas (nombre corto), los responsables de cada medida, los indicadores de seguimiento y los encargados de supervisar estos indicadores.

Es importante destacar que las celdas de la tabla están codificadas con colores para representar el tipo de medida: Adaptación, Mitigación, Integración o Medios de Implementación (código de colores). Esta codificación facilita la identificación rápida del enfoque de cada medida y ayuda a visualizar el equilibrio y la cobertura integral del plan en su conjunto.

	Medidas de Adaptación
	Medidas de Mitigación
	Medidas de Integración
	Medios de Implementación

Tabla 23. Seguimiento Sector Biodiversidad

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
1	Restauración Ecológica y Biodiversidad	Seremi del Medio Ambiente	Tasa de Restauración y Conservación de Ecosistemas en Tarapacá.	Seremi del Medio Ambiente
13	Conservación de Humedales	Seremi del Medio Ambiente	Área de Humedales Conservados o Restaurados	Seremi del Medio Ambiente
14	Protección de Biodiversidad Tarapacá	Seremi del Medio Ambiente	Porcentaje de áreas de alto valor ambiental protegidas	Seremi del Medio Ambiente
16	Inclusión de Áreas Acuáticas en Áreas Protegidas	SUBPESCA	Área Total Protegida; Salud y Biodiversidad del Ecosistema	Seremi del Medio Ambiente
17	Biodiversidad en Planificación Territorial Tarapacá	Seremi del Medio Ambiente	Porcentaje de planes que incorporan Biodiversidad	Seremi del Medio Ambiente
18	Educación Climática y Biodiversidad Escolar	Seremi de Educación	Número de establecimientos que integran en su currículum contenidos sobre cambio climático	Seremi de Educación

Tabla 24. Seguimiento Sector Silvoagropecuario

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
8	Protección Agrícola ante Inundaciones Tarapacá	Seremi de Agricultura	Reducción Porcentual de Áreas Agrícolas Afectadas por crecidas de Ríos.	Seremi de Agricultura
9	Inversión Adaptativa Silvoagropecuaria	Seremi de Agricultura	Tasa de Adopción de Prácticas y Tecnologías de Adaptación en el Sector Silvoagropecuario.	GORE, MINAGRI e INDAP
10	Capacitación Climática para Agricultura Árida	Seremi de Agricultura	Tasa de Implementación de Prácticas Agrícolas Resilientes y Sostenibles.	INDAP
11	Innovación en Gestión Hídrica y Cultivos Tarapacá	Seremi de Agricultura	Porcentaje de reducción en el uso del agua de riego	CNR
30	Incentivos para Conservación en Tarapacá	Seremi de Agricultura	Número de agricultores y operadores turísticos que reciben subvenciones y asistencia técnica. Número de productos y servicios certificados bajo el sistema de sostenibilidad.	INDAP o SERNATUR, según sea usuario.
31	Sistema de Información Climática	Seremi de Agricultura	Número de usuarios activos en la plataforma,	Seremi de Agricultura
34	Educación Continua en Uso Eficiente del Agua	Seremi de Educación	Porcentaje de escuelas implementando ABP, actualización de RISE	Seremi de Educación

Tabla 25. Seguimiento Sector Energía y Minería

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
----	--------------	--------------------	-----------	-------------------------

2	Innovación ERNC y Electrificación Rural Tarapacá	Seremi de Energía	Porcentaje de Comunidades Rurales y Aisladas Electrificadas con ERNC	Seremi de Energía
3	Plan Integral de Manejo de Relaves	Seremi de Minería	Porcentaje de Relaves en la región bajo plan de manejo	Sernageomin
4	Tecnologías Sustentables y Eficiencia en Tarapacá	Seremi de Energía	Reducción porcentual del consumo energético per cápita a nivel regional	Seremi de Energía
15	Transición a Vehículos Eléctricos Tarapacá	Seremi de Transporte	Número de estaciones de carga instaladas, % vehículos eléctricos	Seremi de Energía
19	Estudio de Eficiencia Energética Tarapacá	Seremi de Energía	Número de estudios realizados (según fuentes de emisiones prioritarias)	Seremi de Energía

Tabla 26. Seguimiento Sector Infraestructura

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
5	Optimización de Infraestructura Hídrica Tarapacá	Seremi Obras Públicas	Porcentaje de Avance en la Implementación del Plan de Modernización y Fortalecimiento de la Infraestructura Hídrica.	Seremi Obras Públicas
20	Plan de Infraestructura Resiliente Tarapacá	Seremi Obras Públicas	Índice de Resiliencia de la Infraestructura.	Seremi Obras Públicas y MINVU
23	Estudio de Vulnerabilidad Climática Tarapacá	Gobierno Regional	Estudios realizados por riesgo identificado.	Gobierno Regional

Tabla 27. Seguimiento Sector Pesca y Acuicultura

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
6	Resiliencia en Caletas Pesqueras Tarapacá	SUBPESCA	Índice de Resiliencia de las Caletas de Pescadores.	SUBPESCA
7	Áreas de Manejo Bentónico Tarapacá	SUBPESCA	Salud de los Ecosistemas Bentónicos y Sostenibilidad de las Pesquerías en las AMERB	SUBPESCA
24	Estudio de Cambio Climático en Recursos Hidrobiológicos	SUBPESCA	Estudio realizado	SUBPESCA

Tabla 28. Seguimiento Sector Turismo

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
27	Análisis de Resiliencia Climática en ZOIT Tarapacá	SERNATUR	Número de estudios realizados	SERNATUR
28	Formación en Cambio Climático para Seremis Turismo	SERNATUR	Número de funcionarios capacitados	SERNATUR

29	Turismo Alternativo y Cambio Climático Tarapacá	SERNATUR	Número de estudios realizados / Experiencias piloto realizadas	SERNATUR
----	---	----------	--	----------

37	Concientización Climática en Turismo Tarapacá	SERNATUR	Número de actividades y participantes. Reducción de incidentes relacionados con interacciones negativas entre turistas y ecosistemas locales.	SERNATUR
----	---	----------	---	----------

Tabla 29. Seguimiento Medidas Transversales

ID	Nombre corto	Responsable Medida	Indicador	Responsable seguimiento
21	Integración PARCC en Planificación Territorial	Gobierno Regional	Porcentaje de planes territoriales actualizados.	CORECC
22	Actualización de Planes de Emergencia Tarapacá	Municipios de la Región	Porcentaje de planes de Emergencia actualizados	SENAPRED

12. Participación Ciudadana

Con el objetivo de formular el **Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC)** de la región de Tarapacá de forma participativa, además de la autoridad responsable y la contraparte técnica, se requiere de la colaboración de otros órganos de la Administración del Estado para efectos de que puedan participar en la elaboración e implementación del Plan de Acción Regional del Cambio Climático de la región de Tarapacá, las que asumirán la calidad de autoridades coadyuvantes, y consecuentemente las funciones indicadas en el artículo 16 del Decreto Supremo N° 16 de 2023 del Ministerio del Medio Ambiente.

Durante las instancias participativas, para el proceso de consulta ciudadana, se realizarán dos talleres participativos, 1 en la Provincia de Iquique y otro en la Provincia del Tamarugal, cuyas fechas y lugares a realizar serán informados oportunamente. El mecanismo de difusión del anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático de la región Tarapacá, el proceso de consulta ciudadana y los talleres participativos se informarán a través de la Página web del Gobierno Regional, en el siguiente Banner: <https://www.goretarapaca.gov.cl/plan-regional-cambio-climatico>.

12.1. Etapa 2. Validación y Ajustes de Cadenas de Impacto Cuantificadas para la Región.

En esta segunda participativa, estuvo enfocada en presentar y validar las cadenas de impacto teóricas y cuantificadas y explorar objetivos de mitigación y/o adaptación de las cadenas de impacto priorizadas con el propósito de generar insumos para la construcción de medidas de adaptación y mitigación del Plan de Acción Regional de Cambio Climático. Durante esta etapa se realizaron las siguientes actividades descritas en la Tabla a continuación.

Tabla 32. Actividades participativas etapa 2

Actividad	Fecha	Modalidad	N° de asistentes
Taller 2. Presentación y validación de Cadenas de Impacto , realizado de forma presencial.	2/11/23	Presencial	20 participantes. La lista de asistencia se encuentra en anexo 7
Reunión con CORECC para Presentación y Validación de Cadenas.	30/10/23	Online	23 participantes. La lista de asistencia se encuentra en anexo 7
Encuesta online de retroalimentación y priorización de cadenas de impacto	Disponible para responder desde el 07 al 13 de noviembre	Online	8 personas respondieron la encuesta.

12.1.1. Taller 2. “Taller participativo técnico Sectorial PARCC”

La actividad se centró en la discusión de las diversas cadenas de riesgo climático que afectan a sectores de la región como salud, biodiversidad, turismo, pesca, agricultura e infraestructura. Para ese efecto, se contó con la participación de autoridades y expertos sectoriales que fueron convocados a través de la SEREMI de Medio Ambiente según la siguiente invitación:

En el análisis temático se identificaron propuestas de mejora para las cadenas de impacto consensuadas, y, por otro lado, se determinaron nuevos riesgos, complementando esto último con medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, vinculadas a los siguientes ámbitos:

1. Educación
2. Normativa
3. Gestión de residuos
4. Agricultura
5. Manejo hídrico
6. Infraestructura
7. Protección civil

Cabe señalar, que un aspecto relevante que se destacó fue la falta de información climática local para realizar adecuadamente los análisis de riesgo. Sin embargo, se observó un intercambio productivo, con variadas propuestas desde una mirada situada en la realidad regional.

I. Perspectivas generales:

Se destaca la urgencia de actualizar la normativa y los reglamentos de construcción con el fin de fomentar el desarrollo de espacios que requieran un menor uso de sistemas de aire acondicionado. Esta medida se presenta como clave para adaptarse a las condiciones cambiantes del clima y mitigar el impacto ambiental. Además, se subraya la importancia de mejorar la gestión de residuos domiciliarios, considerando el aumento de la temperatura y las variaciones de lluvia relacionadas con el cambio climático, con el objetivo de reducir la proliferación de vectores y prevenir enfermedades.

Por otro lado, se señaló el papel fundamental de instituciones como CONADI e INDAP en proyectos destinados a la agricultura, destacando que ambas instituciones no estaban inicialmente identificadas en el diagnóstico. Se propone realizar un análisis detallado de los riesgos asociados a cada sector productivo y a los distintos pisos ecológicos, con el fin de fortalecer la planificación y la implementación de medidas adaptativas.

Además, se reitera la carencia de información y datos regionales sólidos sobre variables meteorológicas, lo que complica la evaluación precisa de los riesgos climáticos. Como solución, se sugiere la instalación de más estaciones meteorológicas para mejorar la recopilación de datos y facilitar análisis más detallados.

Finalmente, se propone ampliar el análisis de riesgo climático a todas las actividades económicas intensivas en el uso de agua, no limitándose únicamente a la minería. Esto garantizaría una evaluación más completa y exhaustiva de los posibles impactos del cambio climático en la región.

II. Perspectivas vinculadas a mejoras en las cadenas de impacto:

El análisis de riesgo en la cadena de ola de calor debería incluir la consideración del albedo, entendido como la capacidad de una estructura para reflejar calor. Se destaca la escasez de áreas verdes en la zona norte, lo que podría contribuir a mitigar la sensación térmica y debería considerarse como una variable de amenaza relevante.

En relación con la cadena de proliferación de enfermedades, se propone ampliar la vulnerabilidad para incluir los riesgos asociados a desechos industriales peligrosos, a fin de abordar de manera más integral los posibles impactos en la salud pública.

Para la cadena de remoción en masa, se sugiere incorporar la exposición de escuelas y actividades económicas de pueblos originarios, además de considerar los riesgos en la conectividad. Esto permitiría una evaluación más completa de las potenciales consecuencias de eventos de remoción en masa en la región.

En la cadena de biodiversidad del tamarugo, se propone ampliar la evaluación a otras especies además del tamarugo, con el fin de tener una visión más amplia de los posibles impactos en la biodiversidad regional.

Asimismo, en la cadena turismo por medusas, se sugiere ampliar la evaluación para incluir los posibles impactos en toda la biodiversidad marina, proporcionando así una perspectiva más holística de los efectos en el sector turístico.

En la cadena agricultura, se propone ampliar la exposición a cultivos de toda la región e incorporar variables meteorológicas extremas de calor y frío según la zona.

Finalmente, en la cadena de minería, se sugiere reorientar el enfoque para evaluar los impactos en todas las actividades intensivas en el uso de agua, permitiendo así una comprensión más completa de los posibles riesgos asociados a la minería y actividades relacionadas.

III. Perspectivas vinculadas a riesgos adicionales:

En el análisis de riesgo, se sugiere la incorporación de los riesgos asociados a cortes en la conectividad como consecuencia de eventos de remoción en masa. Este aspecto resalta la importancia de evaluar no solo los impactos directos de dichos eventos, sino también las posibles interrupciones en la comunicación y transporte, lo cual es crucial para una gestión integral de riesgos.

Asimismo, se propone considerar la redistribución de especies marinas como parte de la evaluación de riesgos, no limitándose únicamente a la proliferación de medusas debido al aumento de la temperatura del mar. Esta ampliación permitirá comprender mejor los posibles cambios en la biodiversidad marina y sus efectos en los ecosistemas marinos.

En relación con la cadena de riesgo en embarcaciones, se plantea la necesidad de incorporar los riesgos derivados de la acumulación de arena en bahías. Este aspecto destaca la importancia de evaluar no solo los riesgos directos para las embarcaciones, sino también los relacionados con la alteración de las condiciones en las áreas de

navegación, contribuyendo así a una gestión más completa de los posibles peligros para la seguridad marítima.

VI. Medidas y soluciones propuestas para abordar los impactos del cambio climático identificados:

Las medidas y soluciones propuestas para abordar los impactos identificados del cambio climático incluyen:

- El aumento de áreas verdes urbanas como estrategia para mitigar la sensación térmica y fomentar entornos más resistentes a las altas temperaturas. Además, se plantea la mejora de la infraestructura y materialidad de las escuelas, sugiriendo considerar materiales de construcción que contribuyan a una mejor sensación térmica.
- Se propone la actualización de la normativa de construcción para garantizar estándares más adecuados a las condiciones cambiantes del clima.
- En el ámbito de la gestión de residuos, se destaca la necesidad de educar en la gestión de residuos domiciliarios y mejorar la gestión de residuos peligrosos industriales.
- Para fortalecer la seguridad en escuelas, se sugiere considerar medidas de protección en los planes de emergencia escolares.
- Se plantea la regeneración artificial del bosque de tamarugos como medida específica para preservar la biodiversidad local.
- En el sector del agua, se propone educar en el uso eficiente del agua y aplicar normativas para asegurar la calidad del agua potable. Para abordar la amenaza de escasez de agua, se sugiere la construcción de plantas desalinizadoras.
- En el ámbito pesquero, se propone diversificar las actividades pesqueras para adaptarse a los cambios en la disponibilidad de especies marinas.
- En relación con la infraestructura portuaria, se plantea cambiar la materialidad para hacerla más resistente a las condiciones climáticas extremas y la implementación de infraestructura temporal en puertos para hacer frente a eventos climáticos adversos.

V. Actores e instituciones relevantes para abordar el cambio climático en la región:

En el marco de la colaboración interinstitucional, se proponen roles específicos para distintas entidades gubernamentales. Los municipios asumirían un papel fundamental en la implementación de medidas destinadas a aumentar áreas verdes urbanas, mejorar el albedo de las estructuras y fortalecer la gestión de residuos domiciliarios. Para el Ministerio de Educación, se sugiere liderar iniciativas enfocadas en el mejoramiento de la infraestructura escolar, considerando la materialidad para una sensación térmica más adecuada. El Ministerio de Vivienda y Urbanismo se posiciona como actor clave en la actualización de normativas de construcción para adaptarse a las condiciones cambiantes del clima.

CONADI e INDAP se perfilan como entidades dedicadas a proyectos específicos para la agricultura, enfocándose en estrategias que fortalezcan la resiliencia del sector. La

Dirección Meteorológica de Chile y la Armada serían responsables de la instalación estratégica de estaciones meteorológicas para abordar la falta de datos regionales sobre variables meteorológicas, mejorando así la capacidad de análisis de riesgo.

El Ministerio de Medio Ambiente se destaca por su papel en el análisis del uso eficiente del agua, mientras que el Ministerio de Obras Públicas lideraría iniciativas para el mejoramiento de la infraestructura costera y portuaria, adaptándola a las condiciones climáticas extremas. Esta distribución de responsabilidades busca aprovechar las fortalezas y recursos específicos de cada entidad para abordar de manera integral los desafíos derivados del cambio climático en la región.

12.1.2. Presentación de diagnósticos y Validación de Cadenas al CORECC

En la reunión, se presentaron avances significativos en la construcción del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC). Inicialmente, se expusieron los principales hallazgos del diagnóstico regional de amenazas climáticas, seguido de la metodología empleada para la priorización de cadenas de impactos y sus respectivos resultados.

Entre los temas abordados por los consejeros, se resaltó el cobro de impuesto por el traslado de residuos fuera de la región. Este punto fue considerado de suma importancia, revelando una ausencia legislativa en este ámbito. Siendo una práctica considerada absurda que no fomenta la gestión de residuos. En respuesta, la Seremi (S) del Ministerio del Medio Ambiente señaló que este tema está siendo abordado a través de la ley de residuos y del programa de economía circular liderado por la institución.

Desde el CORECC se planteó la necesidad de considerar los sismos como una amenaza climática, dado que Tarapacá es una región sísmica. Sin embargo, se aclaró que los sismos no pueden ser considerados como una cadena per se, ya que no constituyen amenazas climáticas. No obstante, se explicó que los sismos pueden converger con otras amenazas, generando condiciones propicias para la vulnerabilidad, especialmente en términos de posibles aluviones o lluvias intensas.

12.1.3. Encuesta de Validación de Cadenas de Impacto

Para complementar los resultados obtenidos en el Taller Técnico Sectorial N°2, se diseñó una encuesta de validación y priorización de cadenas de impactos, destinada a aquellas instituciones que no pudieron asistir a la actividad pero que deseaban aportar con su visión y experiencia. Para facilitar la comprensión de los contenidos, se incluyó un video explicativo sobre la conceptualización del riesgo climático para la construcción de las cadenas de impacto (Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=qNhAXGQ9Ae0>).

Los objetivos centrales de la encuesta se orientaron a la validación y mejora del diseño de las cadenas de impacto teóricas y cuantificadas por el equipo consultor. A su vez, se buscaba recibir retroalimentación para garantizar la robustez y eficacia de dichas cadenas en la identificación y evaluación de riesgos. Además, se pretendía enriquecer la conceptualización del riesgo al incluir, mejorar y/o priorizar variables en los diferentes componentes, tales como exposición, amenaza y vulnerabilidad (considerando tanto la sensibilidad como la capacidad de adaptación).

Adicionalmente, se instó a los participantes a señalar cualquier riesgo regional que no hubiese sido contemplado en las cadenas presentadas. Este objetivo apuntaba a garantizar que la evaluación de riesgos abarcara la diversidad y especificidades de la región. El plazo para responder la encuesta fue de 7 días corridos.

Principales Resultados

La encuesta se distribuyó entre más de 20 representantes sectoriales de la región, obteniéndose 8 respuestas provenientes del sector público. La composición de las respuestas reflejó una equitativa participación de ambos géneros. Entre los organismos representados se encuentran la Secretaría Regional Ministerial de Salud, el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), el Gobierno Regional de Tarapacá, el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), y la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente. A continuación, se presentan los resultados obtenidos.

A cada participante se le pidió elegir las cadenas de impacto relevantes para el sector que representa y en las cuales desea revisar y complementar la información. Las cadenas de impacto seleccionadas fueron seguridad hídrica, salud y olas de calor, pérdidas por remoción de masa, nuevas enfermedades humanas, pérdida de biodiversidad, pérdida de superficie de cultivos e incremento en la floración de medusas. Estas cadenas de impacto se detallan en el Gráfico.

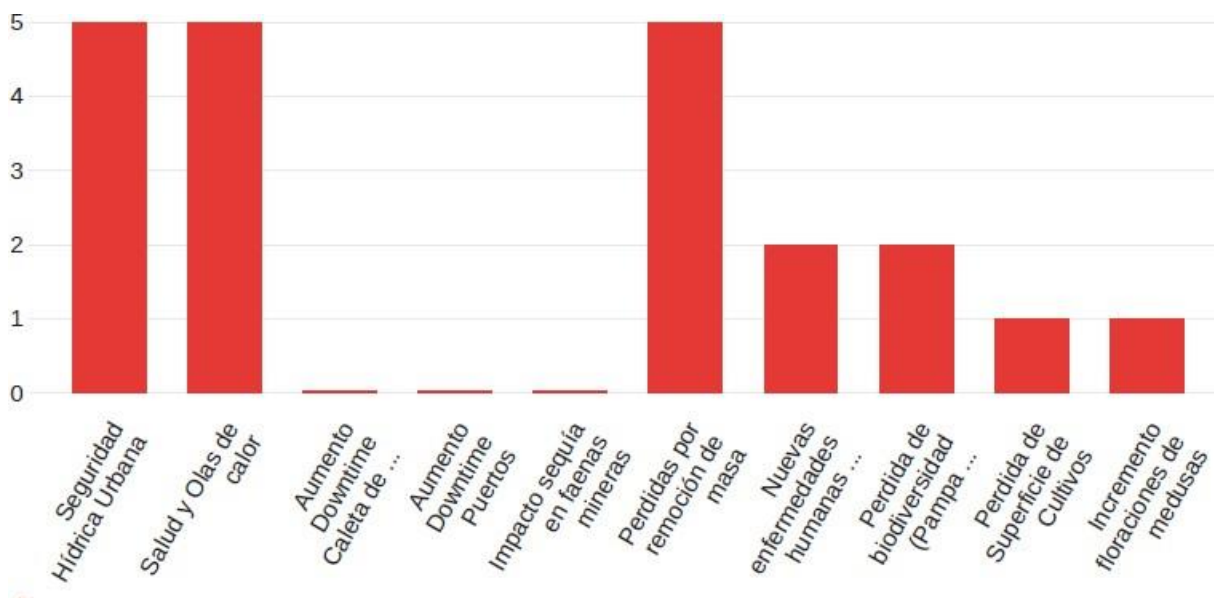


Figura 40. Cadenas de impacto seleccionadas. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios

A cada participante se le solicitó validar y/o complementar la cadena de impacto presentada. A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos mediante la encuesta online.

1. Seguridad Hídrica Urbana

Presentación de cadena de impacto correspondiente al sector de salud y bienestar humano cuyo riesgo es la Inseguridad hídrica.

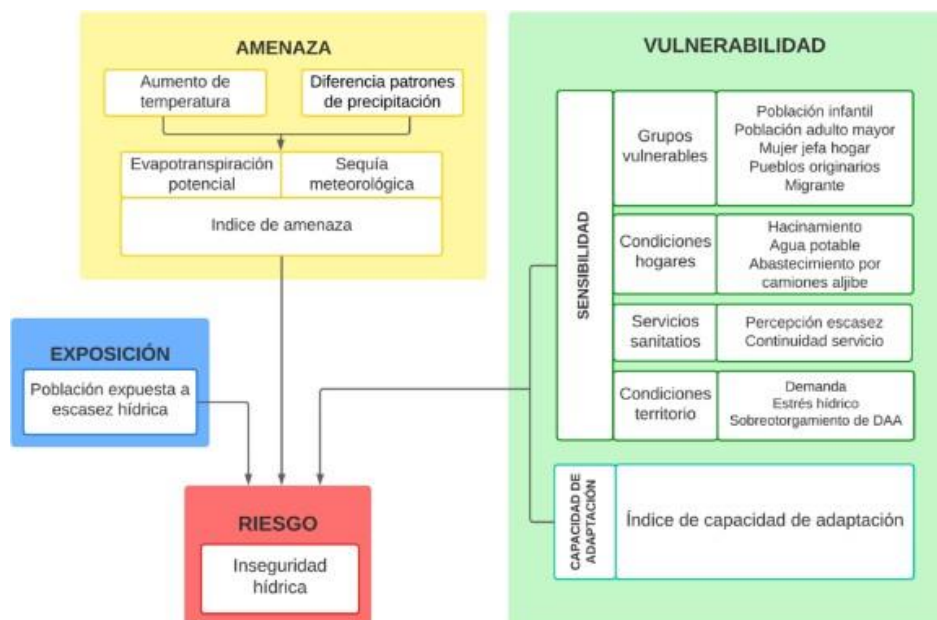


Figura 41. Cadena de Impacto sector salud y bienestar humano: Seguridad hídrica urbana. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios

Para la cadena de Seguridad Hídrica Urbana, se complementó la información de la de la siguiente manera:

- **Abastecimiento de Agua:** La ciudad de Iquique se abastece de agua a través de tuberías desde la comuna de Alto Hospicio. Sin embargo, la presencia de canteras clandestinas justo encima de estas tuberías aumenta el riesgo de remoción en masa. Esta amenaza podría dejar a la ciudad sin suministro de agua durante meses en caso de deslizamientos.
- **Vulnerabilidad y Salud:** La vulnerabilidad de la ciudad se refleja en la existencia de asentamientos irregulares y una infraestructura deficiente para el abastecimiento y almacenamiento de agua potable. Estas condiciones pueden tener un impacto directo en la salud de la población, especialmente durante situaciones de emergencia, lo que podría resultar en un aumento de enfermedades entéricas.
- **Amenazas Climáticas:** En relación con la amenaza de sequía meteorológica debido a cambios en los patrones de precipitación, se señala que según los

estudios de cambio climático, estos cambios de precipitación no indican una sequía meteorológica en sí, sino más bien un aumento en la intensidad de las precipitaciones. Además, se argumenta que en los últimos años, la región ha experimentado una demanda creciente de agua, influenciada por diversos factores como la explosión demográfica en ciertas zonas urbanas, pero no una sequía meteorológica.

2. Ola de Calor

Presentación de cadena de impacto correspondiente al sector de salud y bienestar humano cuyo riesgo es el Efecto en la salud de las personas.

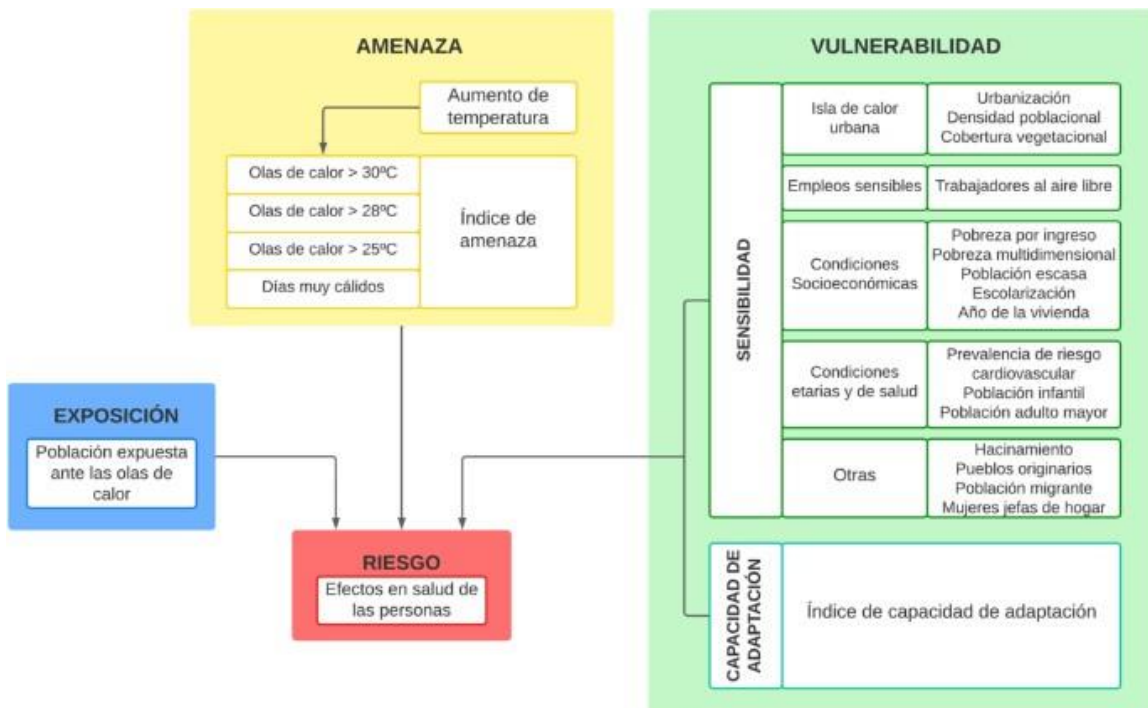


Figura 42. Cadena de impacto en sector salud y bienestar Humano: Ola de calor.
Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios

Para la cadena de Ola de Calor, la mayoría de los participantes validaron la cadena de impacto expuesta y complementaron con la siguiente información:

- **Importancia de la forestación** como una medida clave para mitigar las altas temperaturas. En entornos rurales, los árboles no solo proporcionan sombra a los trabajadores y animales, sino que también actúan como reguladores naturales de las temperaturas, subrayando la necesidad de fomentar la forestación.

- **Preocupación por proyectos** presentados como "soluciones ambientales", como las plantas solares, pueden ser amenazas para el medio ambiente y contribuir al aumento de la temperatura. Se destaca la importancia de evaluar cuidadosamente el impacto ambiental de dichos proyectos.
- **Impacto en la población**, Se resalta la grave repercusión del aumento de temperaturas en la población vulnerable, especialmente en adultos mayores e infantiles. En este sentido, se propone la implementación de una vigilancia epidemiológica específica para monitorear y abordar los casos relacionados con las altas temperaturas, evidenciando la necesidad de medidas preventivas y de atención médica especializada.

3. Remoción de masa

Cadena de impacto correspondiente al sector de asentamiento humano, cuyo riesgo es pérdidas por remoción en masa.

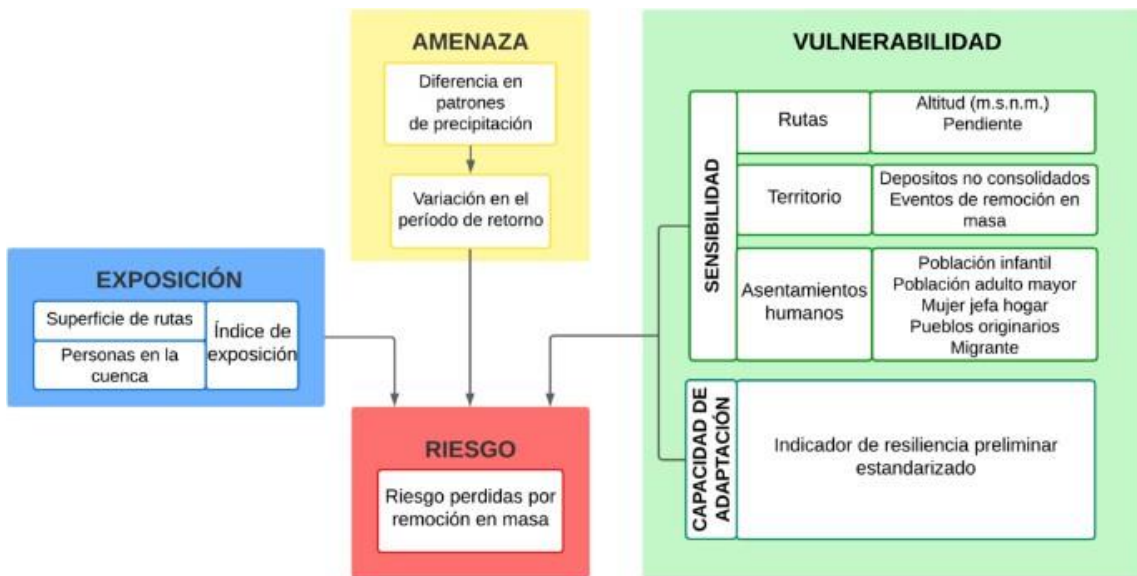


Figura 43. Cadena de impacto del sector de asentamientos humanos: Remoción en masa. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios.

Los principales resultados en esta cadena se describen a continuación:

- **La deforestación y la eliminación de la cubierta vegetal** en laderas de cerros con fines agrícolas se identifican como amenazas significativas, ya que aumentan los riesgos asociados con la remoción en masa, destacando la importancia de preservar la cobertura vegetal como medida de mitigación.
- **La construcción de gaviones en ríos** se señala como una práctica que puede tener consecuencias negativas, ya que saca las raíces de plantas nativas que

ayudan a afirmar las laderas de los ríos, lo que podría aumentar el riesgo de remoción en masa.

- Se destaca la **vulnerabilidad de la infraestructura crítica**, como carreteras, vías, hospitales, centros de salud y servicios públicos, ante eventos de remoción en masa.
- Se sugiere que la totalidad de la población puede verse afectada, resaltando la necesidad de **considerar la sensibilidad de toda la población local** ante posibles eventos de remoción en masa.
- La **existencia de canteras clandestinas no fiscalizadas** ni regularizadas representa un riesgo significativo, ya que eliminan la capa superficial de detritos consolidados, dejando expuesto material propenso a ser removido en masa durante lluvias intensas.

4. Proliferación de Enfermedades

Cadena de impacto vinculada al sector de salud y bienestar humano, en la cual se identifica el riesgo predominante de mayor transmisión de enfermedades, como es el caso del mal de Chagas.

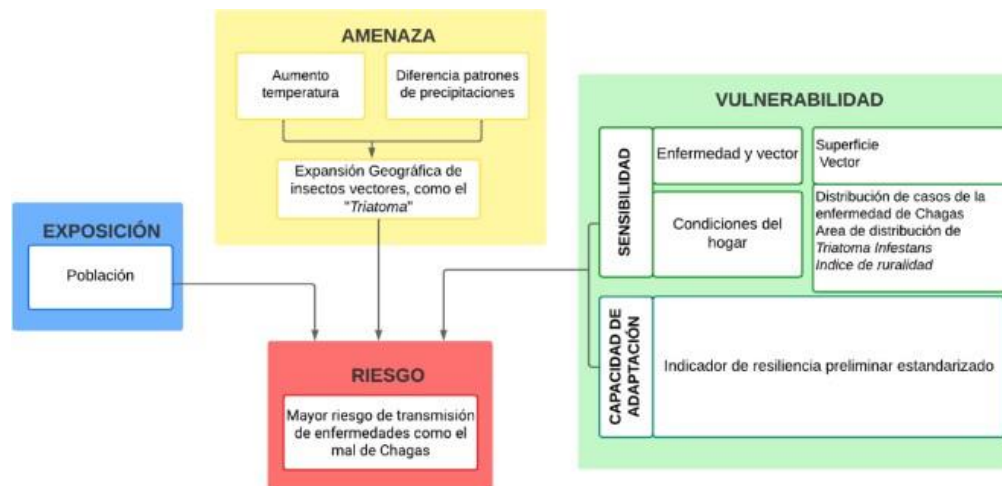


Figura 44. Cadena de impacto del sector de salud y bienestar humano: Transmisión de enfermedades por vectores

Para esta cadena, se sugiere considerar la presencia de vectores, específicamente mosquitos portadores de arbovirosis y malaria, como amenaza. Hallazgos en la región indican la detección de estos mosquitos, como el *Aedes aegypti* y *Anopheles*, lo que resalta la importancia de abordar esta problemática en el análisis de riesgos.

5. Peligro del Tamarugo (*Prosopis tamarugo*)

Cadena de impacto asociada al sector Biodiversidad, cuyo principal riesgo es la pérdida de biodiversidad.

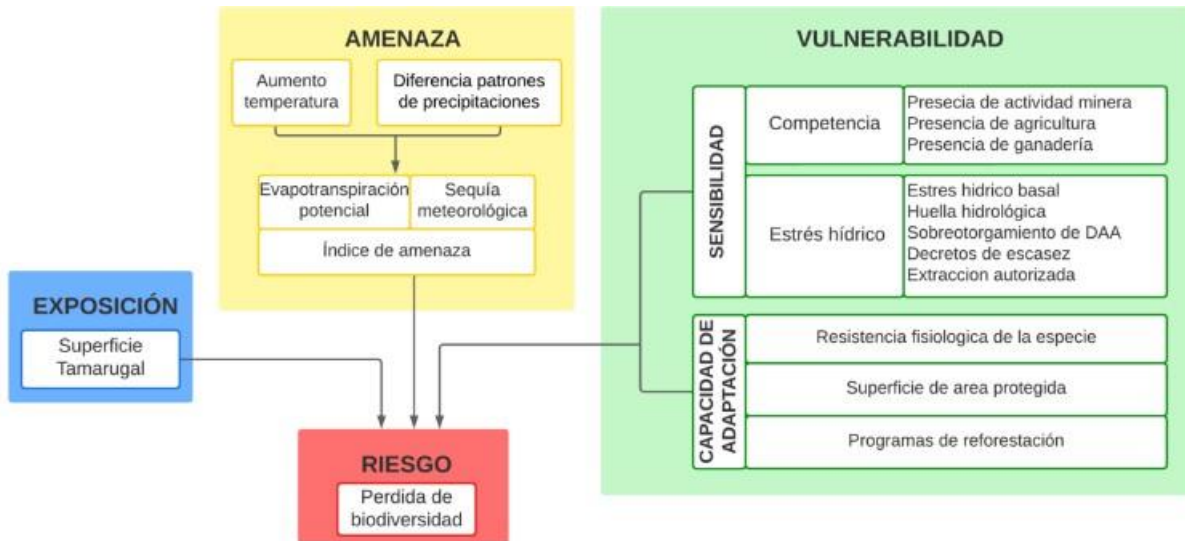


Figura 45. Cadena de impacto asociada al sector Biodiversidad: Pérdida de biodiversidad. Fuente: Clío Consulting, Águila Puquios.

En la cadena de impacto relacionada con la pérdida de biodiversidad, se han identificado diversas preocupaciones fundamentales.

- Se destaca la extracción no regularizada de aguas subsuperficiales como una amenaza significativa para la sostenibilidad hídrica de la región.
- El incremento de loteos destinados a segundas viviendas emerge como una problemática adicional, evidenciando riesgos asociados al desarrollo urbano no planificado.
- Se expresan inquietudes acerca de los proyectos solares y su impacto en las rutas de las aves, subrayando la necesidad de evaluar detenidamente el impacto ambiental de estas iniciativas.
- El uso excesivo de agroquímicos se presenta como una amenaza potencial para la biodiversidad y la calidad del suelo, subrayando la importancia de prácticas agrícolas más sostenibles en la región.

6. Pérdida de áreas cultivables

Cadena de impacto asociada al sector agricultura, cuyo principal riesgo es la pérdida de área cultivable de los cultivos relevantes para la región.

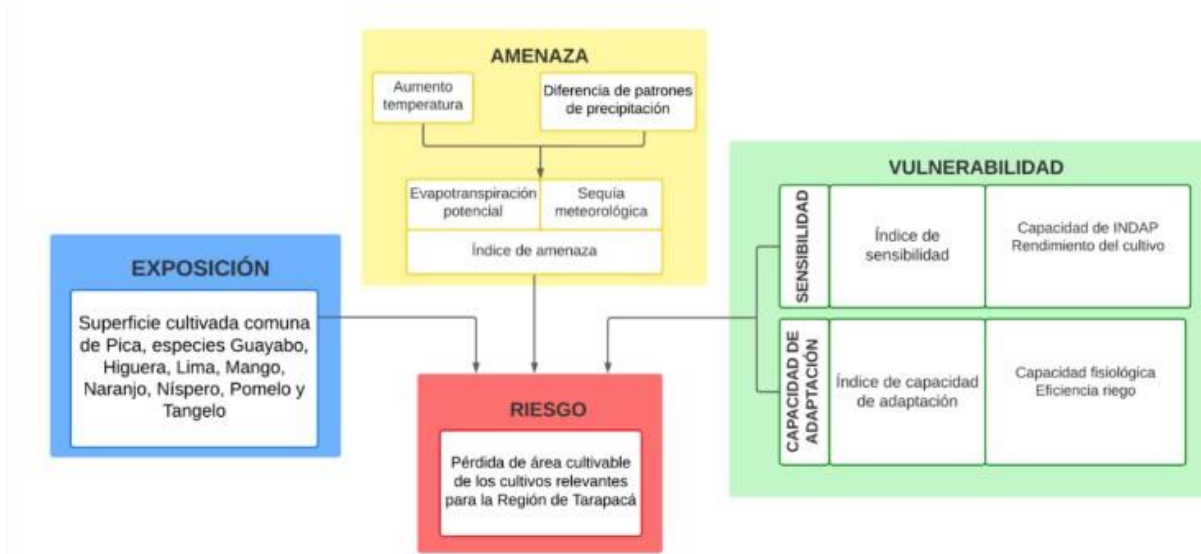


Figura 46. Cadena de impacto asociada al sector agricultura: Pérdida del área cultivable.
Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios

En la cadena de impacto asociada a la exposición de la agricultura en la región, se plantean las siguientes inquietudes e información complementaria:

- Se evidencia falta de consideración de la diversidad de la agricultura en la provincia del Tamarugal.
- Se destaca el aumento de la superficie de cultivos en la comuna de Pica, con énfasis en especies como cítricos, mangos y guayabos.
- Se señala la necesidad de abordar de manera más integral la agricultura en otras áreas, como Bajo Soga o Pozo Almonte, que podrían verse afectadas por cambios climáticos, como el aumento de vientos y la pérdida de superficie de cultivo en quebradas como Tarapacá y Camiña debido a la bajada de los ríos.
- En el aspecto de la vulnerabilidad, se expresa una falta de claridad sobre cómo la capacidad de INDAP afecta negativamente al riesgo, sugiriendo la necesidad de una revisión y clarificación en este punto.
- En cuanto a la capacidad de adaptación, se propone incluir a INDAP, ya que contribuye al financiamiento para la recuperación de suelos, sistemas de riego y asesoramiento técnico, aspectos esenciales para la adaptación de los cultivos a diferentes procesos.
- Se plantea la interrogante sobre a qué se refiere con "cultivos relevantes" en el contexto del riesgo, cuestionando si se considera la rentabilidad o el patrimonio. Se destaca la importancia de distinguir entre la agricultura de subsistencia y la comercial, predominante en la región.

7. Incremento floración de medusas

Cadena de impacto vinculada al sector turismo, cuyo riesgo identificado es el aumento en magnitud de floración de medusas.

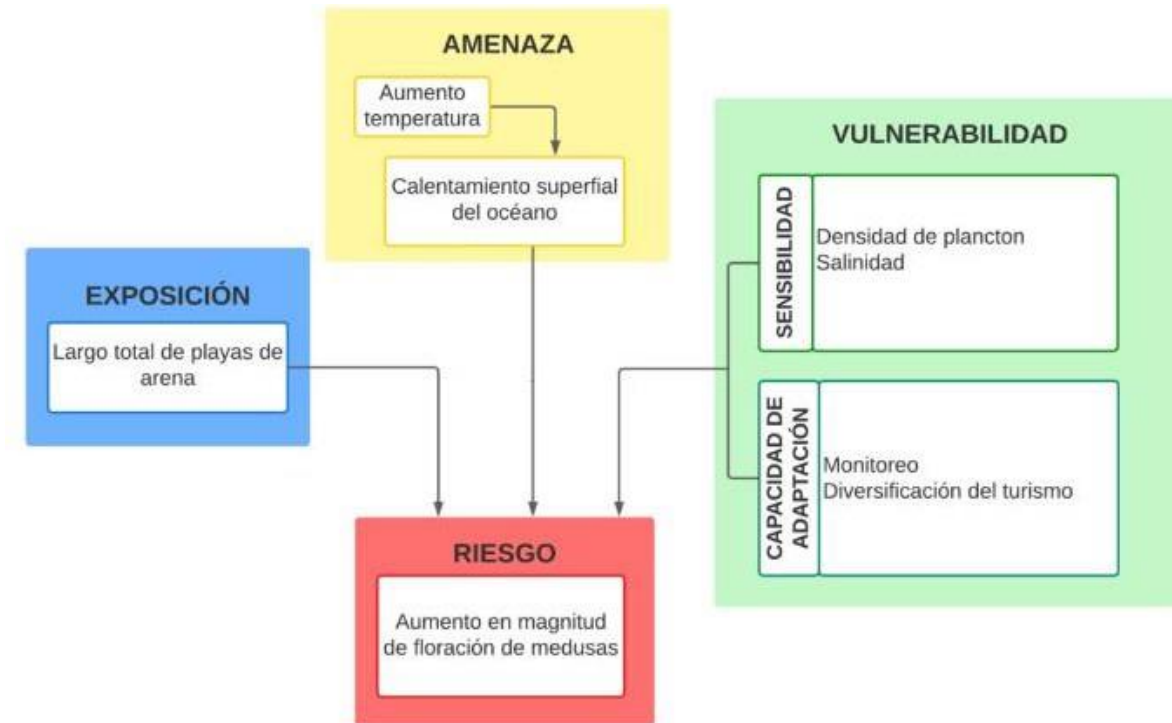


Figura 47. Cadena de impacto sector turismo: Aumento en la magnitud de floración de medusas. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios.

La principal inquietud planteada en esta cadena radica en la amenaza de la presencia de fragatas portuguesas en las costas de la región, con potenciales repercusiones para la población humana. Se destaca la necesidad de abordar y gestionar de manera efectiva este riesgo, considerando los posibles impactos en la salud y seguridad de la comunidad local.

2. Priorización de cadenas de impactos.

Se solicitó a las y los participantes que ordenarán las cadenas de impacto de mayor a menor relevancia para la región. Los resultados de la priorización de riesgos climáticos por parte de los participantes se presentan en la Tabla a continuación.

Tabla 33. Riesgos climáticos priorizados según relevancia para la región.

Riesgo climático priorizado	Promedio de evaluación
1. Aumento de downtime en puertos	7.57
2. Dificultad en la operación de faenas mineras	7.43
3. Aumento de downtime en caletas de pesca	7.29
4. Pérdida superficie de cultivos de importancia regional	5.71
5. Aumento de floración de medusas	6.43
6. Mayor riesgo de transmisión de mal de Chagas	5.43
7. Pérdida de biodiversidad	4.29
8. Riesgos por desplazamiento/remoción de masas	4.0
9. Aumento de olas de calor	4.0
10. Aumento de inseguridad hídrica	2.86

3. Priorización de 3 riesgos climáticos con mayor impacto a las poblaciones vulnerables

Se solicitó a los participantes seleccionar hasta tres riesgos climáticos que, desde su perspectiva, podrían tener un impacto desproporcionadamente mayor en las poblaciones vulnerables. Los tres riesgos climáticos prioritarios identificados fueron el aumento de la inseguridad hídrica, los incrementos en las olas de calor y el desplazamiento por remoción de masa, como se visualiza en la Figura 40.

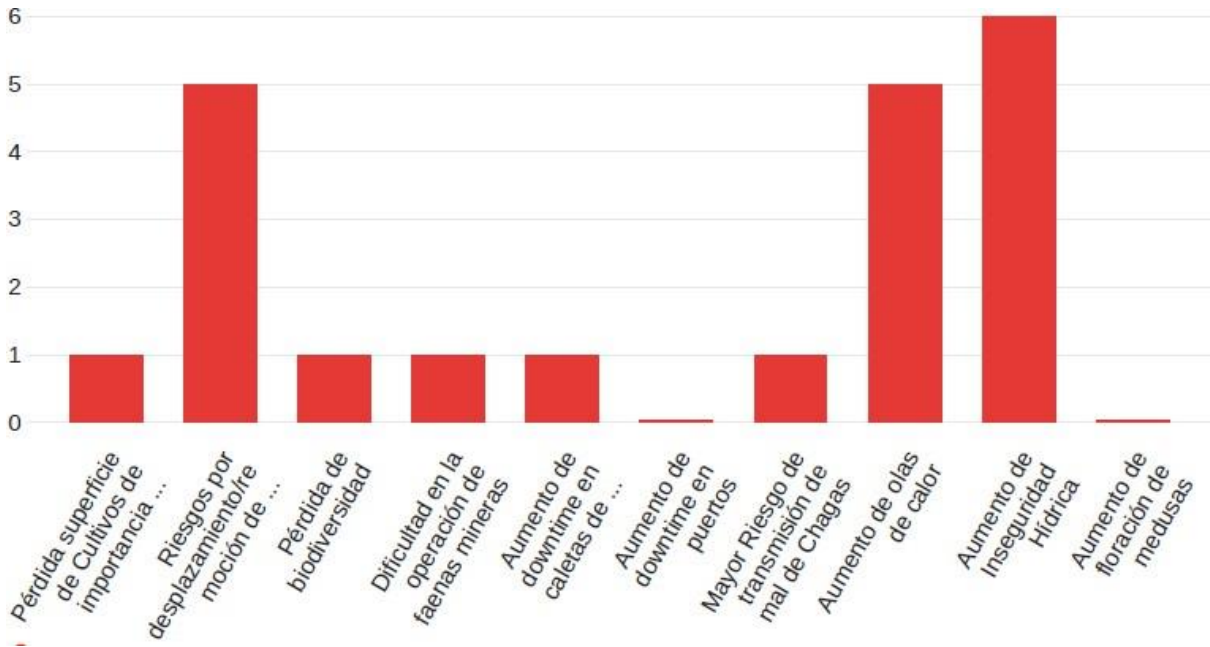


Figura 48. Principales riesgos climáticos que generarían un mayor impacto en poblaciones vulnerables. Fuente: Clio Consulting, Águila Puquios.

4. ¿Qué otros riesgos representativos y/o relevantes para la región deberían ser incorporados en futuros análisis?

Se señala la necesidad de orientar las políticas públicas hacia la priorización de recursos en línea con el cambio climático, asegurándose de que sean aplicables y adaptadas a la realidad regional.

Por otro lado, se destaca la importancia de concientizar a la población, ya que una falta de educación en este aspecto puede aumentar los riesgos, considerando que las acciones humanas son un factor crucial en este contexto.

Se mencionan preocupaciones específicas, como el suelo salino en Alto Hospicio, y el aumento del nivel del mar y las marejadas, que afectan la biodiversidad costera. También se resalta la falta de instrumentos de medición atmosférica como un obstáculo. Además, se propone incorporar la vigilancia de vectores como los mosquitos *Aedes aegypti* y *Anopheles*, transmisores de enfermedades como dengue, zika, fiebre amarilla, chikungunya y malaria, entre otras enfermedades vectoriales. Estos aspectos reflejan la diversidad de preocupaciones y la necesidad de un enfoque integral en la gestión de riesgos climáticos en la región.

12.2. Etapa 3. Validación de Medidas Priorizadas para el Plan de Acción de Cambio Climático.

En esta tercera fase participativa, se centró en llevar a cabo una clasificación prioritaria de las medidas destinadas al plan de acción contra el cambio climático, así como en la exploración de posibles fuentes de financiamiento y el establecimiento de metas para su ejecución. En el transcurso de esta etapa, se llevaron a cabo las actividades detalladas en la Tabla 22.

Tabla 34. Actividades participativas etapa 3

Actividad	Fecha	Modalidad	N° de participantes
Taller 3. Priorización de medidas para el plan de acción de cambio climático.	07/12/23	Presencial	46 participantes. La lista de asistencia se encuentra en anexo 7
Encuesta online “Priorización de Metas y Medidas para el Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC)”	Disponible para responder desde el 24 de noviembre hasta el 01 de diciembre de 2023.	Online	51 personas respondieron la encuesta.

12.2.3. Taller 3. “Priorización de medidas para el plan de acción de cambio climático”

El Taller 3 tuvo lugar el 7 de diciembre de 2023 en la comuna de Iquique. Se extendió la invitación a más de 250 personas, abarcando representantes del sector público, privado, sociedad civil, ONG, academia, entre otros. Además, se llevaron a cabo esfuerzos específicos para incluir a comunidades indígenas, utilizando tanto correos electrónicos como llamadas telefónicas para garantizar una amplia convocatoria. Como resultado, se contó con la participación de 46 personas representativas de los diversos sectores convocados (Imagen 8).

La actividad se llevó a cabo con el objetivo de avanzar en el proceso participativo de elaboración del anteproyecto del Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) en la región de Tarapacá. En este contexto, se establecieron los siguientes

objetivos específicos:

- Validación de las medidas prioritarias para el plan de acción climático de Tarapacá.
- Exploración de posibles fuentes de financiamiento y la definición de metas para su implementación.

Para el logro de los objetivos, **el taller se estructuró en tres módulos fundamentales:**

1. La presentación del contexto y proceso de priorización de metas y medidas.
2. Priorizar cinco medidas clave para cada sector.
3. Desarrollo y perfeccionamiento de estas medidas, con la definición detallada de metas, responsables y fuentes de financiamiento, entre otros aspectos relevantes.

Metodología del taller

Actividad 1. Priorización de 5 medidas claves por sector.

Para el desarrollo de esta actividad, al momento del registro de los participantes, se les pidió que se inscribieran específicamente en el sector que correspondiera a su experiencia para llevar a cabo la evaluación de las medidas propuestas. Seguidamente, se organizaron 6 mesas de trabajo, cada una designada a un sector específico. Dichos sectores fueron: Biodiversidad, Infraestructura, Turismo y Agropecuario, Minería y Energía, Salud y Bienestar Humano, y Pesca y Acuicultura.

La actividad se desarrolló siguiendo una metodología que se dividió en varios pasos. Inicialmente, se proporcionó a cada participante una lista de medidas previamente priorizadas, producto de un análisis multicriterio que tomó en consideración aspectos como los resultados de la votación de la encuesta de priorización de medidas, la prioridad regional, la eficiencia en relación con el diagnóstico regional, entre otros factores relevantes. En un lapso de 10 minutos, se solicitó a cada participante marcar con una equis las cinco medidas que consideraban más importantes para la región, con la opción de agregar nuevas propuestas si lo estimaban pertinente. Posteriormente, durante el análisis grupal, cada participante debía exponer y justificar brevemente su selección, seguido de un conteo grupal para identificar las medidas más destacadas, según se ilustra en la imagen. Luego, el grupo procedió a discutir y analizar las cinco medidas con mayor puntaje, llegando a un consenso sobre su importancia. Se permitió refinar, redactar nuevamente, cambiar o fusionar las medidas para mejorar su claridad y pertinencia. Finalmente, se registraron las cinco medidas priorizadas en un papelógrafo y se eligió a un representante para presentar al resto de los grupos las decisiones consensuadas del grupo, explicando los argumentos que respaldaban su importancia. Esta metodología fomentó la participación individual, el intercambio de ideas en el grupo y la presentación de resultados de manera colaborativa.

ID	MEDIDAS PRIORIZADAS	Selección	Conteo grupal
41	Implementar un programa de reemplazo del alumbrado público para incorporar energías renovables	X	
42	Establecer acciones que permitan reducir la demanda energética en calefacción para nuevas viviendas		
43	Implementar, en conjunto con Universidades Regionales, un Centro de Desarrollo y Difusión de ERNC orientadas a la provisión de energía para sectores habitacionales, productivos y de servicios.		
44	Reducir el consumo de energía en el espacio público		
45	Reducir el consumo de energía en el Sector Público	X	
46	Renovar los vehículos municipales mediante vehículos eléctricos	X	
47	Realizar un estudio de proyección de la demanda energética y medidas de eficiencia energética en el sector público e industrial de la región.		
48	Ejecutar una campaña de información, sensibilización y capacitación para reducir el consumo energético y el uso más eficiente del agua potable		
49	Diseñar e implementar, en conjunto con los organismos públicos sectoriales, un Plan de Incentivos para el desarrollo de proyectos de ERNC en la región.	X	
50	Fomentar la intermodalidad en el transporte en la región, incorporando modos colectivos y no motorizados	X	
51	Fortalecer la transición energética a través del uso de una matriz de generación limpia.		
52	Apoyar a las regiones y localidades en el desarrollo de estrategias para identificar prioridades y necesidades, impulsando el desarrollo de tecnologías sustentables y el mejoramiento de la productividad a través del uso eficiente de la energía.		
53	Que las grandes mineras generen fondos de inversión para realizar estudios técnicos con un enfoque de la proyección a nivel local, de las implicancias del cambio climático		
99			

Imagen 10. Ejemplo de lista de medidas para priorización de forma individual y grupal

Actividad 2. Refinando medidas para el Cambio Climático

Para el refinamiento de medidas, a cada grupo se le proporcionó un plotter, conforme a la Imagen 11, con el objetivo de que completarán la información correspondiente a cada medida priorizada. Dicha Tabla contempla la siguiente información: Tipo de medida, acciones concretas asociadas, alcance de la medida, responsable de la medida, colaboradores de la medida, meta de la medida y financiamiento. Este enfoque estructurado facilita la recopilación y presentación detallada de datos relevantes para cada iniciativa, permitiendo un análisis exhaustivo y una gestión eficaz de las medidas propuestas.

12.2.3. Encuesta Online. “Priorización de Metas y Medidas para el Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC)”.

Con el propósito de garantizar que el anteproyecto final refleje de manera precisa los desafíos regionales desde una perspectiva territorial, se llevó a cabo una encuesta en línea mediante la plataforma Qualtrics titulada "Priorización de Metas y Medidas para el Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de Tarapacá". Esta encuesta, con una duración estimada de 20 a 30 minutos, aseguró a los participantes que sus respuestas serían tratadas con confidencialidad y anonimato.

La encuesta fue distribuida a 222 personas representantes de instituciones que conforman el CORECC, así como organizaciones de base y representantes de pueblos originarios, la participación era voluntaria y se otorgó un plazo de 1 semana para responder. Como resultado, 51 participantes respondieron la encuesta, contribuyendo significativamente al proceso participativo de elaboración del Plan. Las personas que contestaron la encuesta corresponden a las siguientes instituciones u organizaciones:

- **Institucionales:** CONAF, MINVU, Seremi de Salud, SENAPRED, SEREMI de Energía, CONADI, Seremi de la Mujer y Equidad de Género, Seremi de Desarrollo Social y Familia Tarapacá, SERNAGEOMIN, Seremi de Agricultura, Dirección General de Aguas Tarapacá, GORE, Vialidad, Dirección Zonal Pesca y Acuicultura, SERNAPESCA, Seremi CTCL, Ilustre Municipalidad de Iquique e Ilustre Municipalidad de Pica,
- **Sociedad Civil y empresas regionales:** ONG Golondrina de mar, Representante del comité ambiental comunal de Iquique, Federación de trabajadores de Chile, Corpesca, Promar Pacifico Ltda., ONG Corporación Norte Grande, Asociación de industriales de Iquique, Fricar Ltda., Agrupación de Recicladores Tarapacá, Fundación Reverdesierto, Águila Puquios.
- **Academia:** Universidad Arturo Prat

13. Conclusiones

La Región de Tarapacá enfrenta desafíos climáticos significativos, exacerbados por su ubicación geográfica y características socioeconómicas. El análisis de vulnerabilidad realizado en este informe destaca amenazas como el incremento de temperaturas, la escasez de agua y eventos meteorológicos extremos. Estos fenómenos amenazan sectores vitales como la minería, la agricultura, la biodiversidad y la salud pública.

El Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) para Tarapacá es esencial para establecer directrices aplicables a nivel territorial. Este informe, tras una revisión exhaustiva y procesos participativos, ha delineado objetivos y medidas específicas para los sectores más vulnerables. Aunque estas propuestas deben ser sometidas a un proceso de revisión y consulta ciudadana, sienta una base sólida para futuras discusiones y decisiones.

La transición hacia la carbono neutralidad en Tarapacá requiere una transformación en la gestión del desarrollo, la infraestructura y la economía. Nuestro análisis indica que la planificación regional y comunal aún no se alinea completamente con los objetivos de carbono neutralidad. Es imperativo revisar y actualizar los instrumentos de planificación existentes e introducir nuevos marcos que integren el cambio climático como elemento central. Los planes de desarrollo comunal, como el de Alto Hospicio, que ya integran objetivos climáticos, sirven como evidencia de la factibilidad de avanzar en esta dirección.

La evaluación de la vulnerabilidad regional, a través del análisis de información secundaria y la cuantificación de impactos, proporciona elementos clave para enfocar acciones. Identificamos, por ejemplo, un alto riesgo de deslizamientos en Iquique y asentamientos en quebradas, así como impactos significativos en la biodiversidad, especialmente en la Pampa del Tamarugal. Aunque esta cuantificación identifica áreas críticas, también revela la necesidad de datos adicionales para comprender mejor otras áreas de impacto, como la pesca y los puertos.

A pesar de la reducción significativa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la región desde 2015, principalmente por la transición a energías más limpias y el cierre de centrales a carbón, persisten desafíos notables. El transporte terrestre y la minería siguen siendo grandes emisores dentro del sector energético. Se recomienda fortalecer las políticas de mitigación, enfocándose en estos subsectores y en la reducción de gases fluorados. Además, se sugiere aumentar las iniciativas de reforestación y conservación forestal.

Las metas identificadas ilustran cómo las estrategias regionales pueden alinearse con los objetivos nacionales de carbono neutralidad, adaptándose a las necesidades locales. Las Metas Regionales de Mitigación (MRMs) y Metas Regionales de Adaptación Sectorial (MRAS) propuestas pueden actuar como una hoja de ruta para los tomadores de decisión de los diversos sectores analizados. El enfoque participativo y multicriterio utilizado a lo largo de la consultoría, ha permitido identificar 38 medidas clave contra el

cambio climático. Estas reflejan una comprensión profunda de los desafíos locales y la necesidad de un enfoque integrado. Es esencial mantener la participación activa de todos los actores regionales, promover la colaboración intersectorial, buscar financiamiento y apoyo técnico, y fortalecer los mecanismos de monitoreo y evaluación.

Finalmente, el capítulo sobre "Participación Ciudadana e Institucional" detalla las actividades realizadas y el compromiso adquirido en esta consultoría respecto a desarrollar un plan basado en la evidencia, las necesidades territoriales y la participación. Estas acciones han permitido comprender mejor los desafíos climáticos y las capacidades de respuesta desde una perspectiva local y diversa. El proceso participativo, que incluyó talleres, encuestas y grupos focales, fue esencial para legitimar y enriquecer esta propuesta de política climática regional. Es crucial que la participación ciudadana continúe en las próximas etapas del PARCC, asegurando una representación efectiva de la sociedad civil en la gobernanza del sistema, a través del Consejo Regional de Cambio Climático (CORECC).

14. Referencias bibliográficas

- Acevedo H., E., Sotomayor, D., & Zenteno, V. (1985). Parámetros ambientales y comportamiento hídrico de *Prosopis tamarugo* Phil. en la localidad de Refresco (Pampa del Tamarugal, desierto de Atacama). En Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*. Documentos presentados a la mesa redonda internacional sobre *Prosopis tamarugo* Phil. [Arica, Chile. 11-15 de junio de 1984] (pp. 289-297). FAO.
- Agenda Sustentable. (2021). Aseguran abastecimiento de agua potable para los habitantes de Tarapacá pese a la escasez hídrica.
- Aitken, D., Rivera, D., Godoy-Faundez, A., & Holzapfel, E. (2016). Water scarcity and the impact of the mining and agricultural sectors in Chile. *Sustainability*, 8(2), 128.
- Allan, R. P., & Soden, B. J. (2008). Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes. *Science*, 321(5895), 1481–1484.
- Andersen, A. N., Einoder, L. D., Fisher, A., Hill, B., & Oberprieler, S. K. (2023). Faunal standards for the restoration of terrestrial ecosystems: A framework and its application to a high-profile case study. *Restoration Ecology*, 31(1), e13735.
- Apey, A. (2019). La fruticultura en Chile: Tendencias productivas y su expresión territorial. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA. Ministerio de Agricultura.
- Araya, J; Aliaga, J. & Araya, M. (2016). On the distribution of *Physalia physalis* (Hydrozoa: Physaliidae) in Chile. *Marine Biodiversity*. 46. 731-735.
- 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).
- Bakun, A. (1990). Global climate change and intensification of coastal ocean upwelling. *Science*, 247(4939), 198-201.
- Banco Mundial. (2021). Chile Informe Rural 2021.
- Barreto, L. C. L. (2022). A review of the relation between climate variability and mass removal processes. *Ingeniería Solidaria*.
- BCN. (2021). Región de Tarapacá.
- Berbel, J., & Esteban, E. (2019). Droughts as a catalyst for water policy change. Analysis of Spain, Australia (MDB), and California. *Global Environmental Change*.
- Bignami, D., Rosso, R., & Sanfilippo, U. (2019). Flood Proofing Methods. In *Flood Proofing in Urban Areas*.
- Biswas, A. K. (2022). Urban water security for developing countries. *River*, 1(1), 15- 24.
- Biswas, R., Sharma, R., Gyasi-Agyei, Y., & Rahman, A. (2023). Urban water security: Water supply and demand management strategies in the face of climate change. *Urban Water Journal*, 20(6), 723-737.
- Bocheva, L., Marinova, T., Simeonov, P., & Gospodinov, I. (2009). Variability and trends of extreme precipitation events over Bulgaria (1961–2005). *Atmospheric Research*, 93(4), 490–497.

- Bonacic C, Ossa G, Forero-Rozo LM y Leichtle J. (2016a). Guía de campo: Micromamíferos de la región de Tarapacá. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 94 pp.
- Bonacic C, Riquelme-Valeria P, Leichtle J & Sallaberry-Pincheira N. (2016b). Guía de campo: Anfibios y Reptiles de la región de Tarapacá. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, 72 pp.
- Calderón, G., Garrido, M., & Acevedo, E. (2015). *Prosopis tamarugo* Phil.: a native tree from the Atacama Desert groundwater table depth thresholds for conservation. *Revista Chilena de Historia Natural*, 88.
- Campbell, S., Remenyi, T., Williamson, G., White, C., & Johnston, F. (2019). The Value of Local Heatwave Impact Assessment: A Case-Crossover Analysis of Hospital Emergency Department Presentations in Tasmania, Australia. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16.
- Campbell-Lendrum, D., & Corvalan, C. (2007). Climate Change and Developing-Country Cities: Implications For Environmental Health and Equity. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 84, 109-117.
- Cancino-Faure, B., González, C. R., González, A. P., Salazar-Viedma, M., Pastenes, L., Valdés, E., Bustos, C., Lozada-Yavina, R., & Canals, M. (2023). Northern and central Chile still free of emerging flaviviruses in mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Acta Tropica*, 243, 106929.
- Candia, J. P., Fares, A. H., De Crombrugghe, A., Mantovani, I., Monardes, R., Picón Gutiérrez, F., Riquelme, A., Sztajerowska, M., & Thomsen, S. (2023). Examen de la calidad de la Inversión Extranjera Directa (IED) en Chile.
- Carevic, D; Carevic, A; & Delatorre, J. (2012). Historia natural del género *Prosopis* en la Región de Tarapacá. *Idesia (Arica)*, 30(3), 113-117.
- Castillo-Villanueva, L; Velázquez-Torres, D. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio- ecológicos y resiliencia. *Quivera*, 17(2), 11-32. Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México.
- Castro, L. (2020). El bosque de la Pampa del Tamarugal y la industria salitrera: el problema de la deforestación, los proyectos para su manejo sustentable y el debate político (Tarapacá, Perú-Chile 1829-1941). *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, (24).
- Cereceda, P., Larrain, H., Osses, P., Farías, M., & Egaña, I. (2008). The climate of the coast and fog zone in the Tarapacá Region, Atacama Desert, Chile. *Atmospheric Research*, 87(3-4), 301-311.
- Cereceda, P. & Errázuriz, A. & Osses, P. (2009). Atacama. Ocupación actual del desierto y del semidesierto de Chile. *Estudios Geográficos*. LXX. Chávez, R. O., Clevers, J. G. P. W., Decuyper, M., de Bruin, S., & Herold, M. (2016). 50 years of water extraction in the Pampa del Tamarugal basin: Can *Prosopis tamarugo* trees survive in the hyper-arid Atacama Desert (Northern Chile). *Journal of Arid Environments*, 124, 292-303.
- Cervigni, R., Losos, A., Chinowsky, P., & Neumann, J. E. (Fecha de publicación). Enhancing the Climate Resilience of Africa's Infrastructure: The Roads and Bridges Sector. Africa Development Forum series. Washington, DC: World Bank.
- CDP Latin America, & EBP Chile. (2023). Desafíos para el financiamiento climático en las comunas de Chile.

- Chackiel, J. E., & Orellana, V. (n.d.). ESTUDIOS ECONÓMICOS ESTADÍSTICOS Inversión Extranjera Directa en Chile: Mecanismos de Ingreso y Compilación para la Balanza de Pagos.
- Chávez, R., Clevers, J., Decuyper, M., de Bruin, S., & Herold, M. (2016). 50 years of water extraction in the Pampa del Tamarugal basin: Can *Prosopis tamarugo* trees survive in the hyper-arid Atacama Desert (Northern Chile)? *Journal of Arid Environments*, 124, 292-303.
- CIREN. (2021). *Manual: Sistemas de riego y manejo hídrico de cultivos*. Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Departamento de Recursos Hídricos.
- CIREN & ODEPA. (2022). *Catastro Frutícola 2022: Principales Resultados - Región de Tarapacá*.
- CONAF. (2021). *Parque Nacional Volcán Isluga*. Corporación Nacional Forestal.
- CONAF. (2008). *Plan de acción para la conservación y uso sustentable de humedales altoandinos*.
- CONAMA. (2006). *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI: Informe final*. Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- CORFO. (2020). *Chile y sus regiones en datos Económicos: Informe Económico para la Descentralización*.
- Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. (London: HM Treasury).
- Devin, S. R., Prudencio, Á., Mahdavi, S., Rubio, M., Martínez-García, P., & Martínez-Gómez, P. (2023). Orchard management and incorporation of biochemical and molecular strategies for improving drought tolerance in fruit tree crops. *Plants*, 12. (Spain) from 1986 to 1997. *International Journal of Biometeorology*, 46(3), 145-149.
- DGA. (2016). *Balance de Gestión Integral Año 2015*.
- DGA. (2017). *Estimación De La Demanda Actual, Proyecciones Futuras Y Caracterización De La Calidad De Los Recursos Hídricos En Chile*.
- DGA. (2021). *Plan Estratégico de Gestión Hídrica en la cuenca de la Pampa del Tamarugal*.
- Díaz, J., García, R., Velázquez de Castro, F., Hernández, E., López, C., & Otero, Á. (2002). Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville
- Direcciones de Protección Civil y Emergencia, ONEMI Tarapacá. (s. f.). *El Plan para la Reducción del Riesgo de Desastres- 2004-2018*.
- DMC. (2023). *Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile 2022*.
- Duarte, M., Guerrero, P. C., Arroyo, M. T. K., & Bustamante, R. O. (2019). Niches and climate-change refugia in hundreds of species from one of the most arid places on Earth. *PeerJ*, 7, e7409.
- Dunai, T. J., López, G. A. G., & Juez-Larré, J. (2005). Oligocene–Miocene age of aridity in the Atacama Desert revealed by exposure dating of erosion-sensitive landforms. *Geology*, 33(4), 321-324.
- Escobar, M., & García, M. (2017). Camanchaca. Flujos etnonímicos y neblineros en la costa norte de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (68), 11-32.
- Estallo, E. L., Sippy, R., Robert, M. A., Ayala, S., Barboza Pizard, C. J., Pérez-Estigarribia, P. E., & Stewart-Ibarra, A. M. (2023). Increasing arbovirus risk in Chile and neighboring countries in the Southern Cone of South America. *The Lancet Regional Health - Americas*, 23, 100542.

- Eyre, L. (1990). The Shanty Towns Of Central Bombay. *Urban Geography*, 11(2), 130-152.
- Falvey, M. & Garreaud, R. (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). *Journal of Geophysical Research*. 114.
- FAO. (2023). *Building resilience to climate change and disaster risks for small-scale fisheries communities*. FAO.
- Farías, L., C. Fernández, R. Garreaud, L. Guzmán, S. Hormazábal, C. Morales, D. Narváez, S. Pantoja, I. Pérez, D. Soto y P. Winckler (2019). Propuesta de un Sistema Integrado de Observación del Océano Chileno (SIOOC). Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Feng, B., Zhang, Y., & Bourke, R. (2021). Urbanization impacts on flood risks based on urban growth data and coupled flood models. *Natural Hazards*, 106(1), 613– 627.
- Ford, J., King, N., Galappaththi, E. K., Pearce, T., McDowell, G., & Harper, S. L. (2020). The Resilience of Indigenous Peoples to Environmental Change. *One Earth*, 2(6), 532-543.
- Founda, D., & Santamouris, M. (2017). Synergies between urban heat island and heat waves in Athens (Greece), during an extremely hot summer (2012). *Scientific Reports*, 7, 10973.
- Fundación Amulén. (2019). *Pobres de agua. Radiografía del agua potable rural en Chile: Visualización de un problema oculto*.
- García, F. C., Bestion, E., Warfield, R., & Yvon-Durocher, G. (2018). Changes in temperature alter the relationship between biodiversity and ecosystem functioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(43), 10989-10994.
- García, M. E., Valdés-Infante, J., Betancourt, M., Mulkay, T., & Farrés, E. (2023). *Instructivo Técnico para el cultivo del guayabo*. Ministerio de la Agricultura y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Garreaud, R. (2000). Intraseasonal variability of moisture and rainfall over the South American Altiplano. *Monthly Weather Review*, 128(9), 3337-3346.
- Garreaud, R. (2020). Altiplano chileno: Cuando llueve, diluvia. Análisis Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2.
- Garreaud, R. D., Molina, A., & Farias, M. (2010). Andean uplift, ocean cooling and Atacama hyperaridity: A climate modeling perspective. *Earth and Planetary Science Letters*, 292(1-2), 39-50.
- Garreaud, R. D., Vuille, M., Compagnucci, R., & Marengo, J. (2009). Present-day south American climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 281(3-4), 180-195.
- Garreaud, R., & Aceituno, P. (2001). Interannual rainfall variability over the South American Altiplano. *Journal of climate*, 14(12), 2779-2789.
- Garrido, M., Silva, H., Franck, N., Arenas, J., & Acevedo, E. (2018). Evaluation of Morpho-Physiological Traits Adjustment of *Prosopis tamarugo* Under Long-Term Groundwater Depletion in the Hyper-Arid Atacama Desert. *Frontiers in Plant Science*, 9.
- Giles, R. (2016). El cambio climático como riesgo y amenaza para la seguridad: derivaciones en el desarrollo del régimen jurídico internacional en materia de

clima. Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades, 18(36), 315-338. Universidad de Sevilla.

- Gebre, G., Amekawa, Y., Fikadu, A., & Rahut, D. (2023). Farmers' use of climate change adaptation strategies and their impacts on food security in Kenya. *Climatic Risk Management*, 40, 100495.
- GIZ & EURAC. (2017). Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk.
- Gobierno de Chile. (2015). *Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el acuerdo climático de París, 2015*.
- Gobierno de Chile. (2021). *Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile*.
- Gobierno Regional de Tarapacá. (s/f.). División administrativa de Chile. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.
- González-Reyes, Á., Jacques-Coper, M., Bravo, C., Rojas, M., & Garreaud, R. (2023). Evolution of heatwaves in Chile since 1980. *Weather and Climate Extremes*, 41, 100588.
- GORE Tarapacá. (s. f.-a). *Estrategia Regional de Desarrollo—Región de Tarapacá 2011-2020*.
- GORE Tarapacá. (s. f.-b). *Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT)—Región de Tarapacá*.
- Grant, G., Tague, C., & Allen, C. (2011). Watering the forest for the trees: an emerging priority for managing water in forest landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(6), 314-321.
- Guerrero-Cossio, V. (2016). Las Recientes Transformaciones en Iquique: El Nuevo Sujeto Costero del Norte de Chile. *Diálogo andino*, 51, 73-80.
- Gunson, A. J., Klein, B., Veiga, M., & Dunbar, S. (2012). Reducing mine water requirements. *Journal of Cleaner Production*, 21(1), 71-82.
- Green Climate Fund. (2023). *PROGRESS REPORT*.
- Habibullah, M. S., Din, B. H., Tan, S.-H., & Zahid, H. (2022). Impact of climate change on biodiversity loss: Global evidence. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(1), 1073-1086.
- Hanson, J. O., Rhodes, J., Butchart, S., Buchanan, G., Rondinini, C., Ficetola, G., & Fuller, R. (2020). Global conservation of species' niches. *Nature*, 580, 232-234.
- Hellerstein, D., Vilorio, D., & Ribaudó, M. (2019). Agricultural Resources and Environmental Indicators, 2019. EIB-208, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Haines, S. & Etgen, C. (2015). Project WET (Water Education for Teachers): Diving Into Advanced Topics.
- Hall, S. J. (2011). Climate change and other external drivers in small-scale fisheries: Practical steps for responding. En R. S. Pomeroy & N. L. Andrew (Eds.), *Small-scale fisheries management: Frameworks and approaches for the developing world* (pp. 132-159). CABI.
- Henríquez, G. (2013). Caracterización de Humedales altoandinos para una gestión sustentable de las actividades productivas del sector norte del país: recurso suelo I Región de Tarapacá. CIREN.
- Hernandez, D & Courard, M. & Mejías, A. & Mcphee, J. (2023). Cuencas de montaña de Chile central ante sequías: diferencia en la respuesta hidrológica a años de La Niña y la megasequía.

- Holmes, I., Ela Moya, G., Rolf, P. F., Orozco, D., & Dimsdale, T. (2016). CONSIDERACIONES PARA UNA ESTRATEGIA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN CHILE. www.e3g.org
- Hopp, S., Dominici, F., & Bobb, J. (2018). Medical diagnoses of heat wave-related hospital admissions in older adults. *Preventive Medicine*, 110, 81-85.
- INE. (2017). Censo de Población y Vivienda 2017.
- INE. (2019). División político-administrativa y censal región de Tarapacá.
- INE. (2021). Proyecciones de población.
- INE. (2021b). Encuesta Suplementaria de Ingresos (ESI).
- INE. (2023a). Encuesta Nacional de Empleo.
- INE. (2023b). Movimiento de Carga Portuaria Tarapacá.
- INE. (2023c). Encuesta Mensual de Alojamiento Turístico, abril 2023, Tarapacá.
- IPCC. (2003). *Climate change and biodiversity*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC. (2021). The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (pp. 3–32). Cambridge University Press.
- Iturbide, M., Fernández, J., Gutiérrez, J. M., Bedia, J., Cimadevilla, E., Díez-Sierra, J., & Yelekci, Ö. (2021). Repository supporting the implementation of FAIR principles in the IPCC-WG1 Atlas.
- Jepson, W., Tomaz, P., Santos, J. O., & Baek, J. (2021). A comparative analysis of urban and rural household water insecurity experiences during the 2011–17 drought in Ceará, Brazil. *Water International*, 46(5), 697-722.
- Jepson, W., & Vandewalle, E. (2016). Household Water Insecurity in the Global North: A Study of Rural and Periurban Settlements on the Texas–Mexico Border. *The Professional Geographer*, 68(1), 66-81.
- Jimenez, V. R. (2019). *Consumo de agua en la minería del cobre al 2019*. Comisión Chilena del Cobre. Dirección de Estudios y Políticas Públicas.
- Kenney, W., Craighead, D. H., & Alexander, L. (2014). Heat waves, aging, and human cardiovascular health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(10), 1891-9.
- Kiprutto, N., Rotich, L. K., & Riungu, G. K. (2015). Agriculture, Climate Change and Food Security. *OALib*, 02(05), 1-7.
- Knudsen, A. B., & Slooff, R. (1992). Vector-borne disease problems in rapid urbanization: new approaches to vector control. *Bulletin of the World Health Organization*, 70(1), 1-6.
- Koks, E., Rozenberg, J., Zorn, C., Tariverdi, M., Vousdoukas, M., Fraser, S., Hall, J. W., & Hallegatte, S. (2019). A global multi-hazard risk analysis of road and railway infrastructure assets. *Nature Communications*, 10, 2677.
- Kolbe, K. (2019). Mitigating urban heat island effect and carbon dioxide emissions through different mobility concepts: Comparison of conventional vehicles with electric vehicles, hydrogen vehicles and public transportation. *Transport Policy*, 80, 1-11.
- Koukoulí, P., Georgiou, P., & Karpouzou, D. (2019). Evaluation of climate change impacts on reference evapotranspiration under RCPs scenarios in Northern Greece. *Global NEST Journal*, 21(4), 519-529.

- Kulkarni, M. A., Duguay, C., & Ost, K. (2022). Charting the evidence for climate change impacts on the global spread of malaria and dengue and adaptive responses: A scoping review of reviews. *Globalization and Health*, 18(1), 1.
- Kurukulasuriya, P; Rosenthal, S. (2013). Climate Change and Agriculture: A Review of Impacts and Adaptations. Environment department papers; no. 91. Climate change series. World Bank, Washington, DC.
- Lemon, S. M. (2008). *Vector-borne diseases: Understanding the environmental, human health, and ecological connections: workshop summary*. National Academies Press.
- Lenssen, N., G. Schmidt, J. Hansen, M. Menne, A. Persin, R. Ruedy, and D. Zyss. (2019). Improvements in the GISTEMP uncertainty model. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 124(12): 6307-6326.
- Lenters, J. D., & Cook, K. H. (1997). On the origin of the Bolivian high and related circulation features of the South American climate. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 54(5), 656-678.
- León-Mateos, F., Sartal, A., López-Manuel, L., & Quintás, M. A. (2021). Adapting our sea ports to the challenges of climate change: Development and validation of a Port Resilience Index. *Marine Policy*, 130, 104573.
- Lewinsohn, J. L. (2020). *Estado del arte de las estadísticas mineras del uso de agua y energía en los países andinos: Intercambio metodológico entre Chile y el Perú en el marco de la cooperación Sur-Sur*.
- Li, Z., Zheng, F., & Liu, W. (2012). Spatiotemporal characteristics of reference evapotranspiration during 1961-2009 and its projected changes during 2011-2099 on the Loess Plateau of China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 154, 147-155.
- Liu, J., Hertel, T., Diffenbaugh, N., Delgado, M. S., & Ashfaq, M. (2015). Future property damage from flooding: Sensitivities to economy and climate change. *Climatic Change*, 132, 741–749.
- Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (2016). Los Riesgos de Los Metales Pesados en la Salud Humana y Animal. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145.
- Loughnan, M., Carroll, M., & Tapper, N. (2015). The relationship between housing and heat wave resilience in older people. *International Journal of Biometeorology*, 59, 1291-1298.
- Luber, G., & Mcgeehin, M. (2008). Climate change and extreme heat events. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 429-35.
- Maiorano, L., Amori, G., Capula, M., Falcucci, A., Masi, M., Montemaggiori, A., Pottier, J., Psomas, A., Rondinini, C., Russo, D., Zimmermann, N., Boitani, L., & Guisan, A. (2013). Threats from Climate Change to Terrestrial Vertebrate Hotspots in Europe. *PLoS ONE*, 8.
- Mardones, P., & Garreaud, R. D. (2020). Future changes in the free tropospheric freezing level and rain–snow limit: The case of central Chile. *Atmosphere*, 11(11), 1259.
- MEA. (2005). *Ecosystems and human well-being*. Millennium Ecosystem Assessment. OECD. 2012. *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. The Organization for Economic Co-operation and Development.
- MDSF. (2022). *Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2022*.

- MINDEF, (2023). Javier García, alcalde de Colchane: “Hoy día la sensación de inseguridad ha disminuido considerablemente en nuestra comuna”. Diario y Radio Universidad de Chile.
- MINECOM, SUBPESCA. (2015). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Pesca y Acuicultura* (p. 76). Cooperación Alemana, Tercera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático.
- MINECOM, Subsecretaría de Turismo. (2019). *Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Turismo*.
- MinEnergía. (2018). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para el Sector Energía* (p. 104).
- MINSAL. (2017). *Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Salud* (p. 65). Gobierno de Chile, PNUD, Chile Mejor, Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio climático.
- Minvielle, M., & Garreaud, R. D. (2011). Projecting rainfall changes over the South American Altiplano. *Journal of Climate*, 24(17), 4577-4583.
- Ministerio de Hacienda. (2022). *MANUAL DE LA NUEVA ESTRUCTURA PRESUPUESTARIA PARA GOBIERNOS REGIONALES, AÑO 2022*.
- MINVU. (s. f.). *Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)*.
- MINVU. (2018). *Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades* (p. 92).
- MMA. (s. f.). Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad.
- MMA. (2008). *Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario* (p. 64).
- MMA. (2014). *Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad* (p. 95).
- MMA. (2018). Actualización Estrategia Regional de Biodiversidad 2019-2030 Región de Tarapacá.
- MMA. (2019). Ecosistemas de la región de Tarapacá y su relación con el recurso hídrico según las condiciones y características del territorio.
- MMA. (2021). Lineamientos Técnicos para la Preparación de los Contenidos Mínimos de los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC).
- MMA. (2022a). *Inventario Nacional de Carbono Negro*. Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.
- MMA. (2022b). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de Chile 1990-2020*.
- MMA. (2022c). Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies (RECOGE).
- MMA. (2023). *Atlas de Riesgos Climáticos (Arclim)*. Ministerio del Medio Ambiente.
- Moda, H., Filho, W., & Minhas, A. (2019). Impacts of Climate Change on Outdoor Workers and Their Safety: Some Research Priorities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3458.
- MOP. (2017). *Plan de Adaptación y Mitigación de los Servicios de Infraestructura al Cambio Climático 2017-2022* (p. 125) [Government Plan].
- MOP. (2018). Anexo 2.3: Caracterización componente riesgos naturales. Declaración de Impacto Ambiental: Obras aluvionales en quebradas de Iquique y Alto Hospicio, Región de Tarapacá. Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- MOP. (2021). Ministerio de Obras Públicas de Tarapacá refuerza infraestructura vial y fluvial para enfrentar efectos de lluvias altiplánicas. Delegación Presidencial Regional de Tarapacá.

- Moraga, P. (2016). LA AGENCIA CHILENA DE CAMBIO CLIMÁTICO/COMITÉ DE FOMENTO CORFO El presente documento fue redactado por la Dra. <http://portal.mma.gob.cl/>
- Motha, R.P., Baier, W. Impacts of Present and Future Climate Change and Climate Variability on Agriculture in the Temperate Regions: North America. *Climatic Change* 70, 137–164 (2005).
- Multilateral Development Banks (MDBs). (2023). 2022 JOINT REPORT ON MULTILATERAL DEVELOPMENT BANKS' CLIMATE FINANCE. www.eib.org.
- Mücke, H.-G., & Litvinovitch, J. M. (2020). Heat Extremes, Public Health Impacts, and Adaptation Policy in Germany. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(21), 7862.
- Municipalidad de Alto Hospicio. (s. f.). *PLADECO Comuna de Alto Hospicio 2021-2024*.
- Municipalidad de Camiña. (s. f.). *PLADECO Comuna de Camiña 2016-2020*.
- Municipalidad de Colchane. (s. f.). *PLADECO Comuna de Colchane 2015-2018*.
- Municipalidad de Huara. (s. f.). *PLADECO Comuna de Huara 2016-2020*.
- Municipalidad de Iquique. (s. f.). *PLADECO Comuna de Iquique 2023-2031*.
- Municipalidad de Pica. (s. f.). *PLADECO Comuna de Pica 2014-2017*.
- Municipalidad de Pozo Almonte. (2021). *PLADECO Comuna de Pozo Almonte 2015-2020*.
- Muñoz, R. C., Quintana, J., Falvey, M. J., Rutllant, J. A., & Garreaud, R. (2016). Coastal clouds at the eastern margin of the southeast Pacific: Climatology and trends. *Journal of Climate*, 29(12), 4525-4542.
- Muñoz, R. C., Zamora, R. A., & Rutllant, J. A. (2011). The coastal boundary layer at the eastern margin of the southeast Pacific (23.4 S, 70.4 W): Cloudiness- conditioned climatology. *Journal of climate*, 24(4), 1013-1033.
- Muñoz, J., Barton, J., Frías, D., Bustamante, W., & Cortés, S. (2019). Ciudades y cambio climático en Chile: Recomendaciones desde la evidencia científica. Santiago: Comité COP25. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
- Ng'ang'a, T., Coulibaly, J. Y., Crane, T., Gachene, C., & Kironchi, G. (2020). Propensity to adapt to climate change: insights from pastoralist and agro-pastoralist households of Laikipia County, Kenya. *Climatic Change*, 1-21.
- Nosipho Hlophe-Ginindza, S., & Mpandeli, N. S. (2021). The Role of Small-Scale Farmers in Ensuring Food Security in Africa. En B. Mahmoud (Ed.), *Food Security in Africa*. IntechOpen.
- Oliver, E. C. J., Donat, M. G., Burrows, M. T., Moore, P. J., Smale, D. A., Alexander, L. V., Benthuisen, J. A., Feng, M., Sen Gupta, A., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Straub, S. C., & Wernberg, T. (2018). Longer and more frequent marine heatwaves over the past century. *Nature Communications*, 9(1), 1324.
- ONU-Agua. (2013). Informe bienal 2012-2013.
- Paicho-Hidalgo, M., Meza Aliaga, M., Espinoza González, G., & Vera Burgos, C. (2015). Impacto de eventos aluvionales sobre humedales de quebrada: El caso de Altuzá e Iquiúca-Parca. Región de Tarapacá (Chile). *Revista Geográfica del Sur*, 6(9), 1-17.

- Paris, M. (2020). La seguridad hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Manual de capacitación para tomadores de decisión. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Pearce, T. D., Ford, J. D., Prno, J., Duerden, F., Pittman, J., Beaumier, M., Berrang-Ford, L., & Smit, B. (2011). Climate Change and Mining in Canada. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(3), 347-368.
- Pecl, G. T., Araújo, M. B., Bell, J. D., Blanchard, J., Bonebrake, T. C., Chen, I.-C., Clark, T. D., Colwell, R. K., Danielsen, F., Evengård, B., Falconi, L., Ferrier, S., Frusher, S., Garcia, R. A., Griffis, R. B., Hobday, A. J., Janion-Scheepers, C., Jarzyna, M. A., Jennings, S., ... Williams, S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332), eaai9214.
- Peng, R. D., Bobb, J. F., Tebaldi, C., McDaniel, L., Bell, M. L., & Dominici, F. (2011). Toward a Quantitative Estimate of Future Heat Wave Mortality under Global Climate Change. *Environmental Health Perspectives*, 119(5), 701-706.
- Pica-Téllez, A., Garreaud, R., Meza, F., Bustos, S., Falvey, M., Ibarra, M., Duarte, K., Ormazábal, R., Dittborn, R., & Silva, I. (2020). Informe Proyecto ARCLim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Pietri, A., Colas, F., Mogollon, R., Tam, J., Gutierrez, D. (2021). Marine heatwaves in the Humboldt current system: From 5-day localized warming to year-long El Niños. *Scientific Reports*, 11(1), 21172.
- Pinto, R., & Luebert, F. (2009). Datos sobre la flora vascular del desierto costero de Arica y Tarapacá, Chile, y sus relaciones fitogeográficas con el sur de Perú. *Gayana. Botánica*, 66(1), 28-49.
- Pliscoff, P. (2015). Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile (Informe técnico). Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- Purcell, J. (2005). Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: A review. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 85. 461 - 476.
- Raskin, P., 2006. The great transition today: a report from the future. Great Transition Initiative Paper Series No. 2. Tellus Institute, Boston, MA.
- Rech, J. A., Currie, B. S., Shullenberger, E. D., Dunagan, S. P., Jordan, T. E., Blanco. (2010). Evidence for the development of the Andean rain shadow from a Neogene isotopic record in the Atacama Desert, Chile. *Earth and Planetary Science Letters*, 292(3-4), 371-382.
- Richert, C., Boisgontier, H., & Grelot, F. (2019). Economic assessment of precautionary measures against floods: Insights from a non-contextual approach. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 19, 2525–2539.
- Rimmer, M. (2015). Intellectual property, indigenous knowledge, and climate change. In *Research Handbook on Intellectual Property and Climate Change*. Edward Elgar Publishing.
- Rinawati, F., Stein, K., & Lindner, A. (2013). Climate Change Impacts on Biodiversity—The Setting of a Lingering Global Crisis. *Diversity*, 5(1), 114-123.

- Rivera-Díaz, M. (2018). Bosques de tamarugos, un acercamiento etnohistórico para el estudio del paleoclima en el desierto de Atacama. *Diálogo andino*, (56), 119-139.
- Rosenstock, T. S., Lamanna, C., Chesterman, S., Bell, P., Arslan, A., Richards, M., ... & Wollenberg, E. (2019). A scoping review of adoption of climate-resilient crops by small-scale producers in low- and middle-income countries. *Nature Plants*, 5(11), 1048-1052.
- Runkle, J., Cui, C., Fuhrmann, C., Stevens, S., Del Pinal, J., & Sugg, M. (2019). Evaluation of wearable sensors for physiologic monitoring of individually experienced temperatures in outdoor workers in southeastern U.S. *Environment International*, 129, 229-238.
- Rutllant, J. A., Fuenzalida, H., & Aceituno, P. (2003). Climate dynamics along the arid northern coast of Chile: The 1997–1998 Dinámica del Clima de la Región de Antofagasta (DICALIMA) experiment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108(D17).
- Rutllant, J. A., Muñoz, R. C., & Garreaud, R. D. (2013). Meteorological observations on the northern Chilean coast during VOCALS-REx. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13(6), 3409-3422.
- Sallam, A., Alqudah, A. M., Dawood, M. F. A., Baenziger, P. S., & Börner, A. (2019). Drought stress tolerance in wheat and barley: Advances in physiology, breeding and genetics research. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(13).
- 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.
- Sadoff, C., & Muller, M. (2010). La Gestión del Agua, la Seguridad Hídrica y la Adaptación al Cambio Climático: Efectos Anticipados y Respuestas Esenciales. Global Water Partnership.
- Santibáñez, F. (2017). Atlas agroclimático de Chile. Estado actual y tendencias del clima. Tomo I: Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta.
- Santibáñez, F. (2018). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. ODEPA. Reflexiones y Desafíos al 2030: Perspectiva de Especialistas Externos.
- Sarricolea, P; Meseguer Ruiz, O. & Romero-Aravena, H. (2017). TENDENCIAS DE LA PRECIPITACIÓN EN EL NORTE GRANDE DE CHILE Y SU RELACIÓN CON LAS PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO. *Diálogo andino*, (54), 41-50.
- Sarricolea, P. & Aravena, H. (2015). Variabilidad y cambios climáticos observados y esperados en el Altiplano del norte de Chile. *Revista de geografía Norte Grande*, (62), 169-183.
- Satienperakul, K., Manochai, P., Ongprasert, S., Spreer, W., & Müller, J. (2009). Economic evaluation of different irrigation regimes in mango production in northern Thailand. *Acta Horticulturae*, 831, 34.
- Segan, D., Murray, K., & Watson, J. (2016). A global assessment of current and future biodiversity vulnerability to habitat loss–climate change interactions. *Global Ecology and Conservation*, 5, 12-21.
- Segura, H., Espinoza, J. C., Junquas, C., Lebel, T., Vuille, M., & Garreaud, R. (2020). Recent changes in the precipitation-driving processes over the southern tropical Andes/western Amazon. *Climate Dynamics*, 54(5-6), 2613-2631.
- SERNATUR. (2014). Plan de Acción Regional Sector Turismo 2014-2018.

- Serpetti, N., Baudron, A. R., Burrows, M. T., Payne, B. L., Helaouët, P., Fernandes, P. G., & Heymans, J. J. (2017). Impact of ocean warming on sustainable fisheries management informs the Ecosystem Approach to Fisheries. *Scientific Reports*, 7(1), 13438.
- Schemenauer, R. S., Fuenzalida, H., & Cereceda, P. (1988). A neglected water resource: The Camanchaca of South America. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 69(2), 138-147.
- Sexton, J. P., Montiel, J., Shay, J. E., Stephens, M., & Slatyer, R. A. (2017). Evolution of ecological niche breadth. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 183-206.
- Skendžić S, Zovko M, Živković IP, Lešić V, Lemić D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*. 2021 May 12;12(5):440.
- Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuyzen, J. A., Donat, M. G., Feng, M., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., Payne, B. L., & Moore, P. J. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9(4), 306-312.
- Stein MR, Marraccini JV, Rothschild NE, Burnett JW. Fatal Portuguese man-o'-war (*Physalia physalis*) envenomation. *Ann Emerg Med*. 1989 Mar;18(3):312-5.
- Stillman, J. (2019). Heat Waves, the New Normal: Summertime Temperature Extremes Will Impact Animals, Ecosystems, and Human Communities. *Physiology*, 34(2), 86-100.
- Sušnik, J., Vamvakeridou-Lyroudia, L. S., Savić, D. A., & Kapelan, Z. (2012). Integrated System Dynamics Modelling for water scarcity assessment: Case study of the Kairouan region. *Science of The Total Environment*, 440, 290–306.
- Tambo, J. A., & Mockshell, J. (2018). Climate risks and adaptation strategies of farmers in East Africa and South Asia. *Scientific Reports*, 8(1), 12492.
- Tanir, T., Sumi, S. J., De Lima, A. D. S., Coelho, G. de A., Uzun, S., Cassalho, F., & Ferreira, C. (2021). Multi-scale comparison of urban socio-economic vulnerability in the Washington, DC metropolitan region resulting from compound flooding. *International Journal of Disaster Risk Reduction*.
- Tapia, G. (2014). Inventario de cuencas, subcuencas y subsubcuencas de Chile. Chile. Dirección General de Aguas (DGA). División de Estudios y Planificación.
- Tapia, R., Botti, C., Carrasco, Ó., Prat, L., & Franck, N. (2003). Effect of four irrigation rates on growth of six fig tree varieties. *Acta Horticulturae*.
- Taylor, J., McLeod, R., Petrou, G., Hopfe, C., Mavrogianni, A., Castaño-Rosa, R., Pelsmakers, S., & Lomas, K. (2023). Ten questions concerning residential overheating in Central and Northern Europe. *Building and Environment*, 234, 110154.
- Teillier, S. (2008). Flora vascular. En: Comisión Nacional del Medio Ambiente (eds.). Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos.
- Thiel, M., Castilla, J. C., Fernández, M., & Navarrete, S. (2007). The Humboldt current system of northern and central Chile.
- Trenberth, K. (2011). Changes in Precipitation with Climate Change. *Climate Change Research*. *Climate Research*. 47. 123-138.
- Turk, T., & Kem, W. R. (2009). The phylum Cnidaria and investigations of its toxins and venoms until 1990. *Toxicon*, 54(8), 1031–1037.

- Urquiza, A., & Billi, M. (2018). Water markets and social–ecological resilience to water stress in the context of climate change: An analysis of the Limarí Basin, Chile. *Environment, Development and Sustainability*.
- Ulibarry, P. G., & Morales Peillard, P. (2023). Análisis del Proyecto Ley de Presupuestos 2023. Partida 13 Ministerio de Agricultura Autores.
- Urrutia Jorge. (2021). INFORME: Taller “Modernización del Agro: Adaptación al Cambio Climático en la Agricultura Familiar Campesina.”
- Usman, M. (2023). Enhancing Climate Change Resilience in Guava (*Psidium Species*).
- Valle-Cárdenas, B. D., Valdés-Rodríguez, O. A., Conde, C., & Zavaleta-Lizárraga, L. (2020). Las organizaciones de la sociedad civil y su papel en la adaptación al cambio climático en México. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 1149-1182.
- Varas, V. (2010). *Ecosistemas de la Región de Tarapacá y su Relación con el Recurso Hídrico Según las Condiciones y Características del Territorio*.
- Velazco, S., Villalobos, F., Galvão, F., & De Marco Júnior, P. (2019). A dark scenario for Cerrado plant species: Effects of future climate, land use and protected areas ineffectiveness. *Diversity and Distributions*, 25(5), 660-673.
- Vera, C., Higgins, W., Amador, J., Ambrizzi, T., Garreaud, R., Gochis, D., ... & Zhang, C. (2006). Toward a unified view of the American monsoon systems. *Journal of climate*, 19(20), 4977-5000.
- Walter, H., & Breckle, S.-W. (2004). *Ökologie der Erde Band 2: Spezielle Ökologie der Tropischen und Subtropischen Zonen* (3rd ed.). Elsevier.
- Watson, C., Schalatek, L., & Evéquoz, A. (2022). Informe regional sobre financiamiento para el clima: América Latina.
- Wang, D., Jenkins, K., Forstenhäusler, N., Lei, T., Price, J., Warren, R., Jenkins, R., & Guan, D. (2021). Economic impacts of climate-induced crop yield changes: Evidence from agri-food industries in six countries. *Climatic Change*, 166(3-4), 30.
- WHO. (2020). Vector-borne diseases Key facts.
- Winckler, P., Contreras, M., Vicuña, S., Larraguibel, C., Mora, J., Esparza, C., Salcedo-Castro, J., Geldich, S., Fariña, J. M., CAROLINA MARTINEZ, Agredano, R., Melo, O., Bambach, N., Marinkovic, C., & Pica, A. (2019). *Vulnerabilidad y Riesgo en Caletas Pesqueras en Determinación del riesgo de los impactos del Cambio Climático en las costas de Chile* (Vol. 7). Ministerio de medio ambiente Chile.
- Winckler, P., Contreras-López, M., Garreaud, R., Meza, F., Larraguibel, C., Esparza, C., Gelcich, S., Falvey, M., & Mora, J. (2022). Analysis of Climate-Related Risks for Chile's Coastal Settlements in the ARClm Web Platform. *Water*, 14(22), 3594.
- Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious diseases: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, 14-23.
- Yaakob, O., & Quah, P. C. (2012). Weather Downtime and its Effect on Fishing Operation in Peninsular Malaysia. *Jurnal Teknologi*.
- Yadav, S.S., Hunter, D., Redden, B., Nang, M., Yadava, D.K. and Habibi, A.B. (2015). Impact of Climate Change on Agriculture Production, Food, and Nutritional Security. In *Crop Wild Relatives and Climate Change*
- Yáñez, E., Lagos, N. A., Norambuena, R., Silva, C., Letelier, J., Muck, K.-P., San Martín, G., Benítez, S., Broitman, B. R., Contreras, H., & otros. (2017). Impacts of

climate change on marine fisheries and aquaculture in Chile. *Climate Change Impacts on Fisheries and Aquaculture*, 239–332.

- Zaman, T., Tahsin, K. T., Rozario, S. R., Kamal, A. B., Khan, M. R., Huq, S., & Bodrud-Doza, M. (2022). An overview of disaster risk reduction and anticipatory action in Bangladesh. *Frontiers in Climate*, 4.
- Zhang, Y., Yao, Q., Li, J., Wang, Y., Liu, X., Hu, Y., & Chen, J. (2015). Contributions of an arbuscular mycorrhizal fungus to growth and physiology of loquat (*Eriobotrya japonica*) plants subjected to drought stress. *Mycological Progress*, 14.
- Zivin, J., & Shrader, J. (2016). Temperature Extremes, Health, and Human Capital. *The Future of Children*, 26, 31-50.
 - Zuazo, V. H., García-Tejero, I., Rodríguez, B. C., Tarifa, D. F., Ruíz, B. G., & Sacristan, P. C. (2021). Deficit irrigation strategies for subtropical mango farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41, 1-22



GOBIERNO REGIONAL
TARAPACÁ