

PLAN DE ACCIÓN COMUNAL DE CAMBIO CLIMÁTICO COMUNA DE TIRÚA

REGIÓN DEL BIOBÍO

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO | 2026 - 2041

Índice de Contenido

Acrónimos.....	6
Glosario.....	7
Preámbulo.....	9
Palabras del Alcalde.....	9
1. Introducción.....	11
1.1. Cambio Climático: contexto global y nacional.....	11
1.2. Marco político e institucional de cambio climático.....	12
2. Caracterización territorial.....	16
2.1. Antecedentes de la comuna.....	16
2.1.1. Límites de influencia.....	16
2.1.2. Ámbito demográfico.....	18
2.1.3. Ámbito sociocultural.....	23
2.1.4. Ámbito económico productivo.....	23
2.1.5. Ámbito socioeconómico.....	24
2.2. Ámbito ambiental.....	25
2.2.1. Geomorfología.....	25
2.2.2. Hidrografía.....	26
2.2.3. Fauna acuática.....	29
2.2.4. Fauna terrestre.....	30
2.2.5. Flora y vegetación.....	31
2.2.6. Tipos y usos de suelos.....	33
2.3. Caracterización climática comunal	35
2.3.1. Antecedentes climáticos.....	35
2.4. Ámbito geopolítico e institucional.....	47
2.4.1. Actores Comunales.....	47
2.4.2. Gestión municipal y gobernanza en Tirúa.....	48
2.4.3. Análisis de instrumentos regionales y comunales.....	50
3. Diagnóstico y Estrategia de Adaptación.....	55
3.1. Elementos claves para la evaluación del riesgo.....	55
3.2. Cálculo del riesgo para cada cadena de impacto.....	57
3.3. Cadenas de impacto comuna de Tirúa.....	58
3.3.1. Cadena de impacto N°1: Seguridad Hídrica Doméstica Rural.....	59
3.3.2. Cadena de impacto N°2: Incendios en plantaciones forestales.....	63
3.3.3. Cadena de impacto N°3: Cambio de productividad de cultivos de papa en secano.....	65
3.3.4. Cadena de impacto N°4: Pérdida de desembarque pesquero artesanal.....	68
3.3.5. Cadena de impacto N°5: Degradación de humedales costeros.....	73
4. Áreas de trabajo y medidas estratégicas para la adaptación y mitigación al cambio climático.....	76
5. Planificación Climática Local: lineamientos estratégicos.....	78
5.1. Visión.....	78
5.2. Objetivos del PACCC.....	79
5.2.1. Objetivos y metas generales del PACCC.....	79
5.3. Medidas del Plan de Acción.....	80
5.3.1. Medidas de Adaptación.....	81
5.3.2. Medidas de Mitigación.....	82
5.3.3. Medidas transversales.....	82
5.3.4. Fichas de Medidas del Plan de Acción.....	83

5.4. Sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV).....	128
6. Financiamiento climático.....	130
6.1. Marco normativo y lineamientos estratégicos.....	130
6.2. Fondos internacionales.....	130
6.3. Fondos Regionales y Nacionales.....	130
6.4. Mecanismos municipales innovadores.....	131
6.5. Estrategias de gestión financiera climática.....	131
6.6. Fuentes de financiamiento para el Plan de Acción del PACCC.....	131
7. Consideraciones finales y futuras recomendaciones.....	133
7.1. Actualizar y ampliar periódicamente el PACCC.....	133
7.2. Fortalecer la gobernanza y la participación ciudadana.....	133
7.3. Diversificar y asegurar el financiamiento climático.....	133
7.4. Innovar en monitoreo y transparencia.....	133
7.5. Electromovilidad.....	134
7.6. Enfoque de género transversal y empleo verde.....	134
7.7. Articulación regional y nacional.....	134
7.8. Promover la replicabilidad y el aprendizaje colectivo.....	134
8. Referencias.....	135
9. Anexos.....	140
9.1. Resumen reuniones y procesos participativos.....	140
9.1.1. Reuniones de trabajo.....	140
9.1.2. Reunión de inicio.....	140
9.1.3. Reuniones de coordinación.....	141
9.1.4. Reunión de aplicación de “Cuestionario territorial”	141
9.1.5. Reunión de preselección de cadenas de impacto.....	143
9.1.6. Metodología de Vinculación Comunitaria.....	143
9.1.7. Papelógrafos y/o cartografías participativas.....	144
9.1.8. Calendarización actividades participativas.....	144
9.1.9. Taller de identificación de vulnerabilidades.....	145
9.1.10. Taller de Priorización de Medidas de Adaptación y Mitigación.....	156
9.2. Fichas de Vulnerabilidad.....	166
9.3. Fichas de Indicadores de Medidas de Mitigación y Adaptación.....	171

Índice de Figuras

Figura 1.2.1. Instrumentos de gestión para el cambio climático.....	13
Figura 2.1.1.1. Ubicación geográfica de la comuna de Tirúa.....	17
Figura 2.1.2.1. Conformación etaria en base a la proyección 2024.....	19
Figura 2.1.2.2. Materialidad de la cubierta de techos.....	21
Figura 2.1.2.3 Materialidad de muros exteriores.....	22
Figura 2.1.2.4. Tipo de hogar comuna de Tirúa.....	22
Figura 2.2.1.1. Mapa hidrográfico de la comuna de Tirúa.....	27
Figura 2.2.1.2. Mapa hidrográfico de la comuna de Tirúa.....	28
Figura 2.2.5.1. Pisos Vegetacionales de la comuna de Tirúa.....	32
Figura 2.2.6.1. Zonificación del territorio comunal según su tipo de uso de suelo.....	34
Figura 2.3.1.1.1 Registro de temperaturas promedio de Tirúa (periodo 2016-2024).....	35
Figura 2.3.1.1.2 Temperatura media mensual de Tirúa.....	36
Figura 2.3.1.2.1 Temperatura promedio anual Histórica - Futura (periodo 1970-2069).....	37
Figura 2.3.1.2.2 Días y noches más cálidos de Tirúa periodo 1970-2069.....	38
Figura 2.3.1.2.2. Olas de calor > 25°C Histórico - Futuro (periodo 1970-2069).....	39
Figura 2.3.1.3.1. Número de incendios durante el período 1984-2024.....	39
Figura 2.3.1.3.2. Serie histórica de hectáreas quemadas por tipo de cobertura.....	40
Figura 2.3.1.3.3. Distribución porcentual de coberturas afectadas serie completa (izquierda) y últimos 10 años (derecha).....	40
Figura 2.3.1.4.1. Precipitación anual acumulada de Tirúa (periodo 2016-2024).....	41
Figura 2.3.1.4.2. Precipitación media mensual de Tirúa (2016-2024).....	42
Figura 2.3.1.5.1 Precipitación promedio anual Histórica - Futura (periodo 1970-2069).....	43
Figura 2.3.1.5.2. Frecuencia de Sequía Histórica - Futura (periodo 1970-2069).....	44
Figura 2.3.1.6.1. Serie de tiempo altura significativa (Hm0).....	45
Figura 2.4.1.1. Mapa de Actores en la comuna.....	48
Figura 2.4.2.1. Organigrama Municipal.....	49
Figura 3.1.1. Proceso de determinación del riesgo climático.....	55
Figura 3.1.2. Estructura de las cadenas de impacto.....	57
Figura 3.3.1.1. Cartografía de puntos de captación de aguas y densidad de viviendas.....	62
Figura 3.3.2.1. Cartografía de incendios en la comuna de Tirúa 2022-2023.....	65
Figura 3.3.3.1. Cartografía de usos de suelos en la comuna de Tirúa.....	68
Figura 3.3.4.1. Cartografía de caletas de pescadores artesanales en la comuna de Tirúa.....	73
Figura 3.3.5.1. Delimitación de humedales marinos costeros de la región de Biobío.....	74
Figura 3.3.5.2. Cartografía de humedales costeros en la comuna de Tirúa.....	75
Figura 9.1.9.1.1. Invitación al Taller I PACCC de la comuna de Tirúa.....	145
Figura 9.1.9.2.1. Fichas perfil de amenazas.....	147
Figura 9.1.9.2.2. Cartografía participativa.....	147
Figura 9.1.9.2.3. Ficha oportunidades y medidas.....	148
Figura 9.1.9.7.1. Gráfico de asistencia por sector.....	150
Figura 9.1.9.8.1. Actividad Participativa Taller N°1.....	151
Figura 9.1.10.1.1. Invitación al Taller II PACCC de la comuna de Tirúa.....	156
Figura 9.1.10.2.2. Formato de Visión del PACCC.....	158
Figura 9.1.10.2.3. Formato de papelógrafo de Objetivo y Metas del PACCC.....	159
Figura 9.1.10.7.1. Gráfico de asistencia por sector.....	161
Figura 9.1.10.8.1. Actividad participativa Taller N°2.....	161

Índice de Tablas

Tabla 2.1.2.1. Viviendas censadas.....	20
Tabla 2.1.2.2. Clasificación de viviendas según tipo de materialidad.....	21
Tabla 2.1.5.2. Hogares presentes en el RSH.....	24
Tabla 2.4.3.1. Instrumentos regionales y comunales.....	50
Tabla 3.3.1. Cadenas de impacto identificadas y seleccionadas.....	58
Tabla 3.3.4.1. Desembarque de recursos en Caleta Quidico entre los años 2007 y 2017.....	70
Tabla 3.3.4.2. Desembarque de recursos en Caleta Tirúa entre los años 2007 y 2017.....	70
Tabla 3.3.4.3. Registro de oficios de la pesca artesanal en caleta de Tirúa y Quidico.....	71
Tabla 3.3.4.5. Registro de embarcaciones en caleta de Tirúa y Quidico.....	71
Tabla 5.3.1.1. Medidas de Adaptación.....	81
Tabla 5.3.1.2. Medidas de Mitigación.....	82
Tabla 5.3.1.3. Medidas Transversales.....	82
Tabla 6.6.1. Fuentes de Financiamiento.....	131
Tabla 9.1.1. Insumos y productos de.....	140
Tabla 9.1.8.1. Actividades participativas.....	144
Tabla 9.1.9.2.1. Cronograma del Taller I.....	146
Tabla 9.1.9.7.1. Asistentes a la primera actividad participativa.....	149
Tabla 9.1.9.10.1. Propuesta de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.....	153
Tabla 9.1.10.2.1. Cronograma del Taller II.....	157
Tabla 9.1.10.7.1. Asistentes a la segunda actividad participativa.....	160
Tabla 9.1.10.10.1. Propuesta de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, su prioridad y su plazo.....	163
Tabla 9.1.10.12.1. Objetivos del PACCC.....	165

Acrónimos

- **BCN:** Biblioteca del Congreso Nacional
- **CC:** Cambio Climático
- **CORECC:** Comités Regionales de Cambio Climático
- **CR2:** Centro de Investigación para el Clima y la Resiliencia
- **DGA:** Dirección General de Aguas
- **ECLP:** Estrategia Climática de Largo Plazo
- **EEL:** Estrategia Energética Local
- **ERNC:** Energías Renovables no Convencionales
- **FNDR:** Fondo Nacional de Desarrollo Regional
- **GEI:** Gases de Efecto Invernadero
- **GPC:** Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a escala comunitaria
- **GRD:** Gestión del Riesgo de Desastres
- **INE:** Instituto Nacional de Estadísticas
- **INGEI:** Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
- **IPCC:** Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático
- **IRGEI:** Inventario Regional de Gases de Efecto Invernadero
- **LMCC:** Ley Marco de Cambio Climático
- **MIDESO:** Ministerio de Desarrollo Social y Familia
- **MMA:** Ministerio del Medio Ambiente
- **NDC:** Contribuciones Nacionalmente Determinadas
- **ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible
- **ONU:** Organización de las Naciones Unidas
- **PACCC:** Planes de Acción Comunal de Cambio Climático
- **PARCC:** Planes de Acción Regional de Cambio Climático
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- **RRD:** Reducción del Riesgo de Desastres
- **SENAPRED:** Servicio Nacional de Prevención de Emergencias y Desastres
- **SINAPRED:** Sistema Nacional de Prevención de Emergencias y Desastres
- **SCAM:** Sistema de Certificación Ambiental Municipal
- **SUBDERE:** Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

Glosario

1. **Adaptación:** Conjunto de acciones que buscan ajustar sistemas naturales, humanos y económicos para reducir los impactos negativos del cambio climático o aprovechar las oportunidades asociadas.
2. **Amenaza:** Potencial de un evento o fenómeno natural, antropogénico o una combinación de ambos que puede causar daños en la salud, el medio ambiente, la infraestructura o la economía.
3. **Cambio Climático (CC):** Alteraciones significativas en los patrones climáticos a largo plazo, atribuidas principalmente a actividades humanas como el uso de combustibles fósiles y la deforestación, que intensifican el efecto invernadero natural.
4. **Carbono Neutralidad:** Estado en el cual las emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) se compensan con la absorción de estos gases mediante sumideros naturales o tecnologías específicas.
5. **Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC):** Compromisos climáticos asumidos por los países en el marco del Acuerdo de París para reducir las emisiones de GEI y aumentar la resiliencia frente al cambio climático.
6. **Ecosistemas:** Conjuntos de organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico en un espacio específico, proporcionando servicios esenciales como agua, aire limpio y regulación climática.
7. **Exposición:** Presencia de personas, infraestructura, bienes o sistemas en áreas susceptibles de ser afectadas por amenazas climáticas o naturales.
8. **Impactos:** Consecuencias de eventos climáticos o fenómenos adversos sobre sistemas naturales, sociales y económicos, determinados por la combinación de amenazas, exposición y vulnerabilidad.
9. **Ley Marco de Cambio Climático (LMCC):** Norma chilena promulgada en 2022 que establece un marco legal para alcanzar la neutralidad de carbono y fortalecer la resiliencia climática a nivel nacional, regional y local.
10. **Mitigación:** Acciones destinadas a reducir las emisiones de GEI o aumentar la capacidad de absorción de estos gases, contribuyendo a estabilizar las concentraciones atmosféricas.
11. **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):** Conjunto de metas globales adoptadas por la ONU para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar el bienestar de las personas, en el marco de la Agenda 2030.
12. **Planes de Acción Comunales de Cambio Climático (PACCC):** Instrumentos de planificación desarrollados por municipalidades para identificar y priorizar acciones locales de mitigación y adaptación al cambio climático.

- 13. Planes Regionales de Cambio Climático (PARCC):** Estrategias regionales que articulan las acciones de mitigación y adaptación, alineadas con las directrices nacionales y las necesidades específicas de cada territorio.
- 14. Resiliencia:** Capacidad de un sistema, comunidad o ecosistema para recuperarse y adaptarse después de enfrentar perturbaciones significativas, como desastres naturales o eventos climáticos extremos.
- 15. Riesgo:** Combinación de la probabilidad de que ocurra un evento o fenómeno peligroso y las consecuencias asociadas a este en términos de daños potenciales.
- 16. Servicios Ecosistémicos:** Beneficios proporcionados por los ecosistemas a las personas, incluyendo regulación del clima, provisión de alimentos y agua, y conservación de la biodiversidad.
- 17. Sostenibilidad:** Capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las generaciones futuras, equilibrando las dimensiones ambiental, social y económica.
- 18. Vulnerabilidad climática:** Grado de susceptibilidad de un sistema, comunidad o ecosistema frente a los impactos adversos del cambio climático, determinado por su exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación.
- 19. Centro de Investigación para el Clima y la Resiliencia (CR2):** Institución académica chilena que genera conocimiento científico para abordar los desafíos asociados al cambio climático.
- 20. Olas de calor:** período de tres o más días consecutivos en los que la temperatura máxima diaria supera ciertos umbrales específicos
- 21. Sequía meteorológica:** Ocurre cuando las precipitaciones son considerablemente inferiores a las normales en una región durante un período específico.
- 22. Sequía hidrológica:** Se manifiesta cuando la escasez de lluvias provoca una disminución notable en los caudales de ríos, lagos y reservas subterráneas, afectando la disponibilidad de recursos hídricos
- 23. Marejadas:** fenómenos caracterizados por un aumento significativo del oleaje que afecta las zonas costeras,

Preámbulo

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos ambientales, sociales y económicos del siglo XXI. La comunidad científica internacional ha alertado sobre los riesgos crecientes asociados a este fenómeno, como el aumento de eventos climáticos extremos, la pérdida de biodiversidad, la inseguridad hídrica y la degradación de los ecosistemas. Chile, debido a su ubicación geográfica y sus características climáticas, se encuentra entre los países más vulnerables a los efectos del cambio climático, lo que exige respuestas inmediatas y efectivas.

En este contexto, la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455) establece un mandato claro para que todas las municipalidades del país elaboren sus Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC). Estos instrumentos de planificación local buscan fortalecer la capacidad de adaptación y mitigación de las comunidades frente a los impactos del cambio climático, asegurando la coherencia con las políticas nacionales y regionales.

La comuna de Tirúa, situada en la Región del Biobío, enfrenta desafíos específicos derivados de su condición rural, su alta exposición a eventos climáticos extremos y su estrecha relación con los ecosistemas costeros y forestales. Este PACCC tiene como objetivo ser una herramienta que permita planificar, ejecutar y monitorear acciones concretas para reducir la vulnerabilidad climática y potenciar las oportunidades de desarrollo sostenible en la comuna.

El documento se estructura de manera que integre un enfoque participativo e inclusivo garantizando que las voces de las comunidades locales, las autoridades y los actores clave sean parte activa del proceso.

Palabras del Alcalde

Estimados vecinos y vecinas,

Desde que asumí como alcalde de Tirúa, nuestro objetivo siempre ha sido mejorar la condición de vida de nuestros vecinos y vecinas, y en ese sentido el cuidado del medio ambiente es y será prioridad.

En Tirúa, nuestra hermosa comuna, situada en el último rincón de la Provincia de Arauco, confluyen el mar, río, lago y hermosos paisajes naturales. Y como municipio, es nuestro deber cuidarlos y fomentar este ejemplo en las futuras generaciones, porque los efectos nocivos del cambio climático, debemos enfrentarlos ahora.

Durante esta gestión municipal, hemos adoptado diversas medidas: poner en marcha el programa de tenencia responsable de mascotas, reciclaje como eje central en la cultura comunal, promoviendo talleres y charlas, limpiezas de playas, retiro de residuos voluminosos en puntos estratégicos, fortalecimiento de la soberanía alimentaria, cuidado del mar y sus recursos y solo en el 2024, entregamos y plantamos 3.479 árboles nativos en una nueva campaña de arborización.

Este 2025, continuamos demostrando con hechos concretos nuestro compromiso con el medio ambiente, y es así como les presentamos el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC), una hoja de ruta y un compromiso para hacer de nuestro territorio, un lugar más sustentable y sostenible.

Este documento fue trabajado a través de talleres participativos con la comunidad, definiendo y reconociendo las principales amenazas que hay en la zona, con el fin de priorizar medidas a corto, mediano y largo plazo.

Con responsabilidad asumimos este compromiso e invitamos a toda la comunidad tiruana a continuar trabajando unidos, cuidando nuestra tierra y nuestro lavken. Juntos lograremos nuestros objetivos por entregar un mundo mejor a nuestras nuevas generaciones.



*José Linco Garrido
Alcalde de Tirúa*

1. Introducción

El Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tirúa surge como una respuesta directa a estas necesidades. Enmarcado en la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455), este plan es una herramienta clave para articular acciones de mitigación y adaptación que respondan a las particularidades del territorio. La comuna de Tirúa, ubicada en la zona costera sur de la Región del Biobío, ha estado históricamente expuesta a diversos fenómenos climáticos que se han visto intensificados por el cambio climático, generando impactos significativos en sus comunidades rurales y lavkenche, su infraestructura crítica y los medios de vida locales. A ello se suma la presión sobre los ecosistemas costeros y forestales, la pérdida de biodiversidad y la vulnerabilidad de sectores como la pesca artesanal, la agricultura familiar y la recolección de productos del bosque nativo. Este PACCC analiza cómo estas amenazas han afectado, y podrían seguir afectando, a los distintos sistemas de la comuna, incluyendo el sistema humano, los ecosistemas, la infraestructura y la economía local, para establecer una hoja de ruta que integre criterios de sostenibilidad, pertinencia cultural y equidad territorial en las políticas públicas locales, fortaleciendo así la resiliencia climática de Tirúa.

El proceso de desarrollo del PACCC ha priorizado un enfoque participativo, involucrando a actores clave como las autoridades locales, comunidades locales, sectores productivos, organizaciones civiles y académicas. Este enfoque busca garantizar que las medidas propuestas reflejen las necesidades reales del territorio y potencien las capacidades existentes.

1.1. *Cambio Climático: contexto global y nacional*

El cambio climático afecta de manera transversal a los ecosistemas, las sociedades y las economías de todo el mundo. A nivel global, su impacto se refleja en fenómenos como el aumento de las temperaturas, la intensificación de los eventos climáticos extremos, el aumento del nivel del mar y la pérdida de biodiversidad. Estos efectos se han vinculado directamente a las actividades humanas, particularmente el uso de combustibles fósiles, la deforestación y las prácticas agrícolas no sostenibles, que han incrementado la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera.

Para abordar esta crisis global, la comunidad internacional ha adoptado acuerdos fundamentales como el Protocolo de Kioto (1997), que estableció compromisos vinculantes para los países desarrollados en la reducción de emisiones, y el Acuerdo de París (2015), cuyo objetivo es limitar el aumento de la temperatura global muy por debajo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales, y continuar los esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C. Este último marcó un hito al involucrar compromisos de todas las naciones, reconociendo que el cambio climático es un problema que requiere acciones colectivas, integrales y urgentes.

En el contexto nacional, Chile es reconocido como uno de los países más vulnerables al cambio climático debido a su geografía, diversidad climática y dependencia de los recursos naturales. El país enfrenta desafíos concretos que incluyen:

- **Recursos Hídricos:** La disminución de las precipitaciones y el retroceso de los glaciares han reducido la disponibilidad de agua superficial y subterránea. Esta

mega sequía prolongada, que afecta principalmente a las regiones del centro y norte del país, genera conflictos por el uso del agua en sectores como la agricultura, el consumo humano y la energía.

- **Biodiversidad y Ecosistemas:** La degradación de los ecosistemas afecta directamente a la biodiversidad. Los cambios en los patrones climáticos han puesto en riesgo hábitats de especies emblemáticas, como la araucaria y el huemul, además de alterar los ciclos naturales de los ecosistemas terrestres y marinos.
- **Fenómenos Climáticos Extremos:** En los últimos años, se han intensificado eventos extremos como lluvias torrenciales, aluviones, marejadas y olas de calor. Estos eventos generan daños significativos en infraestructura, afectan la salud pública y generan desplazamientos en comunidades vulnerables.
- **Incendios Forestales:** Las condiciones climáticas extremas, combinadas con prácticas humanas, han incrementado la frecuencia y magnitud de los incendios forestales, especialmente en regiones con alta cobertura vegetal como La Araucanía, Biobío y Valparaíso. Estos eventos afectan la biodiversidad, la calidad del aire y generan pérdidas económicas significativas.
- **Turismo y Economía Local:** Sectores clave como el turismo se ven afectados por fenómenos como la reducción de la nieve en centros de alta montaña, la pérdida de paisajes naturales y el deterioro de áreas protegidas. Esto repercute directamente en las economías locales, especialmente en regiones altamente dependientes de esta actividad.
- **Salud Pública:** El aumento de las temperaturas y la exposición a fenómenos extremos han exacerbado enfermedades respiratorias, cardiovasculares y transmitidas por vectores, como el dengue. Además, la contaminación del aire, asociada a los incendios forestales y otras fuentes, representa un desafío para la salud de las comunidades más vulnerables.

Para enfrentar estos desafíos, Chile ha asumido compromisos concretos a través de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Este documento establece metas específicas como alcanzar la neutralidad de carbono para 2050, proteger ecosistemas críticos y promover estrategias de adaptación a nivel local y regional. Además, la promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455) en 2022 ha fortalecido el marco institucional para abordar esta problemática, impulsando la creación de instrumentos de gestión climática como los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

1.2. Marco político e institucional de cambio climático

Chile ha mostrado un compromiso continuo en el mejoramiento e implementación de políticas públicas en el ámbito del cambio climático. Este compromiso se inició en el marco de la Convención sobre el Cambio Climático y se consolidó con la adhesión al Protocolo de Kioto, promulgado en el país mediante el decreto supremo N°349 en 2004. En 2015, en la Convención de París, Chile se comprometió a "mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5°C respecto a los

niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático". Este acuerdo fue promulgado en Chile mediante el decreto supremo N°30 de 2017 del Ministerio de Relaciones Exteriores. Este acuerdo representó un cambio significativo al involucrar compromisos de todos los Estados parte, independientemente de su nivel de desarrollo, reconociendo que el cambio climático es un problema global que requiere esfuerzos conjuntos y transversales (Boletín 13.191-12).

El compromiso de Chile con el cambio climático estableció las bases para que el país promulgara nuevas leyes, culminando en la Ley 21.455, conocida como la "Ley Marco de Cambio Climático", el 30 de mayo de 2022 y publicada el 13 de junio del mismo año. Esta ley proporciona un marco jurídico para abordar los desafíos del cambio climático, con el objetivo de adaptarse a sus efectos, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia frente a estos impactos, así como alcanzar y mantener la neutralidad de emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050.

Para lograr esta meta, la ley establece instrumentos de gestión a nivel nacional, regional y local, y define la institucionalidad ambiental para el cambio climático, asignando funciones y responsabilidades específicas a cada uno de los órganos nacionales, regionales y colaboradores implicados, con el Ministerio del Medio Ambiente como la autoridad nacional en esta materia (BCN, 2022).

La Ley Marco de Cambio Climático también define varias áreas que deben ser implementadas y priorizadas para establecer un orden en los lineamientos y para identificar las principales herramientas, estrategias y planes de acción necesarios. A su vez, se establecen estrategias a largo, mediano y corto plazo con el fin de cumplir con los objetivos para 2050.

Figura 1.2.1. Instrumentos de gestión para el cambio climático



Fuente: MMA, 2023.

Por otro lado, el párrafo III de la Ley 21.455 (BCN, 2022) establece los lineamientos para los instrumentos de gestión a nivel regional, determinando que la elaboración de los "Planes de Acción Regional de Cambio Climático" serán responsabilidad de los Comités Regionales para el Cambio Climático. Estos planes tienen como objetivo definir los instrumentos y objetivos de la gestión del cambio climático a nivel regional y comunal, asegurando su coherencia con las directrices de la Estrategia Climática de Largo Plazo, los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, los planes comunales de mitigación y adaptación, y los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos de Cuencas, cuando existan.

El párrafo IV de la Ley 21.455 describe los instrumentos de gestión a nivel local, indicando la elaboración de **"Planes de Acción Comunal de Cambio Climático"**. Las municipalidades deben desarrollar estos planes de acción comunal, asegurando su consistencia con las directrices generales de la Estrategia Climática de Largo Plazo y los planes de acción regional de cambio climático.

Además, la Ley 21.455 facultó la modificación de diversas leyes y decretos ambientales, con el fin de mejorar y fortalecer la capacidad del país para aplicar estas normativas y minimizar los efectos del cambio climático. Las leyes modificadas se mencionan a continuación.

- Modificaciones a la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- Modificaciones a la ley N° 20.417, crea la Superintendencia del Medio Ambiente y fija su ley orgánica.
- Modificaciones en la ley N° 20.600, crea los tribunales ambientales.
- Modificaciones al decreto con fuerza de ley N° 1, del Ministerio del Interior, de 2005, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 19.175, orgánica constitucional sobre Gobierno y Administración Regional.
- Reemplaza el inciso primero del artículo 10 de la ley N° 18.045, del Mercado de Valores.
- Agrega oraciones finales nuevas en el inciso final del artículo 48 contenido en el artículo primero de la ley N° 20.712, sobre Administración de Fondos de Terceros y Carteras Individuales.
- Modificaciones de la ley N° 20.530, que crea el Ministerio de Desarrollo Social y Familia.
- Agrega, el literal s), nuevo, en el artículo 65 de la ley N° 18.695, orgánica constitucional de Municipalidades.

Además de las modificaciones introducidas por la Ley 21.455, el compromiso de Chile para enfrentar el cambio climático y construir un futuro más sostenible se refleja en políticas, leyes y decretos, cuya implementación es fundamental para mitigar los efectos del cambio climático y proteger los recursos naturales y el medio ambiente para las generaciones futuras. Entre ellas se encuentran:

- **Ley de Eficiencia Energética (Ley N°20.402):** Promulgada en 2009, crea el ministerio de energía, tiene como objetivo fomentar el uso eficiente de la energía y

la implementación de energías renovables. La reducción del consumo de energía contribuye directamente a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático.

- **Ley de Fomento al Reciclaje (Ley N°20.920):** Promulgada en 2016, dispuesta para fomentar la gestión sustentable de residuos y la promoción del reciclaje. Al reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos, se disminuyen las emisiones asociadas con la descomposición de residuos, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático.
- **Ley de Bosque Nativo (Ley N°20.283):** Promulgada en 2008, esta ley busca proteger y conservar los bosques nativos de Chile, que son fundamentales para capturar y almacenar carbono, reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **Ley Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Ley N°21.600):** Promulgada en 2023, crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas para conservar la diversidad biológica y el patrimonio natural. Establece un Servicio descentralizado con personalidad jurídica, supervisado por el Presidente a través del Ministerio del Medio Ambiente. Incluye categorías como Reserva de Región Virgen, Parque Nacional y Monumento Natural, y permite concesiones limitadas en áreas protegidas para investigación, educación y turismo.

2. Caracterización territorial

2.1. Antecedentes de la comuna

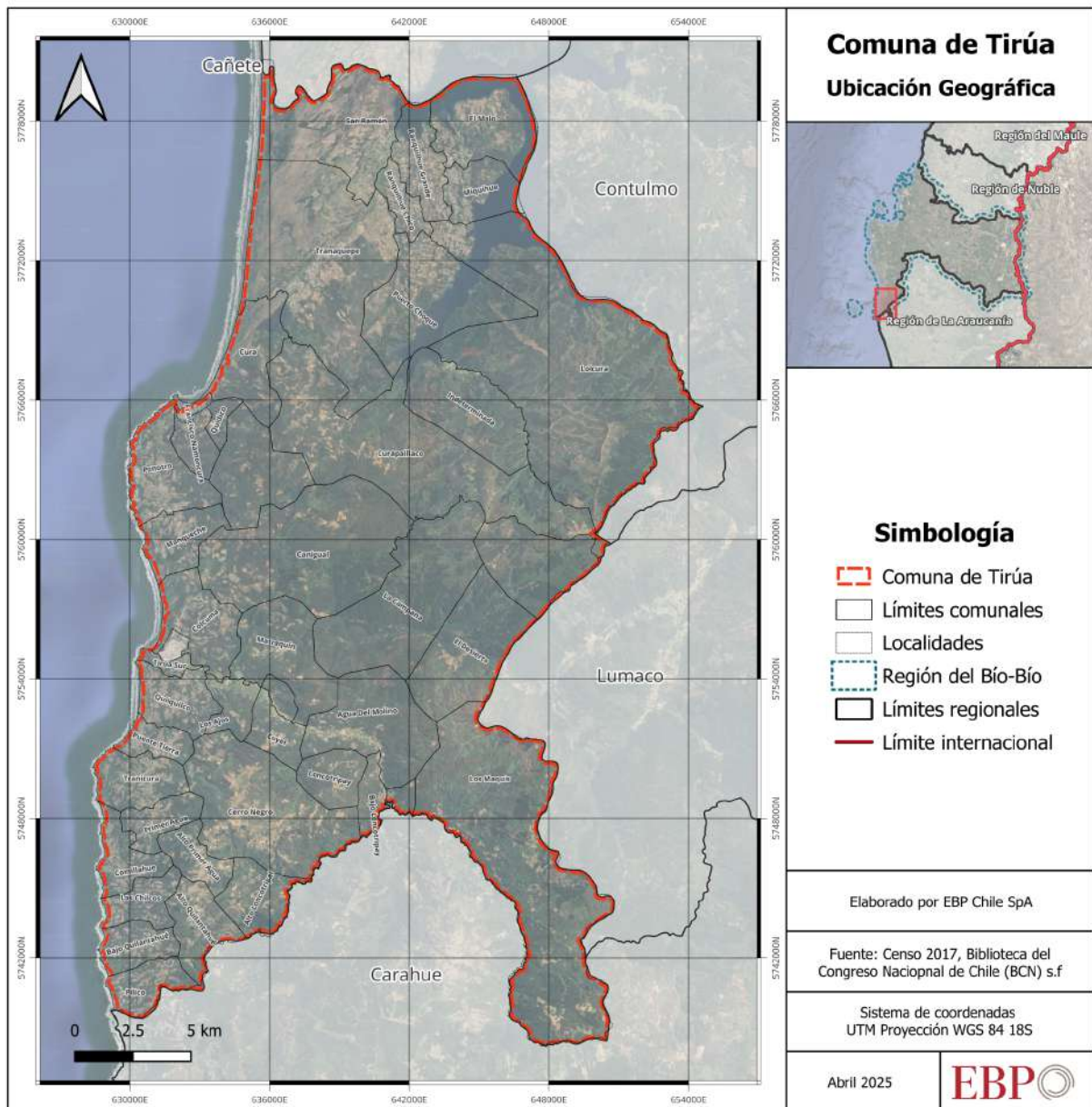
2.1.1. Límites de influencia

La comuna de Tirúa se localiza en la provincia de Arauco, en la Región del Biobío, Chile. Posee una superficie total de aproximadamente 624,4 km², según la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN, 2024), y se extiende entre la Cordillera de Nahuelbuta y el Océano Pacífico. Geográficamente, Tirúa se sitúa en las coordenadas 38°20'00"S y 73°30'00"O. Limita al norte con las comunas de Cañete y Contulmo, al este con la Región de la Araucanía (comuna de Lumaco), al sur con la comuna de Carahue (Región de la Araucanía) y al oeste con el Océano Pacífico (Sitrural, 2024b).

El territorio de Tirúa presenta una topografía caracterizada por planicies marinas, fluvio-marinas y la Cordillera de la Costa, con una altitud media de 14 metros sobre el nivel del mar. La ciudad cabecera comunal se encuentra junto a la desembocadura del río Tirúa, protegida parcialmente de los vientos oceánicos por un pequeño bosque.

Dentro de la comuna destacan diversos cuerpos de agua como el lago Lleulleu, lagunas Aurora, Butaco, Chaguira, Los Batros, Quidico y Quilamallín, así como los ríos Charrucura, Lleulleu, Loncotripal, Mahuilque, Matranquil, Quidico y Tirúa (Sitrural, 2021a). La comuna no incluye Isla Mocha, que pertenece administrativamente a la comuna de Lebu, aunque se encuentra a poco más de 34 km de la costa de Tirúa. Además, la comuna es reconocida por su importante presencia de comunidades mapuche Lavquenche y por su economía basada en la industria forestal, la agricultura, la pesca artesanal y la recolección de cohayuyo.

Figura 2.1.1.1. Ubicación geográfica de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2017 ,BCN s.f.

Su principal centro urbano es la ciudad de Tirúa, localizada junto a la desembocadura del río homónimo, en un entorno marcado por la presencia de bosques nativos y fuertes vientos oceánicos. Este núcleo concentra la mayoría de los servicios básicos, administrativos y comerciales de la comuna.

Además del centro urbano de Tirúa, existen diversas localidades y asentamientos rurales, como Quidico, Tranaquepe, Puerto Choque y sectores aledaños al lago Lleulleu, que cumplen funciones residenciales, productivas y turísticas (Plan Municipal de Cultura, 2023-2028). La vida en estos sectores está fuertemente vinculada a la cultura mapuche Lavquenche, predominante en la zona, y a actividades tradicionales como la pesca artesanal, la agricultura de subsistencia y la recolección de productos del mar, como el cochayuyo.

La geografía de Tirúa es diversa, con paisajes que incluyen extensas playas, lagunas, ríos, campos y el lago Lleulleu, considerado uno de los más limpios de Sudamérica (Sitrural, 2021b). Entre los principales atractivos turísticos destacan la playa de Quidico, ideal para la pesca y deportes náuticos como el windsurf; el lago Lleulleu, que invita al baño, la navegación y la observación de flora y fauna; y la Reserva Nacional Isla Mocha, reconocida por su biodiversidad y valor cultural, especialmente para el pueblo mapuche (Sitrural, 2021b). Otros lugares de interés son la playa Tirúa, la Medialuna de Rodeo, la biblioteca municipal y diversos miradores naturales.

La artesanía local es un componente relevante de la identidad cultural, con trabajos en madera, textiles y cestería que reflejan la tradición mapuche (Plan Municipal de Cultura, 2023-2028). Tirúa cuenta con una red vial que conecta sus principales localidades, aunque muchos caminos son rurales y de ripio, lo que mantiene el carácter agreste y natural del territorio. El acceso a sectores más remotos, como Isla Mocha, se realiza por vía marítima desde el muelle de Tirúa.

Las localidades de Tirúa conservan una rica tradición cultural y comunitaria, expresada en celebraciones como la Feria Costumbrista, el Wiñoy Tripantü (Año Nuevo Mapuche) y la Semana Quidicana, que fortalecen el sentido de pertenencia y la transmisión de saberes ancestrales (Sitrural, 2015b). Aunque la comuna no cuenta con grandes centros urbanos, su entorno natural y cultural la convierten en un destino emergente para el turismo étnico y de naturaleza, así como en un espacio de conservación ambiental y revitalización de la cultura mapuche lavkenche.

2.1.2. *Ámbito demográfico*

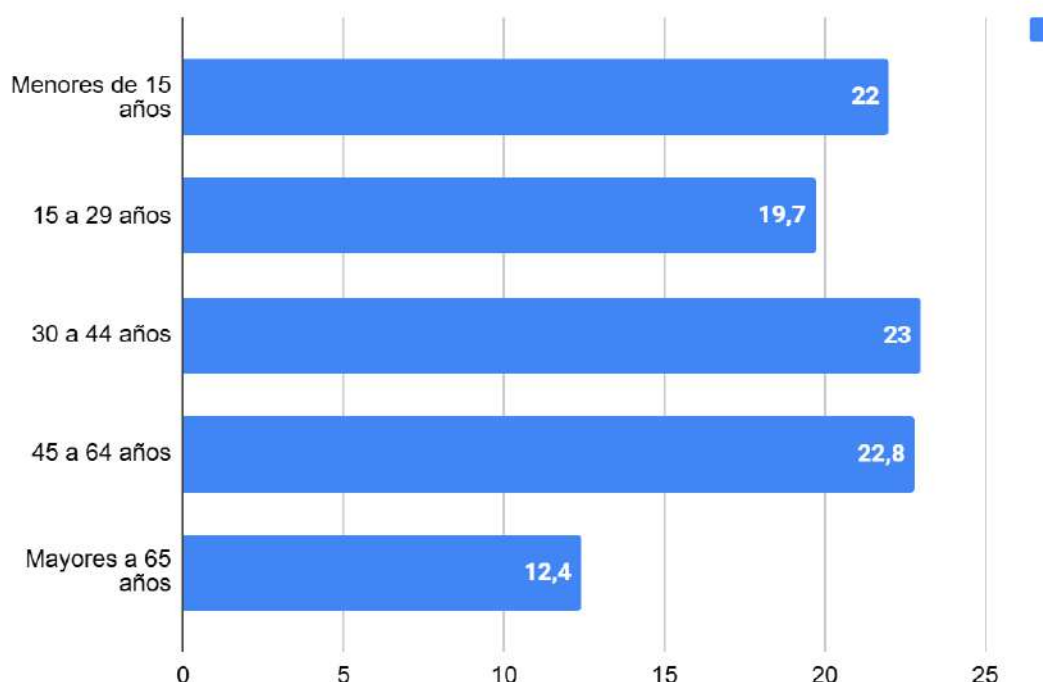
Según las cifras del Censo de Población y Vivienda 2017, la población proyectada de la comuna de Tirúa para el año 2024 es de 11.105 habitantes (BCN, 2024). De este total, 5.451 son hombres (49,1%) y 5.654 son mujeres (50,9%), lo que representa aproximadamente el 0,66% de la población total de la Región del Biobío.

En cuanto a la distribución urbano-rural, la comuna de Tirúa se caracteriza por una marcada ruralidad, con la mayor parte de sus habitantes residiendo en sectores rurales (61,3%) y localidades dispersas, como Quidico, Tranaquepe y áreas cercanas al lago Lleulleu.

Respecto a la población indígena, Tirúa presenta una de las mayores proporciones a nivel nacional: según el Censo 2017, alrededor del 70,4% de sus habitantes declaró pertenecer a algún pueblo originario, siendo la gran mayoría de ascendencia mapuche lavkenche. Esta cifra es significativamente superior al promedio regional y nacional (7,2% y 9%, respectivamente), lo que otorga a la comuna una identidad cultural distintiva.

En cuanto a la estructura etaria, para 2024 se estima que el 22,0% de la población corresponde a menores de 15 años (2.443 personas), el 65,5% se encuentra en el rango de 15 a 64 años (7.282 habitantes) y el 12,4% son mayores de 65 años (1.380 personas). En comparación con los promedios regionales y nacionales, Tirúa mantiene una proporción de población joven levemente superior y un porcentaje de adultos mayores algo menor que el promedio regional, donde el grupo de 45 a 64 años representa el 22,8% del total comunal.

Figura 2.1.2.1. Conformación etaria en base a la proyección 2024



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN), 2024

Otros índices considerados para el análisis demográfico son:

- Índice de Dependencia Demográfica (IDD):** Indica la cantidad de personas teóricamente inactivas en relación a las edades teóricamente activas. Un alto índice puede ser positivo para la economía ya que hay menos personas que dependen de los recursos generados por la población activa. Acorde a las proyecciones del INE (2017b) para el año 2024, la comuna presenta un Índice de Dependencia Demográfica (IDD) de 52,2. Esta cifra señala que una parte de la población se encuentra en edad inactiva que, en relación al promedio regional, no presenta mayores diferencias (49,1).
- Índice de Adultos Mayores (IAM):** Representa la cantidad de adultos mayores (De 65 años o más) por cada 100 niños y jóvenes (Menores de 15 años). Un alto índice implica un alto envejecimiento poblacional. En este caso, el Índice de Adultos Mayores (IAM) asciende a 56,5%, lo que refleja un envejecimiento moderado de la población en comparación con el promedio regional y nacional (82,5 y 74,9, respectivamente).
- Carencia de servicios básicos:** Indica el porcentaje de hogares que residen en viviendas que no tienen acceso a servicios básicos. Acorde a la información de la BCN, (2024), se observa que un 53,5% de las personas habitan en hogares carentes de servicios básicos (agua, electricidad, alcantarillado, gas y/o internet), y un 7,9% de los hogares presenta condiciones de hacinamiento.

Caracterización de las viviendas

Según datos del INE (2017), el total de viviendas censadas en la comuna de Tirúa asciende a 4.052 unidades, de las cuales el 60,3% se ubica en áreas rurales (2.443 viviendas) y el 39,7% en áreas urbanas (1.609 viviendas). En relación con la tipología de vivienda, la mayor cantidad corresponde a casas, seguidas por mediaguas, conventillos y otros tipos. De acuerdo a su condición de ocupación, 3.325 viviendas están habitadas, 128 desocupadas y 600 en otra situación (uso de temporada, en venta, arriendo, abandonadas u otra).

Tabla 2.1.2.1. Viviendas censadas

Tipo de vivienda	Dato
Casa	3.914
Departamento en edificio	1
Vivienda tradicional indígena (Ruka, Pae Pae u otras)	0
Pieza en casa antigua o conventillo	13
Mediagua, mejora, rancho o choza	92
Móvil (carpa, casa rodante o similar)	0
Otro tipo de vivienda particular	21
Vivienda colectiva	11
Total de viviendas efectivamente censadas	4.052

Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2017.

Otra componente que evalúa el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) es el Índice de Materialidad de la Vivienda (IM) que clasifica las viviendas según la calidad de sus materiales de construcción, categorizándolas en aceptables, recuperables o irrecuperables. Este índice considera los materiales predominantes en las paredes exteriores, techos y pisos (ver **Tabla 2.1.2.2**). Sin embargo, sólo fueron consideradas las dos primeras variables para la caracterización comunal (**Figuras 2.1.2.2 y Figura 2.1.2.3**).

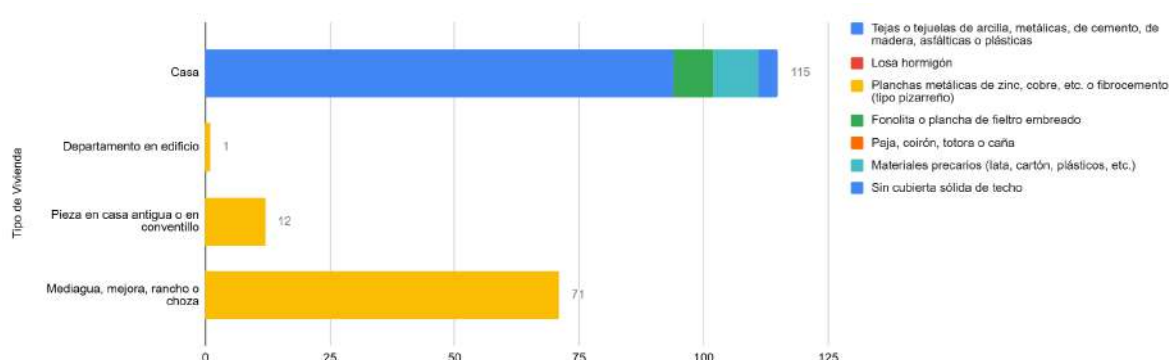
Tabla 2.1.2.2. Clasificación de viviendas según tipo de materialidad

Clasificación	Materialidad		
	Paredes exteriores	Cubierta de techos	Pisos
Aceptable	Hormigón armado, albañilería, bloque de cemento, piedra o ladrillo, tabique forrado por ambas caras (madera o acero).	Tejas o tejuelas de arcilla, metálicas, de cemento, de madera, asfálticas o plásticas; losa de hormigón o planchas metálicas de zinc, cobre o fibrocemento (tipo pizarreño).	Parquet, piso flotante, cerámico, madera, alfombra, flexit, cubre piso u otro similar sobre radier o vigas de madera.
Recuperable	Tabique sin forro interior (madera u otro) o adobe, barro, quincha, pirca, u otro artesanal tradicional.	Fonolita o plancha de fieltro embreado o paja, coirón, totora o caña.	Radier sin revestimiento, baldosa de cemento o capa de cemento sobre tierra.
Irrecuperable	Materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.).	Materiales precarios (lata, cartón, plástico, etc.).	Tierra

Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2017.

En ese sentido, el 82% de las viviendas de la comuna presentan un índice de materialidad aceptable, un 17% recuperable y un 1% irrecuperable. Respecto de la calidad de la materialidad de muros y techos de las distintas viviendas. En las **Figuras 2.1.2.2 y Figura 2.1.2.3** se puede observar que aproximadamente el 96,5% de los techos de las casas (3.177 viviendas) poseen planchas metálicas de zinc, cobre, etc. Asimismo, el 81,2% están contruidos a partir de tabiques forrados por ambas caras (madera o acero) que corresponden a 2.679 viviendas.

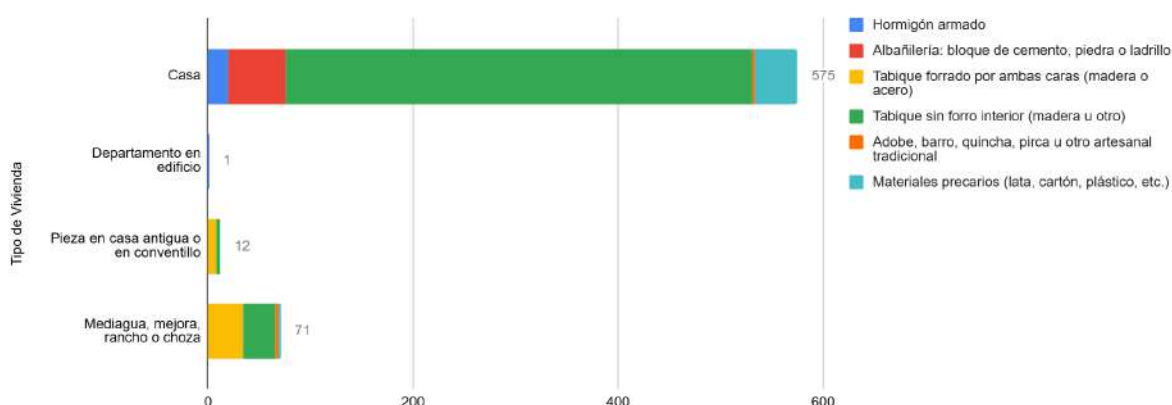
Figura 2.1.2.2. Materialidad de la cubierta de techos¹



Fuente: Elaboración propia a partir de INE, 2017.

¹ * Ruka, pae pae u otras, **Móvil: Carpa, casa rodante o similar

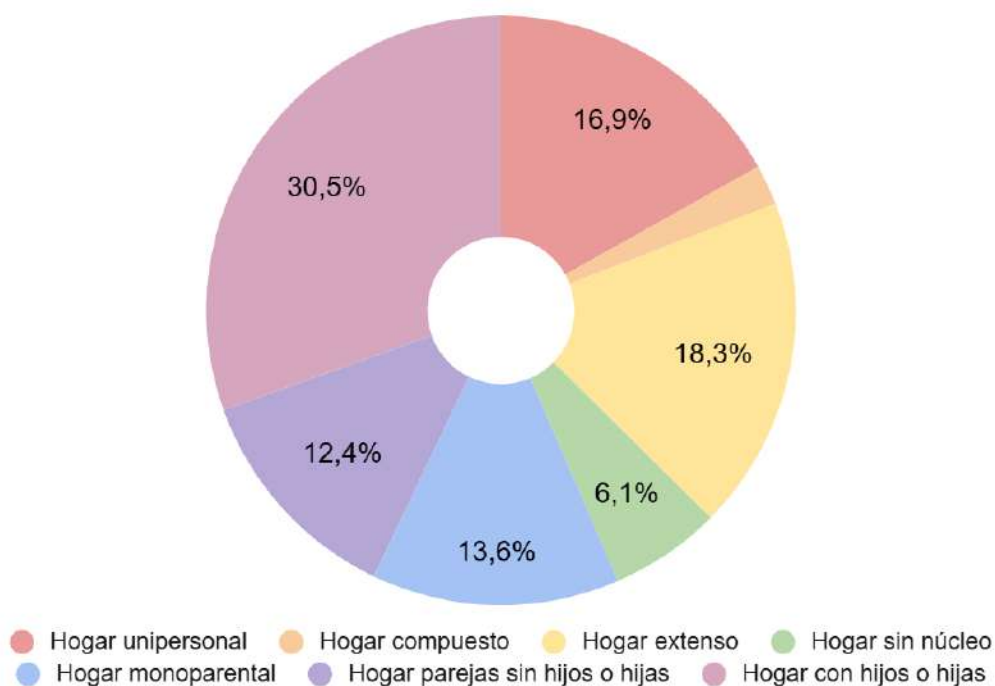
Figura 2.1.2.3 Materialidad de muros exteriores



Fuente: Elaboración propia a partir del INE, 2017.

Por otro lado, en cuanto al tipo de hogar en la comuna, se identificó que el más común es el Hogar Nuclear – Pareja con hijos/as representando un 30% del total de las viviendas censadas bajo este criterio, como se muestra en la **Figura 2.1.2.4.**

Figura 2.1.2.4. Tipo de hogar comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia a partir del INE, 2017.

2.1.3. *Ámbito sociocultural*

De acuerdo con los datos extraídos de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2022 y el Registro Social de Hogares del Ministerio de Desarrollo Social, la comuna de Tirúa presenta una tasa de pobreza por ingresos de 20,1%, cifra considerablemente superior al promedio regional del Biobío (7,5%) y al promedio nacional (6,5%) para el mismo periodo. Considerando la población proyectada para el año 2024 (11.105 habitantes), se estima que aproximadamente 2.237 personas se encontrarían en situación de pobreza por ingresos.

En relación con los servicios básicos, el 53,5% de los hogares de Tirúa carecen de al menos uno de estos servicios, porcentaje que se ubica muy por encima del promedio regional (14,4%) y nacional (13,6%). Además, el 7,9% de los hogares presenta condiciones de hacinamiento, cifra levemente menor al promedio regional (8,6%) y nacional (8,5%).

En el ámbito educativo, la comuna cuenta con 14 establecimientos educacionales municipales y 4 jardines infantiles VTF, de los cuales el 21% se ubica en sectores urbanos y el 79% en áreas rurales. La matrícula total en 2023 fue de 2.227 estudiantes, distribuidos principalmente en enseñanza básica y media.

Respecto a la salud, Tirúa dispone de un Centro de Salud Familiar (CESFAM), un Centro Comunitario de Salud Familiar (CECOSF) y 5 Postas de Salud Rural (PSR), lo que suma un total de 8 establecimientos de atención primaria. Según datos de FONASA, existen 11.506 personas inscritas en los servicios de salud municipal de la comuna. Igualmente es importante mencionar a agentes de la salud como Gutamcheves (componedores de hueso), Lawentuchefe (curanderos) y Puñeñelchefe (parteras), los cuales juegan un rol de gran importancia en la medicina mapuche, y quienes muchas veces son discriminados o desvalorados en favor a la medicina convencional (Mariman, 2017).

En cuanto a indicadores demográficos, la tasa de natalidad en Tirúa para el año 2020 fue de 11,1 por mil habitantes, superior al promedio regional (9,6) y nacional (10,0). La tasa de mortalidad general alcanzó 6,5 por mil habitantes, similar a los promedios regional y nacional.

2.1.4. *Ámbito económico productivo*

La comuna de Tirúa se destaca por su notable riqueza natural y cultural, siendo reconocida como un emergente destino de turismo étnico y de naturaleza en la Región del Biobío. Su territorio abarca paisajes diversos, como extensas playas, lagunas, ríos, valles y acantilados, junto a una franja costera de aproximadamente 50 km que ofrece un importante potencial para el desarrollo de actividades turísticas y productivas vinculadas al mar (Sitrrural, 2021a). Entre los principales atractivos turísticos se encuentran la playa de Quidico, ideal para la pesca recreativa y deportes náuticos como el windsurf; la playa Tirúa, apta para picnic y fotografía; el río Tirúa, que permite la navegación y la pesca; el lago Lleulleu, reconocido por la pureza de sus aguas; y la Reserva Nacional Isla Mocha, de gran valor ecológico y cultural (Sitrrural, 2021a).

La identidad cultural de Tirúa está fuertemente marcada por la presencia del pueblo mapuche lavkenche, cuyas tradiciones se reflejan en la gastronomía local, la artesanía en lana y madera, y celebraciones ancestrales. Las mujeres mapuche juegan un rol central en

la elaboración de productos artesanales, utilizando técnicas y diseños transmitidos por generaciones (Destino Biobío, s.f.).

La economía local se basa principalmente en la pesca artesanal, la agricultura de subsistencia y la recolección de productos del mar, actividades desarrolladas históricamente por las comunidades mapuche-lavkenche. Entre los recursos hidrobiológicos más relevantes se encuentran la reineta, lenguado, corvina, jurel y sierra, además de la recolección de algas como el cochayuyo. El turismo, aunque aún incipiente, representa una fuente de ingresos en crecimiento, especialmente en la temporada estival, y se proyecta como un eje estratégico para el desarrollo sostenible de la comuna.

Según datos recientes, Tirúa contaba en 2022 con 496 empresas registradas, predominando las micro y pequeñas empresas, muchas de ellas vinculadas a la venta de productos agropecuarios, comercio local y servicios relacionados con la pesca (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017). El sector terciario, especialmente el comercio y los servicios comunitarios, emplea a una parte significativa de la población, mientras que la agricultura de secano y la pesca artesanal siguen siendo las principales fuentes de empleo, abarcando más del 84% de la población ocupada (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017).

El desarrollo económico de Tirúa enfrenta desafíos relacionados con la ruralidad, la dispersión de la población y la necesidad de diversificar las fuentes de ingreso. Sin embargo, la comuna cuenta con un enorme potencial para el turismo sustentable, gracias a sus recursos naturales, su patrimonio cultural mapuche y la creciente articulación de iniciativas comunitarias orientadas a la conservación ambiental y el desarrollo local.

2.1.5. *Ámbito socioeconómico*

A partir de enero de 2016, se introdujo el Registro Social de Hogares (RSH) como reemplazo de la Ficha de Protección Social. El objetivo del RSH es registrar datos proporcionados por los hogares en la ficha social y combinarlos con información obtenida de bases de datos estatales, como el Servicio de Impuestos Internos (SII), el Registro Civil, la Administradora de Fondos de Cesantía (AFC), el Instituto de Previsión Social (IPS), la Superintendencia de Salud y el Ministerio de Educación, entre otras entidades. En función de esta información, en el **Anexo 1** se puede observar distintos tramos de clasificación de los hogares según su nivel económico. Según la información disponible, para la comuna de Tirúa, en la **Tabla 2.1.5.2** se pueden definir los tramos de la siguiente manera:

Tabla 2.1.5.2. Hogares presentes en el RSH

Tramo RSH Percentil	Hogares	Porcentaje (%)
0% - 40%	4.264	73,2%
41% - 50%	379	6,5%
51% - 60%	256	4,4%
61% - 70%	250	4,3%
71% - 80%	268	4,6%
81% - 90%	309	5,3%
91% - 100%	106	1,8%
Total	5.825	100%

Fuente: Base RSH actualizada el mes de febrero de 2025.

A partir de la información proporcionada, se puede concluir que la mayoría de los hogares ubicados en la comuna pertenecen al tramo de menor ingreso o mayor vulnerabilidad socioeconómica, correspondiente al percentil 0% - 40%, con un total de 5.825 hogares. La segunda mayor cantidad de hogares se concentra en el tramo entre el 41% y 50%, con 379 hogares, seguido por el tramo del 81% al 90%, con 309 hogares. Luego, se encuentran los tramos del 71% al 80%, con 268 hogares, y del 51% al 60%, con 256 hogares. En menor medida, los tramos entre el 61% y 70%, y entre el 91% y 100%, presentan 250 y 106 hogares, respectivamente. Si bien existe una alta concentración de hogares en situación de mayor vulnerabilidad, el resto de los tramos muestra una distribución más equilibrada en términos de cantidad de hogares.

2.2. *Ámbito ambiental*

2.2.1. *Geomorfología*

La comuna de Tirúa forma parte de la provincia de Arauco y de la región de Biobío y se encuentra ubicada mayoritariamente dentro de la región norponiente de la cordillera de Nahuelbuta, junto a la desembocadura del Río Tirúa (Municipalidad de Tirúa, 2014). La comuna se encuentra emplazada en las unidades geomorfológicas de Planicie Marina o Fluvio Marina y Cordillera de la Costa (Börgel, 1983).

Formaciones geológicas y relieve

La comuna presenta diversos tipos de relieves, entre los que destacan las terrazas marinas, los valles y quebradas del borde costero, los acantilados marinos, las llanuras aluviales del Valle de Tirúa y Quidico y los campos de dunas litorales (Gobierno Regional del Biobío, 2014). Entre estos relieves, el más importante corresponde a la Cordillera de Nahuelbuta, la cual tiene una altura máxima de 1.525 m.s.n.m. y que se extiende desde las cuencas del río Biobío hasta el río Imperial (Cabrera, González, Grez, Suárez & Villar, 2018).

La hoya del río Tirúa se desarrolla íntegramente en los esquistos, cuarcitas y pizarras micáceas del Paleozoico que caracterizan un amplio sector de la costa centro-sur de Chile. En la caja del río y en sus afluentes se encuentran sedimentos cuaternarios, y en la costa, sedimentos marinos en terrazas de esta misma edad (SitRural, 2024a).

La geología de las cuencas costeras de la región se caracteriza por estar compuesta por unidades antiguas de edad Paleozoica-cubierta, con una serie de formaciones sedimentarias Miocenas de origen principalmente marino. El relleno consta principalmente de depósitos fluviales de los cauces actuales de esteros y ríos y depósitos litorales (SitRural, 2021a).

Erosión y remociones en masa

En la comuna se han reportado múltiples eventos de remociones en masa, como desprendimientos de roca y suelo, deslizamiento de roca, deslizamiento de suelo, extensión lateral de suelos y remoción en masa mixto, estos eventos fueron más notorios tras el terremoto del 27 de febrero de 2010 (SitRural, 2024a).

2.2.2. Hidrografía

La comuna de Tirúa se encuentra en un territorio conformado por un sistema de cuencas costeras de los ríos Tirúa y Lleu Lleu, los cuales corresponden a los principales cursos de agua de la comuna, además de varios cuerpos de agua como lagunas (Municipalidad de Tirúa, 2023). Además de esto, la comuna está inmersa en la cuenca del Río Paicaví, la cual es una de las más importantes de Arauco, con una superficie de 1.193 m² (Cabrera et al., 2018).

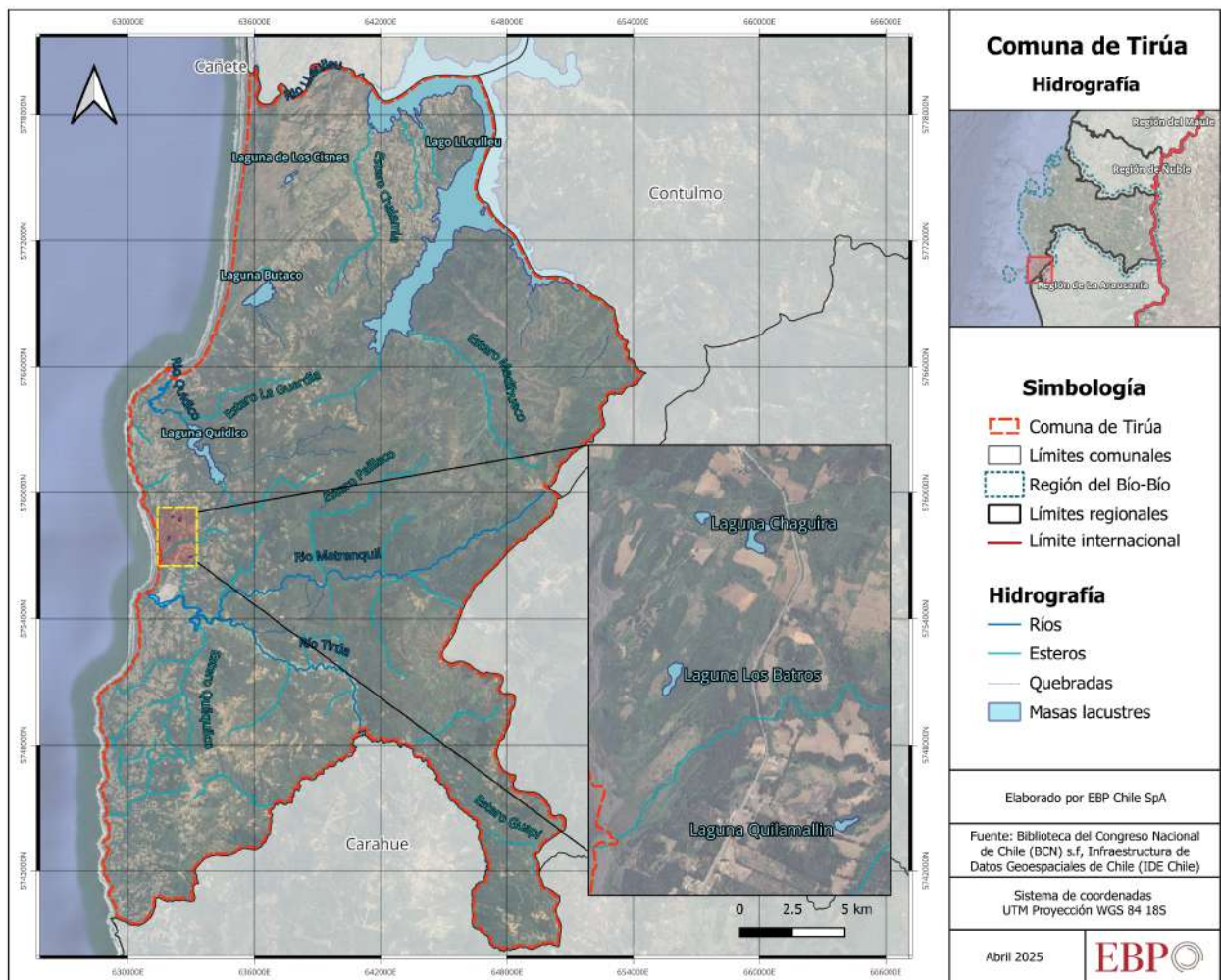
Sistemas de drenaje y escurrimiento

El río Tirúa nace de la unión de los esteros Palo Santo y Poduco, y recorre aproximadamente 25 km en dirección noroeste hasta desembocar en la costa en la caleta Tirúa (Municipalidad de Tirúa, 2023). La cuenca del río Lleu Lleu es de mayor tamaño y se comparte con las comunas de Contulmo y Cañete (SitRural, 2024a).

Además de estos cursos, en la comuna existen múltiples cuerpos de agua de gran importancia para las comunidades, como la laguna Butaco, el río y laguna Quidico y el salto de agua Traytrayko (Municipalidad de Tirúa, 2023) (**Figura 2.2.1.1.**).

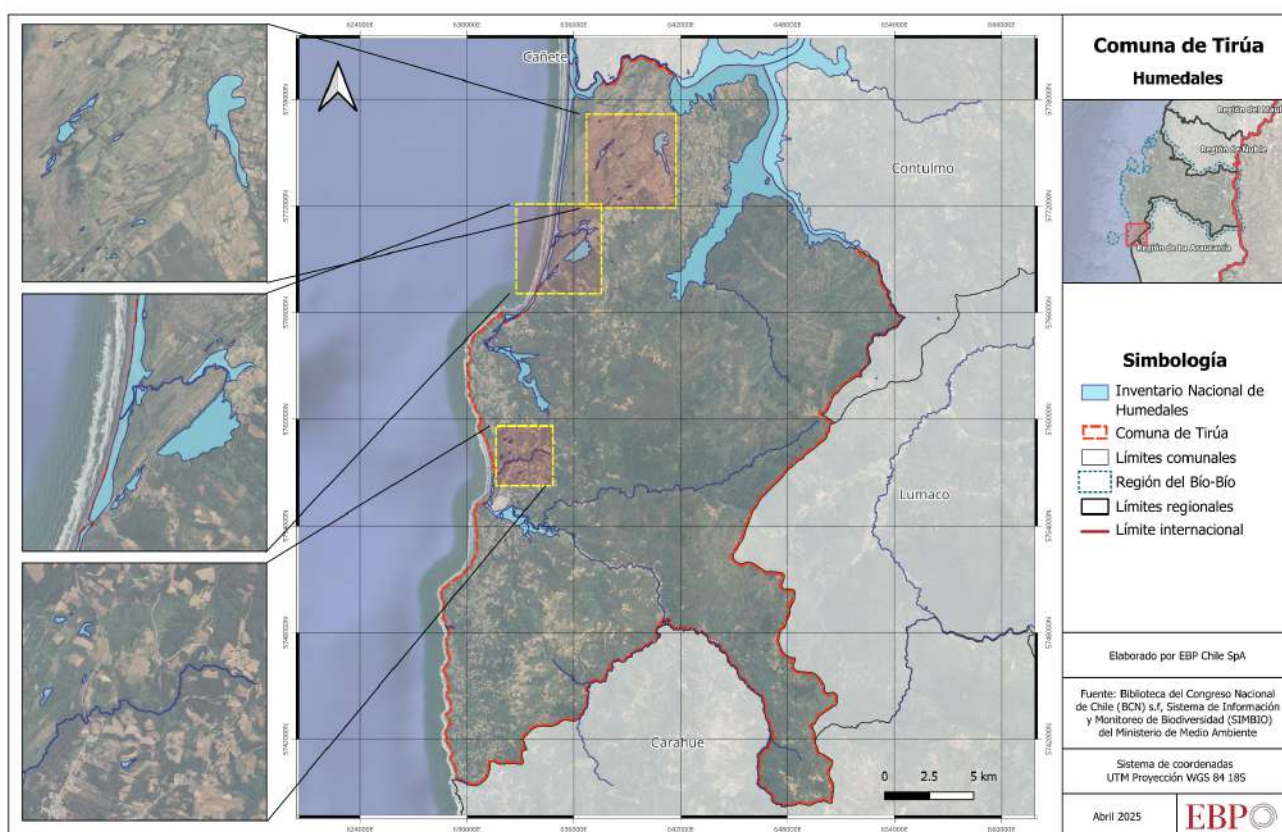
La baja pendiente de los valles de los ríos Quidico y Tirúa, junto con la influencia de las mareas altas, que actúan como un tapón físico que dificulta la salida del agua, generan grandes problemas de drenaje y evacuación de aguas lluvias, lo que a su vez presenta una amenaza a las comunidades cercanas (Municipalidad de Tirúa, 2009).

Figura 2.2.1.1. Mapa hidrográfico de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia en base a BCN s.f e IDE Chile s.f.

Figura 2.2.1.2. Mapa hidrográfico de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia en base a BCN s.f y SIMBIO s.f.

Disponibilidad de agua y almacenamiento

La disponibilidad de agua en la comuna de Tirúa depende fuertemente de las precipitaciones, que anualmente varían entre los 1.300 y 2.000 milímetros cúbicos, las cuales son un aporte significativo para los sistemas hídricos superficiales y subterráneos (SitRural, 2021). Los principales reservorios naturales corresponden a los ríos Tirúa y Lleu Lleu y los lagos Lanalhue y Lleu Lleu, que juntos generan un área de espejo de agua de aproximadamente 2.222 hectáreas en la comuna (Gobierno Regional del Biobío, 2014).

Tirúa no cuenta con grandes embalses artificiales documentados, sino que depende de los cuerpos de agua naturales y de acuíferos asociados a la cordillera de Nahuelbuta para el almacenamiento y regulación hídrica (SitRural, 2021a; Municipalidad de Tirúa, 2023). Si bien existen Sistemas de Agua Potable Rural (APR) en la comuna, los cuales captan y tratan aguas superficiales y/o subterráneas, la cobertura de estos no es completa y la infraestructura es insuficiente para toda la población rural (Bomberos de Chile, 2014). Esta falta de cobertura de agua potable genera que familias deban depender de pozos o norias y, en los casos más graves, de camiones aljibe (SitRural, 2024b).

Interacción con el medio marino

Con sus planicies marinas y amplio borde costero, la municipalidad de Tirúa interactúa directamente con el ecosistema marino, los escurrimientos de aguas lluvia y el intercambio de agua dulce y salada en la desembocadura del río Tirúa transportan

sedimentos y materia orgánica al océano. Además de esto, la comuna depende fuertemente de los recursos marinos, con la pesca artesanal siendo una de las mayores actividades económicas en Tirúa, aunque ésta actualmente se enfrenta a desafíos como la disminución de recursos marinos y la sustentabilidad de la actividad (Carrillo, 2017).

2.2.3. Fauna acuática

La fauna acuática de la comuna está vinculada principalmente a sus ríos, lagos, lagunas y costa, donde se pueden encontrar diversas especies de peces, moluscos y otros recursos hidrobiológicos. Estas especies, sobre todo aquellas que habitan en los ecosistemas marinos, son de gran importancia económica para la comuna de Tirúa.

Peces y biodiversidad dulceacuícola

Pese a la falta de registros detallados de la fauna dulceacuícola presente en la comuna, en la región abundan especies como el puye (*Galaxias maculatus*), el bagrecito (*Trichomycterus areolatus*) y la carmelita común (*Percilia gillissi*) (Centro de Estudios Agrarios y Ambientales, 2010). Si bien ninguna de las especies dulceacuícolas de la región tiene un gran valor asociado a la pesca, estas son una parte importante de los servicios ecosistémicos de los cuerpos de agua. Asociada a los ambientes acuáticos de la comuna se puede encontrar a la rana chilena (*Calyptocephalella gayi*) (iNaturalist, consultado en mayo de 2025a). En la región se han registrado varias especies de peces invasores, especialmente en cuerpos de agua dulce, entre estas especies destacan la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y la trucha café (*Salmo trutta fario*) (Salmonexpert, 2018).

Peces y biodiversidad marina

La mayor parte de la costa de la comuna de Tirúa se encuentra bajo protección como Áreas de Manejo y Recursos Bentónicos (AMERBs), mediante las cuales están concesionadas a los pescadores y recolectores de algas locales (Municipalidad de Tirúa, 2014). Algunas de las especies marinas más importantes de la comuna son la reineta (*Brama australis*), lenguado (*Paralichthys adspersus*), róbalo (*Eleginops maclovinus*), merluza común (*Merluccius gayi gayi*), pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*), corvina (*Cilus gilberti*), jurel (*Trachurus murphyi*) y sierra (*Thyrssites atun*) (SitRural, 2024a).

Invertebrados marinos

Los invertebrados marinos también son abundantes en la región y son tradicionalmente recolectados para su venta y consumo. Entre éstos destacan los piures (*Pyura chilensis*), locos (*Concholepas concholepas*), tacas (*Prothotaca thaca*), almejas (*Venus antiqua*), lapas (*Fissurella spp.*), erizos (*Loxechinus albus*) y jaibas (*Cancer edwardsii*).

Mamíferos marinos

Si bien no existe registro de mamíferos marinos nativos de la comuna, existen avistamientos ocasionales de foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*), lobo marino de un pelo (*Otaria byronia*) y chungungo (*Lontra felina*) en las costas.

Aves marinas

Si bien no existen estudios específicos sobre las aves marinas en Tirúa, la Reserva Nacional Isla Mocha (ubicada a 35 km al oeste de Tirúa) y los registros encontrados en eBird permiten generar una imagen de la biodiversidad de aves en la comuna. Con esta información se puede determinar que existe una gran diversidad de aves marinas, las cuales utilizan las playas, acantilados y zonas rocosas como hábitats de alimentación, reproducción y descanso. Entre estas destacan aves como el pilpilén (*Haematopus palliatus*), la fardela blanca (*Ardeanna creatopus*), la fardela negra (*Ardeanna grisea*), el rayador (*Rynchops niger*), el zarapito (*Numenius phaeopus*), el piquero (*Sula variegata*) y variadas especies de gaviotas (eBird, consultado en mayo de 2025; Riquelme, Hinojosa, Figueroa & González-Acuña, 2018).

2.2.4. Fauna terrestre

La fauna de la provincia de Arauco y de la región de Biobío se caracteriza por su gran biodiversidad, sobre todo en las zonas costeras, con muchas de estas especies encontrándose en peligro de extinción. En la región se han registrado múltiples especies exóticas invasoras, las cuales presentan un grave riesgo para la conservación de la fauna nativa.

Aves terrestres

En la región del Biobío hay una alta diversidad de aves terrestres, incluyendo varias especies endémicas y nativas propias del bosque templado y zonas costeras (Pellet & Cornejo, 2021). En la Reserva Nacional Isla Mocha se han registrado más de 50 especies, destacando al chucao (*Scelorchilus rubecula*), rayadito (*Aphrastura spinicauda*), picaflor chico (*Sephanoides sephaniodes*) y fio fio (*Elaenia albiceps*) (Sidler, 2016). Mediante los registros disponibles en eBird se sabe sobre la presencia de otras especies, como el peuco (*Parabuteo unicinctus*), carpinterito (*Dryobates lignarius*), siete colores (*Tachuris rubrigastra*), perdiz chilena (*Nothoprocta perdicaria*), entre otros.

Mamíferos terrestres

En la región se pueden encontrar varios mamíferos, muchos de los cuales se encuentran en peligro de extinción, entre estos destacan especies como el pudú (*Pudu puda*), güiña (*Leopardus guigna*), puma (*Puma concolor*), quique (*Galictis cuja*), zorro de Darwin (*Lycalopex fulvipes*), otros carnívoros pequeños, murciélagos, múltiples reptiles, anfibios y roedores nativos (iNaturalist, consultado en mayo de 2025b).

Especies invasoras y su impacto

Se encuentra un gran número de especies exóticas invasoras en la región del Biobío, las cuales son una fuerte amenaza para la biodiversidad nativa, pues compiten por recursos, alteran los ecosistemas y depredan a las especies nativas. Algunas de las invasoras más importantes son (PNUD, 2017):

- Jabalí (*Sus scrofa*)
- Conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*)
- Visón americano (*Neovison vison*)

- Castor (*Castor canadensis*)
- Rata (*Rattus spp.*)

Actualmente existen medidas para la erradicación y control de especies exóticas invasoras, enmarcadas principalmente en el Plan de Acción para la Prevención, el Control y la Erradicación de EEI, coordinado por el Ministerio del Medio Ambiente y el Comité Operativo para la Prevención, el Control y la Erradicación de las Especies Exóticas Invasoras (COCEI), el cual actualmente se encuentra en elaboración (MMA, consultado en mayo de 2025a).

2.2.5. Flora y vegetación

La comuna se encuentra inserta en la formación de Bosque Caducifolio de Concepción, el cual presenta una fase húmeda hacia la vertiente oceánica. Esta formación vegetal se caracteriza por contener especies dominantes de hoja caduca, predominando el roble (*Nothofagus obliqua*), aunque esta especie ha sido casi completamente reemplazada por plantaciones exóticas como el pino (*Pinus radiata*) (SitRural, 2024a). La comuna también se caracteriza por su gran diversidad de algas.

Comunidades vegetales marinas

Tirúa posee aproximadamente 50 km de borde costero, a lo largo del cual se puede encontrar una gran variedad de especies de flora marina, entre las cuales destacan (BCN, 2022; SitRural, 2024a):

- Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*)
- Luga cuchara (*Sarcothalia crispata*)
- Luga negra (*Gigartina skottsbergii*)
- Luche (*Ulva spp.*)
- Pelillo (*Agarophyton chilense*)

La diversidad de comunidades vegetales marinas es de gran importancia ya que estas cumplen un importante rol ecológico, formando parte de los ecosistemas bentónicos y sirviendo de alimento, refugio y hábitat para muchas otras especies marinas. Además de esto, las algas juegan un papel importante en la productividad primaria de los ecosistemas costeros, capturando dióxido de carbono y liberando oxígeno.

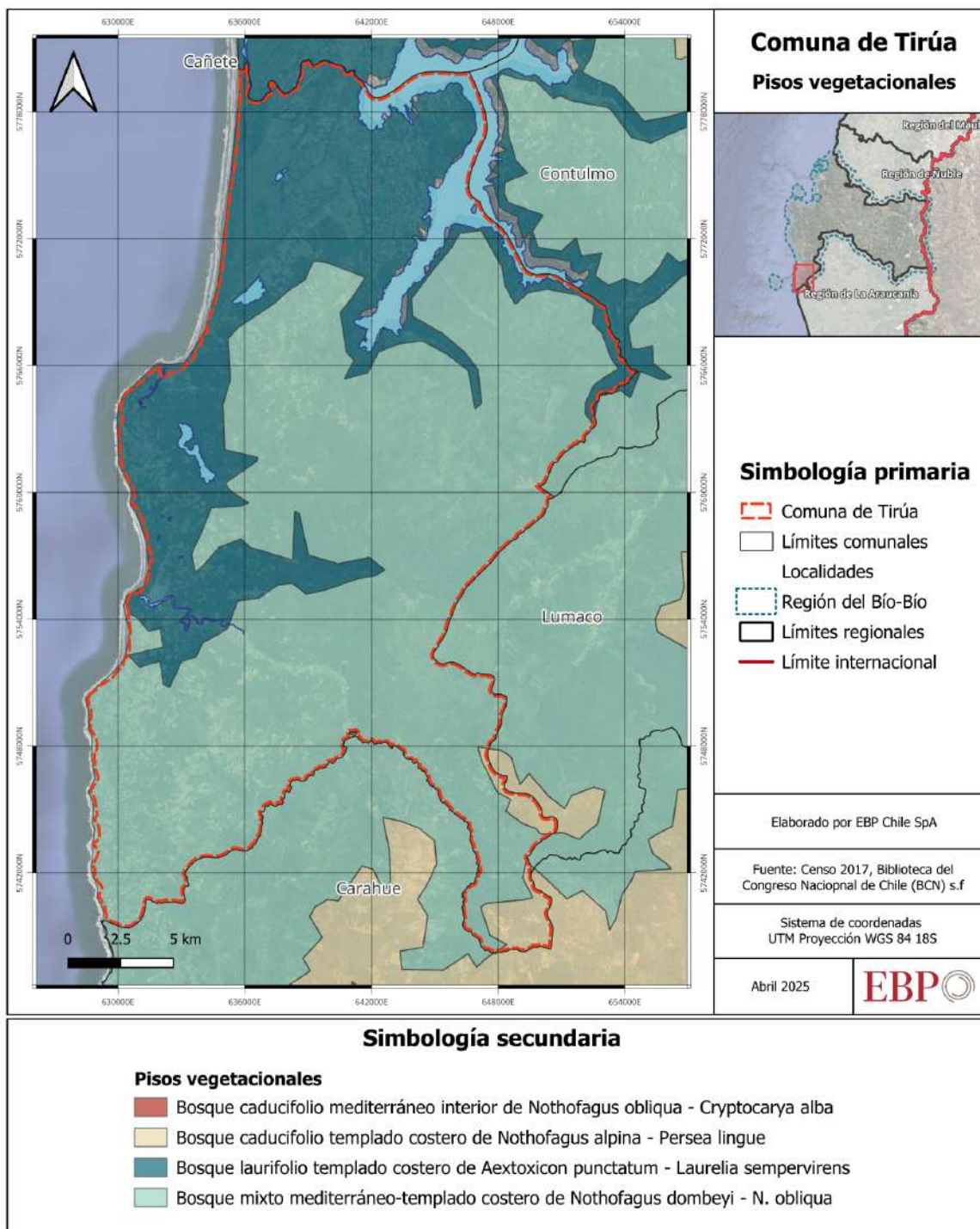
Ecorregiones y comunidades vegetales terrestres

En Tirúa predominan tres tipos principales de bosque nativo, todos con especies en algún grado de amenaza (Luebert & Plischoff, 2006):

- **Bosque caducifolio templado costero** de *Nothofagus alpina* y *Persea lingue* (en peligro)
- **Bosque laurifolio templado costero** de *Aextoxicon punctatum* y *Laurelia sempervirens* (en peligro)
- **Bosque mixto mediterráneo-templado costero** de *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua* (en peligro crítico)

La vegetación nativa se encuentra fragmentada por plantaciones forestales, principalmente de pino (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus* y *E. nitens*), las cuales cubren cerca del 47% de la superficie de la comuna (ARClm, 2025).

Figura 2.2.5.1. Pisos Vegetacionales de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia en base a BCN s.f y SIMBIO s.f.

Estado de conservación y amenazas

El bosque nativo corresponde al 20,8% de la superficie de la comuna (6.867,5 ha) y entre sus mayores amenazas se encuentran:

- **Fragmentación y pérdida de hábitat** por expansión de plantaciones forestales
- **Erosión de suelos**, que afecta con gran intensidad a algunos sectores de la comuna
- **Especies exóticas invasoras**, que compiten por recursos y desplazan a especies nativas (como el pino y eucalipto) o que consumen las semillas o brotes de la flora nativa (como el conejo y algunos roedores).

Si bien el territorio no cuenta con áreas protegidas que sean parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), algunas áreas de la comuna se encuentran bajo protección ambiental, como el sitio de interés para la biodiversidad ADI Lleu-Lleu (MMA, consultado en mayo de 2025b).

2.2.6. Tipos y usos de suelos

La comuna presenta un uso de suelo diverso, donde predominan las Plantaciones Forestales (47%) y, en menor medida, las Praderas Naturales (16%) y los Matorrales (11,4%) (Municipalidad de Tirúa, 2014; SitRural, 2024a).

Actividades económicas y uso del suelo

En la comuna de Tirúa las principales actividades económicas son el sector forestal y el agropecuario, aunque este último es de escala mayormente familiar y de subsistencia (Municipalidad de Tirúa, 2014). A continuación se detalla un poco más sobre las actividades económicas:

- **Agricultura de subsistencia:** principalmente de pequeña escala (71%), bajo rendimiento y escasa tecnología aplicada en los procesos productivos. Destaca el cultivo de papas, trigo, avena y cereales. Esta actividad se realiza a lo largo de toda la comuna (SitRural, 2015a).
- **Plantaciones forestales:** principalmente de pino insigne (*Pinus radiata*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus* y *E. nitens*), domina la zona norte y oriente de la comuna y representa cerca del 42% del territorio comunal (SitRural, 2015a).

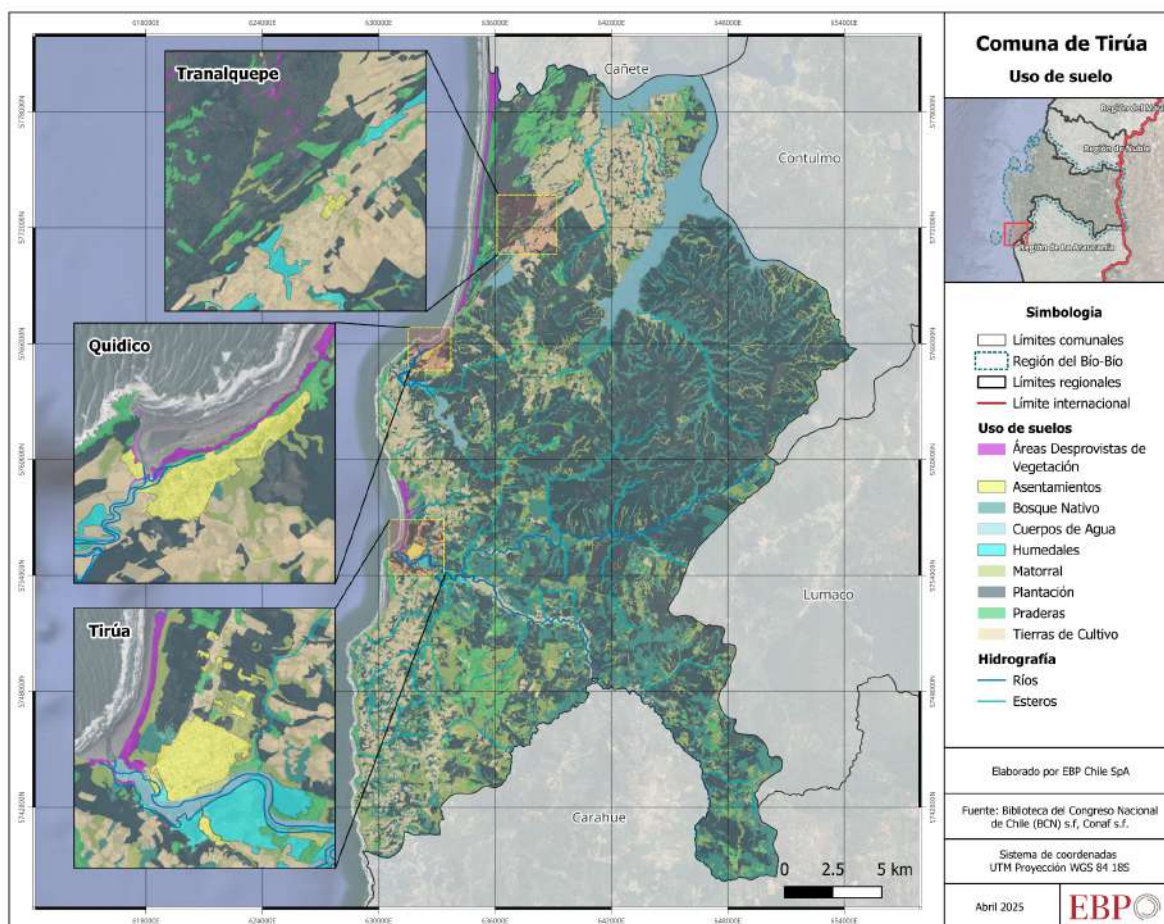
Distribución de los usos del suelo

Según Fuenzalida y Arce (2020), la distribución de los usos de suelo en la comuna de Tirúa en el año 2014 es la siguiente:

- **Plantación forestal: 45,4% del territorio**, corresponde a suelo con plantaciones de especies arbóreas exóticas.
- **Matorral/Pradera: 25,1% del territorio**, caracterizado por la presencia de especies arbustivas, de alta densidad y baja altura.
- **Terrenos agrícolas: 11,8% del territorio**, considera los suelos de uso agrícola.

- **Bosque nativo: 11,7% del territorio**, considera los suelos que corresponden al Bosque Húmedo Valdiviano.
- **Cuerpos de agua: 5,0% del territorio**, considera a zonas con presencia de recurso hídrico, como humedales.
- **Otros usos: 1,1% del territorio**, incorpora áreas sin vegetación y áreas urbanas industriales.

Figura 2.2.6.1. Zonificación del territorio comunal según su tipo de uso de suelo.



Fuente: Elaboración propia en base a BCN s.f y SIMBIO s.f.

Problemas y desafíos en el uso del suelo

La comuna de Tirúa enfrenta una serie de desafíos en la gestión del suelo, entre ellos:

- **Expansión forestal y monocultivos:** genera la pérdida y fragmentación de bosque nativo y pérdida de biodiversidad, además de aumentar el riesgo de incendios (Florín, 2019).
- **Erosión y degradación del suelo:** principalmente producto de las plantaciones forestales, aumenta la escorrentía y afecta la fertilidad y estabilidad de los suelos (Florín, 2019).
- **Conflictos socioambientales:** La expansión forestal y la presión sobre los recursos naturales han derivado en tensiones y conflictos con comunidades locales, generando la pérdida de tierras y conocimientos ancestrales, como el lahuen, y la

alteración de los recursos hídricos y paisajes culturales (Florín, 2019; Fuenzalida & Arce, 2020).

2.3. Caracterización climática comunal

2.3.1. Antecedentes climáticos

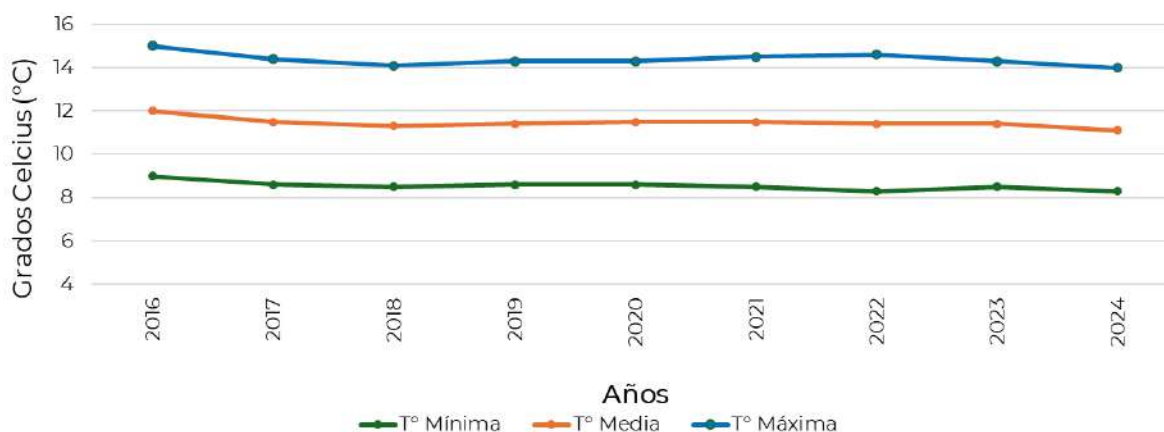
A continuación se presenta la caracterización de la comuna de Tirúa en relación con las principales tendencias climáticas históricas y proyectadas. Como también la serie de incendios que ha afectado la comuna en el período 1984-2024.

2.3.1.1. Temperatura: datos históricos

El presente análisis se basa en los registros de temperatura de la estación Ponotro, perteneciente a la Red Agrometeorológica del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), ubicada en la comuna. Se consideró el período 2016-2024, correspondiente a la mayor cantidad de datos disponibles en dicha estación meteorológica. A partir de estos registros, se identificaron únicamente las temperaturas máximas y mínimas, tanto anuales como mensuales, ya que no se cuenta con mediciones de otros índices climáticos —como olas de calor, noches cálidas o eventos de sequía—, ni series temporales extensas que permitan elaborar una caracterización más completa y representativa del comportamiento climático en Tirúa que entreguen una mayor representación de la variabilidad interanual y los eventos climáticos extremos.

La **Figura 2.3.1.1.1** muestra la evolución anual de las temperaturas mínima, media y máxima de los años 2016-2024. Durante este periodo se observa una relativa estabilidad en los valores de temperatura, con ligeras fluctuaciones interanuales. La temperatura máxima anual se mantiene en torno a los 14,5 °C, sin mostrar una variación significativa, aunque se advierte una leve disminución de 0,5 °C hacia el 2024. La temperatura media, por su parte, fluctúa suavemente en torno a los 11,5-12 °C, mientras que la temperatura mínima presenta una leve variabilidad relativa, con valores que oscilan entre los 8,5 °C y los 9,2 °C. Si bien, este análisis permite una aproximación al comportamiento térmico reciente de la zona, es importante señalar que la serie de tiempo disponible abarca menos de diez años, lo que limita la posibilidad de establecer conclusiones robustas sobre tendencias climáticas históricas.

Figura 2.3.1.1.1 Registro de temperaturas promedio de Tirúa (periodo 2016-2024)



Fuente: Elaboración propia a partir de Estación Ponotro INIA, 2025.

Para evaluar más detalladamente el comportamiento de la temperatura en su distribución mensual se analizaron las medias del periodo 2016-2024 (**Figura 2.3.1.1.2**). En este caso, se observa un patrón térmico claramente estacional, con las temperaturas más altas concentradas en los meses de verano (entre 13-15°C). Febrero presenta el valor más elevado del año (14,7 °C), seguido de enero (14,1 °C) y marzo (13,6 °C). En contraste, los meses más fríos se registran durante el invierno, con temperaturas promedio que alcanzan su mínimo en julio y agosto (ambos con 9,0 °C), lo que refleja una marcada disminución térmica en esta estación.

Durante el otoño (abril a junio), las temperaturas descienden progresivamente desde los 12,2 °C en abril hasta los 9,7 °C en junio. Posteriormente, entre septiembre y noviembre, se evidencia una recuperación gradual de las temperaturas, alcanzando 13,0 °C en diciembre, mes que marca el inicio del verano.

Figura 2.3.1.1.2 Temperatura media mensual de Tirúa



Fuente: Elaboración propia a partir de Estación Ponotro INIA, 2025.

2.3.1.2. Temperatura: datos proyectados

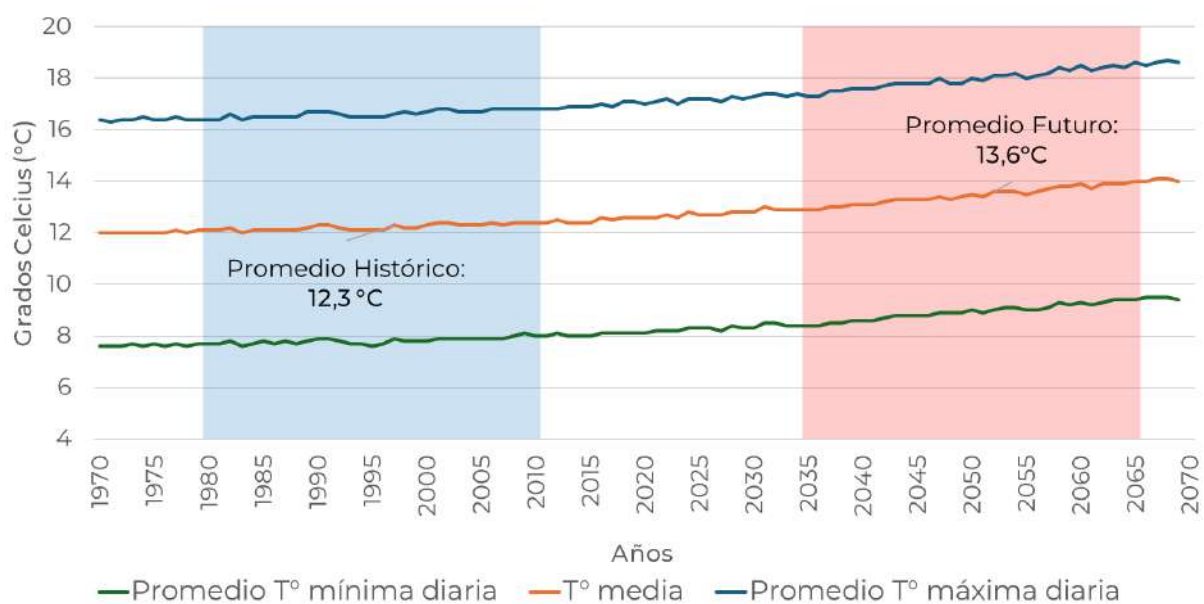
A continuación se presentan las variables climáticas obtenidas del Atlas de Riesgo Climático (ARClím), el cual integra datos de modelos climáticos regionales, observaciones meteorológicas y proyecciones a largo plazo modeladas bajo el escenario SSP5-8.5 del IPCC (AR6). Estos escenarios actualizados integran factores económicos, tecnológicos y sociales que conducen a determinados niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En las modelaciones se identifica un periodo histórico 1980-2010 resaltado con color azul y un periodo futuro (2035-2065) resaltado con color rojo, también se integran las medias de temperatura histórica y futura para tener una referencia sobre su variación entre ambos periodos.

En la **Figura 2.3.1.2.1** se presenta la evolución del promedio anual de temperaturas mínimas, medias y máximas diarias para el período 1970-2069, de acuerdo con los datos representados, la temperatura media anual muestra un incremento desde un promedio histórico de 12,3 °C hasta un promedio futuro proyectado de 13,6 °C, lo que representa un aumento de 1,3 °C entre ambos periodos.

En cuanto a la temperatura mínima diaria promedio, se observa una tendencia gradual al alza a lo largo de toda la serie. En el período histórico, esta se mantiene cercana a los 8 °C, mientras que hacia fines del período futuro proyectado se aproxima a los 9,5 °C. La temperatura máxima diaria promedio también presenta un aumento progresivo, pasando de valores cercanos a 16,3 °C a aproximadamente 18-19 °C en el tramo final de la proyección.

Las tres curvas reflejan una tendencia ascendente sostenida, más acentuada en el período futuro, sin fluctuaciones abruptas, lo que sugiere un incremento térmico progresivo en las próximas décadas.

Figura 2.3.1.2.1 Temperatura promedio anual Histórica - Futura (periodo 1970-2069)



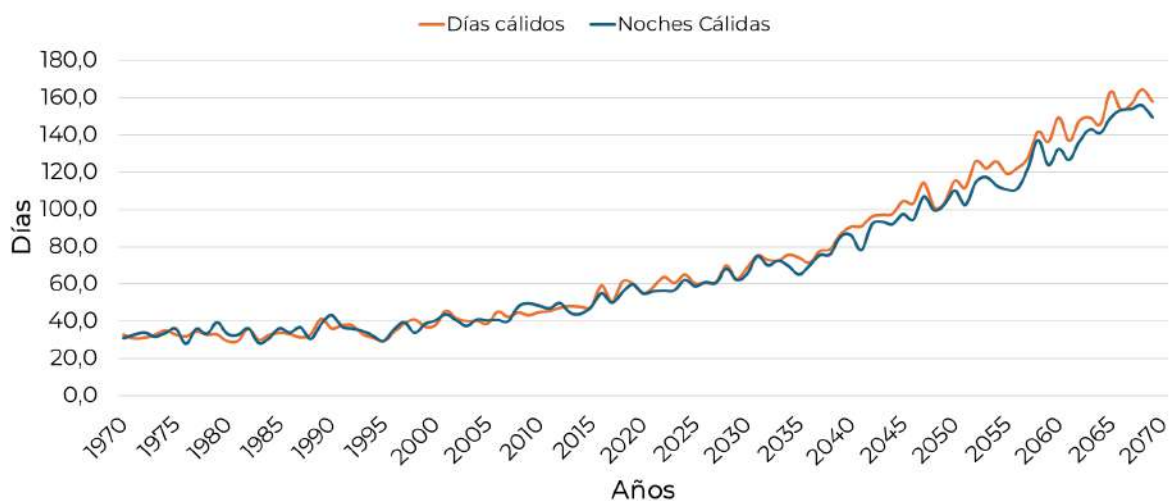
Fuente: Elaboración propia a partir de ARClím, 2025.

Por otro lado, también se analizaron los días y noches más cálidas para identificar si existen anomalías que no fuesen percibidas por el promedio de las temperaturas máximas y mínimas anuales. Esta estadística se obtiene a partir del porcentaje de días del año que la temperatura máxima y mínima supera el percentil 90². En la **Figura 2.3.1.2.2** se observa la evolución anual del número de días cálidos y noches cálidas proyectados entre 1970 y 2069. Ambos indicadores presentan una tendencia creciente a lo largo del período, con incrementos más acentuados a partir de la década de 2020 y especialmente notables desde el año 2040 en adelante.

Durante el período histórico (1970–2010), la cantidad de días y noches cálidas se mantiene relativamente estable, con valores que oscilan mayoritariamente entre 20 y 40 días por año. Sin embargo, a partir del período futuro (2035–2065), ambas curvas muestran una aceleración en su incremento. Para el tramo final de la proyección, hacia la década de 2060, se superan los 140 días anuales tanto para días como para noches cálidas, alcanzando incluso valores cercanos a 160 días hacia el final del periodo.

En la mayor parte de la serie analizada, los días cálidos (línea naranja) superan levemente en frecuencia a las noches cálidas (línea azul), aunque ambas variables mantienen una evolución paralela y consistente. Este aumento sostenido en la ocurrencia de días y noches cálidas sugiere una intensificación de condiciones térmicas extremas. La magnitud del cambio proyectado resalta la necesidad de considerar estos indicadores en la planificación de medidas de adaptación al cambio climático, especialmente en territorios que hasta ahora no han estado expuestos a una alta frecuencia de temperaturas elevadas.

Figura 2.3.1.2.2 Días y noches más cálidos de Tirúa periodo 1970-2069



Fuente: Elaboración propia a partir de ARClím, 2025.

Eventos extremos de temperatura: Olas de calor

Las olas de calor corresponden a un período de tres o más días consecutivos en los que la temperatura máxima diaria supera el percentil 90 de las temperaturas máximas registradas. Dado que Tirúa es una comuna que posee influencia costera, se evalúa como escenario de olas de calor aquellas temperaturas que superan los 25°C.

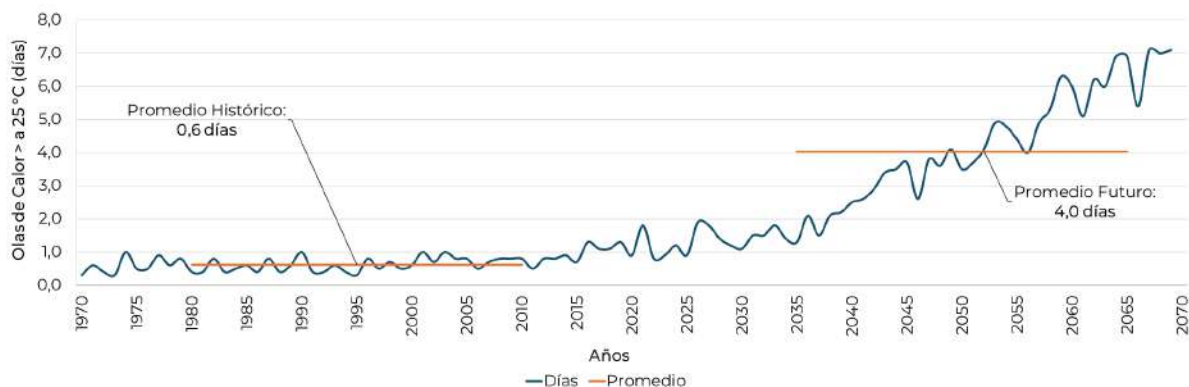
² Quiere decir el 10% de temperaturas más altas que superan el 90% de los datos analizados.

La **Figura 2.3.1.2.2** muestra la evolución del número anual de días con olas de calor para el período 1970–2069, donde se distingue un período histórico (1970–2010), con un promedio de 0,6 días por año, y un período futuro proyectado (2035–2065), en el que se estima un aumento sostenido, alcanzando un promedio de 4,0 días por año.

Durante la etapa histórica, la frecuencia de olas de calor se mantiene baja y relativamente estable, sin superar el día por año. Sin embargo, a partir de la década de 2020, se observa un aumento progresivo en la cantidad de días con temperaturas sobre los 25 °C. Esta tendencia se intensifica desde 2040 en adelante, con varios años proyectados que superan los 5 días anuales, alcanzando valores cercanos a 7 días hacia el final del período.

El comportamiento ascendente del número de días con olas de calor indica un cambio significativo en las condiciones térmicas extremas proyectadas, en comparación con las condiciones históricas. Aunque el umbral de 25 °C no representa temperaturas extremadamente altas a nivel nacional, su incremento sostenido puede tener efectos relevantes en territorios donde históricamente no han sido frecuentes este tipo de eventos. En consecuencia, este aumento proyectado en la frecuencia de olas de calor podría tener implicancias sobre la salud humana, los ecosistemas y la infraestructura local, especialmente en zonas que actualmente presentan exposición a eventos térmicos extremos.

Figura 2.3.1.2.2. Olas de calor > 25°C Histórico - Futuro (período 1970-2069)



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCLim, 2025.

2.3.1.3. Incendios forestales

Acorde a los datos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), durante el período 1984-2023 ocurrieron 2.794 incendios en la comuna (**Figura 2.3.1.3.1**), donde la superficie total afectada fue de 28.086 hectáreas (ha) considerando plantaciones forestales³, vegetación nativa⁴ y otras superficies⁵ (**Figura 2.3.1.3.2**). En este caso se puede ver que los años de mayor afectación fueron las temporadas 2000-2001 y 2014-2015, que alcanzaron 6.634,6 y 6.574,7 ha quemadas respectivamente, y donde predomina la afectación de la vegetación natural en el período 2000-2001 y las plantaciones forestales en el período 2014-2015. En esa misma línea, se aprecia una tendencia sostenida a la ocurrencia de incendios en la última década que han sido de menor magnitud en comparación con las

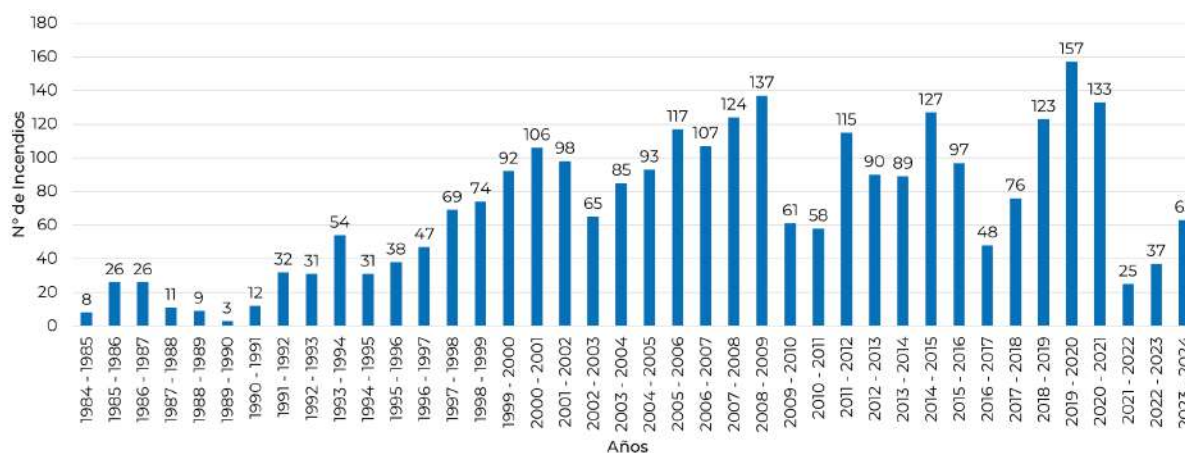
³ *Pino, Eucaliptus y otras spp

⁴ **Arbolado, matorral y pastizal

⁵ ***Agrícola y desechos

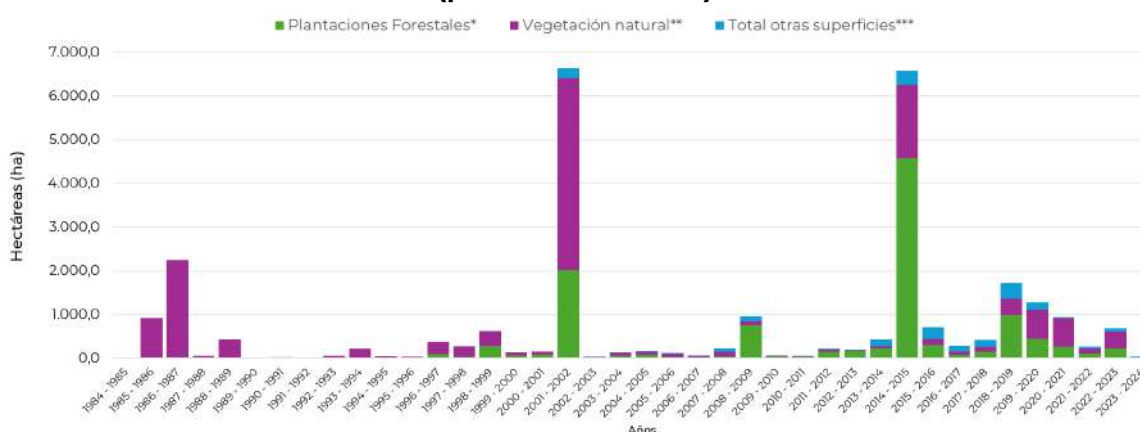
temporadas previamente descritas, pero que muestran una mayor afectación principalmente en la cobertura de plantaciones forestales.

Figura 2.3.1.3.1. Número de incendios durante el período 1984-2024



Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF, 2025.

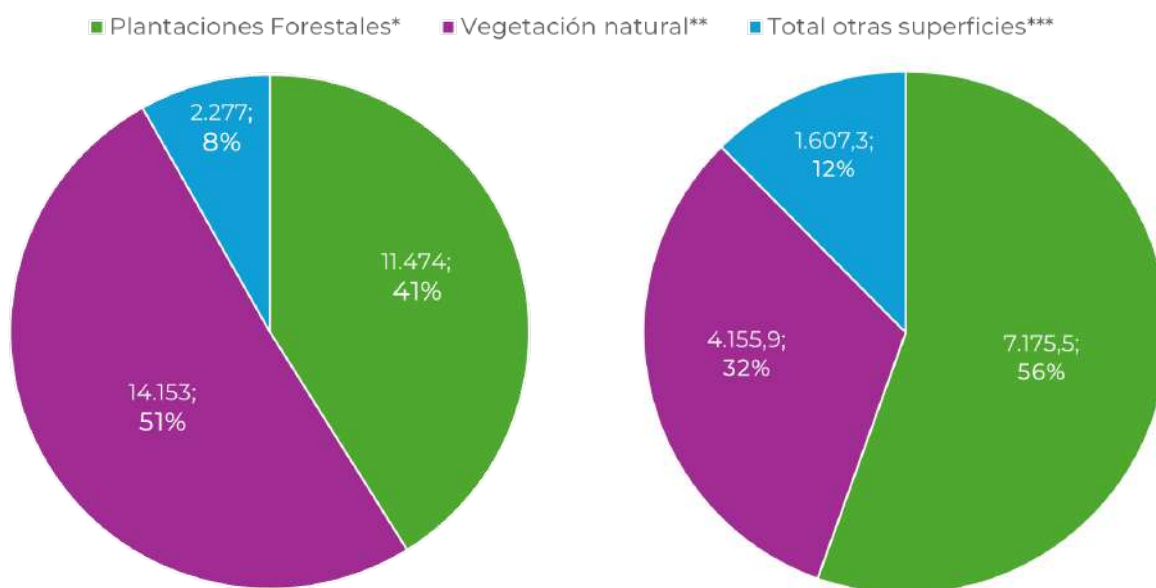
Figura 2.3.1.3.2. Serie histórica de hectáreas quemadas por tipo de cobertura (período 1984-2024)



Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF, 2025.

Al analizar más detalladamente la distribución porcentual por cobertura se obtiene que en el período 1984-2024, 51% del total corresponde a vegetación nativa, 41% a plantaciones forestales y 8% a otras superficies. Sin embargo, si se consideran sólo los últimos diez años se puede evidenciar que las plantaciones forestales han sido la cobertura más afectada con un 56% (7.155,5 ha), seguido de la vegetación natural con un 32% (4.155,9 ha) y otras superficies con un 12% (1.607,3 ha) como se muestra la **Figura 2.3.1.3.3**.

Figura 2.3.1.3.3. Distribución porcentual de coberturas afectadas serie completa (izquierda) y últimos 10 años (derecha)



Fuente: Elaboración propia a partir de CONAF, 2025.

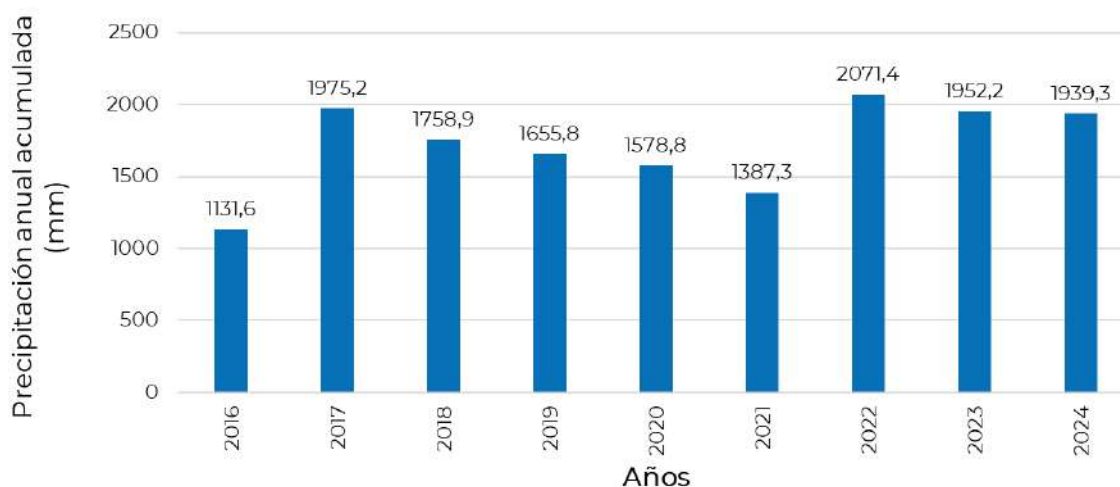
2.3.1.4. Precipitación: datos históricos

Al igual que la temperatura, los datos de precipitaciones provienen de la estación Ponotro de INIA, presentando registros para el periodo 2016-2024, con un 100% de datos registrados que garantizan una mayor confiabilidad en el análisis (**Figura 2.3.1.4.1**). A partir de estos datos se puede establecer que la comuna de Tirúa cuenta con un promedio de precipitación acumulada de 1716,7 mm.

Al observar la gráfica, no se identifica una tendencia clara en esta variable climática. El año con menor precipitación fue 2016, con 1.131,6 mm, mientras que el máximo se registró en 2022, alcanzando los 2.071,4 mm. Entre ambos extremos, los valores fluctuaron en rangos intermedios, con años relativamente húmedos como 2017 (1.975,2 mm) y 2024 (1.939,3 mm), y otros con registros más bajos como 2021 (1.387,3 mm).

En general, los datos muestran que la zona presenta una alta variabilidad pluviométrica en escalas interanuales, lo que es consistente con el comportamiento típico de climas templados húmedos. Sin embargo, dada la limitada extensión temporal de la serie (nueve años), no es posible establecer conclusiones sobre tendencias de largo plazo o identificar señales de cambio climático en el régimen de precipitaciones locales. Para ello, se requeriría una serie temporal más extensa y el análisis de indicadores adicionales como el índice SPI, o índice de precipitación estandarizada, que se utiliza para evaluar condiciones de sequía o superávit de precipitaciones en distintos intervalos temporales, o la frecuencia de eventos extremos.

Figura 2.3.1.4.1. Precipitación anual acumulada de Tirúa (periodo 2016-2024)



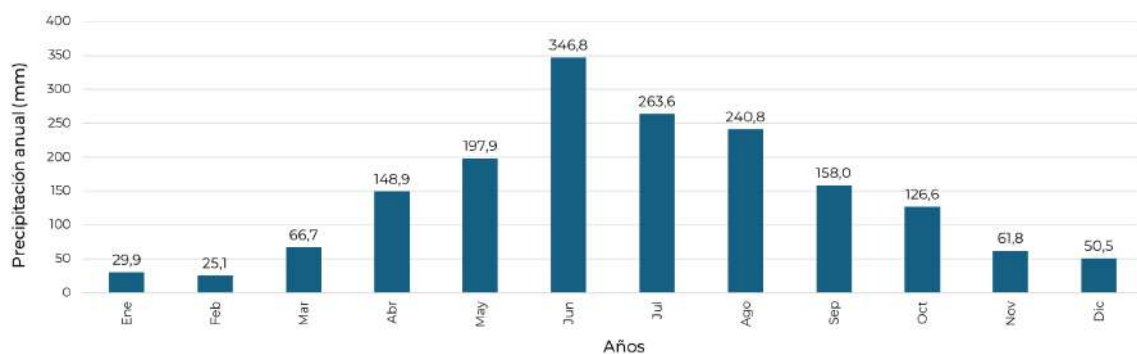
Fuente: Elaboración propia a partir de Estación Ponotro INIA, 2025.

El análisis de las precipitaciones mensuales para el mismo periodo evidencia un régimen de lluvias estacional, con una marcada concentración de las precipitaciones durante los meses de invierno. El mes con mayor precipitación corresponde a junio, con un promedio de 346,8 mm, seguido por julio (263,6 mm) y agosto (240,8 mm). Este patrón indica que el trimestre invernal (junio-agosto) concentra los valores más altos de precipitación, superando en conjunto los 850 mm. En contraste, los meses de verano presentan los valores más bajos, destacando febrero con solo 25,1 mm y enero con 29,9 mm, lo que refleja condiciones predominantemente secas durante esa estación.

Durante la transición hacia el otoño, las precipitaciones comienzan a aumentar progresivamente desde marzo (66,7 mm) hasta mayo (197,9 mm). Posteriormente, en primavera, los valores disminuyen nuevamente, aunque se mantienen relativamente altos en septiembre (158,0 mm) y octubre (126,6 mm), para luego caer en noviembre (61,8 mm) y diciembre (50,5 mm).

Este comportamiento es característico del clima templado lluvioso con influencia mediterránea, propio de la zona sur de Chile, y tiene implicancias relevantes para la planificación de actividades agrícolas, el manejo del recurso hídrico y la gestión del riesgo por eventos extremos. Sin embargo, dado que los datos corresponden a un período inferior a diez años, los resultados deben complementarse con series más extensas para una caracterización climática de mayor robustez.

Figura 2.3.1.4.2. Precipitación media mensual de Tirúa (2016-2024)



Fuente: Elaboración propia a partir de Estación Ponotro INIA, 2025.

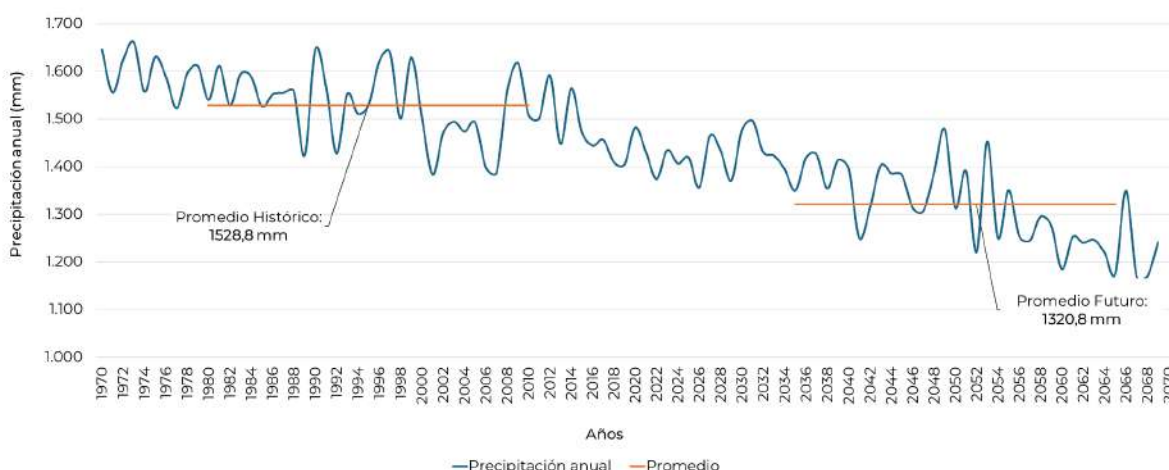
2.3.1.5. Precipitación: datos proyectados

La **Figura 2.3.1.5.1** presenta la evolución de la precipitación promedio anual observada y proyectada para el periodo 1970–2069, con base en datos del sistema ARCLim (2025). La serie azul ilustra la variabilidad interanual de la precipitación, y las líneas naranjas indican los promedios para los periodos histórico y futuro.

Durante el periodo histórico (1980–2010), se observa una alta variabilidad interanual, con una tendencia general hacia la disminución en los valores de precipitación. El promedio histórico se estima en 1.528,8 mm anuales. En contraste, el periodo futuro (2035–2065) proyecta una reducción significativa en los niveles de precipitación, alcanzando un promedio de 1.320,8 mm anuales. Esta disminución representa una caída aproximada del 13,6% en comparación con el promedio histórico.

La proyección sugiere una tendencia sostenida a la disminución de las precipitaciones hacia mediados y fines del siglo, lo que se asocia a un cambio en los patrones climáticos debido a la acción antropogénica. Esta reducción podría tener grandes implicancias en la disponibilidad de recurso hídrico para la agricultura y los ecosistemas de la comuna, y resalta la necesidad de implementar medidas de adaptación frente a escenarios de mayor aridez futura.

Figura 2.3.1.5.1 Precipitación promedio anual Histórica - Futura (periodo 1970-2069)



Fuente: Elaboración propia a partir de ARClím, 2025.

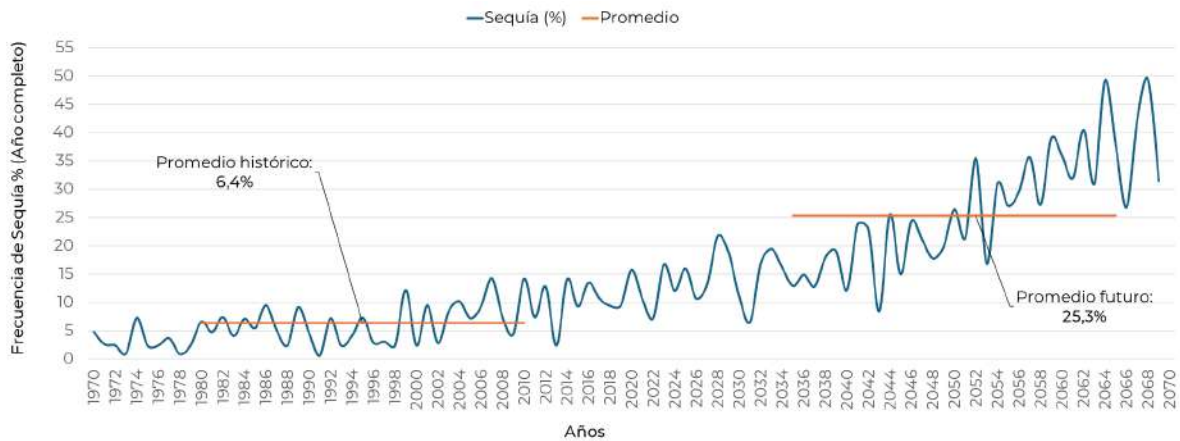
Sequía

En cuanto a la sequía, la **Figura 2.3.1.5.2** muestra la evolución de la frecuencia anual del periodo 1970–2069, donde se diferencia un periodo histórico y un futuro. La línea azul representa la frecuencia anual de sequía y las líneas naranjas indican el promedio histórico y proyectado.

Durante el periodo histórico (1980–2010), la frecuencia se mantiene relativamente baja y estable, con un promedio de 6,4% de ocurrencia anual. Sin embargo, a partir del año 2014 se observa un incremento sostenido en la ocurrencia de sequías, con algunos declives en 2031 y 2043, pero con una tendencia que se acentúa progresivamente en las proyecciones futuras.

Por su parte, para el periodo futuro (2035–2065) se proyecta un aumento considerable en la frecuencia alcanzando un promedio del 25,3%, lo que representa un incremento de casi cuatro veces respecto del periodo histórico. Este cambio sustancial en la ocurrencia de eventos de sequía sugiere un escenario de creciente aridez y estrés hídrico, con implicancias significativas para la seguridad hídrica, disponibilidad de agua para la agricultura, condiciones de los ecosistemas y la gestión del recurso hídrico a nivel territorial para sus distintos usos. Esta tendencia creciente sugiere la necesidad de desarrollar acciones de adaptación orientadas a la resiliencia hídrica.

Figura 2.3.1.5.2. Frecuencia de Sequía Histórica - Futura (periodo 1970-2069)



Fuente: Elaboración propia a partir de ARCLim, 2025.

2.3.1.6. Oleaje: datos históricos

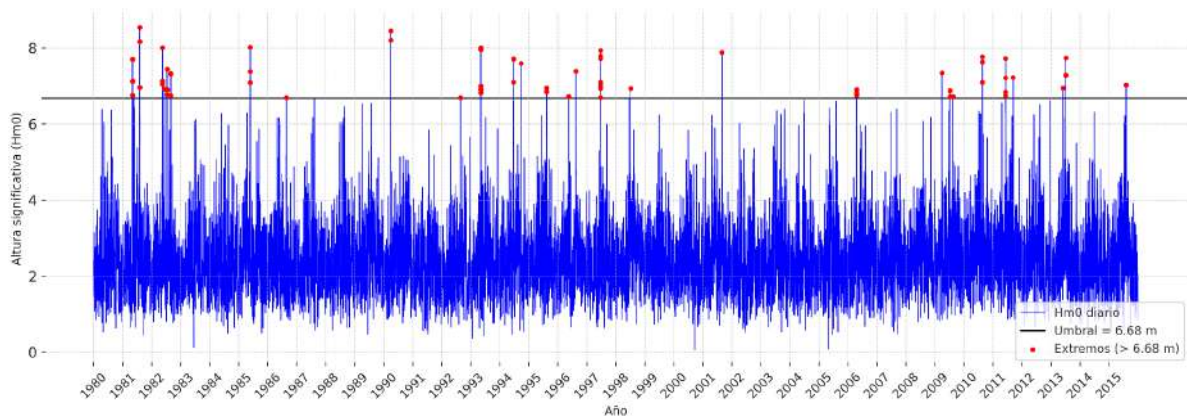
Para la representación de los datos históricos se analiza la serie temporal diaria de altura significativa del oleaje (H_{m0})⁶ correspondiente al Nodo 11 de Puerto Saavedra, según la información contenida en el Atlas de Oleaje de Chile (Beyá, *et al.*, 2016). Este nodo representa el punto de simulación más próximo a la comuna de Tirúa, ubicada en el borde costero de la Región del Biobío. Dado que el Atlas no incluye una celda específica frente a Tirúa, se adopta Puerto Saavedra como referencia para caracterizar el comportamiento histórico del oleaje en esta zona.

La información analizada se generó mediante simulaciones con el modelo WAVEWATCH III cubriendo el periodo 1980–2015. La **Figura 2.3.1.6.1** muestra la evolución diaria de la altura significativa del oleaje para el periodo completo. La línea azul representa los valores diarios de H_{m0} , mientras que la línea negra horizontal indica un umbral de 6,68 metros, utilizado como criterio para identificar eventos extremos. Aquellos días que superan este umbral se destacan mediante puntos rojos, facilitando la visualización de dichos eventos en el conjunto de datos.

La observación de la figura permite constatar que la mayoría de los valores de H_{m0} se mantienen bajo el umbral definido, presentando una variabilidad diaria que oscila principalmente entre 1 y 4 metros. En cuanto a los eventos extremos, se identifican 69 días en los cuales la altura significativa del oleaje superó los 6,68 metros. Estos eventos se distribuyen en años distintos, ocurriendo en: 1981, 1982, 1985, 1986, 1990, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2001, 2006, 2009, 2010, 2011, 2013 y 2015. La dispersión de estos eventos a lo largo del tiempo denota que no existe una concentración temporal marcada o patrones de recurrencia evidentes, tampoco se advierten tendencias crecientes o decrecientes sostenidas en la ocurrencia de estos valores extremos, aunque ello debiera ser complementado con análisis estadísticos específicos que consideren una serie temporal con datos más recientes.

⁶ Altura promedio del tercio más alto de olas

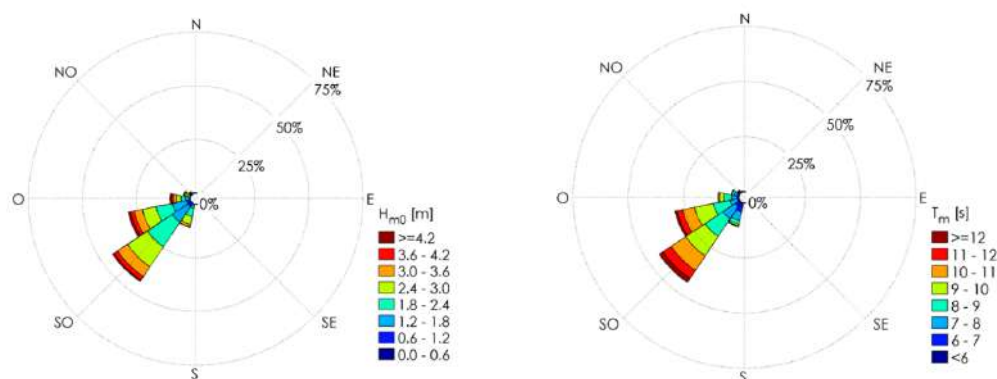
Figura 2.3.1.6.1. Serie de tiempo altura significativa (H_{m0})



Fuente: Elaboración propia a partir del Atlas de Oleaje de Chile, 2016.

De manera complementaria, en la **Figura 2.3.1.5.2** se disponen dos rosas de oleaje que muestran el promedio de la altura significativa (H_{m0}) y el periodo medio (T_m)⁷ en función de la dirección de propagación. En la gráfica izquierda, se observa que el oleaje predominante proviene del cuadrante oeste-suroeste (OSO), con una alta frecuencia relativa concentrada entre los 1,8 y 3 metros de altura en esa orientación, mientras que los sectores norte, este y sur presentan escasa o nula ocurrencia de oleaje. La gráfica de la derecha muestra la rosa de periodo medio del oleaje (T_m), una medida estadística entre las crestas sucesivas entre olas. En este caso se evidencia que los periodos medios más frecuentes se encuentran entre 8 y 10 segundos, con una presencia considerable de eventos en los rangos 10–11 s y 11–12 s.

Figura 2.3.1.6.2. Rosa de altura significativa y de periodo medio Nodo 11: Puerto Saavedra



Fuente: (Beyá, et al., 2016).

A modo de resumen, se adjunta la **Figura 2.3.1.6.3** que muestra la frecuencia porcentual (%) de H_{m0} y T_m , acorde a lo expuesto anteriormente. Cabe decir, que las proyecciones futuras de oleaje fueron realizadas a nivel de cuenca del Océano Pacífico, por lo que no

⁷ Periodo con mayor concentración de energía

existe nivel de detalle específico sobre la costa de Tirúa y sólo se presentarán los datos históricos.

Figura 2.3.1.6.3. Tabla de frecuencia H_{m0} y T_m

H_{m0} [m]	T_m [s]								TOTAL
	[5-6[	[6-7[	[7-8[	[8-9[	[9-10[	[10-11[	[11-12[	[12-13[	
]0-0.6[	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		0.1
[0.6-1.2[	0.2	0.7	1.1	1.3	0.8	0.3	<0.1	<0.1	4.6
[1.2-1.8[	0.4	3.2	4.6	4.8	4.0	2.0	0.7	0.2	19.9
[1.8-2.4[	<0.1	3.5	6.6	6.7	6.0	3.7	1.4	0.5	28.6
[2.4-3[		1.4	5.3	6.1	5.5	3.9	2.0	0.9	25.1
[3-3.6[		<0.1	1.7	3.1	3.2	2.6	1.6	0.9	13.1
[3.6-4.2[		<0.1	0.3	1.2	1.5	1.1	0.7	0.5	5.3
[4.2-4.8[			<0.1	0.5	1.0	0.9	0.5	0.3	3.4
TOTAL	0.7	8.9	19.6	23.8	22.1	14.5	7.1	3.3	100.0

Fuente: (Beyá, et al., 2016).

2.4. *Ámbito geopolítico e institucional*

2.4.1. *Actores Comunes*

Existen diversos actores públicos, privados y de la sociedad civil cuya participación es fundamental para el desarrollo e implementación del PACCC de la comuna de Tirúa (Figura 3.4.1.1)⁸. Estos actores cumplen funciones en ámbitos clave como la gestión ambiental, la pesca artesanal, la planificación territorial, el desarrollo productivo local, la educación, la participación ciudadana, el abastecimiento de agua potable rural, la respuesta ante emergencias y la promoción de energías renovables. Su arraigo territorial, conocimientos tradicionales, capacidades técnicas y organizativas, así como sus vínculos comunitarios y experiencia en enfrentar problemáticas socioambientales, resultan esenciales para garantizar la pertinencia, legitimidad y sostenibilidad de las medidas definidas en el PACCC.

Con base en la Guía para la Elaboración de Planes de Acción Comunal de Cambio Climático, se han clasificado los actores en tres niveles según su nivel de involucramiento estratégico:

- **Nivel 1:** Los actores de este nivel corresponden a aquellas instituciones que tienen atribuciones técnicas, legales o estratégicas directas en la formulación, implementación y monitoreo del PACCC. Estas entidades están llamadas a liderar o articular acciones vinculadas a los principales sectores afectados por el cambio climático: recursos hídricos, biodiversidad, pesca, ordenamiento territorial y gestión ambiental.
- **Nivel 2:** En este nivel se encuentran actores relevantes para la implementación territorial del plan, la colaboración técnica, la provisión de información local y la movilización de la comunidad.
- **Nivel 3:** Este nivel considera actores sectoriales que, si bien no participan directamente en la toma de decisiones climáticas, proveen servicios estratégicos o tienen potencial para apoyar acciones de mitigación y adaptación.

⁸ Para más detalles sobre los actores relevantes de la comuna, consulte el siguiente enlace: [Actores Comunes Tirúa](#)

Figura 2.4.1.1. Mapa de Actores en la comuna



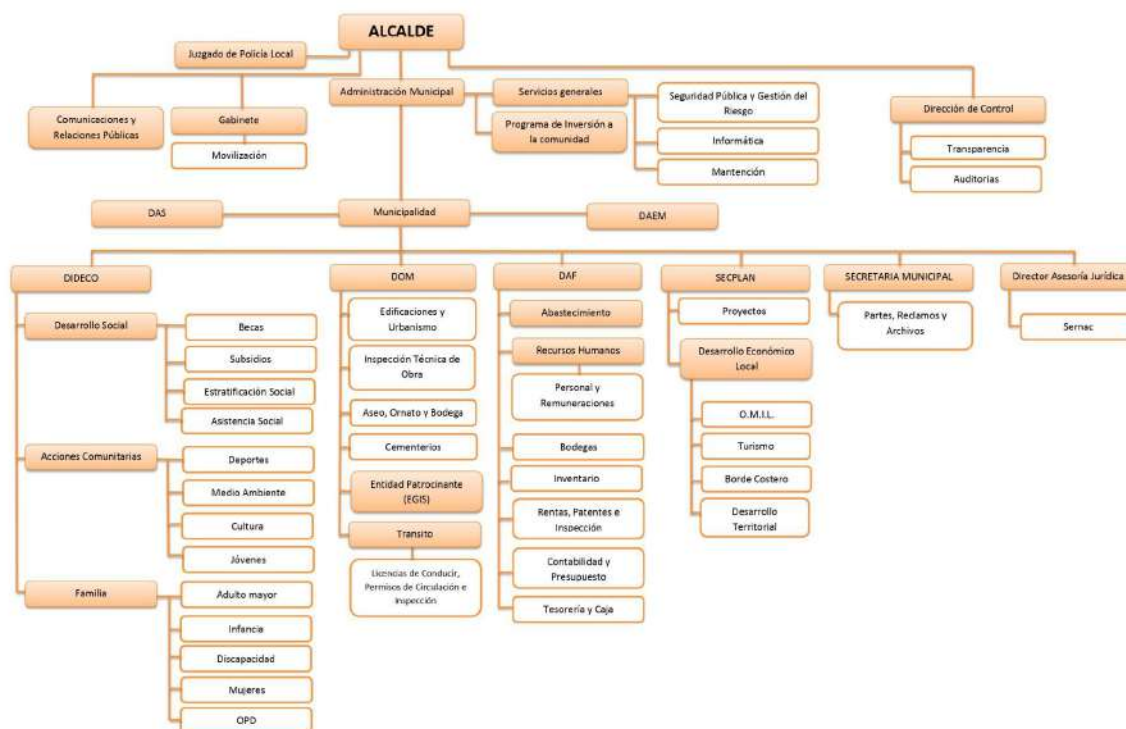
Fuente: Elaboración propia, 2025.

2.4.2. Gestión municipal y gobernanza en Tirúa

La Municipalidad de Tirúa cuenta con una estructura organizacional que cumple con lo establecido por la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, contando con siete direcciones que permiten administrar sus funciones básicas: Dirección de Obras Municipales (DOM), Dirección de Administración y Finanzas (DAF), Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO), Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAN), Dirección de Salud (DAS) y Dirección de Educación Municipal (DAEM), además de la Dirección de Control, la Asesoría Jurídica, la Secretaría Municipal, y unidades técnicas como Inspección Técnica de Obras, Seguridad Pública y Gestión del Riesgo, entre otras. Esta estructura se complementa con el Juzgado de Policía Local, el gabinete del alcalde y diversas oficinas temáticas tales como Cultura, Turismo, Medio Ambiente, Desarrollo Económico Local, Familia, Mujer, Juventud y Adulto Mayor. A continuación, en la **Figura 2.4.2.1** se presenta el organigrama de la comuna.

En el contexto de la elaboración del PACCC, la Oficina de Medio Ambiente de DIDECO fue designada como la entidad responsable de liderar su coordinación técnica. Esta unidad cuenta con experiencia en temáticas de fiscalización ambiental, vinculación territorial y acompañamiento a procesos educativos, lo que le permite articular acciones intersectoriales con otras direcciones municipales, organizaciones sociales, comunidades rurales y servicios públicos. Su participación como líder técnico del PACCC refuerza un enfoque de gobernanza local en torno al cambio climático, fortaleciendo la coherencia entre planificación territorial, sostenibilidad ambiental y participación ciudadana.

Figura 2.4.2.1. Organigrama Municipal



Fuente: Transparencia Activa Ilustre Municipalidad de Tirúa, 2025.

Asimismo, la Municipalidad de Tirúa ha comenzado a avanzar hacia un modelo de gobernanza más robusto en materia climática, considerando elementos de control interno y mecanismos participativos externos. Internamente, el municipio cuenta con la Dirección de Control y la Asesoría Jurídica para asegurar la legalidad de sus procesos. Externamente, existen espacios como el Consejo Comunal de Organizaciones de la Sociedad Civil (COSOC), además de mesas territoriales sectoriales vinculadas a pueblos originarios, comunidades costeras y organizaciones funcionales, que pueden ser claves para validar socialmente las medidas del PACCC. La articulación entre estas instancias será fundamental para garantizar legitimidad, rendición de cuentas y continuidad en la implementación del plan.

2.4.3. Análisis de instrumentos regionales y comunales

Estos instrumentos regionales y locales permiten integrar las particularidades ambientales, sociales y económicas del territorio, garantizando que las acciones planteadas en el PACCC respondan de manera efectiva a los desafíos y riesgos derivados del cambio climático en la zona. A través de su aplicación, se busca fortalecer las capacidades locales para enfrentar el cambio climático, promoviendo la adaptación y mitigación de sus impactos, y asegurando la sostenibilidad del ecosistema y el bienestar de la comunidad en el largo plazo.

Tabla 2.4.3.1. Instrumentos regionales y comunales

Instrumento	Descripción	Relación con el Cambio Climático
Plan Regional de Cambio Climático de la Región del Biobío (Anteproyecto)	El Plan Regional de Cambio Climático de la Región del Biobío constituye un instrumento de planificación territorial que establece lineamientos, objetivos y medidas para enfrentar los desafíos climáticos a nivel regional, considerando las particularidades geográficas, económicas y socioculturales del territorio. Este instrumento reconoce la diversidad productiva regional, incluyendo los sectores forestal, pesquero, agrícola e industrial, así como la importancia de los ecosistemas y comunidades locales, incluyendo la presencia del pueblo Mapuche Lavkenche en zonas como la provincia de Arauco.	El Plan Regional de Cambio Climático de la Región del Biobío establece directrices y prioridades para abordar los desafíos climáticos considerando las características propias del territorio y su diversidad productiva y social. Este instrumento orienta y facilita la coherencia de las acciones locales, promoviendo la articulación entre distintos actores y niveles de gestión, lo que contribuye a que las estrategias y medidas implementadas a nivel comunal respondan a un enfoque integral y alineado con las políticas regionales y nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático. Además, fortalece la planificación multisectorial e incorpora el conocimiento local y ancestral como parte fundamental de la resiliencia territorial frente a los efectos del cambio climático.
Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP)	La Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) de Chile es el principal instrumento orientador de la política climática nacional, con el objetivo de alcanzar la neutralidad de emisiones y aumentar la resiliencia frente al cambio climático al año 2050. Establecida en la Ley Marco de Cambio Climático, la ECLP define lineamientos transversales e integrados para las próximas décadas, guiando la transición hacia un desarrollo bajo en emisiones y resiliente en todas las regiones y municipios del país.	La ECLP entrega un marco de referencia para que los instrumentos regionales y comunales alineen sus acciones de mitigación y adaptación, promoviendo la participación y la gobernanza climática a nivel subnacional. Su implementación asegura coherencia y sinergia entre las estrategias locales y los compromisos nacionales en materia de cambio climático.

Instrumento	Descripción	Relación con el Cambio Climático
Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) Descripción	La Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), promulgada en junio de 2022, establece el marco institucional y los instrumentos de gestión para abordar el cambio climático a nivel nacional, regional y local. Entre sus disposiciones, crea los Comités Regionales de Cambio Climático (CORECC), promueve la colaboración municipal y define las responsabilidades de las autoridades sectoriales y regionales en la elaboración e implementación de planes de adaptación y mitigación.	La LMCC garantiza la articulación y coordinación entre los distintos niveles de gobierno para la gestión climática, facilitando la implementación de políticas y acciones coherentes desde el nivel nacional hasta el local. Esto permite que los planes comunales se desarrollen en sintonía con los objetivos y responsabilidades establecidos a nivel país.
Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC)	La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) representa el compromiso internacional de Chile en el marco del Acuerdo de París, estableciendo metas de reducción de emisiones y adaptación con enfoque territorial. La NDC actualizada de 2020 incorpora la participación de gobiernos subnacionales y un componente de adaptación territorial.	La NDC orienta la acción climática a nivel regional y local, promoviendo la integración de metas y medidas concretas en los planes y políticas subnacionales. De este modo, asegura que los compromisos internacionales se traduzcan en acciones efectivas y medibles en el territorio.
Plan Regional para la Reducción de Riesgo de Desastres BioBío	Al alinear los planes comunales con el PARCC, se optimizan recursos y se fortalece la resiliencia frente a riesgos climáticos, contribuyendo al cumplimiento de metas regionales de sostenibilidad y reducción de emisiones.	La integración de este plan en la gestión comunal permite que las políticas de reducción de riesgos estén alineadas con la acción climática, fortaleciendo la resiliencia de las comunidades ante eventos climáticos extremos.
Plan Regional de Emergencia BioBío Descripción	El Plan Regional de Emergencia aborda riesgos específicos como incendios forestales, erupciones volcánicas, sismos, manejo de sustancias peligrosas y abastecimiento alternativo de agua potable. Facilita un diagnóstico detallado de amenazas y coordina acciones de prevención y respuesta ante emergencias.	Este instrumento fortalece la resiliencia comunitaria y la coherencia institucional y territorial, contribuyendo directamente a la eficacia y robustez de los planes comunales de acción climática.
Estrategia Regional de Desarrollo Biobío Descripción	La Estrategia Regional de Desarrollo define prioridades y lineamientos para el desarrollo sostenible de la región, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.	Alinear los planes comunales de cambio climático con esta estrategia asegura que las acciones de adaptación y mitigación estén integradas en los planes de desarrollo regional, promoviendo una transición hacia un modelo de desarrollo más resiliente y sostenible.

Instrumento	Descripción	Relación con el Cambio Climático
Política Pública Regional para la Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios 2024-2035 de la Región del Biobío	La Política Pública Regional para la Gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios 2024-2035 de la Región del Biobío es un instrumento estratégico que orienta la gestión integral de los residuos domiciliarios en la región. Su objetivo es promover la reducción en la generación de residuos, el fortalecimiento de la valorización y reciclaje, la modernización de la infraestructura y la gestión eficiente de los servicios asociados, bajo un enfoque de economía circular. La política establece lineamientos, metas y acciones concretas para avanzar hacia una gestión sustentable, involucrando a los municipios, la ciudadanía y el sector privado, y considerando la protección ambiental y la salud pública como ejes centrales.	La implementación de esta política regional aporta de manera significativa a los esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel local, ya que la gestión eficiente de residuos contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la disposición final y tratamiento inadecuado de desechos. Además, fomenta la adopción de prácticas responsables y sostenibles en las comunas, facilitando la alineación de las acciones municipales con los desafíos climáticos actuales y potenciando la coherencia entre las estrategias regionales y comunales en materia de gestión ambiental y planificación territorial frente al cambio climático.
Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) de la Región del Biobío	El Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) de la Región del Biobío es un instrumento estratégico de planificación que orienta la organización, uso y aprovechamiento del territorio regional bajo criterios de sustentabilidad, equidad y desarrollo equilibrado. El PROT define lineamientos para la localización de actividades productivas, la protección de recursos naturales, la gestión de riesgos y la articulación de sistemas urbanos y rurales, considerando las particularidades ambientales, sociales y económicas del territorio. Además, integra variables clave como la gobernanza, la infraestructura, la protección ambiental y la participación ciudadana, buscando una gestión territorial coherente con la visión de desarrollo regional a largo plazo, que promueva la resiliencia frente al cambio climático, el desarrollo inclusivo y el bienestar de las comunidades locales.	La aplicación del PROT favorece la coherencia y complementariedad de las acciones locales frente a los desafíos climáticos, ya que sus directrices y zonificaciones permiten identificar áreas prioritarias para la protección ambiental, la gestión de riesgos y la adaptación territorial. De este modo, el PROT proporciona un marco de referencia para que los instrumentos comunales de gestión climática puedan alinearse con los objetivos regionales, facilitando la integración de criterios de sustentabilidad, resiliencia y uso eficiente del territorio en la planificación y ejecución de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.
Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas	El Convenio 169 de la OIT mandata a los Estados a consultar a los pueblos indígenas sobre medidas que les afecten directamente, garantizando su participación en la toma de decisiones y respetando sus derechos territoriales y culturales. Esto implica reconocer sus conocimientos tradicionales y	El Convenio 169 de la OIT establece obligaciones para el Estado respecto a la protección de los derechos colectivos de los pueblos indígenas, particularmente en relación con la gestión territorial y los procesos de desarrollo. En el contexto de la acción climática

Instrumento	Descripción	Relación con el Cambio Climático
	asegurar que los beneficios del desarrollo sean compartidos equitativamente, promoviendo su autonomía y protegiendo su identidad.	comunal, este instrumento exige que las medidas adoptadas para enfrentar el cambio climático consideren la participación efectiva de los pueblos indígenas, respeten sus conocimientos tradicionales sobre el manejo sostenible de recursos naturales, y protejan sus territorios y formas de vida.
Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2014-2019	El PLADECO 2014-2019 de Tirúa constituye una herramienta de planificación estratégica de mediano plazo, orientada al desarrollo armónico, sustentable e inclusivo del territorio comunal. A partir de un diagnóstico participativo y una visión territorial con enfoque intercultural, el instrumento identifica desafíos estructurales en acceso a servicios básicos, vulnerabilidad ambiental y condiciones socioeconómicas. Estos elementos son consistentes con las bases del Plan Comunal de Cambio Climático, en tanto promueve un desarrollo local resiliente, con pertinencia cultural y con lineamientos que permiten abordar la adaptación climática, el manejo de recursos naturales y la equidad territorial.	En la dinámica de la planificación comunal, el PLADECO establece un marco estratégico que, al definir prioridades y orientar la gestión local, habilita la incorporación de enfoques que abordan escenarios ambientales cambiantes. De este modo, el despliegue de acciones y programas vinculados a la adaptación y mitigación de impactos climáticos encuentra un espacio natural dentro de las directrices de desarrollo propuestas por el municipio, permitiendo que la respuesta frente a nuevos desafíos ambientales se integre de manera orgánica en la proyección del territorio.
Política Local Medioambiental de la Municipalidad de Tirúa	La Política Local Medioambiental de Tirúa es un instrumento de gestión que orienta la planificación ambiental de la comuna, integrando principios de sustentabilidad, pertinencia cultural, participación ciudadana y saberes mapuche. Establece ejes rectores como la calidad de vida, la identidad cultural, la agroecología y la soberanía alimentaria, y promueve la educación ambiental, la gestión sustentable de residuos, la protección del agua y la restauración ecológica, bajo un enfoque de derechos y en armonía con la legislación nacional y los valores locales.	Esta política fortalece la coherencia de la gestión ambiental local, facilitando la integración de la cultura y el conocimiento tradicional en la toma de decisiones y acciones frente a desafíos como el cambio climático, la escasez hídrica y la degradación ambiental. Su enfoque participativo y transversal contribuye a la resiliencia territorial y la sustentabilidad, alineándose con los objetivos de los planes comunales de cambio climático y otros instrumentos regionales y nacionales.
Plan Comunal para la Reducción de Riesgo de Desastres de Tirúa (marzo 2025)	Es un instrumento operativo que establece procedimientos y protocolos para la gestión de emergencias y desastres en la comuna. Contempla la identificación de amenazas, la organización de recursos, la coordinación interinstitucional y las acciones de respuesta y recuperación, con el objetivo de	Este plan es fundamental para fortalecer la capacidad de respuesta local ante riesgos asociados al cambio climático, como incendios, inundaciones o sequías. Su articulación con la planificación ambiental y climática permite una gestión integral del territorio, asegurando que las medidas de adaptación y reducción de

Instrumento	Descripción	Relación con el Cambio Climático
	proteger a la población y reducir los impactos de eventos adversos.	vulnerabilidades sean efectivas y estén alineadas con la protección de la comunidad y el entorno.
Plan de Desarrollo Turístico de la Comuna de Tirúa (PLADETUR Tirúa 2015)	El Plan de Desarrollo Turístico de Tirúa (PLADETUR) es un instrumento de planificación local que orienta el desarrollo turístico sustentable de la comuna, valorizando los recursos naturales y culturales, e integrando la participación de actores públicos, privados y la comunidad local. Su objetivo general es “generar una carta de navegación en materia de turismo, para conducir de una manera eficiente a la comuna hacia el desarrollo turístico sustentable, que valore los recursos naturales y culturales existentes, promueva la identidad local, genere oportunidades económicas para la población y potencie un modelo de turismo responsable, inclusivo y en armonía con el entorno.	El Plan de Desarrollo Turístico de la comuna de Tirúa promueve el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y culturales locales, integrando la participación activa de la comunidad y el respeto por la identidad territorial. Esta orientación favorece la coherencia con enfoques de gestión ambiental y desarrollo sustentable, aportando a la diversificación económica y a la resiliencia del territorio frente a desafíos actuales.
Estrategia Energética Local (EEL) – Comuna de Tirúa	La Estrategia Energética Local (EEL) de la comuna de Tirúa constituye un instrumento de planificación energética territorial que contribuye de manera directa a los objetivos del Plan Comunal de Cambio Climático. Su diseño participativo, con pertinencia sociocultural y enfoque de equidad, permite integrar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático mediante la promoción de energías renovables no convencionales (ERNC), la mejora de la eficiencia energética y la disminución de la vulnerabilidad energética local, especialmente en zonas rurales e indígenas. La EEL, al impulsar un desarrollo energético sostenible, fortalece la resiliencia comunitaria, promueve la descentralización energética y fomenta la transición hacia un modelo energético más justo, bajo en emisiones y acorde con las realidades territoriales de la comuna.	La Estrategia Energética Local de Tirúa promueve la planificación y gestión sustentable de los recursos energéticos del territorio, priorizando la eficiencia y el desarrollo de energías renovables a través de procesos participativos y considerando las particularidades sociales y ambientales de la comuna. Este enfoque contribuye a fortalecer la capacidad local para enfrentar desafíos ambientales y avanzar hacia un desarrollo más resiliente e inclusivo.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

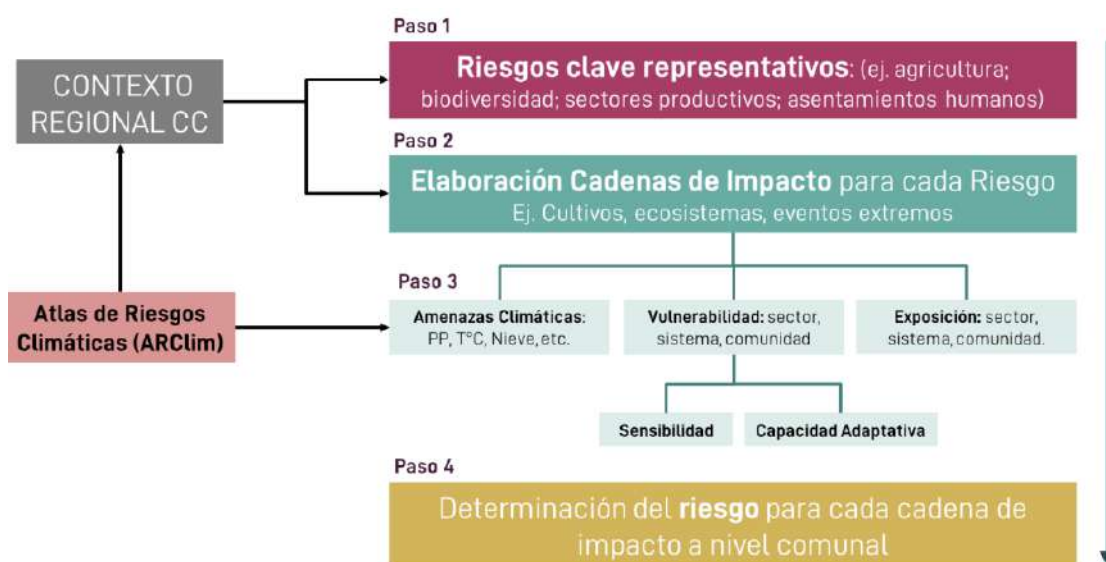
3. Diagnóstico y Estrategia de Adaptación

A continuación, se desarrolla el diagnóstico de cambio climático de la comuna. Lo anterior, permitirá fundamentar el desarrollo de los riesgos, amenazas y vulnerabilidades de la comuna de Tirúa.

3.1. Elementos claves para la evaluación del riesgo

Para determinar el riesgo climático es necesario definir e identificar los principales problemas o impactos ocurridos en relación al cambio climático, o los escenarios que se proyectan en la comuna. Luego, se debe identificar los sistemas o subsistemas de interés, que se ven afectados en el presente o se verán afectados en el futuro, sus principales amenazas climáticas y los indicadores de exposición y vulnerabilidad (dado por la sensibilidad y capacidad adaptativa) del sistema amenazado (ver **Figura 3.1.1**).

Figura 3.1.1. Proceso de determinación del riesgo climático



Fuente: MMA, 2023.

Para ello, se utilizó el Atlas de Riesgos Climáticos (ARCLim), una plataforma basada en el marco metodológico del IPCC AR5 (2014) y GIZ y EURAC (2017), que contiene 62 cadenas de impacto que permiten identificar la secuencia de eventos e interacciones que ocurren desde las amenazas climáticas hasta los impactos finales en los sistemas socioeconómicos y ambientales. Esta herramienta proporciona un marco estructurado para evaluar y analizar cualitativa o cuantitativamente los factores que componen el riesgo. A su vez, entrega insumos relevantes para desarrollar estrategias de adaptación, que permitan abordar la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la comuna en base al desarrollo de las cadenas de impacto. A continuación se describen los factores:

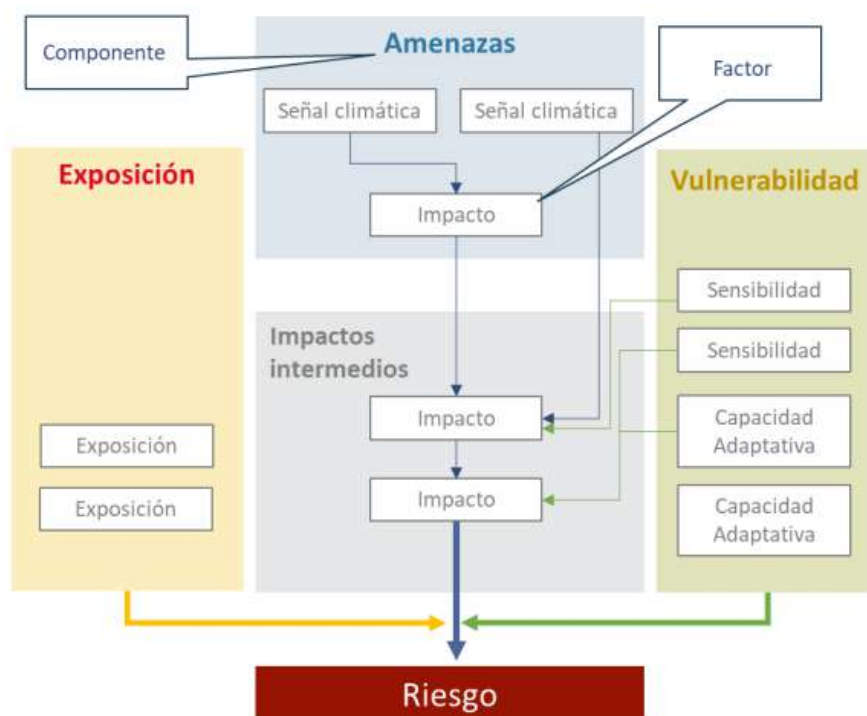
- **Amenazas climáticas:** Corresponde a una condición climática cuya potencial ocurrencia puede resultar en pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, como también en daños y pérdidas de propiedad, infraestructura, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y recursos medioambientales.

Entre ellos se encuentran: sequía, aluviones, efecto del fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), entre otros.

- **Exposición:** Consiste en la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios y recursos ambientales, infraestructura, o activos económicos, sociales o culturales, en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente por la amenaza climática.
- **Vulnerabilidad:** Propensión o predisposición a ser afectado negativamente por los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación de los ecosistemas, comunidades, territorios o sectores. Este proceso permite definir los sectores, comunidades o sistemas con condiciones más vulnerables, y que por ende, pueden requerir atención prioritaria.
 - **Sensibilidad:** Se refiere a la susceptibilidad de un sistema o comunidad a sufrir daños o perturbaciones debido al cambio climático. Determinada por todos los factores no climáticos que afectan directamente las consecuencias de un evento climático, lo que incluye atributos físicos, sociales, económicos y culturales propios del sector.
 - **Capacidad adaptativa:** Capacidad de las personas, instituciones, organizaciones y sectores para enfrentar, gestionar y superar las condiciones adversas, utilizando las habilidades, recursos, valores, creencias y oportunidades disponibles. Una alta capacidad adaptativa implica que un sistema puede ajustarse y minimizar los impactos negativos.

La **Figura 3.1.2** muestra la estructura de una cadena de impacto en donde cada componente del riesgo es determinado en base a diferentes factores.

Figura 3.1.2. Estructura de las cadenas de impacto



Fuente: ARClím, 2020, en base a IPCC 2014 y GIZ y EURAC 2017.

3.2. Cálculo del riesgo para cada cadena de impacto

Para calcular el riesgo se utiliza la metodología definida por el IPCC, donde la relación entre la amenaza, exposición y vulnerabilidad dará como resultado el riesgo, cuyo cálculo corresponde al último paso dentro del proceso de elaboración de una cadena de impacto.

La fórmula propuesta para calcular el riesgo en cada cadena de impacto a nivel comunal es:

$$R = A \times E \times V$$

$$V = (S \times 1/CA)$$

Donde:

R = Riesgo

A = Amenaza

E = Exposición

V = Vulnerabilidad

S = Sensibilidad y;

CA = Capacidad Adaptativa

A partir de la revisión del consolidado de ARClím y las cadenas de impacto identificadas para el contexto comunal, se definieron las siguientes cadenas de impacto aplicables a la comuna de Tirúa (Tabla 3.3.1). Luego de un proceso de validación con el equipo municipal,

se seleccionaron aquellas que cuentan con mejor información disponible y claridad en las metodologías utilizadas para la cuantificación de los componentes del riesgo climático (cadenas ensombrecidas).

3.3. Cadenas de impacto comuna de Tirúa

La selección de las cadenas de impacto fue a partir de los resultados del proceso participativo. Estos consideraron:

- La aplicación del Cuestionario Territorial a funcionarios municipales, el cual consistió en una serie de preguntas con el objetivo de entender y realizar un diagnóstico sobre los impactos y acciones que actualmente existen en la comuna respecto al cambio climático (CC).
- Desarrollo del Taller N°1 de Participación, abierto a toda la comunidad. Este tuvo por objetivo la construcción del perfil de amenazas de la comuna, la localización de los distintos riesgos por medio de cartografías participativas, y la identificación de oportunidades y medidas a implementar por medio del PACCC.

La sistematización de resultados de ambas actividades buscó asegurar que las prioridades identificadas estuvieran alineadas con las necesidades locales. Junto a la contraparte municipal, se seleccionaron las siguientes cadenas de impacto. Su revisión se sustenta en los distintos índices y datos cuantitativos identificados en la plataforma ARClím y la revisión bibliográfica respectiva.

Tabla 3.3.1. Cadenas de impacto identificadas y seleccionadas⁹

Sector	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6	CD7
Salud y Bienestar Humano	Anegamientos de asentamientos costeros	Inundaciones	Seguridad hídrica doméstica urbana	Seguridad hídrica doméstica rural	Incendios en asentamientos urbanos	Anegamientos de asentamientos costeros	Inundaciones
Recursos Hídricos	Inundaciones por desbordes de ríos	Inundaciones en zonas urbanas	Riesgo de disponibilidad de agua superficial para fines ambientales	Riesgo en el aprovechamiento de agua superficial en riego	Sequías hidrológicas		
Bosques Nativos	Incendios en bosques nativos	Verdor en bosques nativos					
Pesca artesanal	Pérdida de desembarque pesquero artesanal						
Agricultura	Cambio en la capacidad de carga de bovinos de leche	Cambio en la capacidad de carga de ovinos	Cambio de productividad cultivo de papa en secano	Cambio en la productividad de praderas			

⁹ Las cadenas de impacto seleccionadas se demarcan en azul

Sector	CD1	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6	CD7
Biodiversidad	Degradación de humedales costeros	Pérdida de fauna por cambios de temperatura	Pérdida de flora por cambios de temperatura				
Plantaciones forestales	Incendios en plantaciones forestales						

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.3.1. Cadena de impacto N°1: Seguridad Hídrica Doméstica Rural

La seguridad hídrica se reconoce como la posibilidad de acceder al agua en cantidad y calidad adecuada para el sustento humano, salud y desarrollo socioeconómico, considerando las particularidades ecosistémicas de cada cuenca y promoviendo la resiliencia frente a amenazas como la sequía, crecidas y la contaminación (Álvarez-Garretón et al., 2023).

Amenaza

La amenaza a nivel comunal está representada por la combinación entre la frecuencia de períodos de sequía meteorológica y el aumento de la evapotranspiración potencial. Para la frecuencia de sequía se considera como indicador los períodos con menos de 75% de precipitación acumulada respecto del periodo de referencia considerado en la modelación, mientras que el índice de evapotranspiración potencial de Penman-Monteith (ETP), representa la combinación de variables de insolación, temperatura, humedad relativa y viento. Estas variables climáticas actúan como reguladores la disponibilidad hídrica de los asentamientos humanos, tanto urbanos como rurales, por lo que el consumo de agua potable se podría ver afectado debido a la alta dependencia de los cursos naturales de agua y la disminución en los procesos de recarga de los acuíferos (Urquiza et al., 2020).

En este caso, la comuna de Tirúa presenta un índice de amenaza de 0,16 (en una escala de -1 a 1) que la clasifica con una amenaza muy baja. Sin embargo se pronostica una disminución de ~210 mm con respecto al promedio histórico (1528,8 mm). En esa misma línea, la frecuencia de sequía percibirá un notorio aumento porcentual pasando de 6,4% en el período histórico a 25,3% en el periodo futuro. Por lo tanto, la escasez hídrica se hará cada vez más presente hacia final de siglo y las necesidades de agua para los distintos usos aumentará gradualmente. En cuanto a la ETP, se prevé un aumento de 1,7 a 1,9 en el escenario futuro. Dado que la ecuación de Penman-Monteith es sensible a las variables que la componen, esto puede significar un aumento en la temperatura del aire, mayor radiación solar, cambios en la humedad relativa y también aumento de las velocidades del viento que faciliten los procesos de evapotranspiración.

Exposición

La exposición está representada por la cantidad de personas potencialmente expuestas a la inseguridad hídrica doméstica rural a futuro, cuyo indicador se construye a partir de la proyección de la población rural al 2035 tomando como base los datos del Censo 2017. Acorde a las cifras de ese censo, Tirúa es una comuna principalmente rural con 6.679 habitantes en estas áreas (64,1%), tiene un índice de exposición de 0,43 (escala de 0 a 1) que la clasifica como “moderada” y dentro de la región es la cuarta comuna que posee mayor proyección de población rural al 2035 con ~7.200 habitantes.

Es importante mencionar que los sectores rurales se pueden clasificar dependiendo del tamaño y densidad poblacional que presentan, distinguiéndose las localidades concentradas, semi concentradas y dispersas. Las concentradas son aquellas donde existe una densidad de al menos 15 viviendas por kilómetro de red y una población de más de 150 habitantes; las semiconcentradas tienen una densidad de al menos 8 viviendas por kilómetro; y las dispersas son las que tienen una densidad menor (MIDESO, 2015). Tanto en áreas concentradas como semiconcentradas, el acceso al agua está principalmente previsto por los sistemas de Agua Potable Rural (APR), actualmente Servicios Sanitarios Rurales (SSR), por lo que el mayor problema de acceso al agua se presenta en las áreas dispersas que se abastecen a través de pozos, ríos, lagos o esteros (Fundación Amulén, 2019), que no tienen regulación y garantía en cuanto a su calidad para el consumo humano.

Sensibilidad

La componente de sensibilidad de esta cadena está determinada por 14 indicadores que se consolidan en cuatro dimensiones: Condiciones territoriales (CT¹⁰), condiciones socioeconómicas (CS¹¹), condiciones etarias y de salud (CE¹²) y condiciones demográficas (CD¹³) (Urquiza *et al.*, 2020). Las fuentes de información son diversas e incluyen la Dirección General de Aguas (DGA), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO), Censo 2017, Encuestas de salud, entre otras. Acorde a estos indicadores, en Tirúa el índice relativo de sensibilidad presenta un valor de 0,97 que la clasifica con una sensibilidad “alta” (en un rango entre 0 y 1). Dentro de sus factores de sensibilidad destacan con alta ponderación; desertificación, etnicidad y tamaño del hogar.

La desertificación es un proceso donde el suelo pierde capacidades productivas debido a las variaciones climáticas y presiones antrópicas que transforman un suelo fértil en uno estéril. Las principales causas de este fenómeno son la deforestación, pérdida de cubierta vegetal por incendios, prácticas agrícolas y ganaderas poco sostenibles y una expansión urbana sin regulación que generan erosión, afectación a los acuíferos y cambios físico-químicos en el suelo (El Mostrador, 2019). Tal como se menciona anteriormente, Tirúa ha sufrido grandes daños por el reemplazo de la cubierta vegetal nativa por plantaciones forestales y los incendios que han afectado extensas áreas del secano costero en la última década (aprox. 13.120 ha). La relación entre incendios y plantaciones forestales

¹⁰ CT: Emisiones de decretos de escasez, sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento de aguas (DAA), estrés hídrico basal, huella hídrica y APRs sin DAA.

¹¹ CS: Pobreza, grado de escolaridad y hogares sin acceso al agua potable

¹² CE: Población (<5 años y <65 años) y riesgo nutricional.

¹³ CD: Hogares con mujeres jefas de hogar, población migrante, población de pueblos originarios y hacinamiento.

será analizada en mayor profundidad en la cadena de impacto (CDI) “Incendios en plantaciones forestales”.

Por otra parte, el grado de etnicidad también figura como un factor relevante. En la comuna el 71% de habitantes se declara perteneciente a algún pueblo originario (principalmente mapuche 99%), que dadas sus características geográficas de costa, se identifican como comunidades lavkenche, o “gente de mar”. Si bien a nivel comunal el porcentaje es alto, para el contexto nacional sigue siendo bajo y, por ende, grupos subrepresentados. Por último, en cuanto al tamaño del hogar, el Censo 2017 indica que en Tirúa se contabilizaron 3.351 hogares donde habitan 3,1 personas promedio. Si a este indicador se le suma la condición de etnicidad, se obtiene que el 75% de los habitantes se declara como parte de algún pueblo originario (INE, 2017). Estos factores indican la relevancia de considerar la perspectiva indígena en cualquier acción que se quiera implementar en el territorio, ya sea de adaptación o mitigación.

Resiliencia

Esta componente está representada por la capacidad de respuesta y adaptación comunal frente a las distintas amenazas climáticas. En este caso, la capacidad de respuesta se analiza en 3 dimensiones; diversidad, redundancia y conectividad, mientras que la capacidad de adaptación se evalúa en términos de la gestión municipal y la vinculación municipal con la ciudadanía. De esta forma, la resiliencia considera una compilación de 31 indicadores, entre los que se encuentran la existencia de actividades económicas productivas expuestas a amenazas, la tasa de establecimientos de salud cada 100.000 habitantes, el porcentaje de población en situación de aislamiento, la existencia de instrumentos de planificación territorial, la existencia de espacios municipales de expresión e integración multicultural, entre otros.

Tirúa presenta un índice de resiliencia de 0,31 (en una escala de 0 a 1) que la clasifica con resiliencia baja. Los factores más preponderantes de este indicador son varios y apuntan a diversas dimensiones. Una de ellas es la gestión municipal, donde existen avances en materia de ordenamiento territorial y gestión de riesgo de desastres, pero no se evidencia mayor desarrollo en materia de cambio climático. El municipio no está dentro del Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), tampoco cuenta con una estrategia de comunicación sobre cambio climático que permita socializar conceptos a la comunidad, ni un perfil climático comunal actualizado dentro de la Red Chilena de Municipios. De hecho, no existen estaciones de monitoreo meteorológico de larga data que permitan construir un periodo histórico de referencia para hacer proyecciones con mayor robustez. Lo que en el contexto productivo de la comuna es muy relevante para monitorear los cultivos respecto de su desarrollo y necesidades hídricas. En este sentido, para asegurar una mejor gestión hídrica se requiere mayor capacitación, sistemas de riego tecnificado, sistemas de embalses de pequeña y mediana escala, sistemas de alerta temprana que vayan informando al agricultor con varios meses de anticipación el estado de los recursos hídricos y sus proyecciones a mediano plazo (ODEPA, 2016)

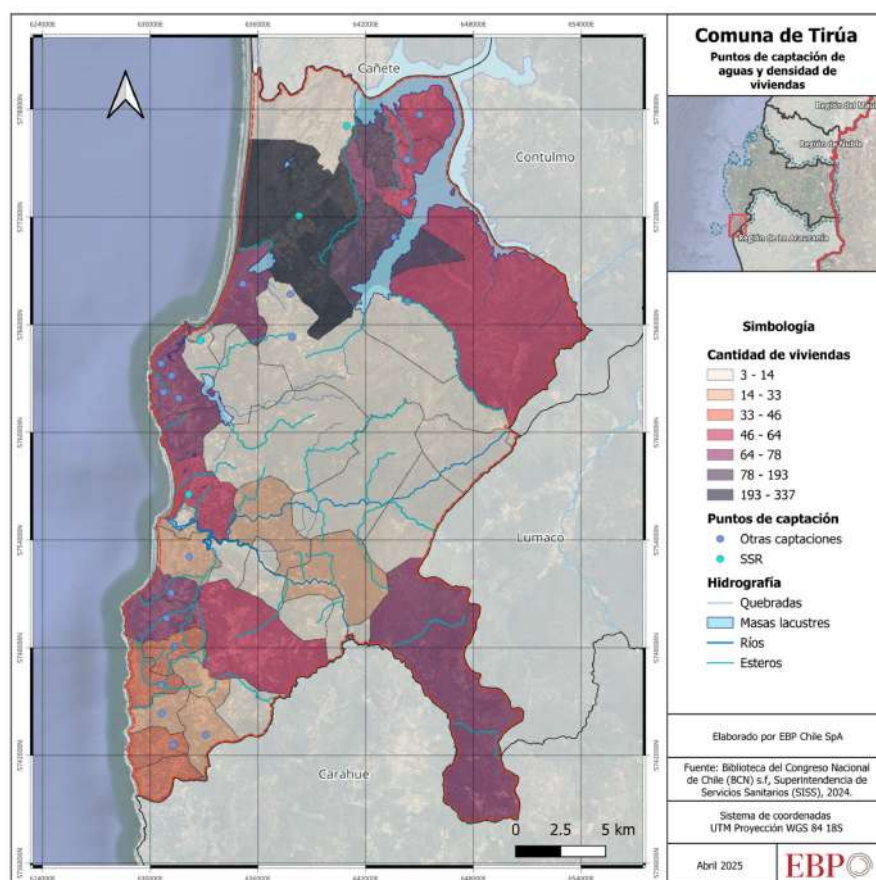
Otros factores relevantes corresponden a las localidades aisladas, déficit habitacional, riesgo de desertificación, degradación de las tierras y sequía. Las localidades aisladas responden a la configuración del sistema rural antes mencionado. En el caso de Tirúa, distintas localidades y servicios (establecimientos educacionales y salud) reciben agua potable a través de camiones aljibe, ya que no cuentan con sistemas de Agua Potable

Rural (APR) o Servicios Sanitarios Rurales (SSR) que provean continuamente el recurso. Esto significa la entrega de aproximadamente 2.500 m³ (2,5 millones de litros) mensuales y 29.675 m³ (29,6 millones de litros) al año que abastecen a 253 familias del sector rural (36.550 litros diarios), centros de salud y escuelas (44.750 litros diarios). En cuanto al déficit habitacional, un estudio realizado por la Fundación Urbanismo Social y Déficit Cero detalla que la comuna tiene un Déficit Habitacional Potencial (cifras 2021) de 326 viviendas. Esto se correlaciona con el contexto nacional, ya que la Región del Biobío es la tercera región con mayor déficit habitacional del país (Urbanismo Social y Déficit Cero, 2022).

Riesgo

Finalmente, el índice relativo de cambio en riesgo considerando todas las componentes previamente expuestas es de 0,32 (en una escala de 0 a 1), que clasifica a Tirúa con riesgo bajo. Este valor está mayormente representado por las condiciones de sensibilidad que se presentan en la comuna y la resiliencia (capacidad adaptativa), ambos factores fueron los más preponderantes del análisis de componentes. Por su parte, la alta sensibilidad tiene relación condiciones territoriales de estrés hídrico y, adicionalmente, con el alto porcentaje de etnicidad que tiene Tirúa, mientras que la baja resiliencia se vincula con la necesidad de desarrollar la gestión municipal hacia la adaptación y mitigación del cambio climático, considerando una mirada holística e integral de la sociedad y sus comunidades.

Figura 3.3.1.1. Cartografía de puntos de captación de aguas y densidad de viviendas.



Fuente: Elaboración propia a partir de BCN, s.f. y Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2024.

3.3.2. Cadena de impacto N°2: Incendios en plantaciones forestales

La comuna de Tirúa, enfrenta un riesgo crítico de incendios forestales debido a una combinación de factores ambientales, geográficos y antrópicos. La proporción de plantaciones forestales respecto de la totalidad comunal es de aproximadamente el 41% del territorio (17.412 hectáreas), cuya matriz forestal se compone principalmente por pinos (*Pinus radiata*) y eucaliptos (*Eucalyptus spp.*) que son especies de vasto consumo hídrico, rápido crecimiento e inflamabilidad por las características químicas de su materia vegetal. En contraste, los bosques nativos tienen una cobertura que alcanza las 6.513 ha y se encuentra altamente fragmentado en pequeños parches dentro del paisaje y zonas de bosque mixto, donde presentan alta exposición a ser afectados por los incendios.

A este escenario se suman las condiciones climáticas extremas, como la proyección de aumento en frecuencia de las olas de calor y sequía por la disminución de precipitaciones. Esto no solo afecta el vigor y/o verdor de la vegetación y la cantidad de agua disponible para los distintos usos, sino que también genera el escenario ideal para la propagación del fuego donde la materia vegetal está más seca.

Los incendios pueden generar grandes pérdidas y amenazar gravemente la seguridad de las comunidades locales, especialmente en áreas rurales cercanas a plantaciones forestales. Además, las infraestructuras críticas, como caminos, servicios básicos, asistencia de Carabineros y Bomberos, enfrentan mayores riesgos en su operatividad si no hay protocolos establecidos, ni cobertura que de abasto en coherencia con la magnitud de los incendios. Por otra parte, también afecta la economía local de subsistencia por el daño a cultivos, infraestructura y cabezas de ganado del sector silvoagropecuario.

Amenaza:

La amenaza para esta cadena de impacto se vincula con el aumento en la incidencia que tienen las olas de calor, sobre la ocurrencia de los incendios forestales de mayor magnitud. Si bien la metodología para evaluar esta condición se realiza tomando como referencia olas de calor sobre 30°C. Por la ubicación geográfica de Tirúa se analizó con temperaturas que superaran los 25°C, como indica la **Figura 2.3.1.2.2**, en ella se puede evidenciar que desde el 2035 en adelante las olas de calor se harán más frecuentes y alcanzarán los 4 días promedio en la proyección futura. Según datos de ARClím, el índice de amenaza actual es de 0,0001, proyectándose un incremento a 0,0087 para el período 2035-2065 bajo el escenario climático RCP 8.5. Aunque estas cifras no muestran un aumento sustancial en una escala de 0 a 1, es un resultado sesgado a nivel metodológico que no considera en la modelación la influencia costera.

Históricamente, Tirúa ha enfrentado eventos significativos de incendios forestales que evidencian su alta exposición y vulnerabilidad al riesgo. En la temporada de 2001-2002 ocurrieron 98 incendios que consumieron aproximadamente 6.634,6 ha considerando plantaciones¹⁴, vegetación natural¹⁵ y otras superficies¹⁶, en la temporada 2014-2015 se contabilizó un total de 127 incendios que consumieron ~6.600 ha considerando los

¹⁴ Pino, Eucaliptus y otras spp

¹⁵ Arbolado nativo, matorral y pastizal

¹⁶ Agrícola y desechos

misimos tipos de cobertura. Sin embargo, desde 1984 hasta la fecha, siempre han ocurrido incendios en Tirúa que se diferencian principalmente en el tipo de cobertura quemada y la magnitud de los daños.

Exposición:

Tirúa presenta un alto nivel de exposición a los incendios forestales con un índice de 0,6 (en una escala de 0 a 1), que la clasifica con exposición moderada-alta. Acorde a los datos de ARCLim, la densidad de las plantaciones forestales se estima empleando información disponible de cobertura y tipo de vegetación del periodo 2010-2018, donde esta cobertura representa el 47% del territorio comunal, mientras que el bosque nativo cubre sólo un 17%. Ante este nivel de exposición es relevante evaluar las condiciones de accesibilidad de la red de caminos rurales, ya que este factor influye en la capacidad de respuesta ante las emergencias y también en las vías de evacuación de las comunidades colindantes en caso de incendios forestales.

Sensibilidad

La comuna de Tirúa presenta una elevada sensibilidad ante incendios forestales, con un índice de 0,9 (escala de 0 a 1), lo que la posiciona entre las comunas más vulnerables del país frente a este tipo de amenazas. Este valor refleja una alta probabilidad de daño en caso de ocurrencia de incendios, derivada de las condiciones socioambientales presentes en el territorio.

Entre los factores que explican esta sensibilidad se encuentra la amplia cobertura de vegetación combustible, donde las plantaciones forestales representan el 47% de la superficie comunal, seguidas por praderas (23%), bosques nativos (17%) y matorrales (9%). Estas coberturas favorecen la propagación del fuego, especialmente en condiciones climáticas adversas.

A nivel humano, la comuna posee una densidad poblacional de 16,48 habitantes por kilómetro cuadrado y una densidad de viviendas de 6,77 viviendas por kilómetro cuadrado, lo que incrementa el riesgo sobre la población expuesta. La distancia promedio a caminos es de 860,85 metros, lo que, si bien representa una conectividad moderada, puede dificultar el acceso rápido de brigadas en sectores más aislados. Por otro lado, la distancia promedio a centros urbanos es de 12 km, lo que limita la capacidad de respuesta inmediata desde servicios urbanos en caso de emergencia.

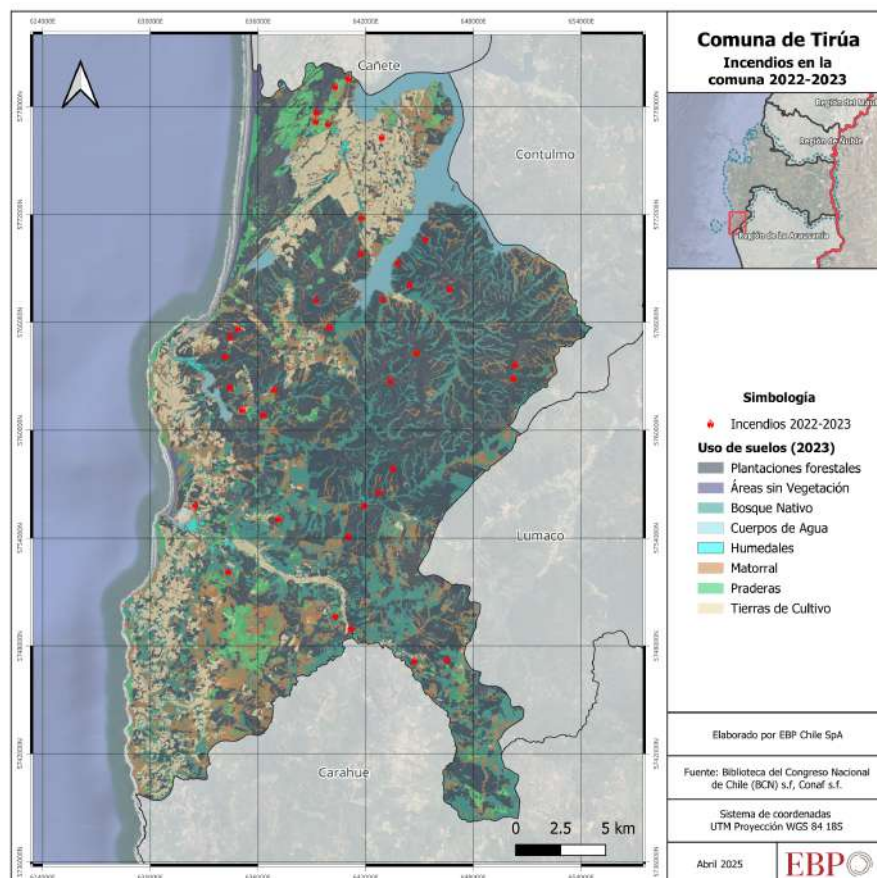
Desde el punto de vista topográfico, Tirúa presenta una elevación promedio de 230,88 metros y una pendiente media de 9,26 grados, condiciones que pueden favorecer el comportamiento errático del fuego y aumentar la velocidad de propagación en zonas de mayor inclinación.

Riesgo

Considerando todas las componentes previamente expuestas, se obtiene que la comuna presenta un riesgo de 0,024 (escala de 0 a 1). Si bien el indicador de riesgo no presenta un valor significativo. Es importante abordar aquellos componentes que tienen mayor preponderancia como la sensibilidad y exposición. En este sentido, es fundamental fortalecer la planificación territorial y las medidas preventivas, con énfasis en el

ordenamiento del uso del suelo, el manejo de vegetación combustible y la preparación comunitaria para emergencias. La estrecha interacción entre el entorno natural y las infraestructuras críticas refuerza la necesidad de una gestión del riesgo proactiva y territorialmente informada, con capacidad de respuesta adaptada a las condiciones locales.

Figura 3.3.2.1. Cartografía de incendios en la comuna de Tirúa 2022-2023.



Fuente: Elaboración propia a partir de BCN, s.f. y CONAF, s.f.

3.3.3. Cadena de impacto N°3: Cambio de productividad de cultivos de papa en secano

El cultivo de papa en sistemas de secano constituye una de las prácticas agrícolas más tradicionales y relevantes para la seguridad alimentaria, la economía rural y la identidad cultural de la comuna de Tirúa, especialmente en las comunidades mapuche lavkenche del sector norte. Históricamente desarrollado sin acceso a riego tecnificado y basado en conocimientos transmitidos generacionalmente, este cultivo, conocido como *poñi* en mapudungun, no solo es un alimento base, sino también un símbolo de la cultura local (CMPC, 2021). Sin embargo, enfrenta múltiples desafíos derivados del cambio climático, como la disminución de precipitaciones y el aumento de enfermedades asociadas a mayores temperaturas y humedad, entre ellas el atizonamiento. Estos cambios afectan directamente la productividad del cultivo, comprometiendo el autosustento de las familias productoras y sus posibilidades de desarrollo comercial. En este contexto, la cadena de impacto puede analizarse a través de los componentes de amenaza,

exposición, sensibilidad y riesgo, para comprender la vulnerabilidad de este sistema agrícola frente al cambio climático.

Según proyecciones climáticas del sistema ARClím, bajo el escenario RCP 8.5 al 2065, se espera un cambio positivo de +27,7 kg MS/ha/año en el rendimiento de papa en secano, lo que indica una leve oportunidad de incremento en productividad. No obstante, esta mejora proyectada se encuentra condicionada a la disponibilidad de agua y a una gestión agronómica adecuada, particularmente en suelos de baja fertilidad como los arenosos dominantes en la zona. Actualmente, los rendimientos comunales fluctúan entre 10 y 15 ton/ha, muy por debajo del potencial de 70 ton/ha alcanzable bajo condiciones óptimas de suelo, semilla y riego (CONADI, 2024).

El análisis de riesgo muestra un índice 0, es decir, sin riesgo aparente, lo que refleja el potencial adaptativo del territorio en términos de productividad futura. Sin embargo, esta lectura puede resultar engañosa si no se consideran factores estructurales como la alta sensibilidad del sistema (índice 0,659), la escasa disponibilidad de infraestructura de riego, y las limitaciones físicas y químicas de los suelos (CONADI, 2024).

A continuación, se presentan las distintas componentes que son analizadas para determinar el riesgo del cambio de productividad de cultivos de papa en secano para la comuna por efectos del cambio climático.

Amenaza

Según el visor oficial ARClím, bajo el escenario climático RCP8.5, se proyecta un aumento neto de 27,7051 kg de materia seca por hectárea al año en el rendimiento del cultivo de papa en secano para el período 2035–2065, en comparación con el periodo histórico 1980–2010. Esta amenaza, a diferencia de otras cadenas, se presenta como una oportunidad climática, en tanto podría permitir una leve mejora del rendimiento. Sin embargo, esta mejora es altamente condicionada por la reducción de las precipitaciones proyectada en un 13,6% hacia 2069, la concentración de lluvias fuera del ciclo agrícola y el aumento de eventos extremos, como periodos de sequía estival. Además, el incremento de temperatura y humedad durante el ciclo del cultivo favorece la propagación de enfermedades fúngicas como el tizón tardío y el atizonamiento, capaces de reducir o incluso destruir cultivos completos si no se implementan medidas sanitarias adecuadas (INIA, 2022). Por tanto, la amenaza climática es ambigua, aunque el modelo indica un aumento de rendimiento, las condiciones reales podrían neutralizar o revertir este efecto si no se acompaña de una respuesta técnica adaptativa.

Exposición

La exposición del territorio a esta amenaza es alta. La comuna presenta una superficie cultivada de 450,66 hectáreas de papa en condiciones de secano, concentradas mayoritariamente en el sector norte, en predios familiares de pequeña escala, donde el cultivo forma parte central de la dieta y de los ingresos familiares. La exposición no es solo territorial, sino también funcional y cultural, ya que muchas familias dependen exclusivamente del cultivo de papa para el autoconsumo, la venta en ferias y el intercambio comunitario. Esta condición se ve intensificada por la ausencia histórica de infraestructura de riego y la ubicación de los cultivos en sectores de media ladera, con alta

pendiente, baja retención hídrica y deficiente acceso a servicios básicos (CONADI, 2024). Iniciativas como la cooperativa “Poñi, papas de Tirúa” han intentado reducir esta exposición mediante el fortalecimiento organizacional y el acceso a asesoría técnica, fertilizantes e insumos, logrando aumentar la superficie cultivada y la producción total de 5 a 19 hectáreas (CMPC, 2021). Sin embargo, la mayor parte del sistema productivo comunal sigue expuesta a condiciones climáticas adversas sin los recursos necesarios para mitigarlas.

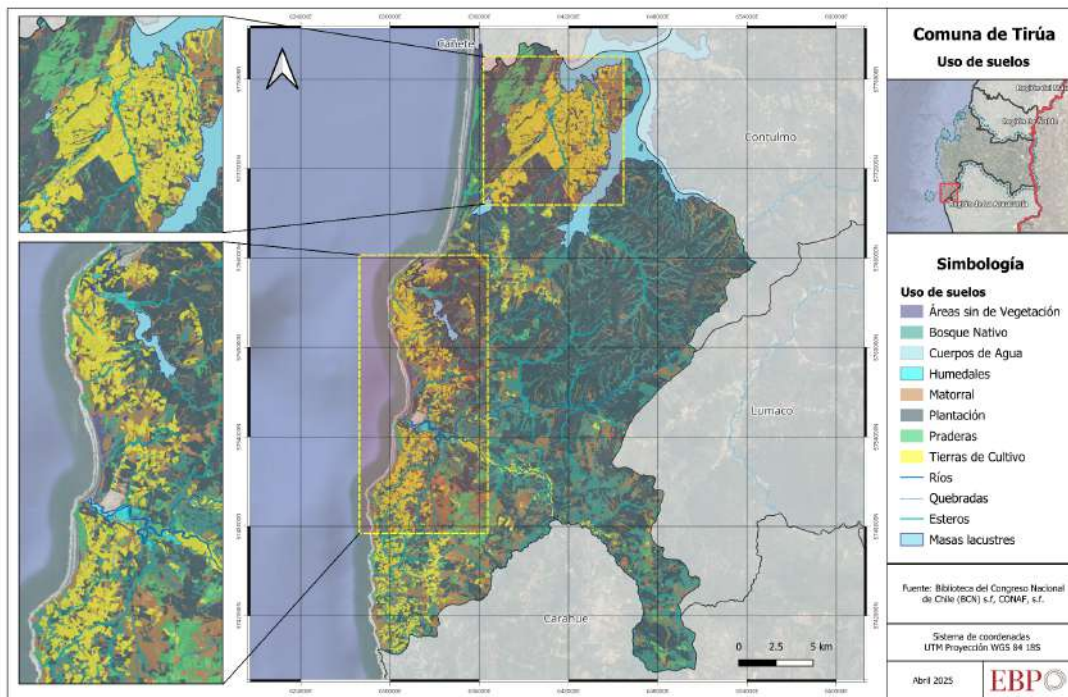
Sensibilidad

La sensibilidad del sistema agrícola de papa en Tirúa es alta, con un índice de 0,659 según ARClím. Este valor refleja la suma de múltiples factores estructurales: baja calidad de los suelos (ácidos, con baja materia orgánica y bajo fósforo disponible), uso predominante de semillas no certificadas con alta carga patógena, y rendimientos reales muy por debajo del potencial agronómico (CONADI, 2024). Mientras que con buen manejo agronómico, riego y semilla certificada, el cultivo podría alcanzar 70 toneladas por hectárea, en Tirúa los rendimientos habituales oscilan entre 10 y 15 ton/ha (INIA, 2022). Estudios del INIA han identificado una brecha de rendimiento de hasta un 73% en la provincia de Arauco, una de las más altas del país. Esta brecha se explica también por la ausencia de análisis de suelo, la escasa mecanización, la falta de acceso a fertilizantes y el desconocimiento de calendarios óptimos de plantación. La sensibilidad se agrava en sectores donde la presión por enfermedades como la sarna común y el pie negro es alta, y donde los métodos de control son limitados. Si bien experiencias como la cooperativa Poñi han demostrado que el acceso a semillas seguras, análisis de suelo y manejo técnico pueden duplicar o triplicar la producción, estos beneficios aún no alcanzan al conjunto del sistema comunal (CMPC, 2021).

Riesgo

El índice de riesgo calculado por ARClím para el cultivo de papa en secano en Tirúa es 0, dado que el modelo climático proyecta una mejora del rendimiento. Sin embargo, esta evaluación no refleja adecuadamente la situación real del territorio. La convergencia de alta exposición, alta sensibilidad y baja capacidad adaptativa configura un escenario de riesgo real, especialmente para la agricultura familiar campesina. La falta de sistemas de riego, infraestructura de almacenamiento y canales de comercialización, junto con las barreras económicas para acceder a insumos básicos, impiden capitalizar los potenciales beneficios del cambio climático. En este contexto, el riesgo debe considerarse al menos moderado, en tanto cualquier evento climático extremo —como un verano seco prolongado— puede comprometer la seguridad alimentaria local y los ingresos de muchas familias. El fortalecimiento de iniciativas como el Proyecto Lleulleu, los ensayos de nuevas variedades del SAG en la provincia de Arauco y la expansión de la estrategia de Poñi son claves para reducir esta vulnerabilidad estructural y avanzar hacia un sistema agrícola más resiliente y sostenible.

Figura 3.3.3.1. Cartografía de usos de suelos en la comuna de Tirúa.



Fuente: Elaboración propia a partir de BCN, s.f. y CONAF, s.f.

3.3.4. Cadena de impacto N°4: Pérdida de desembarque pesquero artesanal

En la comuna de Tirúa, la pesca artesanal constituye una actividad económica esencial. Los pescadores locales se dedican a la captura y comercialización de diversos productos marinos, incluyendo peces como la corvina y el robalo, mariscos como el loco y la jaiba, y la recolección de algas, especialmente el cochayuyo. Estas actividades no solo abastecen a los mercados locales, sino que también representan una fuente vital de sustento para muchas familias de la zona.

La pesca artesanal en Tirúa tiene profundas raíces en la cultura mapuche lavkenche, que históricamente ha habitado esta región costera. A lo largo del tiempo, la comunidad ha mantenido prácticas pesqueras tradicionales, transmitidas de generación en generación, que forman parte integral de su identidad cultural y sustento económico.

A continuación, se presentan las distintas componentes que son analizadas para determinar el riesgo de pérdida de desembarque pesquero artesanal para la comuna de Tirúa por efectos del cambio climático.

Amenaza

La componente de amenaza de esta cadena está representada por la variación en los niveles de temperatura y precipitación en la comuna. Según los datos presentados en la caracterización climática, se observó que durante el período 2016–2024, la comuna de

Tirúa ha mostrado una estabilidad térmica notable según los registros de la estación Ponotro. Las temperaturas máximas anuales se han mantenido cercanas a los 14,5 °C, con una leve disminución hacia 2024, mientras que las medias han oscilado entre 11,5 y 12 °C y las mínimas entre 8,5 y 9,2 °C. Este comportamiento evidencia un patrón estacional claro, con veranos más cálidos y descensos progresivos en otoño e invierno, lo que incide directamente en la actividad pesquera artesanal. Sin embargo, las proyecciones climáticas anticipan un aumento sostenido de la temperatura hacia mediados de siglo, con incrementos en las medias, mínimas y máximas, y una mayor frecuencia de eventos térmicos extremos como olas de calor y noches cálidas, lo que podría afectar la distribución de especies marinas y las condiciones de trabajo en la pesca.

En cuanto a precipitaciones, los datos del mismo período revelan una alta variabilidad interanual, con un promedio anual de 1.716,7 mm, fluctuando entre un mínimo de 1.131,6 mm y un máximo de 2.071,4 mm. La distribución es marcadamente estacional, concentrando más del 50 % de las lluvias en los meses de invierno y veranos predominantemente secos, acorde al clima templado lluvioso con influencia mediterránea del sur de Chile. Aunque no se observa una tendencia clara de aumento o disminución en las precipitaciones totales anuales, las proyecciones climáticas sugieren que hacia el futuro podría haber una mayor concentración de lluvias en eventos intensos y una posible disminución del total anual, especialmente en primavera y verano, lo que incrementa los riesgos de sequías y lluvias extremas, con potencial impacto en la infraestructura y operaciones pesqueras.

Respecto a eventos climáticos extremos, Tirúa ha sido afectada históricamente por marejadas, inundaciones y tsunamis. Las marejadas, asociadas a fuertes vientos y oleaje inusual, han causado daños frecuentes en la morfología de las playas y en la infraestructura de caletas como Quidico, generando pérdidas de arena y afectando las faenas pesqueras. Además, la comuna fue impactada por el tsunami de 1960 y, más recientemente, por el maremoto de 2010, que destruyó gran parte de la zona baja de Tirúa, incluyendo instalaciones pesqueras y embarcaciones. Estos eventos extremos han evidenciado la vulnerabilidad del sector pesquero local y la necesidad de adaptar la infraestructura y las operaciones ante un clima cada vez más severo.

Analizando estas dos variables, es que ARClím presenta un índice de amenaza igual a 0.5, siendo este considerado bajo.

Exposición

La pesca artesanal en las caletas de Tirúa y Quidico representa un pilar fundamental para la economía local, no solo por su aporte directo al empleo de más de 1.500 personas en la comuna, sino también por su rol en la seguridad alimentaria y el desarrollo cultural de la zona. Este sector productivo genera ingresos esenciales para las familias y comunidades costeras, promoviendo además la sustentabilidad mediante prácticas tradicionales y el manejo responsable de los recursos marinos.

El estudio de la componente de exposición se basa en el riesgo de pérdida de biomasa capturada, cuantificada a través de los desembarques registrados por caleta entre 2007 y 2017. Las variables clave incluyen:

- 1) desembarque de peces
- 2) desembarque de algas
- 3) desembarque de invertebrados (moluscos y crustáceos).

La comuna posee unos 50 km de borde costero, lo que representa una fuerte potencialidad para el uso de los recursos hidrobiológicos costeros y marinos, actividad que en esta comuna ha sido desarrollada tradicionalmente por comunidades mapuche Lavkenche (Municipalidad de Tirúa, 2014). Entre recursos ícticos más importantes, se encuentran la reineta, lenguado, pescada, róbalo, pejegallo, corvina, jurel y sierra. Además, se recolectan piures, locos, tacas, almejas, lapas, erizos, jaibas, cochayuyo, lucche, gelillo, luga y huiro (Sit Rural, 2024). Según registros del ARClím, se presentan a continuación el desembarque total de recursos en la Caleta Quidico y Tirúa entre los años 2007 y 2017, con sus respectivos índices de exposición y riesgo de pérdida de desembarque pesquero:

Tabla 3.3.4.1. Desembarque de recursos en Caleta Quidico entre los años 2007 y 2017

Tipo de recurso	Desembarque	Índice de exposición	Riesgo
Algas	122 ton	0.264	0.0363
Peces	5505 ton	0.878	0.0984
Invertebrados	1076 ton	0.716	0.1207
Total	6703 ton	0.606	0.083

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ARClím, 2025.

Tabla 3.3.4.2. Desembarque de recursos en Caleta Tirúa entre los años 2007 y 2017

Tipo de recurso	Desembarque	Índice de exposición	Riesgo
Algas	9179 ton	0.773	0.058
Peces	2986 ton	0.84	0.063
Invertebrados	3842 ton	0.84	0.063
Total	16006 ton	0.725	0.054

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de ARClím, 2025.

Sensibilidad

El análisis de la componente de sensibilidad arroja un valor de 0.15 y 0.275 para las caletas de Tirúa y Quidico, respectivamente. Esto se evalúa por medio de las variables asociadas al número de pescadores inscritos por caleta, el estatus de la pesca artesanal, la riqueza

específica de los desembarques y la concentración de la actividad pesquera, asociándose estas últimas tres variables a la tendencia, riqueza y concentración, respectivamente, de la actividad pesquera según los registros de desembarque presentados en las Tablas **3.3.4.1** y **3.3.4.2**.

De acuerdo a datos de SERNAPESCA, los registros de las caletas de Tirúa y Quidico concentran un total de 1.522 pescadores inscritos, cuya distribución por categoría implica los oficios de Armador Artesanal, Buzo, Pescador artesanal, Recolector de orilla, alguero o buzo apnea. La distribución entre los oficios antes mencionados se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.3.4.3. Registro de oficios de la pesca artesanal en caleta de Tirúa y Quidico

Caleta	Armador Artesanal	Buzo	Pescador artesanal	Recolector de orilla, alguero o buzo apnea	Total
Tirúa	67	55	318	413	853
Quidico	73	80	318	413	669
Total general	306	5	8	319	1522

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sernapesca, 2025.

En cuanto a las embarcaciones, datos de Sernapesca indican los siguientes tipos de embarcaciones:

Tabla 3.3.4.5. Registro de embarcaciones en caleta de Tirúa y Quidico

Caleta	Botes a motor	Bote a remo	Lanchas	Total
Tirúa	159	3	8	162
Quidico	159	3		157
Total general	306	5	8	319

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Sernapesca, 2025.

Capacidad adaptativa

El análisis de la capacidad adaptativa para esta cadena de riesgo está dada por la existencia de obras de abrigo y el tiempo de existencia de Áreas de Manejo de Recursos Bentónico (AMERB), arrojando índices de capacidad adaptativa igual a 0.649 y 0.1 en las caletas de Quidico y Tirúa, respectivamente.

La comuna de Tirúa cuenta con tres Áreas de Manejo y Recolección de Recursos Bentónicos (AMERB). Estas áreas son instrumentos de gestión pesquera que permiten a las comunidades artesanales administrar de manera sustentable zonas específicas del fondo marino para la extracción de recursos bentónicos, como moluscos y crustáceos, los cuales han sido fundamentales para promover la conservación y recuperación de especies, además de fortalecer la organización comunitaria y la seguridad alimentaria. Estas áreas facilitan la participación directa de los pescadores en la gestión y control de los recursos, contribuyendo a una pesca responsable y a la mitigación de impactos ambientales, lo que resulta clave para la sostenibilidad del sector artesanal local.

Por otro lado, se cuentan con cuatro Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios (ECMPO), una figura jurídica creada por la Ley N° 20.249 (Ley Lavkenche) que reconoce y protege el uso ancestral y consuetudinario que las comunidades indígenas, especialmente las mapuche lavkenche, han realizado sobre el borde costero y marino. Estos espacios, otorgados en administración a las asociaciones de comunidades indígenas, permiten resguardar sus prácticas tradicionales de pesca, recolección y otros usos culturales, asegurando la conservación de los recursos y el respeto a sus derechos territoriales. En Tirúa, la reciente firma del primer convenio para la administración de un ECMPO marca un hito en la gestión participativa y sostenible del territorio marítimo, fortaleciendo la autonomía y el desarrollo de las comunidades originarias (Municipalidad de Tirúa, 2025).

En la caleta de Quidico, recientemente se inició la construcción del “Frente de Atraque Caleta Quidico”, una obra de abrigo que contempla un muelle de 40 metros de longitud con chaza en tres niveles, una explanada de trabajo de aproximadamente 900 metros cuadrados, una rampa de acceso y protección costera mediante escollera. Esta infraestructura, con una inversión cercana a los 4 mil millones de pesos financiada por el Ministerio de Obras Públicas dentro del Plan Buen Vivir, busca mejorar las condiciones de operación, seguridad y acceso para las embarcaciones y trabajadores de la pesca artesanal, además de responder a una demanda histórica de la comunidad local (Diario Concepcion, 2025)

Además, se han implementado diversas medidas para fortalecer el sector, como la instalación de plantas de procesamiento y hielo, entrega de equipamiento de seguridad para pescadores y apoyo a la organización comunitaria mediante capacitaciones y formalización de gremios. Esto ha permitido que las comunidades locales agreguen valor a sus productos mediante la elaboración de congelados, conservas y ahumados, fortaleciendo así la economía local y promoviendo la formalización de emprendimientos liderados mayoritariamente por mujeres (GORE Biobío, 2024).

Riesgo

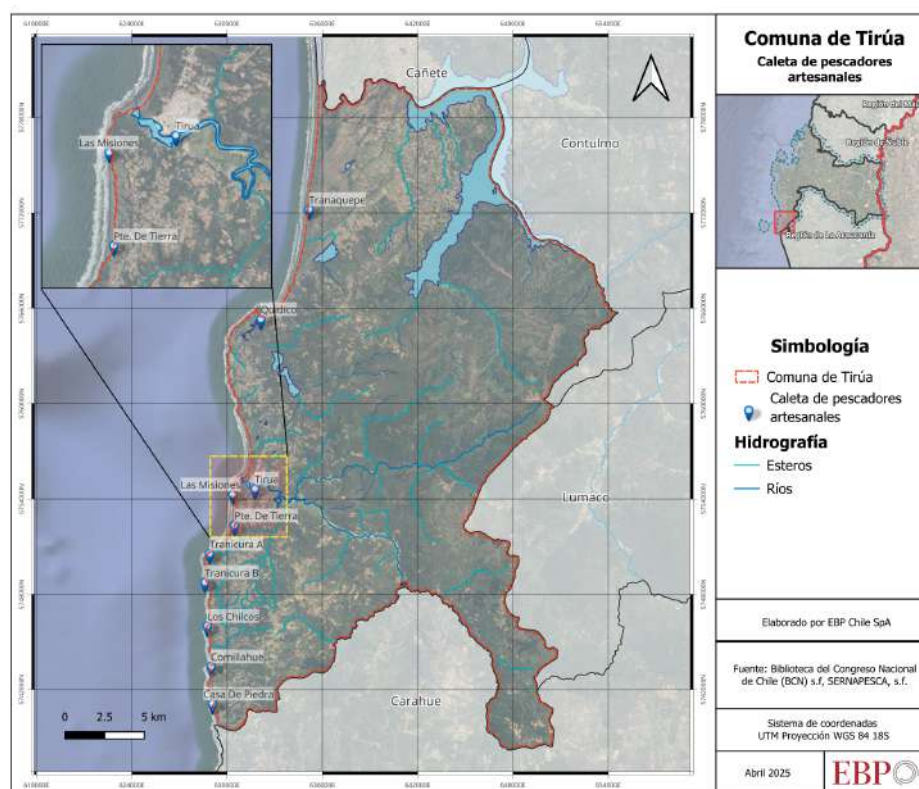
Considerando las variables antes mencionadas, se determinan los siguientes índices de riesgo para ambas caletas en análisis:

- **Caleta Quidico:** Presenta un índice de riesgo igual a 0.169, considerado como Bajo-Moderado según la clasificación de ARClím. Esto se justifica principalmente por la combinación de una amenaza climática actualmente baja, dada la estabilidad térmica y pluviométrica observada en la última década, junto a una exposición moderada basada en el volumen y diversidad de recursos

desembarcados, que incluyen peces, invertebrados y algas. Además, la caleta está trabajando en el fortalecimiento de su infraestructura de su muelle.

- **Caleta Tirúa:** Presenta un índice de riesgo igual a 0.1, considerado como Bajo-Muy Bajo según la clasificación de ARClím. Frente a las mismas condiciones de amenazas climáticas, el índice de riesgo es menor a la caleta Quidico, lo que se sustenta en una mejor infraestructura existente.

Figura 3.3.4.1. Cartografía de caletas de pescadores artesanales en la comuna de Tirúa.



Fuente: Elaboración propia a partir de BCN, s.f. y SERNAPESCA, s.f.

3.3.5. Cadena de impacto N°5: Degradación de humedales costeros

La comuna de Tirúa cuenta con una importante extensión de humedales costeros que forman parte integral de su borde costero marítimo y lacustre.

Amenaza

El análisis de la componente de amenaza evalúa el aumento de las cotas de inundación costera por cambio proyectado en el nivel del mar y cambios en el setup del oleaje. Para la comuna de Tirúa, arroja un índice de amenaza igual a 0.73.

El ascenso proyectado del nivel medio del mar representa una amenaza significativa para la infraestructura y las comunidades costeras de Tirúa. Según proyecciones del Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2019), se estima que el nivel del mar podría aumentar entre

23 y 29 cm hacia fines del siglo XXI en la zona sur del país, lo que agravaría la exposición de zonas bajas como caletas, desembocaduras y humedales presentes en Tirúa.

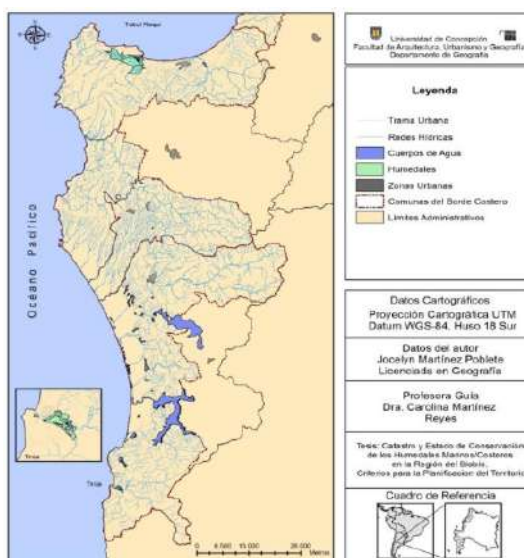
Exposición y sensibilidad

Las componentes de exposición y sensibilidad de esta cadena vienen dadas por características propias de los humedales presentes en la comuna, como su ubicación, tipo, tamaño y superficie que comprende dentro de la comuna. Para Tirúa, se presentan índices de exposición y sensibilidad iguales a 0.7869 y 0.6319, respectivamente.

Se estima que el 0.6% de la superficie comunal está compuesta de humedales, comprendiendo una extensión de 404,8 hectáreas en total (Simef, 2018). Dentro de la plataforma SIMBIO (consultado en mayo del 2025), se declara la presencia de humedales en la Desembocadura del Río Tirúa, el Estero Colcuma, Laguna Quidico, Playa Quidico, Playa Tirúa, Río Quidico, Sector Tirúa N°4, Sistema de humedal Río Quidico.

Se destaca como marino-costero el humedal Desembocadura Río Tirúa, del tipo estuario, comprendiendo una superficie de 142,95 hectáreas (Martínez, 2016), donde las aguas dulces del río Tirúa se mezclan con las aguas saladas del océano Pacífico. También, en el informe de “Diagnóstico de Sitios de Valor Ecosistémico en la comuna de Tirúa y localidad de Quidico” (Cabrera et. al., 2018), se hace mención de un humedal tipo costero denominado marisma en la localidad Quidico, el cual se caracteriza por ser un importante centro de biodiversidad tanto de flora como de fauna, presentando vegetación característica de humedales que se alimentan de aguas salobres con constante influencia marina. En el informe se destaca el deterioro sostenido a lo largo del tiempo que ha sufrido el humedal por la alta degradación resultado de actividades humanas que son incompatibles para el desarrollo de los valores ecosistémicos del sistema en cuestión.

Figura 3.3.5.1. Delimitación de humedales marinos costeros de la región de Biobío



Fuente: Elaboración de UDEC.

Capacidad Adaptativa

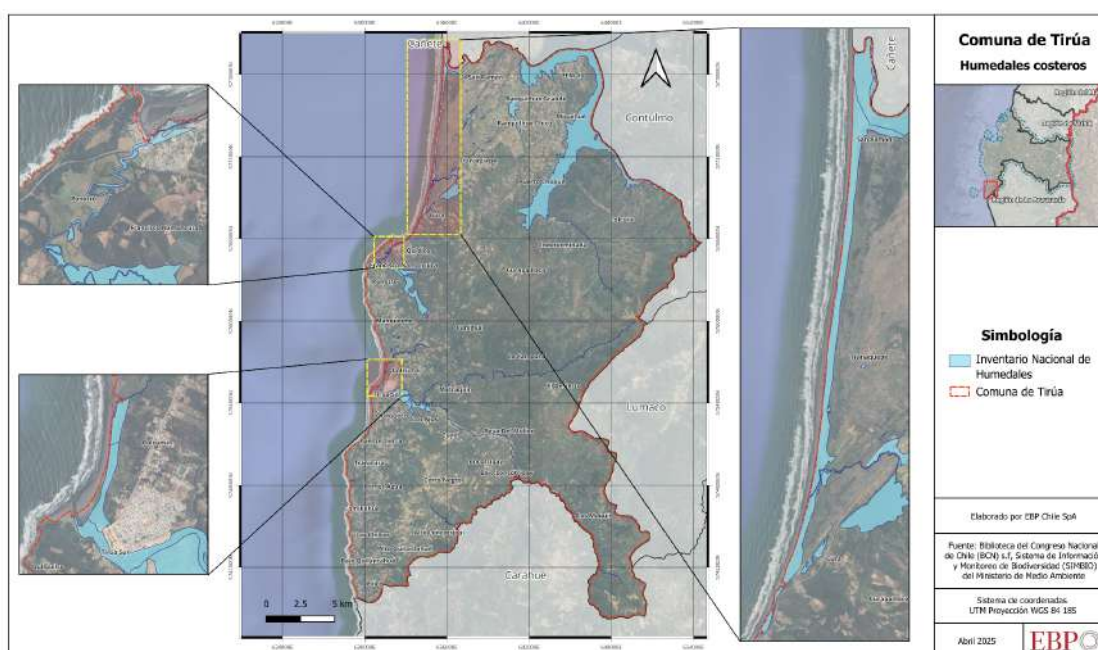
La componente de capacidad adaptativa viene dada por las distintas figuras de protección de humedales que puedan ser adoptadas para estos ecosistemas. Hasta la fecha, la comuna de Tirúa no cuenta con humedales oficialmente reconocidos o protegidos bajo figuras legales como el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), la Red Nacional de Humedales (RENAMU) o la Ley 21.202 de Humedales Urbanos. No existen registros públicos de declaratorias formales de humedales en Tirúa por parte del Ministerio del Medio Ambiente ni de solicitudes presentadas por la municipalidad para su reconocimiento oficial.

De igual forma, estos ecosistemas podrían ser candidatos para su protección bajo la Ley 21.202, que permite declarar humedales urbanos ubicados total o parcialmente dentro del límite urbano, ya sea por iniciativa del Ministerio del Medio Ambiente o a solicitud del municipio. Esto representa una oportunidad para que la Municipalidad de Tirúa, en colaboración con comunidades locales y organizaciones ambientales, impulse procesos de identificación, caracterización y postulación de estos humedales a instrumentos de protección

Riesgo

El índice de riesgo de inundación costera para los humedales de la comuna de Tirúa es de 0.7, considerado como Medio por ARCLIM. Este valor refleja la amenaza significativa que representa el aumento proyectado del nivel del mar junto con los cambios en el set-up del oleaje, que incrementan las cotas de inundación en la zona costera. A esto se suma la alta exposición y sensibilidad de estos ecosistemas, que carecen actualmente de figuras legales de protección, limitando la capacidad adaptativa frente a este riesgo.

Figura 3.3.5.2. Cartografía de humedales costeros en la comuna de Tirúa.



Fuente: Elaboración propia a partir de BCN, s.f. y el Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO) del Ministerio de Medio Ambiente.

4. Áreas de trabajo y medidas estratégicas para la adaptación y mitigación al cambio climático

Las áreas de trabajo y sus respectivas medidas estratégicas se organizan en torno a los principales desafíos y oportunidades identificados para la comuna:

1. Seguridad hídrica rural y gestión sostenible del recurso agua

- Mejoramiento de infraestructura de Servicios Sanitarios Rurales (SSR), incluyendo ampliación de redes, optimización de fuentes y tecnologías de monitoreo remoto.
- Fortalecimiento de fuentes alternativas de abastecimiento (captación de aguas lluvias, sistemas comunitarios de pozos regulados) especialmente en sectores rurales dispersos.
- Capacitación a comités y cooperativas de agua en gestión del recurso, operación y mantenimiento.
- Promoción del uso eficiente del agua en el hogar y la producción mediante educación comunitaria y entrega de kits domiciliarios.
- Restauración ecológica de microcuencas y bordes de esteros para asegurar la recarga de acuíferos.

2. Prevención y control de incendios forestales

- Plan de ordenamiento territorial que limite la expansión de plantaciones exóticas en zonas críticas y fomente la restauración de bosque nativo.
- Implementación de cortafuegos, fajas libres de vegetación y manejos silviculturales en zonas de interfaz urbano-rural.
- Fortalecimiento de brigadas comunitarias de emergencia y capacitación en primeros auxilios, evacuación y control de incendios.
- Creación de un sistema local de alerta temprana y difusión pública en períodos de riesgo alto.
- Programas de educación ambiental y sensibilización sobre manejo del fuego en escuelas y organizaciones locales.

3. Adaptación del sistema productivo campesino

- Fomento de prácticas agroecológicas y cultivos resilientes como variedades de papa adaptadas a sequía y enfermedades.
- Promoción de bancos de semillas locales, capacitación en manejo de plagas y uso de bioinsumos.
- Desarrollo de infraestructura rural de pequeña escala: cosecha de agua lluvia, riego por goteo y bodegas de almacenamiento.
- Fortalecimiento de cooperativas agrícolas con enfoque territorial para agregar valor a la producción local.
- Diversificación productiva con apicultura, horticultura, crianza de aves y turismo rural.

4. Protección de los ecosistemas costeros y humedales

- Postulación de los principales humedales al reconocimiento por la Ley 21.202 de Humedales Urbanos.
- Restauración ecológica de bordes costeros y plan de manejo para el humedal Desembocadura del Río Tirúa.
- Plan de monitoreo comunitario de calidad del agua y biodiversidad en humedales costeros y lacustres.
- Control de fuentes de contaminación y regulación del uso de suelos en zonas aledañas.
- Integración de figuras de protección en la planificación comunal (PRC y planes de borde costero).

5. Fortalecimiento del sector pesquero artesanal frente al cambio climático

- Implementación de infraestructura resiliente al clima: frentes de atraque, plantas de hielo y bodegas seguras.
- Ampliación y fortalecimiento de las Áreas de Manejo y ECMPO con enfoque participativo y de soberanía territorial.
- Capacitación en agregación de valor, procesamiento y comercialización sustentable de productos marinos.
- Desarrollo de protocolos de emergencia y plan de evacuación para caletas ante eventos extremos.
- Fomento de la innovación local: embarcaciones más eficientes, tecnologías de seguimiento marino y monitoreo de cambios climáticos.

6. Educación ambiental, cultura mapuche y participación comunitaria

- Diseño de programas de educación climática para escuelas rurales con enfoque intercultural.
- Rescate y fortalecimiento del conocimiento ancestral mapuche lavkenche sobre gestión del territorio, el agua y la biodiversidad.
- Promoción de liderazgos comunitarios y redes de mujeres en adaptación climática.
- Instalación de mesas de gobernanza territorial participativas en zonas críticas.
- Estrategia de comunicación climática comunal con enfoque en los sectores rurales y costeros.

Cada medida estratégica considera acciones concretas, asignación de responsables municipales, cronogramas de implementación, indicadores de seguimiento, integración del enfoque de género e interculturalidad, y articulación con los instrumentos de planificación territorial vigentes de la comuna.

5. Planificación Climática Local: lineamientos estratégicos

El Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tirúa es un instrumento estratégico diseñado para abordar los desafíos que el cambio climático impone a la comuna, considerando sus particularidades territoriales, sociales y ambientales. Ubicada en la Región del Biobío, Tirúa enfrenta con especial intensidad fenómenos como sequías, lluvias extremas, incendios forestales, pérdida de verdor en los bosques, disminución de cultivos y pastizales, aumento del nivel del mar y eventos extremos como trombas marinas, los cuales deterioran la calidad de vida, la biodiversidad y las economías locales, especialmente en las zonas rurales y costeras.

Este PACCC integra medidas de mitigación y adaptación orientadas a reducir la vulnerabilidad del territorio frente a estos impactos, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo sostenible, la reducción de su huella de carbono y la resiliencia local. El plan se encuentra alineado con los instrumentos nacionales, como la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455) y la Estrategia Climática de Largo Plazo.

Para su elaboración, el PACCC de Tirúa parte de un diagnóstico climático territorial que evalúa las condiciones climáticas, los principales riesgos y vulnerabilidades del territorio, poniendo especial atención a los grupos más expuestos y a los ecosistemas estratégicos. El proceso ha incluido una activa participación ciudadana, mediante talleres y consultas que han permitido incorporar el conocimiento local y fortalecer la gobernanza climática, asegurando que las acciones propuestas respondan a las prioridades y realidades de la comuna.

Las áreas prioritarias definidas en el PACCC incluyen la seguridad hídrica, la gestión de residuos, la eficiencia energética, la conservación y restauración de ecosistemas, la infraestructura crítica y la gestión del riesgo de desastres. Estas áreas fueron seleccionadas a partir de un análisis técnico y de la consulta a la ciudadanía, priorizando aquellas con mayor impacto en la calidad de vida de los habitantes y en la capacidad de adaptación del territorio.

El PACCC de Tirúa se concibe como un documento flexible y dinámico, capaz de ajustarse a medida que se implementen las acciones y se evalúen sus resultados. Además, busca articularse con otros instrumentos de planificación comunal, como el PLADECO, el Plan Comunal para la Reducción del Riesgo de Desastres, la Política Local Medioambiental y otros, para asegurar que las acciones climáticas se integren en el desarrollo general de la comuna y no sean esfuerzos aislados.

5.1. Visión

La visión es una idealización o la meta a largo plazo que la comuna aspira alcanzar. Representa una imagen del futuro ideal, inspirando y guiando las acciones estratégicas hacia ese objetivo. En el PACCC, la visión proyecta cómo la comuna quiere verse en el futuro en términos de sostenibilidad, resiliencia y calidad de vida, como resultado de la implementación de sus acciones climáticas.

La visión del PACCC define lo siguiente:

“Tirúa se proyecta como una **comuna intercultural, consciente y resiliente**, que enfrenta el cambio climático mediante la **educación ambiental**, la **participación activa de su comunidad** y la **protección del bosque nativo, los ecosistemas costeros y el agua**. Promueve **prácticas sostenibles como la agricultura local**, la **recuperación de saberes ancestrales** y la **gestión comunitaria del territorio**, avanzando hacia un **desarrollo solidario, con equidad y respeto por su identidad lavkenche**.”

5.2. Objetivos del PACCC

5.2.1. Objetivos y metas generales del PACCC

Los objetivos y metas del PACCC están orientados a fortalecer la capacidad de adaptación y mitigación de la comuna frente al cambio climático, priorizando la protección de los recursos naturales, la reducción de emisiones, la educación ambiental y la integración de la comunidad en la gestión climática. Estos lineamientos se alinean con la Ley Marco de Cambio Climático, la Estrategia Climática de Largo Plazo y los instrumentos de planificación local, asegurando la coherencia y pertinencia de las acciones para el desarrollo sostenible de Tirúa.

5.2.1.1. *Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales.*

Este objetivo apunta a incorporar la educación ambiental en los Proyectos Educativos Institucionales, generar conciencia sobre la gestión de residuos, y promover formas sostenibles de habitar el territorio. Se prioriza el enfoque intercultural y la participación de niños, niñas, jóvenes y personas mayores, integrando contenidos sobre cambio climático, biodiversidad y cosmovisión lavkenche en espacios educativos y comunitarios.

5.2.1.2. *Objetivo 2: Promover la transición energética local con pertinencia territorial y cultural, impulsando el uso de energías renovables y tecnologías limpias.*

Este objetivo busca fomentar el desarrollo de proyectos energéticos sustentables, como sistemas solares comunitarios, incorporando procesos de participación ciudadana y consulta indígena. Se pretende reducir las emisiones locales, fortalecer la autosuficiencia energética y mejorar la equidad en el acceso a la energía, especialmente en sectores rurales y aislados.

5.2.1.3. Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.

Este objetivo se orienta a eliminar progresivamente el modelo de monocultivo forestal industrial y recuperar la triada ecológica: suelos, bosques y aguas. Se reconoce el valor sagrado de ciertos espacios naturales, promoviendo su protección desde una perspectiva ecológica y espiritual. Incluye acciones de conservación de biodiversidad marina y terrestre, restauración con especies nativas y control de amenazas.

5.2.1.4. Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.

Este objetivo busca fortalecer sistemas locales de captación, distribución y cuidado del agua mediante modelos de gobernanza participativa. Se prioriza el reconocimiento del agua como bien común, la adaptación de la infraestructura ante eventos extremos, y el uso racional y eficiente del recurso hídrico, incorporando conocimientos tradicionales y soluciones basadas en la naturaleza.

5.3. Medidas del Plan de Acción

En el marco del PACCC de Tirúa, se han definido un conjunto de medidas que abordan los principales desafíos climáticos del territorio, integrando acciones de adaptación, mitigación y medios de implementación. Estas medidas han sido diseñadas considerando las características sociales, ambientales y geográficas de la comuna, y se articulan con instrumentos de planificación como el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO), Plan Comunal de emergencia, Plan Comunal para la Reducción del Riesgo de Desastres, entre otros, asegurando coherencia y pertinencia en su ejecución. Su formulación responde a la capacidad local para coordinar actores públicos, privados y comunitarios, movilizar recursos y fomentar la participación ciudadana.

Las medidas de adaptación, mitigación y/o de medios de implementación se estructuran en torno a los siguientes ejes temáticos:

- **Gestión Hídrica:** Promover el uso eficiente, seguro y sustentable del recurso hídrico, asegurando su disponibilidad y calidad para el consumo humano, los ecosistemas y las actividades productivas
- **Gestión Energética:** Avanzar hacia un modelo energético seguro, autónomo y sustentable, basado en energías limpias y renovables, disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles
- **Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad:** Proteger, restaurar y gestionar de forma sostenible los ecosistemas marinos y terrestres de la comuna, enfrentando amenazas como las especies invasoras e incendios forestales, asegurando la continuidad de sus servicios ecosistémicos y su biodiversidad.

- **Gestión de Residuos:** Reducir, reutilizar y reciclar los residuos generados en la comuna, mejorando su gestión y disposición final.
- **Gestión de Riesgos de Desastre:** Fortalecer la preparación y capacidad de respuesta de la comuna ante emergencias y desastres asociados al cambio climático.
- **Infraestructura Crítica:** Adaptar, proteger y mantener en condiciones seguras la infraestructura y servicios esenciales para la comunidad frente a eventos climáticos extremos.
- **Educación y Cultura Ambiental:** Fortalecer la conciencia ambiental y climática de la comunidad a través de la educación formal, no formal y comunitaria, fomentando la participación activa, el rescate de saberes locales y la corresponsabilidad en la protección del territorio y sus recursos.

Las medidas definidas en este Plan de Acción se construyeron a partir de una revisión exhaustiva de planes, programas e iniciativas previamente desarrolladas por el municipio, así como de instrumentos de gestión climática pertinentes y alineados con la realidad territorial y la ambición climática de la comuna. En este proceso, se identificaron y priorizaron aquellas acciones que responden a los principales riesgos climáticos, fuentes de emisión y prioridades estratégicas del territorio, en coordinación con el municipio y la comunidad local. Cada medida se presenta mediante una ficha que detalla acciones concretas, responsables, plazos, fuentes de financiamiento, indicadores de progreso, enfoque de género e interculturalidad, y sinergias con instrumentos de gestión existentes.

5.3.1. Medidas de Adaptación, Mitigación y Transversales

A continuación, se presenta el listado de medidas de adaptación, mitigación y transversales para la implementación del PACCC, las cuales se detallan en la **sección 5.3.3**.

Tabla 5.3.1.1. Medidas del PACCC

Tipo	Eje Temático	Nombre de la Medida	Nº Acciones
Adaptación	Gestión hídrica, Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros para la adaptación al Cambio Climático	5
	Gestión de Riesgo de Desastres	Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria	5
	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	Restauración con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático	4
	Gestión Hídrica y Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático	4
	Infraestructura crítica	Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático	5
	Gestión Hídrica	Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros	4

Tipo	Eje Temático	Nombre de la Medida	Nº Acciones
	Gestión de Riesgo de Desastres	Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial	5
	Conservación de ecosistemas y biodiversidad	Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático	3
Mitigación	Gestión hídrica, Gestión energética, Gestión de residuos	Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	4
Transversal	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	Viveros Comunitarios Interculturales para Restauración y Soberanía Alimentaria frente al Cambio Climático	7
	Educación y cultura ambiental	Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático	5
	Gestión de Residuos	Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios	5
	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos	5
	Educación y cultura ambiental	Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático	5
	Educación y cultura ambiental	Gobernanza climática local y articulación con actores clave	6

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3.2. Proyectos emblemáticos

Los proyectos emblemáticos nacen de la priorización de los proyectos del plan de acción durante el proceso participativo, en el cual se establecieron 2 proyectos emblemáticos. Estos proyectos, estratégicamente seleccionados, serán el emblema del PACCC y buscarán ser ejecutados con prioridad con el fin de darle un impulso al lanzamiento de este. En esa misma línea, los proyectos que se definieron están orientados a educación, gestión y movilidad sostenible, características fundamentales del Plan de Acción.

Tabla 5.3.2.1. Proyecto emblemático N°1

Proyecto Emblemático N°1	
Nombre	<i>Elaboración e Implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros para la adaptación al Cambio Climático</i>
Resultado de priorización	Prioridad Alta y Temporalidad: Elaboración del Plan: Corto plazo (2026-2031) e Implementación del Plan: Mediano plazo (2026-2036)
Descripción del proyecto	
Se elaborará un Plan Comunal de Manejo Integrado de Cuencas y Protección de Ecosistemas Costeros que incluirá acciones como restauración ribereña, de dunas, implementación de drenajes sostenibles y estabilización de suelos. Se priorizarán zonas afectadas por erosión e inundaciones, aplicando un enfoque de soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la calidad ambiental y la seguridad de las comunidades.	
Acciones	
● Acción 1: Diagnóstico participativo de cuencas hidrográficas y ecosistemas costeros en coordinación con DGA. ● Acción 2: Diseño del Plan Comunal de Manejo Integrado con enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, liderado por la Municipalidad. ● Acción 3: Implementación de restauración ribereña, de dunas. ● Acción 4: Instalación de sistemas de drenajes sostenibles y estabilización de suelos en zonas prioritarias, coordinado con DOM y SISS. ● Acción 5: Capacitación y sensibilización comunitaria sobre conservación y manejo sostenible, con participación de organizaciones locales.	
Fuentes de financiamiento	
● FNDR Programa de Recuperación del Enfoque de Manejo Sustentable de la Tierra PREMST ● Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente ● Programa de Mejoramiento Urbano y Equipamiento Comunal (PMU) ● CONADI ● Subsecretaría de Obras Públicas ● Fondos concursables de la Dirección General de Aguas para manejo de cuencas	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tabla 5.3.2.2. Proyecto emblemático N°2

Proyecto Emblemático N°1	
Nombre	<i>Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático</i>
Resultado de priorización	Prioridad Baja y Temporalidad en el Corto plazo (2026-2031)
Descripción del proyecto	
La medida busca integrar la educación ambiental y climática en todos los niveles educativos municipales de Tirúa, incluyendo contenidos sobre cambio climático, gestión hídrica, restauración de suelos y manejo de residuos en el currículo escolar. Se implementarán talleres prácticos, salidas pedagógicas a humedales, viveros y microcuencas, y actividades abiertas a la comunidad, como charlas, ferias y campañas educativas. Se promoverá la participación de estudiantes, docentes, apoderados y organizaciones comunitarias, incorporando saberes mapuche y prácticas locales. El programa fortalecerá la conciencia ambiental y la acción climática, generando capacidades para enfrentar los desafíos ambientales y climáticos desde la educación formal y no formal.	
Acciones	
● Acción 1: Revisión y actualización del currículo escolar municipal para incorporar contenidos de cambio climático, gestión hídrica, residuos y restauración ecológica ● Acción 2: Diseño e implementación de talleres prácticos y salidas pedagógicas a humedales, viveros, microcuencas y centros de reciclaje ● Acción 3: Organización de actividades de educación ambiental abiertas a la comunidad, como ferias, charlas y campañas ● Acción 4: Capacitación a docentes, monitores ambientales y líderes comunitarios en educación ambiental y climática ● Acción 5: Elaboración y difusión de material educativo con enfoque intercultural y de género, integración de saberes mapuche y monitoreo del impacto	
Fuentes de financiamiento	
● Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente ● Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) ● Subvenciones de la Subdere para educación ambiental ● Fondos de la Seremi de Educación y Medio Ambiente ● Cooperación internacional (PNUD, Unión Europea) ● Fondos concursables en https://fondos.gob.cl/ (áreas: educación ambiental, cambio climático, gestión hídrica)	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3.3. Fichas de Medidas del Plan de Acción

EBP

Comuna de Tirúa

Ficha de medida N°1

Tirúa

MUNICIPALIDAD

Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)
	Objetivo específico de la medida	Identificar y cuantificar las emisiones de GEI a nivel comunal para diseñar políticas efectivas de mitigación y adaptación climática.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 2: Promover la transición energética local con pertinencia territorial y cultural, impulsando el uso de energías renovables y tecnologías limpias. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.
	Tipo	Mitigación
	Eje temático	Gestión hídrica, Gestión energética, Gestión de residuos
	Descripción breve	Elaboración del primer inventario de emisiones de GEI de la comuna, identificando las principales fuentes locales (transporte, residuos, energía, etc.), para contar con una línea base técnica que oriente la planificación de medidas de mitigación. El proceso se desarrollará con apoyo técnico y participación de actores locales, promoviendo el conocimiento comunal sobre su huella de carbono. Incluirá capacitación técnica municipal y articulación con la Seremi de Medio Ambiente y el sistema HuellaChile.
	Justificación medida	Un inventario robusto de emisiones de las acciones municipales es el primer acercamiento para el diseño de políticas climáticas efectivas, alineadas con la NDC y los compromisos del Acuerdo de París.
	Instituciones	Responsable
Coadyuvante		Dirección de Obras Municipales (DOM) Dirección de Gestión de Riesgos de Desastres Secretaría de Planificación (SECPLAN) Seremi Medio Ambiente (MMA) Corporación Nacional Forestal (CONAF)

		Servicio Agrícola Ganadero (SAG) Sector privado
	Acciones propuestas	Acción 1: Licitación de "Elaboración de un Inventario de Emisiones a Comunal" bajo la metodología Huella Chile o el Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria del GHG Protocol definiendo sus alcances de implementación. Acción 2: Generar un sistema de declaración que permita la sistematización de datos anuales/bianuales para la actualización periódica del inventario y monitorear el avance de las medidas implementadas. Acción 3: Capacitar a actores clave en la implementación del sistema y uso de los datos generados. Acción 4: Establecer estándares de reducción de emisiones GEI a través de ordenanzas municipales, enfocadas en sectores críticos dentro del municipio, como el transporte y generación de energía.
	Alcance	Beneficiarios Autoridades locales, sectores productivos y comunidades urbanas expuestas a contaminantes. Habitantes de la comuna y regiones aledañas, beneficiados por mejoras en la calidad del aire y el clima.
		Territorial Áreas urbanas y rurales del municipio con enfoque en fuentes críticas identificadas.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental) Social: Mejora de la calidad del aire y salud pública. Económico: Reducción de costos relacionados con salud y eficiencia energética. Ambiental: Disminución de emisiones y mejora en la resiliencia climática a nivel municipal.
	Plazo de implementación	Mediano plazo (2026-2036)
	Transversalización de género	Género sensible: Promueve la participación equitativa en el monitoreo y capacitación en temas climáticos.
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	- I-41 Toneladas de CO₂eq del Inventario Comunal de Gases de Efecto Invernadero - I-42 Intensidad de emisiones por n° de habitantes - I-43 Intensidad de emisiones por superficie - I-39 Reducción de emisiones de CO₂eq generada por implementación de medidas de mitigación
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	Política local medioambiental, I. Municipalidad de Tirúa: Que incluye objetivos específicos asociados a medidas de mitigación, entre ellos, gestión de residuos, la quema controlada de pastizales, entre otros. PLADECO Tirúa 2014-2019: Bajo su lineamiento estratégico 3, donde se establece el accionar e impulsar un mayor protagonismo municipal en los temas de medio ambiente.

		• PARCC Biobío: El PARCC resalta la importancia de contar con información desagregada a nivel local para orientar las acciones de mitigación. • ECLP 2050: Responde a los objetivos 1, 2 y 9 de la ECLP, al proporcionar información clave para la mitigación, fortalecer la gestión basada en evidencia para una transición hacia la carbono neutralidad y fomentar la transparencia y el acceso a datos climáticos a nivel local. • PNACC: Refuerza el principio de gestión adaptativa basada en evidencia climática, promoviendo instrumentos de diagnóstico y planificación como los inventarios locales. • Anteproyecto NDC 2025: Apoya la implementación de medidas a nivel subnacional, entregando insumos para el seguimiento del cumplimiento de metas nacionales de reducción de emisiones. • Plan Sectorial de Energía: Se alinea con el desarrollo de capacidades locales para identificar fuentes emisoras y promover medidas de mitigación energética a nivel comunal.
Financiamiento	Costo estimado total	\$16.542.893 CLP (UF444,72) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$11.245.500: Considera la elaboración del inventario de emisiones GEI y la generación de recomendaciones de mitigación • Acción 2: \$391.000: Se considera la inversión de 45 horas de un profesional municipal grado 16 para la recopilación de datos del inventario de forma anual junto con la integración de estos en la herramienta de cálculo del inventario. • Acción 3: \$4.819.500: Consideran instancias de capacitación a equipos municipales para la elaboración de inventario de emisiones de GEI. • Acción 4: \$86.890: Se considera la inversión de 10 horas de un profesional municipal grado 16 para la creación de ordenanza municipal.
	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA) Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) Programa Comuna Energética (Agencia de Sostenibilidad Energética) Fondos Municipales

Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Elaboración e Implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros para la adaptación al Cambio Climático
	Objetivo específico de la medida	Desarrollar y ejecutar un plan integral para la gestión sostenible de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas costeros de Tirúa, mediante soluciones basadas en la naturaleza que reduzcan la erosión, mitiguen inundaciones y restauren la biodiversidad, fortaleciendo la resiliencia ambiental y social de la comuna.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.
	Tipo	Adaptación
	Eje temático	Gestión hídrica, Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad
	Descripción breve	Se elaborará un Plan Comunal de Manejo Integrado de Cuencas y Protección de Ecosistemas Costeros que incluirá acciones como restauración ribereña, de dunas, implementación de drenajes sostenibles y estabilización de suelos. Se priorizarán zonas afectadas por erosión e inundaciones, aplicando un enfoque de soluciones basadas en la naturaleza para mejorar la calidad ambiental y la seguridad de las comunidades.
	Justificación medida	La comuna enfrenta desafíos críticos por erosión de suelos, degradación de ecosistemas costeros y riesgos asociados a inundaciones. La gestión integrada de cuencas y ecosistemas costeros es fundamental para proteger la biodiversidad, asegurar recursos hídricos y reducir vulnerabilidades climáticas. Esta medida responde a la necesidad de implementar soluciones naturales que aporten a la adaptación al cambio climático, alineándose con políticas nacionales y locales de gestión ambiental y desarrollo sostenible
	Instituciones	Responsable
Coadyuvante		Dirección de Gestión de Riesgos de Desastres Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO Dirección General de Aguas (DGA) Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) Seremi Medio Ambiente (MMA) Organizaciones comunitarias locales y asociaciones de usuarios de agua

	Acciones propuestas	Acción 1: Diagnóstico participativo de cuencas hidrográficas y ecosistemas costeros en coordinación con DGA. Acción 2: Diseño del Plan Comunal de Manejo Integrado con enfoque de soluciones basadas en la naturaleza, liderado por la Municipalidad. Acción 3: Implementación de restauración ribereña, de dunas. Acción 4: Instalación de sistemas de drenajes sostenibles y estabilización de suelos en zonas prioritarias, coordinado con DOM y SISS. Acción 5: Capacitación y sensibilización comunitaria sobre conservación y manejo sostenible, con participación de organizaciones locales.	
	Alcance	Beneficiarios	Comunidades rurales y urbanas de Tirúa, especialmente aquellas en zonas ribereñas y costeras vulnerables a erosión e inundaciones
		Territorial	Cuencas hidrográficas y ecosistemas costeros de la comuna, con énfasis en sectores con mayor degradación ambiental.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Mayor seguridad y calidad de vida para poblaciones vulnerables; fortalecimiento de capacidades locales. Económico: Reducción de pérdidas económicas por desastres naturales; generación de empleo en actividades de restauración Ambiental: Recuperación de ecosistemas ribereños y costeros; mejora en la calidad del agua y suelo; aumento de la biodiversidad.
	Plazo de implementación	Elaboración del Plan: Corto plazo (2026-2031) Implementación del Plan: Mediano plazo (2026-2036)	
	Transversalización de género	Transformadora en género: Promoviendo la participación activa y liderazgo de mujeres en todas las etapas del plan, desde el diagnóstico hasta la implementación y monitoreo, asegurando que las acciones respondan a las necesidades diferenciadas de género y contribuyan a la equidad y empoderamiento femenino.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-44 Porcentaje de cuencas y ecosistemas costeros con planes de manejo integrados implementados a nivel comunal. • I-4 Superficie restaurada con cobertura vegetal • I-14 Número de especies nativas plantadas en zonas de restauración ecológica • I-30 Número de salidas educativas realizadas a entornos naturales o ecosistemas locales • I-24 Número de hectáreas diagnosticadas como prioritarias para conservación y manejo sustentable • I-45 Reducción porcentual de áreas con erosión e inundaciones recurrentes.	
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros	• Plan RRD Tirúa: Analiza y propone medidas frente a eventos de inundaciones, sequías y marejadas.	

	instrumentos de gestión	• Política Local Medioambiental, I. Municipalidad de Tirúa: Que incluye objetivos específicos asociados a medidas de adaptación, entre ellos, Plan Protección Agua, Plan de Restauración Ecológica, Educación Ambiental. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Bajo su lineamiento estratégico 3, donde se establece el accionar e impulsar un mayor protagonismo municipal en los temas de medio ambiente. • PARCC Biobío: Se vincula con la Medida de Adaptación N°1 "Estrategias para Fortalecer la Capacidad de Adaptación de los Sistemas Hídricos: Monitoreo, Restauración de Ecosistemas y Gestión de Infraestructura". • ECLP 2050: se alinea con los objetivos 3, 4, 5 y 8 de la ECLP, al fortalecer la adaptación basada en ecosistemas, mejorar la gestión hídrica, promover la restauración de paisajes degradados y fomentar la participación de comunidades locales en la planificación territorial con enfoque inclusivo y equitativo. • PNACC: Apoya la integración de los ecosistemas en la planificación comunal como estrategia de adaptación basada en la naturaleza, fortaleciendo la gobernanza local para la gestión hídrica y costera. • Plan de Adaptación al Cambio Climático para la Biodiversidad: Complementa la línea de acción sobre planes de manejo de ecosistemas frágiles y zonas costeras, con foco en restauración y monitoreo. • Plan Sectorial Silvoagropecuario: Refuerza el manejo de cuencas con enfoque en servicios ecosistémicos, seguridad hídrica y restauración de paisajes productivos. • Plan Nacional de Adaptación: Articula herramientas de planificación y manejo local para implementar acciones adaptativas multisectoriales en ecosistemas estratégicos.
Financiamiento	Costo estimado total	\$257.5080.732 CLP (UF9.890,98) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$15.838.750: Considera el desarrollo de estudios descriptivos de cuencas y microcuencas, junto con la revisión de información científica para la caracterización de ecosistemas marinos y costeros. Considera la entrega de conclusiones, recomendaciones y/o sugerencias para el abordaje de brechas o acciones de gestión. • Acción 2: \$24.500.000: Considera el diseño de planes de administración y manejo. • Acción 3: \$139.230.000: Considera el diagnóstico, formulación de Plan y restauración de 16 hectáreas. • Acción 4: \$74.911.982: Se considera la implementación de un sistema de captación y drenaje en una junta de vecinos. • Acción 5: \$2.600.000: Considera la capacitación de mínimo 28 personas, y un total de 27 horas pedagógicas.
	Posibles fuentes de financiamiento	FNDR Programa de Recuperación del Enfoque de Manejo Sustentable de la Tierra PREMST Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente Programa de Mejoramiento Urbano y Equipamiento Comunal (PMU) CONADI Subsecretaría de Obras Públicas Fondos concursables de la Dirección General de Aguas para manejo de cuencas.

Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Viveros Comunitarios Interculturales para Restauración y Soberanía Alimentaria frente al Cambio Climático
	Objetivo específico de la medida	Fortalecer y establecer viveros e invernaderos comunitarios con participación activa de comunidades escolares, rurales y mapuche, destinados a la producción de especies nativas para la restauración y de hortalizas para autoconsumo, promoviendo la restauración ecológica, la soberanía alimentaria y la mitigación del cambio climático en Tirúa.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.
	Tipo	Transversal
	Eje temático	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad
	Descripción breve	La medida consiste en la creación y fortalecimiento de viveros e invernaderos comunitarios en la comuna, integrando saberes interculturales y prácticas agroecológicas. Se priorizará la producción de especies nativas para la restauración de áreas degradadas y la producción de hortalizas para el autoconsumo, fomentando la soberanía alimentaria local. Se promoverá la participación activa de comunidades escolares, rurales y mapuche, integrando conocimientos tradicionales y prácticas sostenibles. Además, se implementarán actividades de monitoreo y seguimiento de las plantas producidas, articulando con el Plan Municipal de Cultura y la Política Local Medioambiental, para fortalecer una ecología intercultural y resiliente al cambio climático.
	Justificación medida	Tirúa enfrenta desafíos asociados a la degradación de suelos, pérdida de cobertura vegetal y disminución de la soberanía alimentaria, agravados por el cambio climático. La restauración con especies nativas contribuye a la restauración ecológica, mejora la infiltración de agua y reduce la erosión, mientras que la producción local de hortalizas disminuye la dependencia de alimentos externos, reduce emisiones por transporte y fortalece la seguridad alimentaria. La integración de saberes mapuche y prácticas agroecológicas permite una gestión sostenible y culturalmente pertinente, promoviendo la cohesión social y la resiliencia comunitaria.
Instituciones		Responsable
		Coadyuvante
		Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO)
		Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAN)
		INDAP
		Comunidades mapuche locales
		Superintendencia de Servicios Sanitarios
		ONG ambientales locales

	Acciones propuestas	Acción 1: Diagnóstico participativo para identificar sitios prioritarios y especies nativas a producir, con enfoque intercultural. Acción 2: Instalación y mejoramiento de infraestructura de viveros e invernaderos comunitarios en localidades como Quidico, Tranaquepe y Tirúa urbano. Acción 3: Capacitación a comunidades escolares, rurales y mapuche en técnicas agroecológicas, manejo de especies nativas y monitoreo participativo. Acción 4: Producción y distribución de plantas nativas y hortalizas para restauración y autoconsumo en comunidades beneficiarias. Acción 5: Implementación de un sistema de monitoreo y seguimiento del desarrollo de plantas y resultados de restauración. Acción 6: Articulación con el Plan Municipal de Cultura para rescate y difusión de saberes tradicionales y prácticas interculturales en viveros. Acción 7: Promoción de ferias y eventos comunitarios para intercambio de semillas y experiencias.	
	Alcance	Beneficiarios	Habitantes de Quidico, Tranaquepe, Ponotro, Ranquihue, Tirúa urbano y sectores rurales; estudiantes de escuelas y del liceo municipal; agricultores familiares y comunidades mapuche.
		Territorial	Localidades mencionadas y sectores rurales de la comuna de Tirúa.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Fortalecimiento de la cohesión comunitaria, rescate de saberes tradicionales, mejora de la seguridad y soberanía alimentaria. Económico: Reducción de gastos en compra de alimentos, generación de oportunidades de microemprendimiento local. Ambiental: Aumento de la cobertura vegetal nativa, restauración de suelos y microcuencas, reducción de emisiones por transporte de alimentos.
	Plazo de implementación	Mediano plazo (2026-2036)	
	Transversalización de género	Responsiva: La medida asegura la participación activa de mujeres en la gestión y toma de decisiones de los viveros, fomenta su liderazgo y garantiza el acceso equitativo a recursos y beneficios, conforme a la tabla de transversalización de género del insumo adjunto.	

Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-4 Superficie restaurada con cobertura vegetal • I-14. Número de especies nativas plantadas en zonas de restauración ecológica • I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas • I-19 Porcentaje de participación femenina en talleres participativos comunitarios • I-33 Número de beneficiarios • I-38 Número de personas capacitadas
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: Promueve la restauración ecológica, la restauración con especies nativas y la reducción de vulnerabilidades ambientales, acciones centrales en la creación y fortalecimiento de viveros para restauración y resiliencia. • Plan Municipal de Cultura 2023-2028: Fomenta la integración de saberes tradicionales, actividades culturales y formación intercultural, lo que se articula con la gestión educativa y cultural de los viveros comunitarios. • Anexo - Plan por Amenaza Incendios Forestales: Destaca la importancia de la restauración con especies nativas y la capacitación comunitaria para la prevención y mitigación de incendios, temas abordados por los viveros y la formación local en prácticas de restauración. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Promueve el desarrollo rural sostenible, la restauración ambiental, el fortalecimiento de la agricultura familiar y la participación comunitaria, todos aspectos integrados en la medida de viveros comunitarios. • Política Local Medioambiental: Establece lineamientos para la restauración ecológica, la promoción de prácticas sustentables y la educación ambiental, directamente vinculados a la producción de especies nativas y la gestión comunitaria de los viveros. • PARCC Biobío: Vinculada con la Medida Transversal N°1 "Educación y Capacitación para el Cambio Climático". • ECLP 2050: Responde a los objetivos 3, 5, 6, 7 y 8, al promover la restauración de ecosistemas, la seguridad alimentaria, el uso de saberes ancestrales y la participación activa de comunidades y pueblos originarios en la adaptación al cambio climático. • PNACC: Esta medida refleja los enfoques de adaptación basada en la comunidad e interculturalidad, relevantes para fortalecer la soberanía alimentaria como mecanismo de resiliencia. • Plan Sectorial Silvoagropecuario: Se alinea con acciones de promoción de viveros locales, agrodiversidad, sistemas alimentarios sostenibles y restauración de paisajes degradados. • Plan de Adaptación en Biodiversidad: Complementa los objetivos de propagación de especies nativas y manejo de recursos genéticos en comunidades locales. • Estrategia Nacional de Recursos Genéticos (asociada al sector agropecuario): Refuerza la conservación in situ y ex situ de especies de importancia alimentaria y cultural.
Financiamiento	Costo estimado total	\$16.450.000 CLP (UF 419,97) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$1.350.000: Incluye 2 talleres participativos en 3 localidades, materiales, facilitación y sistematización • Acción 2: \$7.150.000: Construcción y equipamiento básico de 1 vivero comunitario de 250 m², herramientas, sistema de riego • Acción 3: \$1.150.000: 3 talleres teórico-prácticos para 30 participantes cada uno, materiales, etc • Acción 4: \$2.000.000: Producción anual de 2.000 plantas nativas y 1.000 hortalizas • Acción 5: \$2.300.000: Sistema de monitoreo con visitas semestrales a 3 sitios, fichas técnicas y reporte anual • Acción 6: \$1.500.000: 2 actividades culturales anuales, elaboración de material audiovisual y difusión en escuelas • Acción 7: \$1.000.000: 2 ferias anuales, participación de 10 organizaciones locales, difusión y logística básica

	Posibles fuentes de financiamiento Fondo de Protección Ambiental (FPA) Ministerio del Medio Ambiente Programa de Apoyo al Entorno para el Emprendimiento y la Innovación (CORFO) Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) Subvenciones de INDAP Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) Fondos de CONAF Fundación para la Innovación Agraria (FIA) Proyectos internacionales (PNUD, GEF) Fondos concursables en fondos.gob.cl (áreas: medio ambiente, agricultura sustentable, desarrollo rural)
--	--

Comuna de Tirúa

Ficha de medida N°4

Elemento	Subelemento	Contenido	
Descripción de la medida	Nombre medida	Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria	
	Objetivo específico de la medida	Reducir la exposición y vulnerabilidad de los asentamientos rurales y de interfaz urbano-rural de Tirúa frente a incendios forestales, mediante la implementación de infraestructura de cortafuegos y el fortalecimiento de la cultura preventiva a través de programas de formación y sensibilización comunitaria.	
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.	
	Tipo	Adaptación	
	Eje temático	Gestión de Riesgo de Desastres	
	Descripción breve	La medida contempla la instalación de cortafuegos estratégicos en zonas de interfaz urbano-rural y sectores rurales de alta exposición, complementada con un programa permanente de educación comunitaria, enfocado en escuelas, organizaciones vecinales, brigadas locales y comunidades indígenas. Se desarrollarán campañas de prevención, capacitaciones prácticas y simulacros. La ejecución se coordinará con CONAF y el Comité de Gestión del Riesgo de Desastres Comunal, incorporando a la Dirección de Gestión de Riesgos de Desastres, Dirección de Seguridad Pública, Departamento de Educación y organizaciones territoriales. Esta iniciativa se enmarca en el Plan de Protección Contra Incendios Forestales de la comuna.	
	Justificación medida	Tirúa presenta un historial recurrente de incendios forestales agravado por el cambio climático, la interfaz urbano-rural y el uso de suelos forestales con especies combustibles. Las localidades como Quidico, Tranaquepe, Pilico, Canihual y Las Misiones se encuentran dentro de zonas de alta y muy alta amenaza. El bajo nivel de cultura preventiva y la intencionalidad humana aumentan el riesgo. Esta medida responde a la necesidad urgente de control territorial y formación comunitaria continua para reducir la propagación de incendios, proteger la biodiversidad y resguardar a la población vulnerable.	
	Instituciones	Responsable	Dirección de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD)
	Coadyuvante	CONAF, Dirección de Seguridad Pública, Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM), Seremi de Salud, Bomberos, Carabineros, Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO), Departamento de Comunicaciones	

	Acciones propuestas	Acción 1: Diseño e implementación de una red de cortafuegos en zonas críticas definidas por la zonificación del Plan de Amenaza IF, con participación de CONAF y DOM y GRD. Acción 2: Realización de talleres preventivos en escuelas rurales y urbanas, a cargo del DAEM con apoyo de CONAF. Acción 3: Adquisición y entrega de equipos básicos de respuesta y EPP para brigadistas comunitarias en sectores como Tranaquepe, Agua del Molino y Pilico, lideradas por DIDECO y Bomberos. Acción 4: Campañas de comunicación y educación en medios radiales y redes sociales municipales sobre uso del fuego, dirigidas por el Departamento de Comunicaciones. Acción 5: Ejecución de simulacros de emergencia en coordinación con COGRID, Bomberos, y comunidades locales.	
	Alcance	Beneficiarios	Habitantes de zonas rurales y de interfaz: Tranaquepe, Pilico, Quidico, Canihual, Las Misiones, Loncotripay. Estudiantes y docentes de establecimientos rurales. Brigadas comunitarias y organizaciones territoriales.
		Territorial	Comuna de Tirúa, focalizando en sectores de alta y muy alta amenaza (según visor SENAPRED): Tranaquepe, Pilico, Quidico, Canihual, Las Misiones, Agua del Molino, El Desierto.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Fortalecimiento de capacidades locales y reducción del riesgo a la vida humana en eventos extremos. Económico: Disminución de pérdidas materiales en viviendas, cultivos y ganado. Ambiental: Reducción de degradación de ecosistemas, protección de biodiversidad y control de especies invasoras.
	Plazo de implementación	Mediano Plazo (2026-2036)	
	Transversalización de género	Género transformadora: Se promoverá activamente el liderazgo de mujeres en brigadas comunitarias y educación ambiental. Se incluirán grupos de mujeres como Trawün Malen y Rayen Mahuida en actividades de planificación y capacitación, reconociéndolas como agentes de cambio frente a emergencias.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	- I-20 Kilómetros de cortafuegos implementados en zonas vulnerables. - I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas a nivel comunal - I-23 Número de equipos o maquinarias adquiridas para implementación de medidas técnicas o comunitarias. - I-18 Porcentaje de mujeres participantes en actividades técnicas de planificación, implementación, monitoreo y fiscalización territorial - I-6 Número de mujeres en roles de liderazgo comunitario	

Sinergias de la medida	Relación y sinergias con instrumentos de gestión	• Plan por Amenaza IF Tirúa (2025): Implementa directamente acciones previstas en los procesos 0 y 1 del plan, especialmente en interfaz urbano-forestal y coordinación con COGRID. • Cartera de Proyectos Tirúa: Sinergia con proyectos de cierre perimetral en comunidades indígenas (ej. Lorenzo Pilquimán) que pueden integrar medidas preventivas ante incendios. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Refuerza las directrices sobre fortalecimiento de capacidades comunitarias y prevención de desastres naturales en territorios rurales. • Informe CONADI 2024: Apoya la protección de sitios de significación cultural en territorios mapuche expuestos a incendios. • PARCC Biobío: Se vincula con la Medida de Adaptación N°3: "Fortalecimiento de los Sistemas preventivos contra incendios forestales". • ECLP 2050: Contribuye a los Objetivos 1, 2 y 3, al fortalecer la infraestructura adaptativa, proteger ecosistemas vulnerables y promover la educación comunitaria frente al riesgo de incendios forestales. • PNACC: Refuerza la necesidad de reducir vulnerabilidades territoriales frente a eventos climáticos extremos mediante medidas de prevención, educación y fortalecimiento institucional. • Plan Sectorial Silvoagropecuario: Prioriza la reducción del riesgo de incendios como medida de adaptación, incluyendo acciones de manejo forestal, cortafuegos y formación técnica local. • Plan Nacional de Adaptación en Biodiversidad: Incluye medidas para mitigar amenazas a la biodiversidad por incendios, mediante planes de restauración, monitoreo del riesgo y capacitación en manejo del fuego.
Financiamiento	Costo estimado total	\$30.682.215 (UF 824,44) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$14.245.000: Incluye descarpe, despeje, desmalezamiento, limpieza, poda y corte de matorrales de cortafuego de 7400x6 metros • Acción 2: \$5.000.000: Incluye diseño, implementación y ejecución de talleres para comunidades rurales y escolares, materiales didácticos, facilitadores y logística. • Acción 3: \$2.900.000: Considera ropa, calzado y elementos de protección personal para garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores para 10-12 personas • Acción 4: \$5.000.000: Incluye diseño, implementación y ejecución de talleres para comunidades rurales y escolares, materiales didácticos, facilitadores y logística. • Acción 5: \$3.537.215: Incluye producciones, planificaciones de medios y sus respectivas implementaciones en radios, vía pública y/o redes sociales

**Posibles fuentes
de financiamiento**

- Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) – SUBDERE
- Fondo de Protección Ambiental (FPA) – MMA
- Agencia de Sostenibilidad Energética – Infraestructura verde
- FNDR línea de emergencia y adaptación climática – Gobierno Regional
- Municipios y fondos de CONAF para prevención de incendios forestales

Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático
	Objetivo específico de la medida	Actualizar y robustecer la política comunal de gestión ambiental y cambio climático, estableciendo lineamientos, prioridades y compromisos claros para orientar de manera transversal la gestión municipal en materias como ordenamiento territorial, gestión hídrica, residuos, educación ambiental y protección del patrimonio natural y cultural, con participación efectiva de comunidades locales y enfoque intercultural.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 2: Promover la transición energética local con pertinencia territorial y cultural, impulsando el uso de energías renovables y tecnologías limpias. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.
	Tipo	Transversal
	Eje temático	Educación y cultura ambiental
	Descripción breve	Esta medida busca consolidar y actualizar la política comunal de gestión ambiental y cambio climático de Tirúa, integrando lineamientos y prioridades para una gestión transversal y efectiva en el municipio. Se fortalecerán los instrumentos normativos y de planificación, promoviendo la articulación entre áreas como ordenamiento territorial, gestión hídrica, manejo de residuos, educación ambiental y protección del patrimonio natural y cultural. Se asegurará la participación activa de comunidades mapuche, rurales y urbanas, y se incorporará la perspectiva de género y saberes interculturales. Además, se dotará de mayores competencias y recursos a la sección de Medio Ambiente y Promoción de la Salud, y se establecerán mecanismos de monitoreo, evaluación y actualización periódica de la política, asegurando su coherencia con otros instrumentos comunales y regionales.
	Justificación medida	Tirúa enfrenta desafíos ambientales y climáticos crecientes, como la degradación de ecosistemas, presión sobre recursos hídricos y pérdida de patrimonio natural y cultural, agravados por el cambio climático y el crecimiento urbano desregulado. Una política comunal fortalecida permitirá abordar estos desafíos de manera integral, articulando instrumentos de planificación y gestión, asegurando la participación de la ciudadanía y comunidades mapuche, y cumpliendo compromisos nacionales e internacionales. Además, una política robusta facilitará el acceso a financiamiento y la priorización de inversiones ambientales, promoviendo la resiliencia y sostenibilidad local.
	Instituciones	Responsable Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO

		Coadyuvante	Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM) Dirección de Asesoría Jurídica Comunidades mapuche y organizaciones territoriales Seremi del Medio Ambiente Superintendencia de Servicios Sanitarios ONG y organizaciones ambientales locales Universidades
	Acciones propuestas	Acción 1: Diagnóstico participativo y revisión de la política comunal vigente Acción 2: Actualización y formalización de la política comunal de gestión ambiental y cambio climático, con enfoque intercultural y de género y elaboración/actualización de ordenanzas ambientales Acción 3: Fortalecimiento institucional: capacitación, aumento de dotación y recursos, creación de unidad técnica para cambio climático y capacitación de funcionarios/líderes comunitarios Acción 4: Incorporación de lineamientos de la política en instrumentos de planificación territorial (Plan Regulador Comunal, Zonificación del Borde Costero) Acción 5: Participación ciudadana, monitoreo y evaluación periódica de la política con apoyo de Universidades	
	Alcance	Beneficiarios	Habitantes de Tirúa urbano, Quidico, Tranaquepe, Ponotro, Ranquihue y sectores rurales; comunidades mapuche; funcionarios municipales; organizaciones sociales y ambientales.
		Territorial	Cobertura comunal, incluyendo áreas urbanas, rurales, borde costero y territorios indígenas.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Mayor participación y empoderamiento ciudadano, reconocimiento de derechos y saberes mapuche, fortalecimiento de la gobernanza local. Económico: Acceso a financiamiento ambiental, mejor priorización de inversiones, reducción de conflictos por uso de recursos. Ambiental: Mejor protección de ecosistemas y patrimonio natural, reducción de impactos negativos por actividades productivas y urbanas, mayor resiliencia frente al cambio climático.
	Plazo de implementación	Largo plazo (2026-2041)	

	Transversalización de género	Género Transformadora: La política integrará la perspectiva de género en su diseño, implementación y evaluación, asegurando la participación activa de mujeres y diversidades en los procesos de toma de decisiones, y promoviendo la equidad en el acceso a beneficios, recursos y espacios de liderazgo, conforme a la tabla de transversalización de género del insumo adjunto.
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-1 Número de estudios técnicos realizados • I-2 Porcentaje de mujeres participantes en actividades de levantamiento de información y diagnóstico • I-9 Número de normativas locales aprobadas para la gestión sostenible de recursos y problemáticas territoriales • I-10 Número de sesiones realizadas por instancias técnicas o comités asesores de gestión territorial • I-12 Número de funcionarios municipales capacitados en fiscalización ambiental y aplicación de normativas • I-32 Número de sistemas de monitoreo implementados para el seguimiento anual de instrumentos de gestión comunal
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: Establece la necesidad de actualizar instrumentos como el plan regulador y el pladeco incorporando gestión del riesgo, resiliencia y coordinación interdepartamental, que es el núcleo de la medida. • Plan Municipal de Cultura 2023-2028: Fomenta la participación ciudadana, la formación en temas ambientales y la integración de la gestión ambiental en la planificación cultural, lo que se alinea con la transversalidad y participación de la política comunal ambiental. • Anexo - Plan por Amenaza de Incendios Forestales: Promueve la integración de criterios de riesgo y resiliencia en la planificación territorial y la normativa local, reforzando la articulación entre gestión ambiental y reducción de riesgos, tal como plantea la medida. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Establece la gestión ambiental y la adaptación al cambio climático como ejes transversales del desarrollo comunal y la planificación territorial, lo que es el foco central de la medida. • Política Local Medioambiental: Es el instrumento principal que la medida busca actualizar y robustecer, asegurando su coherencia con los demás planes y la transversalidad de la gestión ambiental en la comuna. • PARCC Biobío: Vinculada con la Medida Transversal N°1 "Educación y Capacitación para el Cambio Climático". • ECLP 2050: Contribuye al Objetivo 1 de la ECLP 2050, al fortalecer la planificación climática local coherente con la escala regional y nacional. • PNACC: Responde al principio de coherencia vertical en la planificación, articulando los instrumentos comunales con los niveles regional y nacional. • Plan Nacional de Adaptación: Impulsa la generación de capacidades institucionales para implementar acciones de adaptación desde los gobiernos locales y fortalecer la gobernanza climática.
Financiamiento	Costo estimado total	\$87.500.000 CLP (UF2.233,90) El costo total estimado, considera: - Acción 1: \$2.000.000: Diagnóstico participativo y sistematización de resultados - Acción 2: \$5.000.000: Redacción de documento, validación comunal, impresión, publicación y talleres de socialización - Acción 3: \$8.000.000: Contratación de 1 profesional, 3 talleres de capacitación, equipamiento técnico, creación de unidad técnica - Acción 4: \$70.000.000: Talleres técnicos, revisión documental, asesoría externa especializada - Acción 5: \$2.500.000: 2 cabildos, 2 consultas públicas, conformación de comité ambiental, desarrollo de indicadores y reportes anuales

	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Seremi del Medio Ambiente Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) Programa de Apoyo a la Gestión Municipal (Subdere) Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) Cooperación internacional (PNUD, Unión Europea, GCoM) Fondos concursables en fondos.gob.cl (áreas: gobernanza ambiental, participación ciudadana, cambio climático)
--	---	--

 Comuna de Tirúa Ficha de medida N°6 		
Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios
	Objetivo específico de la medida	Implementar puntos verdes y centros de reciclaje comunitarios diferenciados para residuos orgánicos, inorgánicos, vidrio y metales en sectores urbanos y rurales de Tirúa, acompañados de campañas educativas y capacitaciones para fomentar el reciclaje, reducir la generación de residuos domiciliarios y prevenir la formación de microbasurales y quemas.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.
	Tipo	Transversal
	Eje temático	Gestión de Residuos
	Descripción breve	La medida contempla la instalación de puntos verdes y centros de reciclaje en localidades urbanas y rurales de Tirúa, con separación para residuos orgánicos, inorgánicos, vidrio y metales, así como residuos voluminosos y electrónicos. Se desarrollarán campañas educativas y capacitaciones para la comunidad, promoviendo buenas prácticas de separación y reciclaje. Se fortalecerá el apoyo logístico y operativo en sectores rurales, implementando sistemas de retiro de residuos domiciliarios y voluminosos, previniendo quemas y la proliferación de microbasurales. La gestión será participativa, involucrando a juntas de vecinos, comunidades mapuche y organizaciones sociales, y se articulará con la sección de Medio Ambiente y Promoción de la Salud, y la empresa de recolección de residuos. Se buscará la integración de la economía circular y el fomento de emprendimientos locales asociados al reciclaje.
	Justificación medida	La comuna de Tirúa enfrenta problemas de acumulación de residuos, quemas ilegales y microbasurales, especialmente en sectores rurales con limitada cobertura de recolección. La implementación de puntos verdes y centros de reciclaje, junto con educación ambiental, permitirá reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos, prevenir impactos negativos en la salud y el ambiente, y fomentar la economía circular y la participación comunitaria. Además, esta medida contribuye a la adaptación y mitigación del cambio climático al disminuir emisiones y promover un manejo responsable de los residuos.
	Instituciones	Responsable Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO)

		Coadyuvante	Secretaria Comunal de Planificación (SECPLAN) Dirección de Obras Municipales (DOM) Juntas de vecinos y comunidades mapuche Empresas de recolección de residuos Recicladores base Superintendencia de Servicios Sanitarios (apoyo en gestión de residuos domiciliarios) Seremi del Medio Ambiente ONG ambientales
	Acciones propuestas		Acción 1: Diagnóstico territorial participativo para definir ubicación y necesidades de puntos verdes y centros de reciclaje. Acción 2: Instalación y equipamiento de puntos verdes y centros de reciclaje diferenciados para residuos orgánicos, inorgánicos, vidrio, metales, voluminosos y electrónicos. Acción 3: Implementación de sistema de retiro de residuos domiciliarios y voluminosos en sectores rurales, en coordinación con la empresa de recolección y la Dirección de Medio Ambiente. Acción 4: Campañas educativas, capacitaciones y elaboración/difusión de material educativo con enfoque intercultural y de género. Acción 5: Monitoreo, fiscalización y articulación con emprendimientos locales para la valorización y gestión circular de residuos.
	Alcance	Beneficiarios	Habitantes de Tirúa urbano, Quidico, Tranaquepe, Ponotro, Ranquihue y sectores rurales; estudiantes de escuelas municipales; comunidades mapuche; organizaciones sociales y ambientales.
		Territorial	Cobertura comunal: localidades urbanas y rurales mencionadas, con énfasis en sectores rurales de difícil acceso.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Reducción de microbasurales y quemas, mejora de la salud pública, fortalecimiento del compromiso comunitario y educación ambiental. Económico: Fomento de emprendimientos locales asociados al reciclaje, reducción de costos de disposición final. Ambiental: Disminución de residuos en vertederos, reducción de emisiones por quemas, protección de suelos y cuerpos de agua.
	Plazo de implementación		Corto plazo (2026-2031)

	Transversalización de género	Responsiva: La medida promoverá la participación activa de mujeres y diversidades en la gestión de puntos verdes y centros de reciclaje, asegurando acceso equitativo a capacitaciones, beneficios y oportunidades de emprendimiento, conforme a la tabla de transversalización de género del insumo adjunto.
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-34 Cobertura operativa de servicios • I-35 Número de puntos de acopio comunitarios habilitados y operativos • I-36 Cantidad de residuos orgánicos valorizados como compost o biogás • I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas • I-19 Porcentaje de participación femenina en talleres participativos comunitarios • I-33 Número de beneficiarios
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: identifica la acumulación de residuos y microbasurales como vulnerabilidades territoriales y recomienda fortalecer la gestión de residuos sólidos y la educación ambiental, en directa relación con la instalación de puntos verdes y campañas de reciclaje. • Plan Municipal de Cultura 2023-2028: fomenta la realización de ferias, talleres y actividades comunitarias en temáticas ambientales y de economía circular, lo que se articula con las campañas educativas y la gestión participativa de los puntos verdes y centros de reciclaje. • Anexo - Plan por Amenaza de Incendios Forestales: aborda la prevención de incendios a través de la reducción de material combustible y la gestión adecuada de residuos, recomendando campañas de sensibilización y operativos de retiro de residuos, acciones directamente alineadas con la medida de puntos verdes y reciclaje. • PLADECO Tirúa 2014-2019: promueve la gestión integral de residuos, la economía circular y la participación comunitaria en la gestión ambiental, todos aspectos centrales en la medida. • Política Local Medioambiental: establece lineamientos y metas para la reducción, reciclaje y valorización de residuos, así como la educación ambiental, en directa relación con la instalación y gestión de puntos verdes y centros de reciclaje. • PARCC Biobío: Vinculada con la Medida Transversal N°1 "Educación y Capacitación para el Cambio Climático" y la Medida de Mitigación N°2 "Promoción de la economía circular a diversas escalas". • ECLP 2050: Aporta a los Objetivos 1 y 4 de la ECLP 2050, al promover infraestructura comunitaria adaptativa y fomentar prácticas sostenibles de gestión de residuos con participación ciudadana. • PNACC: Promueve acciones locales de reducción de residuos, reutilización y reciclaje como estrategias de adaptación urbana y rural, en línea con modelos de desarrollo sostenible. • Plan Sectorial de Energía: Compatible con iniciativas que reduzcan emisiones derivadas del manejo ineficiente de residuos y fomenten la valorización energética o materiales reciclables.

Financiamiento	Costo estimado total	\$39.000.000 CLP (UF995,68) El costo total estimado, considera: - Acción 1: \$1.500.000: 3 talleres participativos en localidades rurales y urbanas, sistematización y mapeo - Acción 2: \$30.000.000: 3 puntos verdes completos, señalética, contenedores diferenciados y techado - Acción 3: \$4.000.000: Contratación de servicio para 2 operativos anuales, difusión y logística en sectores rurales - Acción 4: \$1.500.000: 4 campañas educativas, 5 talleres, material gráfico y audiovisual, difusión en escuelas y juntas de vecinos - Acción 5: \$2.000.000: Sistema de monitoreo, fiscalización mensual, articulación con 3 emprendimientos locales de reciclaje y compostaje
	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) Subvenciones de la Subdere para gestión de residuos sólidos Fondo para el Reciclaje (Ministerio del Medio Ambiente) Cooperación internacional (PNUD, Unión Europea) Fondos concursables en https://fondos.gob.cl/ (áreas: residuos, medio ambiente, economía circular)

Elemento	Subelemento	Contenido	
Descripción de la medida	Nombre medida	Restauración con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático	
	Objetivo específico de la medida	Recuperar ecosistemas degradados mediante restauración con especies nativas, restaurar conectividad ecológica en zonas erosionadas, y fomentar la protección y uso sustentable del bosque nativo en la comuna de Tirúa, integrando a las comunidades locales y promoviendo su valor ecosistémico y cultural.	
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.	
	Tipo	Adaptación	
	Eje temático	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	
	Descripción breve	La medida busca impulsar la restauración de áreas erosionadas o degradadas en Tirúa, priorizando especies nativas y la protección de remanentes de bosque nativo. Se incluye la creación de viveros comunales y la plantación participativa en predios municipales, escuelas y sectores rurales afectados por incendios, degradación o erosión. Paralelamente, se implementa un programa de educación ambiental sobre servicios ecosistémicos y un plan de fiscalización del uso sustentable de leña, en coordinación con SAG y la Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud . Esta acción permite avanzar hacia la restauración ecológica del territorio, reducir vulnerabilidades climáticas y fortalecer el rol de las comunidades en el cuidado del bosque.	
	Justificación medida	Tirúa presenta altos niveles de deforestación y sustitución del bosque nativo por especies exóticas, especialmente en la zona cordillerana y de interfaz rural. La degradación de suelos, la pérdida de biodiversidad y la presión sobre remanentes de bosque nativo se ven agravadas por el cambio climático, incendios forestales y extracción de leña sin regulación. Esta medida contribuye a restaurar funciones ecosistémicas claves como la regulación hídrica, captura de carbono y conservación de la biodiversidad, en coherencia con los principios del Itrofil Mongen y la cultura mapuche-lavkenche. Además, fortalece la educación ambiental en niños, jóvenes y organizaciones comunitarias.	
	Instituciones	Responsable	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO
		Coadyuvante	PDTI - SECPLAN Departamento de Educación Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo, Delegaciones Municipales Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Organizaciones territoriales Ministerio del Trabajo y Previsión Social
	Acciones propuestas	Acción 1: Identificación de zonas prioritarias para restauración ecológica mediante diagnóstico participativo, priorizando zonas degradadas y/o erosionadas.	

		Acción 2: Implementación de viveros comunales para especies nativas en establecimientos educacionales y predios municipales, incluyendo educación ambiental. Acción 3: Plantación participativa con comunidades, escuelas y organizaciones sociales, se garantizará la participación e integración de elementos de la cosmovisión mapuche en todas las etapas de implementación. Acción 4: Promoción del uso de leña seca en la comuna, para lo cual también se considerará la adquisición de leña de mejor calidad.	
	Alcance	Beneficiarios	Comunidades rurales, estudiantes, organizaciones territoriales, propietarios de predios afectados por incendios y vecinos de sectores como Sur Cordillera, Ponotro, Canihual y Curapaillaco.
		Territorial	Comuna de Tirúa, con foco en zonas rurales de alta degradación: sectores Ponotro, Sur Cordillera, Curapaillaco, Canihual, Agua del Molino, Ranquihue.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Participación activa de comunidades en la restauración ecológica, educación ambiental y fortalecimiento del sentido de pertenencia territorial. Económico: Generación de empleos verdes locales y promoción de usos sustentables del bosque (recolección, turismo, educación). Ambiental: Recuperación de áreas degradadas, aumento de cobertura de bosque nativo, protección de flora y fauna nativa, mejora de calidad del suelo y regulación hídrica.
	Plazo de implementación	Mediano Plazo (2026-2036)	
	Transversalización de género	Género responsiva: Las acciones priorizarán la inclusión de mujeres en viveros, educación ambiental y liderazgos comunitarios. Se generarán espacios de capacitación y participación activa para mujeres cuidadoras del territorio y promotoras de saberes ecológicos, visibilizando sus roles en la conservación ambiental.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-24 Número de hectáreas diagnosticadas como prioritarias para conservación y manejo sustentable • I-4 Superficie restaurada con cobertura vegetal • I-14 Número de especies nativas plantadas en zonas de restauración ecológica • I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas • I-18 Porcentaje de mujeres participantes en actividades técnicas de planificación, implementación, monitoreo y fiscalización territorial	

Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: Contribuye a la acción n.º 14 de restauración ambiental para reducción de vulnerabilidad territorial. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Respaldar los lineamientos sobre uso sustentable del suelo y conservación ambiental (Línea Estratégica 3). • Política Local Medioambiental: Refuerza el principio de Itrofil Mongen y la promoción de identidades culturales mapuche vinculadas al bosque. • Plan Comunal de Cultura 2023-2028: Sinergia con proyectos de educación intercultural y territorio. • Programa Proempleo: Programa de Inversión a la Comunidad • PARCC Biobío: Alineada con los esfuerzos de mitigación focalizados en avanzar hacia la planificación energética regional mediante mejores prácticas silvoagropecuarias y estrategias de reforestación de ecosistemas nativos. • ECLP 2050: Contribuye a la Meta 2.2, que promueve aumentar la resiliencia de los ecosistemas mediante restauración ecológica y protección del capital natural, clave frente al aumento del riesgo de incendios y pérdida de biodiversidad. • PNACC: Se articula con la línea estratégica de adaptación ecosistémica, promoviendo acciones locales de restauración y manejo sustentable de recursos naturales como herramienta de adaptación territorial. • Plan de Adaptación en Biodiversidad: Complementa los objetivos de restauración y conservación de bosques nativos, reforzando el monitoreo y la participación de actores locales. • Plan Sectorial Silvoagropecuario: Refuerza la restauración de paisajes productivos mediante la introducción de especies nativas, la protección de suelos y la gestión resiliente del bosque nativo.
Financiamiento	Costo estimado total	\$41.060.000 (UF1.074,95) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$3.500.000: considera un taller para un máximo de 150 personas, considerando el cuidado de niños y dos coffee. • Acción 2: \$16.880.000: considera la adquisición de 900 plantas nativas con sus respectivos tutores para su posterior plantación y la habilitación de un espacio, implementación de riego tecnificado y de vivero/invernadero, capacitación a docentes y/o estudiantes. • Acción 3: \$5.000.000: considera el diseño de un programa de restauración con especies nativas en sectores rurales, priorizando espacios comunitarios mapuches. • Acción 4: \$15.680.000: considera la adquisición de 244 metros cúbicos de madera seca para la comuna.
	Posibles fuentes de financiamiento	• Fondo de Protección Ambiental (FPA) • SUBDERE: Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) • Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) • FNDR Línea Medioambiental – GORE Biobío • Programas de INDAP y fondos de cooperación internacional

Comuna de Tirúa

Ficha de medida N°8

Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos
	Objetivo específico de la medida	Restaurar y proteger los humedales de Tirúa como ecosistemas estratégicos frente al cambio climático, integrando su valor ecológico, cultural y educativo, mediante procesos participativos con las comunidades locales, especialmente el pueblo mapuche.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.
	Tipo	Transversal
	Eje temático	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad
	Descripción breve	La medida busca la restauración ecológica, limpieza y señalización de humedales clave en la comuna de Tirúa. Se promoverá su reconocimiento como espacios de valor ambiental y cultural, fomentando la participación activa del pueblo mapuche y desarrollando actividades educativas para su conservación. Además, se elaborará un catastro de humedales y se trabajará en su reconocimiento bajo la Ley de Humedales Urbanos cuando corresponda.
	Justificación medida	Los humedales de Tirúa desempeñan un papel crucial en la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos del cambio climático. Sin embargo, enfrentan amenazas como la contaminación, el relleno y la pérdida de biodiversidad. Su recuperación no solo fortalece la resiliencia ambiental de la comuna, sino que también preserva el patrimonio cultural del pueblo mapuche, que mantiene una relación ancestral con estos ecosistemas.
	Instituciones	Responsable
Coadyuvante		Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM) Secretaría de Planificación (SECPLAN) Dirección de Obras Municipales (DOM) Dirección General de Aguas (DGA) SEREMI de Medio Ambiente Biobío Comunidades Mapuche locales Organizaciones ambientales y educativas locales.

	Acciones propuestas	Acción 1: Realizar un catastro detallado de los humedales presentes en la comuna, identificando su estado de conservación y amenazas. Esto considera un proceso de levantamiento técnico y validación comunitaria. Acción 2: Desarrollar e implementar planes de restauración ecológica para los humedales prioritarios, incluyendo limpieza, restauración con especies nativas y control de especies invasoras, integrando saberes ancestrales mapuche. Acción 3: Diseñar e implementar un programa de educación ambiental y cultural que promueva la valoración de los humedales, incorporando activamente a las comunidades locales, especialmente al pueblo mapuche, en su elaboración y ejecución. Este programa incluirá talleres comunitarios, jornadas de restauración participativa, actividades escolares y difusión de saberes ancestrales relacionados con los humedales. Acción 4: Impulsar el proceso de reconocimiento legal de los humedales ubicados en zonas urbanas bajo la Ley N.º 21.202 (Ley de Humedales Urbanos), lo que incluye: recopilación de antecedentes técnicos y cartográficos; coordinación con el Seremi del Medio Ambiente; realización de talleres informativos con la comunidad; y acompañamiento a las municipalidades en la presentación formal de solicitudes, asegurando criterios de pertinencia ecológica y participación ciudadana. Acción 5: Establecer un Comité Comunal de Monitoreo Ambiental para el seguimiento y evaluación de la restauración y conservación de humedales. Este comité estará conformado por representantes municipales, comunidades mapuche, y organizaciones ambientales locales. Además de facilitar procesos de evaluación periódica, el comité impulsará el trabajo colaborativo con instituciones académicas para implementar sistemas de monitoreo basados en indicadores ecológicos, culturales y de género.	
	Alcance	Beneficiarios	- Comunidades locales de Tirúa, especialmente aquellas cercanas a los humedales mencionados. - Estudiantes y docentes de establecimientos educativos de la comuna. - Organizaciones comunitarias y ambientales locales
		Territorial	Humedales identificados en el catastro comunal.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Fortalecimiento del tejido social y cultural mediante la participación comunitaria en la conservación de los humedales. Económico: Potencial desarrollo de actividades turísticas sostenibles en torno a los humedales restaurados. Ambiental: Mejora en la calidad del agua, aumento de la biodiversidad y fortalecimiento de la resiliencia frente al cambio climático.
	Plazo de implementación	Mediano plazo: 2026-2036	

	Transversalización de género	Género transformadora: Asegurando la participación equitativa de mujeres y hombres en todas las etapas del proyecto. Se promoverá el liderazgo de mujeres en las actividades de restauración y educación ambiental, reconociendo su rol fundamental en la gestión sostenible de los recursos naturales y en la transmisión de conocimientos ancestrales relacionados con los humedales.
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-46 Número de humedales restaurados y señalizados en la comuna de Tirúa. • I-47 Número de humedales reconocidos oficialmente bajo la Ley de Humedales Urbanos • I-15 Número de informes técnicos elaborados sobre impactos o resultados de actividades territoriales • I-17 Número de centros de gestión ambiental comunitaria implementados en zonas estratégicas • I-21 Número de personas capacitadas • I-19 Porcentaje de participación femenina en talleres participativos comunitarios
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Política local medioambiental, I. Municipalidad de Tirúa: Que incluye objetivos específicos asociados a medidas de adaptación, entre ellos, Plan Protección Agua, Plan de Restauración Ecológica, Educación Ambiental. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Bajo su lineamiento estratégico 3, donde se establece el accionar e impulsar un mayor protagonismo municipal en los temas de medio ambiente. • Plan Comunal de Gestión de Riesgo de Desastres: Analiza y propone medidas frente a eventos de inundaciones, sequías y marejadas. • Informe Final de “Ordenamiento territorial y productivo del territorio Kellgko, Juan Lincopan, Pedro Catricura y Kralhue: Que estudia la importancia del reconocimiento de los humedales bajo dos perspectivas, por su importancia para el mantenimiento de ecosistemas y por la visión propia del pueblo mapuche. • PARCC Biobío: Alineada con la Medida de Adaptación N°1 “Estrategias para Fortalecer la Capacidad de Adaptación de los Sistemas Hídricos: Monitoreo, Restauración de Ecosistemas y Gestión de Infraestructura”. • ECLP 2050: Responde a la Meta 2.2, enfocada en aumentar la resiliencia de los ecosistemas frente al cambio climático. La conservación de humedales contribuye directamente a esta meta al preservar servicios ecosistémicos fundamentales (regulación hídrica, captura de carbono, etc.). • PNACC: Promueve acciones de adaptación basadas en ecosistemas, destacando los humedales como zonas prioritarias para la gestión del riesgo y la seguridad hídrica. • Plan de Adaptación en Biodiversidad: Alineada con líneas de acción para la protección de ecosistemas hídricos frágiles y zonas de alta biodiversidad, integrando además aspectos culturales asociados a los pueblos originarios. • Plan Sectorial Silvoagropecuario: Vincula esta medida con la conservación de humedales en paisajes productivos, reconociendo su importancia en la recarga de acuíferos y la provisión de agua para la agricultura y la ganadería extensiva.

Financiamiento	Costo estimado total	\$64.766.735 CLP (UF 1.758,94) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$44.000.000: Estudio para el catastro y caracterización de los humedales de la comuna. • Acción 2: \$14.480.733: Considera el servicio de restauración y mejoramiento de humedales mediante plantación nativa y cercado en 19 hectáreas. • Acción 3: \$2.500.000: Considera el desarrollo de talleres teóricos y prácticos • Acción 4: \$391.000: Se considera la inversión de 45 horas de un profesional municipal grado 16 para la recopilación y presentación de antecedentes. • Acción 5: \$3.394.999: Considera la contratación de un servicio para la identificación de actores, la conformación y fortalecimiento de capacidades para un Comité.
	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente. Fondos municipales

Elemento	Subelemento	Contenido			
Descripción de la medida	Nombre medida	Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático			
	Objetivo específico de la medida	Incorporar contenidos y actividades sobre cambio climático, gestión hídrica, gestión de residuos y restauración ecológica en el currículo escolar y en talleres comunitarios, promoviendo la conciencia y acción climática desde la infancia y fortaleciendo la educación ambiental en toda la comuna de Tirúa.			
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.			
	Tipo	Transversal			
	Eje temático	Educación y cultura ambiental			
	Descripción breve	La medida busca integrar la educación ambiental y climática en todos los niveles educativos municipales de Tirúa, incluyendo contenidos sobre cambio climático, gestión hídrica, restauración de suelos y manejo de residuos en el currículo escolar. Se implementarán talleres prácticos, salidas pedagógicas a humedales, viveros y microcuencas, y actividades abiertas a la comunidad, como charlas, ferias y campañas educativas. Se promoverá la participación de estudiantes, docentes, apoderados y organizaciones comunitarias, incorporando saberes mapuche y prácticas locales. El programa fortalecerá la conciencia ambiental y la acción climática, generando capacidades para enfrentar los desafíos ambientales y climáticos desde la educación formal y no formal.			
	Justificación medida	La educación ambiental es fundamental para enfrentar el cambio climático y promover la sostenibilidad local. Tirúa presenta desafíos en la gestión hídrica, residuos y restauración ecológica, que requieren de una ciudadanía informada y activa. Integrar estos contenidos en la educación formal y comunitaria permitirá formar generaciones conscientes y comprometidas, reducir prácticas dañinas y fortalecer la resiliencia local. Además, la medida responde a lineamientos nacionales y comunales de educación ambiental y adaptación al cambio climático, y promueve la participación de comunidades mapuche y rurales.			
	Instituciones	<table><tr><td>Responsable</td><td>Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM)</td></tr><tr><td>Coadyuvante</td><td>Unidades de Cultura y Participación Ciudadana Juntas de vecinos y comunidades mapuche Seremi de Medio Ambiente ONG ambientales y educativas</td></tr></table>	Responsable	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM)	Coadyuvante
Responsable	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM)				
Coadyuvante	Unidades de Cultura y Participación Ciudadana Juntas de vecinos y comunidades mapuche Seremi de Medio Ambiente ONG ambientales y educativas				

	Acciones propuestas	Acción 1: Revisión y actualización del currículo escolar municipal para incorporar contenidos de cambio climático, gestión hídrica, residuos y restauración ecológica Acción 2: Diseño e implementación de talleres prácticos y salidas pedagógicas a humedales, viveros, microcuencas y centros de reciclaje Acción 3: Organización de actividades de educación ambiental abiertas a la comunidad, como ferias, charlas y campañas Acción 4: Capacitación a docentes, monitores ambientales y líderes comunitarios en educación ambiental y climática Acción 5: Elaboración y difusión de material educativo con enfoque intercultural y de género, integración de saberes mapuche y monitoreo del impacto	
	Alcance	Beneficiarios	Estudiantes, docentes y apoderados de escuelas y liceos municipales de Tirúa urbano, Quidico, Tranaquepe, Ponotro y Ranquihue; comunidades mapuche; organizaciones sociales y ambientales; habitantes de la comuna que participen en actividades abiertas.
		Territorial	Cobertura comunal: localidades urbanas y rurales mencionadas, con énfasis en escuelas y espacios comunitarios.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Mayor conciencia ambiental y climática, fortalecimiento de la identidad local y la participación comunitaria, rescate de saberes tradicionales. Económico: Reducción de costos asociados a malas prácticas ambientales, fomento de iniciativas sustentables y microemprendimientos educativos. Ambiental: Mejora en la gestión de residuos, restauración de suelos y microcuencas, protección de humedales y recursos hídricos.
	Plazo de implementación	Corto plazo (2026-2031)	
	Transversalización de género	Responsiva: El programa garantizará la participación activa de mujeres y diversidades en todas las actividades educativas, asegurando acceso equitativo a capacitaciones, liderazgo y beneficios, conforme a la tabla de transversalización de género del insumo adjunto.	

Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas • I-21 Número de personas capacitadas • I-22. Número de ejemplares de material técnico o educativo • I-30 Número de salidas educativas realizadas a entornos naturales o ecosistemas locales • I-31 Número de contenidos o asignaturas escolares que integran temáticas de sostenibilidad y cambio climático • I-29 Porcentaje de niñas y niños que participan equitativamente en actividades de sostenibilidad en entornos educativos
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: promueve la educación y capacitación comunitaria en gestión de riesgos y resiliencia, alineándose con talleres, campañas y formación ambiental del programa. • Plan Municipal de Cultura 2023-2028: fomenta la formación, talleres, actividades culturales y educativas con enfoque intercultural, lo que se articula directamente con la educación ambiental, la participación escolar y la integración de saberes locales del programa. • Anexo - Plan por Amenaza de Incendios Forestales: recomienda campañas de sensibilización, talleres y formación comunitaria para la prevención de incendios, coincidiendo con las acciones educativas, difusión y salidas pedagógicas del programa. • PLADECO Tirúa 2014-2019: promueve la educación ambiental, la formación de capacidades y la participación comunitaria como ejes del desarrollo sostenible local, directamente alineados con el programa. • Política Local Medioambiental: define la educación ambiental y la sensibilización como pilares para la gestión ambiental y el cambio climático en la comuna, en total sintonía con el objetivo y las acciones del programa. • PARCC Biobío: Directamente vinculada con la Medida Transversal N°1 "Educación y Capacitación para el Cambio Climático". • ECLP 2050: Contribuye al Objetivo 3 (Meta 3.1), que busca desarrollar capacidades adaptativas a través de la educación, formación y sensibilización climática con pertinencia territorial. • PNACC: Refuerza el enfoque transversal de educación para el cambio climático, promoviendo una ciudadanía informada y empoderada para enfrentar los desafíos ambientales y climáticos. • Plan Nacional de Adaptación en Salud: Aporta a la promoción de estilos de vida saludables y resilientes, incluyendo la dimensión educativa comunitaria frente a amenazas climáticas. • Plan Sectorial de Energía: Complementa los esfuerzos de sensibilización ciudadana sobre eficiencia energética, energías renovables y cambio de hábitos.
Financiamiento	Costo estimado total	\$17.900.000 CLP (UF395,72) El costo total estimado, considera: - Acción 1: \$1.500.000: Revisión curricular, reuniones técnicas, validación comunal, impresión de materiales - Acción 2: \$4.800.000: 4 talleres, 4 salidas pedagógicas, transporte, materiales y seguros - Acción 3: \$6.500.000: 2 ferias, 2 charlas, 2 campañas de difusión, arriendo de espacio y logística - Acción 4: \$2.700.000: Revisión curricular, reuniones técnicas, validación comunal, impresión de materiales - Acción 5: \$2.400.000: Diseño y edición de material, talleres de difusión, encuestas de evaluación

	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) Subvenciones de la Subdere para educación ambiental Fondos de la Seremi de Educación y Medio Ambiente Cooperación internacional (PNUD, Unión Europea) Fondos concursables en https://fondos.gob.cl/ (áreas: educación ambiental, cambio climático, gestión hídrica)
--	---	--

 Comuna de Tirúa Ficha de medida N°10 		
Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático
	Objetivo específico de la medida	Desarrollar e implementar una estrategia comunal participativa que promueva el uso eficiente del agua, la recuperación de microcuencas, la educación ciudadana y la habilitación de sistemas de captación de aguas lluvia en sectores rurales, fortaleciendo la resiliencia hídrica frente al cambio climático.
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 2: Promover la transición energética local con pertinencia territorial y cultural, impulsando el uso de energías renovables y tecnologías limpias. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.
	Tipo	Adaptación
	Eje temático	Gestión Hídrica y Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad
	Descripción breve	La medida busca fortalecer la gestión hídrica en la comuna de Tirúa mediante una estrategia integral que incluye la recuperación de microcuencas con soluciones basadas en la naturaleza, la implementación de sistemas de captación de aguas lluvia en sectores rurales, la formación de una mesa articuladora de Agua Potable Rural (APR) y abastos de agua, y la realización de actividades de educación y sensibilización comunitaria sobre el uso eficiente del recurso hídrico. Se promoverá la participación activa de las comunidades locales, especialmente del pueblo mapuche, en todas las etapas del proceso.
	Justificación medida	Tirúa enfrenta desafíos significativos en materia de disponibilidad y gestión del recurso hídrico, exacerbados por los efectos del cambio climático y las prácticas forestales intensivas. La recuperación de microcuencas y la implementación de sistemas de captación de aguas lluvia son esenciales para garantizar el acceso al agua en sectores rurales. Además, la participación comunitaria y la educación son fundamentales para fomentar prácticas sostenibles y fortalecer la resiliencia hídrica de la comuna.

	Instituciones	Responsable	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO Dirección de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD)
		Coadyuvante	Secretaría de Planificación (SECPLAN) Dirección de Obras Municipales (DOM) SENAPRED Dirección General de Aguas (DGA) Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) Comunidad Mapuche local Organizaciones ambientales y educativas locales
	Acciones propuestas	Acción 1: Diseñar e implementar planes de recuperación de microcuencas, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza, restauración con especies nativas y control de erosión.	
		Acción 2: Instalar sistemas de captación de aguas lluvia en viviendas y espacios comunitarios de sectores rurales, priorizando aquellos con mayor vulnerabilidad hídrica.	
		Acción 3: Formar y capacitar una mesa articuladora de Agua Potable Rural (APR) y abastos de agua, con representación de comunidades locales, para coordinar acciones y compartir buenas prácticas	
		Acción 4: Desarrollar programas de educación y sensibilización sobre el uso eficiente del agua y la importancia de la gestión hídrica comunitaria, incorporando saberes ancestrales del pueblo mapuche	
	Alcance	Beneficiarios	Comunidades rurales de la comuna de Tirúa, especialmente aquellas ubicadas en sectores con escasez hídrica; Organizaciones comunitarias y educativas locales.
		Territorial	Microcuencas y sectores rurales de la comuna de Tirúa, incluyendo localidades como Lleu Lleu, Quidico, Tranaquepe y Cura.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Mejora en el acceso al agua potable y fortalecimiento de la organización comunitaria en torno a la gestión hídrica. Económico: Reducción de costos asociados al abastecimiento de agua y generación de oportunidades para el desarrollo de actividades productivas sostenibles. Ambiental: Recuperación de microcuencas, aumento de la cobertura vegetal y mejora en la calidad y disponibilidad del recurso hídrico
	Plazo de implementación	Largo plazo: 2026-2041	
	Transversalización de género	Género transformadora: Promoviendo la participación equitativa de mujeres y hombres en todas las etapas del proceso. Se fomentará el liderazgo de mujeres en la mesa articuladora de APR y en las actividades de educación y sensibilización, reconociendo su rol fundamental en la gestión del agua y en la transmisión de conocimientos ancestrales relacionados con el recurso hídrico.	

Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-44 Porcentaje de cuencas y ecosistemas costeros con planes de manejo integrados implementados a nivel comunal • I-37 Número de instalaciones públicas con sistemas de captación y reutilización de aguas lluvias operativos • I-6 Número de mujeres en roles de liderazgo comunitario • I-10 Número de sesiones realizadas por instancias técnicas o comités asesores de gestión territorial • I-21 Número de personas capacitadas
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Política local medioambiental, I. Municipalidad de Tirúa: Que incluye objetivos específicos asociados a medidas de adaptación, entre ellos, Plan Protección Agua, Plan de Restauración Ecológica, Educación Ambiental. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Bajo su lineamiento estratégico 3, donde se establece el accionar e impulsar un mayor protagonismo municipal en los temas de medio ambiente. • Plan Comunal de Gestión de Riesgo de Desastres: Analiza y propone medidas frente a eventos de inundaciones, sequías y marejadas. • Informe Final de “Ordenamiento territorial y productivo del territorio Kellgko, Juan Lincopan, Pedro Catricura y Kralhue: Que estudia la importancia del reconocimiento de los humedales y cuerpos de agua como sitios de significación cultural. • PARCC Biobío: Se relaciona directamente con la Medida de Adaptación N°1 “Estrategias para Fortalecer la Capacidad de Adaptación de los Sistemas Hídricos: Monitoreo, Restauración de Ecosistemas y Gestión de Infraestructura”. • ECLP 2050: Aporta al Objetivo 1 (Meta 1.2), que promueve “incrementar la resiliencia hídrica territorial frente al cambio climático”, mediante una gestión sustentable, descentralizada y participativa del recurso agua. • PNACC: Relevancia directa en la línea estratégica de seguridad hídrica como eje de adaptación, promoviendo soluciones basadas en la comunidad para asegurar el acceso equitativo y sostenible al agua. • Plan Sectorial de Recursos Hídricos (Plan de Acción MOP): Compatible con estrategias para fortalecer capacidades de gestión en comités y cooperativas de APR, promover planes de eficiencia hídrica y monitoreo climático local . • Plan de Adaptación del Sector Silvoagropecuario: Complementa acciones que priorizan la gestión sostenible del recurso hídrico para la producción agrícola familiar campesina, especialmente en zonas vulnerables al estrés hídrico.
Financiamiento	Costo estimado total	\$97.576.558 CLP (UF 2.677,22) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$21.837.534: Considera el diseño de guías metodológicas, la adquisición de 900 especies arbóreas nativas y tutores, y la inversión de 15 horas de un profesional municipal grado 16. • Acción 2: \$73.000.000: Considera la implementación de 17 sistemas de captación y cosecha de aguas lluvias. • Acción 3: \$139.023: Considera la inversión de 20 horas de un funcionario municipal grado 16 • Acción 4: \$2.600.000: Considera la contratación de un servicio de capacitación de mínimo 28 personas, y un total de 27 horas pedagógicas.

	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR). Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente. Programa de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD-S) del SAG e INDAP Fondos municipales
--	---	--

 Comuna de Tirúa Ficha de medida N°11 		
Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático
	Objetivo específico de la medida	Mejorar la cobertura, eficiencia y sostenibilidad del tratamiento de aguas servidas en la comuna de Tirúa mediante la actualización de infraestructura existente y el diseño de soluciones descentralizadas con tecnologías apropiadas y modelos de gestión comunitaria, asegurando condiciones de saneamiento ambiental adecuadas para la población rural y urbana.

	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.	
	Tipo	Adaptación	
	Eje temático	Infraestructura crítica	
	Descripción breve	Actualización de la planta de tratamiento de aguas servidas existente en el sector urbano de Tirúa y el desarrollo de sistemas descentralizados y modulares en localidades rurales sin cobertura formal. Se priorizará el uso de tecnologías apropiadas como biodigestores, humedales artificiales o sistemas de infiltración, que permitan un tratamiento eficaz, de bajo costo y adaptable al contexto local. Además, se incorporarán modelos de gestión participativa y comunitaria, capacitando a los comités de APR y organizaciones vecinales para asegurar la operación y mantenimiento de las soluciones implementadas. La iniciativa se vincula a planes de ordenamiento territorial, salud pública y reducción de contaminación de suelos y cuerpos de agua.	
	Justificación medida	Numerosos sectores rurales y periurbanos de Tirúa carecen de sistemas formales de tratamiento de aguas servidas, lo que representa un riesgo sanitario y ambiental. La planta existente presenta deficiencias operativas y cobertura limitada. Esta situación vulnera el derecho al saneamiento y afecta de manera desproporcionada a mujeres cuidadoras, niños y personas mayores. La medida responde a la necesidad de garantizar el saneamiento como componente básico de la adaptación al cambio climático, reduciendo riesgos de contaminación y fortaleciendo la resiliencia comunitaria.	
	Instituciones	Responsable	Dirección de Obras Municipales (DOM)
		Coadyuvante	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO Dirección de Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) SECPLAN Superintendencia de Salud Subdere Comisiones APR Delegaciones Municipales.
	Acciones propuestas	Acción 1: Diagnóstico integral del sistema actual de aguas servidas y catastro de zonas sin cobertura. Acción 2: Mejoramiento de la planta de tratamiento urbana con tecnologías de bajo impacto. Acción 3: Diseño e implementación de sistemas descentralizados en localidades como Agua del Molino, El Malo, Las Misiones, Curapaillaco y Ponotro. Acción 4: Capacitación a comités de APR y comunidades para la gestión comunitaria de soluciones descentralizadas. Acción 5: Establecimiento de convenios con la Superintendencia de Salud para promover el monitoreo de calidad de aguas y efluentes.	
	Alcance	Beneficiarios	Habitantes de localidades rurales y sectores periféricos sin cobertura sanitaria: Agua del Molino, El Malo, Ponotro,

			Curapaillaco, Las Misiones. Usuarios de la planta urbana de tratamiento de Tirúa.
		Territorial	Comuna de Tirúa, con énfasis en zonas rurales y periurbanas sin cobertura y en la planta central de tratamiento en zona urbana.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Mejora de condiciones sanitarias y calidad de vida, reducción de enfermedades de origen hídrico. Económico: Disminución de gastos en salud y recuperación de suelos y ecosistemas productivos. Ambiental: Reducción de contaminación de cuerpos de agua, mejora de calidad ambiental y resiliencia territorial.
	Plazo de implementación	Largo Plazo (2026-2041)	
	Transversalización de género	Género responsiva: La medida considerará activamente las necesidades diferenciadas de mujeres y niños en el diseño y localización de soluciones sanitarias. Se priorizará la participación de mujeres en los comités de gestión comunitaria y capacitaciones, promoviendo su liderazgo en el control y vigilancia del saneamiento local.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	- I-1 Número de estudios técnicos realizados - I-3 Número de infraestructuras implementadas para gestión de aguas superficiales - I-16 Número de sistemas de reutilización de aguas grises instalados en sectores críticos - I-27 Número de sistemas rurales diagnosticados con necesidad de implementación energética sostenible - I-18 Porcentaje de mujeres participantes en actividades técnicas de planificación, implementación, monitoreo y fiscalización territorial - I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas a nivel comunal - I-13 Número de acuerdos interinstitucionales formalizados para la regulación y control ambiental	
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	Plan Comunal de Emergencia: Contribuye al aseguramiento de necesidades básicas (Proceso 2) y saneamiento ambiental en situaciones de emergencia. Plan RRD Tirúa: Alineado con acciones de fortalecimiento de infraestructura resiliente y servicios básicos. PLADECO Tirúa 2014-2019: Se vincula con los lineamientos sobre desarrollo sanitario y mejora de calidad de vida en territorios rurales. Política Local Medioambiental: Refuerza principios de sustentabilidad, prevención y salud ambiental en zonas vulnerables. PARCC Biobío: Se relaciona directamente con la Medida de Adaptación N°1 "Estrategias para Fortalecer la Capacidad de Adaptación de los Sistemas Hídricos: Monitoreo, Restauración de Ecosistemas y Gestión de Infraestructura". ECLP 2050: Contribuye al Objetivo 1 (Meta 1.3.1), que busca que toda la infraestructura pública incorpore criterios de adaptación al cambio climático, incluyendo saneamiento básico en zonas vulnerables.	

		• PNACC: Relevancia directa en la línea de acción de adaptación en sectores rurales, enfocada en asegurar condiciones sanitarias adecuadas como base para la resiliencia social y ambiental. • Plan de Adaptación en Salud: Aporta a la mejora de condiciones sanitarias como una estrategia preventiva ante riesgos climáticos, protegiendo la salud de las comunidades expuestas a eventos extremos o contaminación. • Plan de Acción del MOP (Recursos Hídricos): Refuerza esta medida al priorizar intervenciones en saneamiento rural, promoviendo sistemas de tratamiento descentralizados y resilientes al cambio climático.
Financiamiento	Costo estimado total	\$925.642.587 CLP (UF 28.105,48) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$31.000.000: Catastro sanitario y factibilidad técnica para PTAS • Acción 2: \$833.131.834: Considera la ejecución del mejoramiento de la PTAS, Etapa III: Construcción de la Planta • Acción 3: \$59.859.246: Diseño, construcción y monitoreo de tres (3) humedales artificiales para la depuración de aguas residuales. • Acción 4: \$1.260.504: Contratación de servicio de capacitación e instalación de biodigestor, incluido materiales para unidad demostrativa con agricultores/as • Acción 5: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas
	Posibles fuentes de financiamiento	• Programa de Saneamiento Sanitario Rural (Subdere - MOP) • Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) • Programa de Infraestructura Sanitaria – MINVU • Fondo de Protección Ambiental (FPA) • Cooperación internacional (GIZ, BID, PNUD)

Elemento	Subelemento	Contenido
----------	-------------	-----------

Descripción de la medida	Nombre medida	Gobernanza climática local y articulación con actores clave	
	Objetivo específico de la medida	Fortalecer la gobernanza climática comunal mediante la creación de una mesa de trabajo intersectorial e intercultural que articule a actores municipales, territoriales, educativos y comunitarios para la planificación, coordinación y seguimiento de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático en Tirúa.	
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.	
	Tipo	Transversal	
	Eje temático	Educación y cultura ambiental	
	Descripción breve	La medida contempla la conformación de una Mesa Comunal de Cambio Climático de carácter permanente y participativo, integrada por representantes del municipio (alcaldía, SECPLAN, Medio Ambiente, Educación, Riesgos de Desastres), comunidades mapuche, organizaciones sociales, escuelas, centros de salud, universidades y servicios públicos. Esta mesa tendrá como función la planificación, coordinación y monitoreo de acciones del PACCC y otras iniciativas climáticas, garantizando su pertinencia cultural y territorial. Incluirá capacitaciones, encuentros participativos y el diseño de mecanismos de seguimiento y rendición pública de avances. Será el principal espacio institucional para transversalizar el enfoque de cambio climático en la gestión comunal.	
	Justificación medida	Tirúa enfrenta una alta vulnerabilidad climática y socioambiental que exige una gobernanza participativa y articulada. Actualmente, no existe un espacio institucionalizado de coordinación climática local. La presencia de comunidades mapuche con conocimiento ecológico tradicional y de actores clave como escuelas y comités territoriales, hace necesario un órgano que canalice esfuerzos, evite duplicidad de acciones y garantice la coherencia y sostenibilidad de las medidas. Esta iniciativa permitirá mejorar la eficacia de las políticas locales, fortalecer la capacidad de respuesta ante amenazas y posicionar el cambio climático como eje prioritario en la gestión comunal.	
	Instituciones	Responsable	SECPLAN

		Coadyuvante	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM) Dirección de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) Oficina de Pueblos Originarios Asociaciones territoriales, Escuelas UCT Seremi Medio Ambiente (MMA) GORE
	Acciones propuestas	Acción 1: Elaboración de ordenanza municipal que establezca la Mesa Comunal de Cambio Climático como instancia formal de gobernanza. Acción 2: Identificación y convocatoria de actores locales clave: organizaciones mapuche, establecimientos educacionales, juntas de vecinos, servicios públicos, universidades. Acción 3: Realización de talleres de inducción y capacitación en cambio climático para los miembros de la mesa. Acción 4: Diseño participativo de reglamento interno y plan de trabajo bianual de la mesa. Acción 5: Implementación de sistema de monitoreo, seguimiento y comunicación de acciones climáticas a nivel comunal. Acción 6: Organización anual de cabildos climáticos comunitarios para retroalimentar las acciones.	
	Alcance	Beneficiarios	Funcionarios municipales, representantes de comunidades mapuche, profesores, estudiantes, dirigentes vecinales, técnicos de servicios públicos.
		Territorial	Comuna de Tirúa, con representación activa de localidades urbanas y rurales: Quidico, Tranaquepe, Canihual, Agua del Molino, Ponotro, Las Misiones, Ranquilhue.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Fortalecimiento de la participación ciudadana, la inclusión intercultural y la educación climática. Económico: Optimización de recursos y alineación de proyectos públicos y comunitarios. Ambiental: Mejora en la coherencia y seguimiento de acciones de adaptación y mitigación climática en el territorio.
	Plazo de implementación	Corto Plazo (2026-2031)	

	Transversalización de género	Género transformadora: Se asegurará la paridad en la composición de la mesa y se fomentará la participación de mujeres líderes comunitarias y educadoras. Se incluirá una comisión de equidad de género para revisar los impactos de las acciones climáticas desde una perspectiva interseccional.
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-9 Número de normativas locales aprobadas para la gestión sostenible de recursos y problemáticas territoriales • I-13 Número de acuerdos interinstitucionales formalizados para la regulación y control ambiental • I-21 Número de personas capacitadas • I.10 Número de sesiones realizadas por instancias técnicas o comités asesores de gestión territorial • I-15 Número de informes técnicos elaborados sobre impactos o resultados de actividades territoriales • I-6 Número de mujeres en roles de liderazgo comunitario
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: Refuerza la acción de fortalecimiento institucional y participación local para la reducción del riesgo de desastres. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Se articula con los lineamientos de gobernanza participativa y articulación con comunidades y organizaciones. • Plan de Cultura Tirúa 2023-2028: Sinergia con ejes de participación cultural y valoración del territorio. • Política Local Medioambiental: Refuerza el principio de democracia ambiental y asociatividad para la acción climática local. • PARCC Biobío: Relacionada con la Medida Transversal N°1 "Educación y Capacitación para el Cambio Climático". • ECLP 2050: Contribuye al Objetivo 1 (Meta 1.1), que establece como meta que todos los municipios cuenten con instrumentos de planificación climática y mecanismos de gobernanza validados e institucionalizados, facilitando la coherencia vertical y horizontal. • PNACC: Reforzada por el principio de gobernanza inclusiva y efectiva, promoviendo la creación de estructuras locales con participación amplia para planificar, implementar y monitorear la acción climática. • Plan Nacional de Adaptación (PNACC) y planes sectoriales: Apoyan el fortalecimiento institucional en el nivel local para asegurar que los gobiernos subnacionales cuenten con capacidades para implementar medidas adaptativas con apoyo intersectorial.
Financiamiento	Costo estimado total	\$7.955.015 CLP (UF 205,22) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas • Acción 2: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas • Acción 3: \$6.000.000: Considera tres talleres de capacitación, materiales, honorarios y certificación • Acción 4: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas • Acción 5: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas • Acción 6: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas

	Posibles fuentes de financiamiento • Fondo para el Fortalecimiento de la Gestión Territorial (SUBDERE) • Fondo de Educación Ambiental (MMA) • Fondo de Cultura para Comunidades (MINCAP) • Programa PNUD Chile para municipios resilientes • Recursos FNDR para gestión institucional y participación ciudadana
--	--

 Comuna de Tirúa Ficha de medida N°13 		
Elemento	Subelemento	Contenido
Descripción de la medida	Nombre medida	Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros

Objetivo específico de la medida	Establecer un marco normativo local para la conservación, restauración y uso sustentable de cuerpos de agua claves en la comuna, a través de la elaboración e implementación participativa de una ordenanza que resguarde el patrimonio hídrico desde una perspectiva ecológica, cultural y de gestión del riesgo.	
Objetivo del PACCC	- Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua. - Objetivo 4: Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.	
Tipo	Adaptación	
Eje temático	Gestión Hídrica	
Descripción breve	La medida propone la formulación y puesta en marcha de una ordenanza municipal que regule el uso, manejo y protección de cuerpos de agua estratégicos como humedales, esteros, lagunas y zonas del borde costero, incluyendo el Lago Lleu Lleu como prioridad territorial. El proceso de elaboración será participativo, incluyendo talleres con comunidades mapuche, pescadores artesanales, comités ambientales, agrupaciones de mujeres, escuelas y actores productivos. La ordenanza considerará criterios de valor ecológico, cultural, importancia para la biodiversidad, amenazas por usos no sostenibles y vulnerabilidad ante el cambio climático. Se integrará con la Política Local Medioambiental y se establecerán mecanismos de fiscalización, educación y restauración activa.	
Justificación medida	Tirúa cuenta con un valioso patrimonio hídrico amenazado por el cambio de uso de suelo, la contaminación, la deforestación y la presión por actividades productivas no reguladas. El Lago Lleu Lleu, los humedales costeros y esteros interiores son fundamentales para la biodiversidad local, la identidad mapuche-lavkenche y la regulación hídrica. Actualmente no existe una normativa local que proteja integralmente estos ecosistemas. La ordenanza propuesta contribuirá a preservar estos cuerpos de agua, mitigar riesgos, educar a la comunidad y alinear la gestión municipal con principios de sustentabilidad y democracia ambiental.	
Instituciones	Responsable	Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO
	Coadyuvante	Dirección de Gestión de Riesgos de Desastres (GRD), SECPLAN, Dirección de Obras, Oficina de Pueblos Originarios, Educación, Asesoría Jurídica, Delegaciones Municipales, Seremi del Medio Ambiente, comunidades costeras y rurales.
Acciones propuestas	Acción 1: Levantamiento y sistematización de antecedentes ecológicos, culturales y legales de cuerpos de agua relevantes (incluyendo el Lago Lleu Lleu). Acción 2: Realización de talleres participativos para diagnóstico territorial y definición de lineamientos normativos. Acción 3: Elaboración técnica-jurídica de la ordenanza y revisión por Asesoría Jurídica municipal. Acción 4: Creación de un sistema de monitoreo y denuncia comunitaria de amenazas a los cuerpos de agua protegidos.	
Alcance	Beneficiarios	Comunidades costeras y rurales cercanas a cuerpos de agua, organizaciones ambientales, pueblos originarios, niños y jóvenes, usuarios productivos responsables.

		Territorial	Comuna de Tirúa, con énfasis en el Lago Lleu Lleu, estero Pilico, estero Quidico, humedales costeros y lagunas interiores como Ranquihue y Agua del Molino.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Reconocimiento de derechos territoriales y culturales vinculados al agua, aumento de la participación comunitaria en la gestión hídrica. Económico: Ordenamiento de usos productivos del agua y reducción de conflictos socioambientales. Ambiental: Conservación de humedales y cuerpos de agua, protección de la biodiversidad y mejora de la resiliencia hídrica.
	Plazo de implementación	Corto Plazo (2026-2031)	
	Transversalización de género	Género transformadora: La medida incorporará enfoques de justicia hídrica desde una perspectiva de género, promoviendo la participación activa de mujeres en los procesos de consulta, formulación y vigilancia de la ordenanza. Se visibilizará el rol de las mujeres como cuidadoras del agua y del territorio.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-9 Número de normativas locales aprobadas para la gestión sostenible de recursos y problemáticas territoriales • I-28 Número de elementos territoriales identificados y registrados • I-5 Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas a nivel comunal • I-10 Número de sesiones realizadas por instancias técnicas o comités asesores de gestión territorial • I-11 Número de áreas monitoreadas mediante tecnologías de fiscalización ambiental • I-6 Número de mujeres en roles de liderazgo comunitario en instancias de gobernanza climática	
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Política Local Medioambiental: Profundiza los principios de protección del agua y derecho ambiental territorial establecidos en la declaración. • Plan RRD Tirúa: Alineado con acciones de prevención de desastres hídricos, manejo sustentable del agua y restauración de ecosistemas. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Complementa los objetivos de protección ambiental, participación local y sostenibilidad territorial. • Plan Comunal de Emergencia: Contribuye a mitigar amenazas por escasez hídrica y contaminación de fuentes. • PARCC Biobío: Alineada con la Medida de Adaptación N°1 "Estrategias para Fortalecer la Capacidad de Adaptación de los Sistemas Hídricos: Monitoreo, Restauración de Ecosistemas y Gestión de Infraestructura". • ECLP 2050: Responde al Objetivo 2 (Meta 2.2), que impulsa la resiliencia de los ecosistemas mediante su conservación efectiva y mecanismos normativos adaptativos desde el nivel local.	

		• PNACC: Refuerza la gobernanza ambiental descentralizada mediante la incorporación de ordenanzas como instrumentos normativos relevantes en territorios vulnerables, especialmente zonas costeras y humedales urbanos y rurales. • Plan de Adaptación en Biodiversidad: Se relaciona con acciones destinadas a la conservación efectiva de ecosistemas hídricos, reconociendo su valor ecosistémico y su rol en la adaptación territorial. • Plan Sectorial Silvoagropecuario: Complementa esta medida mediante la protección de zonas hídricas en paisajes agrícolas y su integración en la planificación local para asegurar servicios ecosistémicos esenciales.
Financiamiento	Costo estimado total	\$7.173.009 CLP (UF 184,40) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas • Acción 2: \$6.000.000: Considera tres talleres participativos, mapeo en 5 localidades, informe técnico • Acción 3: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas • Acción 4: \$391.003: Considera la gestión liderada por funcionario público grado 16. Estimación 45 horas
	Posibles fuentes de financiamiento	• Fondo de Protección Ambiental (FPA) • Fondo de Gestión Territorial (SUBDERE) • Programa de Humedales Urbanos (MMA) • Recursos del FNDR para ordenamiento territorial • Fondo de Cultura y Medio Ambiente para Pueblos Originarios

Descripción de la medida	Nombre medida	Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial	
	Objetivo específico de la medida	Actualizar el Plan Regulador Comunal y el PLADECO incorporando zonas de riesgo y criterios de infraestructura resiliente, permitiendo restringir usos del suelo en áreas vulnerables, planificar reasentamientos y promover normas constructivas adaptadas al riesgo climático y sísmico, fortaleciendo la coordinación y argumentación técnica entre departamentos municipales.	
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.	
	Tipo	Adaptación	
	Eje temático	Gestión de Riesgo de Desastres	
	Descripción breve	La medida busca actualizar los principales instrumentos de planificación territorial de Tirúa, integrando la gestión del riesgo de desastres y criterios de infraestructura resiliente frente a amenazas climáticas y sísmicas. Se identificarán y delimitarán zonas de riesgo en el Plan Regulador Comunal y PLADECO, restringiendo usos del suelo en áreas vulnerables y promoviendo normas constructivas adaptadas. Además, se fortalecerá la articulación entre departamentos municipales, asegurando la socialización de los proyectos y la argumentación técnica conjunta para la toma de decisiones integradas en ordenamiento territorial. Se realizarán capacitaciones y talleres para funcionarios y comunidades, promoviendo una cultura de prevención y resiliencia.	
	Justificación medida	Tirúa está expuesta a amenazas como inundaciones, deslizamientos, incendios forestales y sismos, que afectan especialmente a zonas urbanas, rurales y costeras. La falta de integración del riesgo en la planificación territorial incrementa la vulnerabilidad de la población y la infraestructura. Incorporar criterios de gestión del riesgo en el Plan Regulador Comunal y el PLADECO permitirá tomar decisiones informadas, reducir la exposición y promover la resiliencia, cumpliendo con normativas nacionales y recomendaciones internacionales de adaptación al cambio climático y reducción de desastres.	
	Instituciones	Responsable	Secretaría de Planificación Comunal (SECPLAN)
		Coadyuvante	Dirección de Obras Municipales (DOM) Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - Dirección de Desarrollo Comunitario (DIDECO) Departamento de Administración de Educación Municipal (DAEM) Seguridad Pública y Gestión del Riesgo Seremi MINVU Seremi de Medio Ambiente DGA (Dirección General de Aguas, para riesgos hídricos) CONAF (para riesgos forestales) Comunidades locales y organizaciones territoriales
	Acciones propuestas	Acción 1: Diagnóstico y mapeo participativo de zonas de riesgo climático y sísmico Acción 2: Actualización del Plan Regulador Comunal y PLADECO incorporando zonas de riesgo y criterios de resiliencia Acción 3: Difusión de normas constructivas adaptadas al riesgo climático y sísmico	

		Acción 4: Talleres y capacitaciones para funcionarios municipales y líderes comunitarios sobre gestión del riesgo y planificación resiliente Acción 5: Monitoreo y evaluación periódica de la implementación de los criterios de riesgo en la planificación territorial, fortalecimiento de la coordinación interdepartamental	
	Alcance	Beneficiarios	Habitantes de Tirúa urbano, Quidico, Tranaquepe, Ponotro, Ranquihue y sectores rurales; funcionarios municipales; comunidades mapuche; organizaciones sociales.
		Territorial	Cobertura comunal, con énfasis en zonas urbanas, rurales y costeras identificadas como vulnerables.
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Reducción de la exposición al riesgo, mayor seguridad y resiliencia comunitaria, fortalecimiento de la cultura preventiva y la participación ciudadana. Económico: Disminución de pérdidas materiales y costos de reconstrucción, mejor priorización de inversiones públicas. Ambiental: Protección de áreas sensibles y ecosistemas, reducción de impactos negativos por desastres y ocupación inadecuada del territorio.
	Plazo de implementación	Mediano plazo (2026-2036)	
	Transversalización de género	Género Responsiva: La medida garantizará la participación activa de mujeres y diversidades en el diagnóstico, planificación y toma de decisiones, asegurando acceso equitativo a información, capacitaciones y beneficios, conforme a la tabla de transversalización de género del insumo adjunto.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-1 Número de estudios técnicos realizados • I-18 Porcentaje de mujeres participantes en actividades técnicas de planificación, implementación, monitoreo y fiscalización territorial • I-10 Número de sesiones realizadas por instancias técnicas o comités asesores de gestión territorial • I-25 Número de planes técnicos territoriales formulados e implementados • I-26 Número de hectáreas sometidas a monitoreo ambiental periódico • I-12 Número de funcionarios municipales capacitados en fiscalización ambiental y aplicación de normativas	
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Plan RRD Tirúa: establece la integración obligatoria del riesgo en el plan regulador comunal y el pladeco, promueve la identificación de zonas de riesgo y la planificación resiliente, y detalla acciones de coordinación, monitoreo y actualización periódica, todo directamente alineado con la medida. • PLADECO Tirúa 2014-2019 incorpora la gestión del riesgo de desastres como eje transversal de la planificación comunal y exige la actualización de instrumentos territoriales con criterios de resiliencia, lo que es el núcleo de la medida.	

		• Plan Regulador Comunal (PRC): es el instrumento prioritario que la medida busca actualizar, integrando zonas de riesgo, restricciones de uso de suelo y normas constructivas adaptadas, en concordancia con la gestión de desastres. • Anexo - Plan por Amenaza de Incendios Forestales: aborda la zonificación de riesgo, la coordinación municipal y la necesidad de incorporar criterios de prevención y resiliencia en la planificación territorial, reforzando la articulación entre gestión de riesgo y ordenamiento del territorio. • Plan Municipal de Cultura 2023-2028: fomenta la participación ciudadana, la formación en prevención y la cultura de resiliencia, aspectos que fortalecen la dimensión social y educativa de la gestión del riesgo en la planificación territorial. • Política Local Medioambiental: promueve la integración de la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en los instrumentos de planificación comunal, alineándose con la actualización del plan regulador y el pladeco. • PARCC Biobío: Relacionada con la Medida Transversal N°1 "Educación y Capacitación para el Cambio Climático". • ECLP 2050: Contribuye al Objetivo 1 (Meta 1.3), que busca asegurar que las decisiones de inversión, planificación e infraestructura integren consideraciones de riesgo climático y escenarios futuros. • PNACC: Refuerza el principio de resiliencia territorial como eje articulador de la planificación, incorporando análisis de vulnerabilidad y riesgo en instrumentos normativos locales. • Plan de Adaptación en Ciudades: Articula esta medida con la necesidad de anticiparse a eventos extremos mediante una planificación urbana y territorial adaptativa, incluyendo mapas de riesgo y criterios de uso de suelo resiliente. • Plan Sectorial de Obras Públicas (MOP): Apoya la integración del riesgo climático en la infraestructura y planificación territorial, priorizando inversiones públicas seguras frente a amenazas climáticas.
Financiamiento	Costo estimado total	\$124.000.000 CLP (UF 859,39) El costo total estimado, considera: - Acción 1: \$6.000.000: 3 talleres participativos, mapeo en 5 localidades, informe técnico - Acción 2: \$100.000.000: Actualización PRC y PLADECO, integración de zonas de riesgo, talleres de consulta - Acción 3: \$6.000.000: Elaboración de material normativo, 2 talleres de difusión, impresión de guías - Acción 4: \$6.000.000: 3 talleres de capacitación, materiales, honorarios y certificación - Acción 5: \$6.000.000: Desarrollo de indicadores, reuniones interdepartamentales, informes anuales
	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) Fondo de Protección Ambiental (FPA) del Ministerio del Medio Ambiente Subvenciones de la Subdere para planificación y gestión de riesgos Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) Cooperación internacional (PNUD, Unión Europea) Fondos concursables en https://fondos.gob.cl/ (áreas: gestión de riesgos, ordenamiento territorial, resiliencia climática)

Elemento	Subelemento	Contenido
----------	-------------	-----------

Descripción de la medida	Nombre medida	Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático	
	Objetivo específico de la medida	Fortalecer la gestión sustentable del borde costero en Tirúa mediante la implementación y administración efectiva del Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios (ECMPO), integrando saberes ancestrales y herramientas de gestión ambiental para proteger los ecosistemas marino-costeros y asegurar el uso sostenible de los recursos, en colaboración con las comunidades lavkenche.	
	Objetivo del PACCC	- Objetivo 1: Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales. - Objetivo 2: Promover la transición energética local con pertinencia territorial y cultural, impulsando el uso de energías renovables y tecnologías limpias. - Objetivo 3: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.	
	Tipo	Adaptación	
	Eje temático	Conservación de ecosistemas y biodiversidad	
	Descripción breve	La medida busca consolidar la gestión del Borde Costero y de los Espacio Costero Marino de Pueblos Originarios (ECMPO) como una herramienta de adaptación climática basada en ecosistemas. Contempla la elaboración de un plan de manejo y de administración que incorpore amenazas climáticas (como acidificación, aumento de temperatura marina y erosión costera), acciones de restauración de hábitats vulnerables, monitoreo comunitario del ecosistema y fortalecimiento de capacidades locales para la gobernanza climática. Además, fomenta la diversificación productiva sostenible (turismo de bajo impacto, pesca artesanal resiliente) como estrategia de adaptación socioeconómica.	
	Justificación medida	El borde costero de Tirúa está siendo impactado por fenómenos asociados al cambio climático como la pérdida de biodiversidad marina, erosión, marejadas y cambios en la distribución de especies. Se busca incorporar herramientas científicas, comunitarias y tradicionales permitirá anticipar riesgos, proteger hábitats marinos y fortalecer la soberanía local sobre los bienes comunes naturales.	
	Instituciones	Responsable	Comunidades lavkenche de la comuna de Tirúa
		Coadyuvante	Secretaría de Planificación (SECPLAN) - Encargado/a de bordes costeros Sección Medio Ambiente y Promoción de la Salud - DIDECO Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) Academia
	Acciones propuestas	Acción 1: Diseñar e implementar los planes de manejo y planes de administración del ECMPO, incorporando medidas específicas de adaptación al cambio climático. Acción 2: Generar alianzas para establecer un sistema de monitoreo del cambio climático marino (temperatura del agua, especies bioindicadoras, erosión costera), con apoyo de instituciones académicas. Acción 3: Desarrollar capacidades locales en gestión climática costera mediante talleres participativos con enfoque intercultural (manejo adaptativo, restauración ecológica, diversificación productiva).	

	Alcance	Beneficiarios	Familias lavkenche vinculadas al ECMPO Manqueche en Quidico, Tranaquepe y alrededores; Pescadores artesanales, mariscadores y emprendedores turísticos locales.
		Territorial	Sectores del borde costero de la comuna de Tirúa, incluyendo localidades como Quidico, Tranaquepe y Lleu Lleu; ECMPO
		Impactos esperados (Social, económico, ambiental)	Social: Fortalecimiento de la gobernanza indígena y la cohesión territorial frente al cambio climático. Económico: Diversificación de medios de vida resilientes al clima en sectores pesquero y turístico. Ambiental: Conservación adaptativa de hábitats marinos críticos y mejora en la capacidad de regeneración de los ecosistemas costeros
	Plazo de implementación	Mediano plazo: 2026-2036	
	Transversalización de género	Género transformadora: Reconociendo el rol fundamental de las mujeres lavkenche en la transmisión del conocimiento ecológico tradicional y en la pesca artesanal. Se garantizará su participación activa y liderazgo en el monitoreo comunitario, planificación del ECMPO y actividades económicas sostenibles, superando brechas estructurales de género en la gestión territorial.	
Planificación de la medida	Indicadores de progreso	• I-44 Porcentaje de cuencas y ecosistemas costeros con planes de manejo integrados implementados a nivel comunal • I-26 Número de hectáreas sometidas a monitoreo ambiental periódico • I-12 Número de funcionarios municipales capacitados en fiscalización ambiental y aplicación de normativas • I-21 Número de personas capacitadas • I-6 Número de mujeres en roles de liderazgo comunitario	
Sinergias de la medida	Relación y sinergias con otros instrumentos de gestión	• Política Local Medioambiental, I. Municipalidad de Tirúa: Que incluye objetivos específicos asociados a medidas de adaptación, entre ellos, Plan Protección Agua, Plan de Restauración Ecológica, Educación Ambiental, Planificación Territorial. • PLADECO Tirúa 2014-2019: Bajo su lineamiento estratégico 3, donde se establece el accionar e impulsar un mayor protagonismo municipal en los temas de medio ambiente, y su lineamiento estratégico 16 para la disposición de hitos representativos de las características culturales y patrimoniales de la comuna. • Informe Final de "Ordenamiento territorial y productivo del territorio Kellgko, Juan Lincopan, Pedro Catricura y Kralhue: Que mapea comunitariamente los sitios de significación cultural. • PARCC Biobío: Alineada con la Medida de Adaptación N°1 "Estrategias para Fortalecer la Capacidad de Adaptación de los Sistemas Hídricos: Monitoreo, Restauración de Ecosistemas y Gestión de Infraestructura" y la Medida de Adaptación N°4 "Resiliencia Costera y Pesquera ante el Cambio Climático". • ECLP 2050: Contribuye al Objetivo 2 (Meta 2.2), al incorporar enfoques ecosistémicos en la gestión de áreas vulnerables al cambio climático, como zonas costeras, promoviendo la resiliencia basada en la naturaleza. • PNACC: Promueve la gestión integrada del borde costero, reconociendo su relevancia para la seguridad alimentaria, la cultura local y la protección ante eventos extremos como marejadas y erosión.	

		• Plan de Adaptación del Sector Pesca y Acuicultura: Se vincula con medidas que apuntan al fortalecimiento de la gestión territorial costera desde comunidades indígenas y pescadores artesanales, priorizando adaptación ecosistémica y sostenibilidad productiva. • Plan de Adaptación en Biodiversidad: Refuerza la importancia de conservar los ecosistemas costeros y marinos para mantener la conectividad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos ante el cambio climático.
Financiamiento	Costo estimado total	\$78.673.779 CLP (UF 2.328,05) El costo total estimado, considera: • Acción 1: \$73.500.000: Considera el desarrollo de tres Planes de Manejo y Administración ECMPO • Acción 2: \$173.779: Considera la inversión de 20 horas de profesional de grado 16 para el desarrollo de alianzas. • Acción 3: \$5.000.000: Considera el desarrollo de talleres a funcionarios municipales y otros actores claves en gestión climática.
	Posibles fuentes de financiamiento	Fondo de Protección Ambiental (FPA – MMA) Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) Subsecretaría de Pesca y Acuicultura – Programas de fomento Fondo para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CONADI) Fondo de Adaptación (Adaptation Fund, postulación conjunta con MMA) Fondos Municipales

5.4. **Sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)**

Los sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) son herramientas basadas en indicadores cuantitativos que permiten hacer una evaluación previa (*ex ante*) y/o posterior (*ex post*) a la implementación de medidas de adaptación y mitigación, verificando que sus resultados sean factibles y coherentes con los objetivos establecidos (MMA, 2022).

Los MRV de adaptación están orientados al seguimiento de las medidas y acciones que buscan mejorar la resiliencia de los sistemas humanos y naturales, a través del aumento en la capacidad de adaptación y la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático (ODEPA, 2023). El seguimiento sistemático de estas acciones es clave para asegurar su efectividad y alineación con otras políticas nacionales.

En el caso de la mitigación, para una acción eficaz contra el cambio climático, es necesario conocer con claridad las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que ocurren dentro y fuera de los límites del área geográfica analizada. Esto implica saber sus fuentes de origen, cantidad de toneladas CO₂e emitidas por sector/subsector y consolidar un sistema de supervisión periódica muestre el avance de las metas propuestas.

Acorde al World Resources Institute (WRI, 2016), existen tres tipos de MRV de mitigación, como se detallan a continuación:

MRV Emisiones: Su objetivo es monitorear las emisiones y capturas de GEI en un periodo definido. Algunos ejemplos de estos sistemas se pueden encontrar a nivel nacional mediante los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (INGEI), pero también a nivel de organizaciones e industrias como el programa Huella Chile y los Inventarios de Huella de Carbono Corporativa (privados) y a escala territorial o comunitaria. Este método considera el reporte de datos a través de un inventario u otro formato y contempla una revisión y verificación, que generalmente realiza una entidad externa certificada para su validación.

MRV de Acciones de Mitigación: Hace referencia a intervenciones y compromisos, incluidos objetivos, programas y proyectos, para la reducción de emisiones de GEI. Algunos ejemplos que han implementado este sistema son: Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), normas de emisión para los vehículos o proyectos de rehabilitación de tierras degradadas. Los MRV de las acciones de mitigación incluyen la estimación, reporte y verificación de la reducción de emisiones de GEI, y también, el monitoreo, reporte y verificación de su fase de implementación, cumpliendo con las condiciones *ex ante* y *ex post*.

MRV de apoyo: Su foco está en el seguimiento de recepción o entrega de apoyo climático, el monitoreo, reporte y verificación de los resultados logrados y la evaluación de la efectividad del apoyo para alcanzar los objetivos de mitigación. Este sistema básicamente evalúa el financiamiento climático, transferencia tecnológica y creación de capacidades. Actualmente, esta etapa se considera fuera del alcance del sistema nacional de MRV de mitigación del país.

En el contexto del **PACCC**, aún no existe una metodología establecida para generar estos insumos a nivel local. Sin embargo, la definición preliminar de un sistema MRV ayudaría a fortalecer la Gobernanza Climática del territorio, facilitando su vinculación vertical y horizontal a instrumentos de cambio climático de mayor nivel, como los Planes

Estratégicos de Recursos Hídricos (PERHC), Plan Regional de Cambio Climático (PARCC) del Biobío, Planes Sectoriales de Adaptación y Mitigación y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), que van en línea con la meta de Carbono Neutralidad al 2050 comprometida en la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).

Objetivos del sistema MRV

- **Monitoreo:** Diagnóstico de vulnerabilidad y cuantificación de emisiones a nivel comunal.
- **Reporte:** Presentación de resultados a las autoridades/comunidades y alineación con los instrumentos regionales y nacionales.
- **Verificación:** Asegurar coherencia con metas de la ECLP y los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación. También hace referencia a verificaciones externas que validen la reportabilidad.
- **Fortalecer la toma de decisiones:** La compilación de datos locales de los distintos sistemas y subsistemas permitirá ajustar las estrategias y medidas a implementar.
- **Promover la alineación:** Facilitar la coherencia con las metas definidas en otros instrumentos de gestión de cambio climático, permitiendo el reporte coordinado y validado de datos a instancias superiores.
- **Otros:** Evitar doble contabilidad de reducciones, priorizar esfuerzos sectoriales, identificar y remediar falencias metodológicas, identificar necesidad de apoyo tanto técnico como financiero, relevar la importancia y necesidad de contar con información y los recursos necesarios para realizar el seguimiento a las acciones climáticas.

El primer paso para la construcción de un sistema MRV es la definición clara de indicadores específicos que permitan medir el progreso de las medidas de adaptación y mitigación del PACCC, reconocer sus avances, necesidades y posibles problemas en su ejecución, para dar solución oportuna, enmendar acciones y gestionar eficientemente los recursos. Estos indicadores deben estar alineados con los objetivos definidos por el Plan, procurando ser medibles, verificables y adaptados a la realidad local. Por ejemplo, para las medidas de adaptación, los indicadores pueden incluir el aumento de capacidad de almacenamiento hídrico, reducción de la exposición climática de viviendas o la recuperación de los ecosistemas frente a presiones climáticas y antrópicas. Para las medidas de mitigación, la reducción en toneladas de CO₂e emitidas a través de la adopción de tecnologías limpias, movilidad sostenible o planes de eficiencia energética en edificaciones públicas pueden ser relevantes. Si bien, el sistema de indicadores puede surgir desde la administración pública local, para contar con mayor validación y respaldo se sugiere que su desarrollo contemple la opinión de actores locales y expertos técnicos que garanticen su aplicabilidad y aceptación.

A partir de las medidas de adaptación y mitigación identificadas para la elaboración de este PACCC, la consultora ha definido diversos indicadores de seguimiento aplicables a las medidas a implementar¹⁷.

¹⁷ [Fichas indicadores](#)

6. Financiamiento climático

El financiamiento climático es un eje estratégico para materializar las acciones del PACCC de Tirúa. Este capítulo integra fuentes internacionales, nacionales, regionales y locales, junto con mecanismos innovadores para movilizar recursos hacia proyectos de adaptación hídrica, restauración ecológica y transición energética. Se enfoca en superar barreras técnicas y administrativas, priorizando la articulación intersectorial y la sostenibilidad financiera a largo plazo.

6.1. *Marco normativo y lineamientos estratégicos*

La gestión climática en la comuna se encuentra enmarcada en el marco normativo nacional, encabezado por la Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455). Esta legislación obliga a los municipios a alinear sus instrumentos de planificación y acción local con la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) y los compromisos internacionales asumidos por Chile, especialmente aquellos establecidos en la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) para 2025. Esta alineación no solo es un requisito legal, sino que también permite a los municipios acceder de manera prioritaria a fondos climáticos nacionales e internacionales, facilitando la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Así, la Ley 21.455 garantiza que la acción comunal esté en sintonía con los objetivos nacionales de carbono neutralidad y resiliencia climática, y promueve la integración de la perspectiva de género, interculturalidad y participación ciudadana en toda la gestión climática local.

6.2. *Fondos internacionales*

Tirúa puede acceder a diversas fuentes de financiamiento internacional para implementar sus medidas de adaptación y mitigación. El Fondo Verde para el Clima (FVC) es uno de los principales mecanismos, financiando proyectos de adaptación y mitigación a través de programas como REDD+, que en 2024 asignó a Chile USD 63 millones para la conservación y restauración de bosque nativo. Además, la cooperación entre la Unión Europea y América Latina, canalizada a través del Pacto Global de Alcaldes (GCoM), apoya iniciativas municipales con énfasis en energía renovable y gestión hídrica, fortaleciendo la capacidad local para enfrentar los desafíos climáticos. Organismos multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial también ofrecen créditos blandos para infraestructura resiliente, destacando programas como Agua Urbana Sostenible, que pueden ser replicados en la comuna para fortalecer la adaptación frente a eventos extremos y garantizar el acceso a servicios básicos.

6.3. *Fondos Regionales y Nacionales*

A nivel nacional y regional, existen instrumentos clave como el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y el Fondo de Protección Ambiental (FPA), que priorizan proyectos comunales con enfoque climático en sus convocatorias anuales. El Fondo de Conservación de Bosque Nativo, establecido por la Ley 20.283, financia hasta \$5.000.000 por hectárea para proyectos de restauración y manejo sustentable de bosques, lo que resulta fundamental para medidas de mitigación y adaptación en territorios con alta presencia de ecosistemas nativos. Por su parte, la SUBDERE, a través del Programa de

Mejoramiento Urbano (PMU), financia obras de mitigación de inundaciones y proyectos de eficiencia energética, contribuyendo a la resiliencia urbana y rural de la comuna.

6.4. Mecanismos municipales innovadores

Los municipios pueden fortalecer su gestión financiera climática implementando mecanismos innovadores. Entre ellos destacan los bonos verdes locales, como el modelo aplicado en Mendoza (Argentina) para financiar parques solares, y las asociaciones público-privadas (APP), que permiten el cofinanciamiento de plantas de tratamiento de aguas con empresas sanitarias. Los fondos rotatorios, que reinvierten los ingresos provenientes de multas ambientales en proyectos comunitarios, también son una alternativa efectiva para financiar acciones locales de adaptación y mitigación, asegurando la sostenibilidad financiera de las iniciativas.

6.5. Estrategias de gestión financiera climática

La estrategia financiera climática debe combinar diversas fuentes y mecanismos. Los créditos con garantía estatal, utilizados en Colombia para proyectos de agroecología, pueden ser replicados en la comuna mediante alianzas con INDAP, facilitando la transición hacia prácticas agrícolas sostenibles. El financiamiento basado en resultados, como el modelo REDD+ implementado en La Araucanía, permite acceder a pagos por reducción verificada de emisiones, incentivando la conservación de bosques y la restauración ecológica. Por último, los seguros paramétricos, que ofrecen cobertura contra sequías mediante índices pluviométricos, han sido probados en comunas de la zona centro-sur y representan una herramienta innovadora para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos.

6.6. Fuentes de financiamiento para el Plan de Acción del PACCC

Tabla 6.6.1. Fuentes de Financiamiento

Fuente de financiamiento	Descripción	Medidas donde aplica
Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR)	Fondo regional que financia proyectos de infraestructura, medio ambiente, gestión de riesgos y desarrollo sostenible.	Todas las medidas de infraestructura, agua, residuos, restauración, educación ambiental, salud, planificación territorial, etc.
Fondo de Protección Ambiental (FPA)	Apoya iniciativas ciudadanas y municipales en educación ambiental, restauración ecológica y gestión de residuos.	Educación ambiental, restauración de bordes ribereños, gestión de residuos, estudios de especies adaptadas, participación comunitaria.
Fondo de Conservación de Bosque Nativo (Ley 20.283)	Financia hasta \$5.000.000 por hectárea en proyectos de restauración y manejo sustentable de bosques nativos.	Restauración de bordes ribereños y costeros, agroforestería, viveros comunitarios.

Fuente de financiamiento	Descripción	Medidas donde aplica
SUBDERE - Programa de Mejoramiento Urbano (PMU)	Financiamiento para obras urbanas, mitigación de inundaciones, arbolado urbano y eficiencia energética.	Arbolado urbano, obras de drenaje, puntos limpios, eficiencia energética en edificios públicos.
Fondo Social Presidente de la República (FSPR)	Apoya proyectos sociales y comunitarios, incluyendo infraestructura básica y equipamiento.	Fortalecimiento de equipos gestores, campañas educativas, participación comunitaria.
Proyectos Sustentables Ciudadanos (FPA)	Apoya iniciativas locales de sostenibilidad y educación ambiental.	Educación ambiental, campañas de sensibilización, participación ciudadana.
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)	Financia proyectos de innovación agrícola y adaptación al cambio climático en el sector rural.	Agroecología, estudios de especies adaptadas, viveros comunitarios, eficiencia hídrica.
Comisión Nacional de Riego (CNR)	Bonifica obras de riego y proyectos de eficiencia hídrica para agricultores y comunidades rurales.	Gestión hídrica, recolección de aguas lluvia, eficiencia hídrica en agricultura.
INDAP - PRODESAL	Apoya la transición agroecológica, innovación rural y fortalecimiento de pequeños agricultores.	Agroecología, faros agroecológicos, viveros comunitarios, estudios de especies adaptadas.
Fondo Verde para el Clima (FVC)	Financiamiento internacional para proyectos de adaptación y mitigación, especialmente en bosques y gestión hídrica.	Restauración de bosques, eficiencia hídrica, gestión de riesgos climáticos.
Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Banco Mundial	Créditos blandos y asistencia técnica para infraestructura resiliente, agua potable, saneamiento y gestión de riesgos.	Plantas de tratamiento de aguas, obras de drenaje, resiliencia ante inundaciones, salud pública.
Bonos verdes locales	Instrumento financiero municipal para captar recursos para proyectos de energía renovable, eficiencia energética y gestión ambiental.	Parques solares, eficiencia energética, proyectos de mitigación innovadores.
Fondos rotatorios municipales	Reinversión de ingresos por multas ambientales en proyectos comunitarios de adaptación y mitigación.	Gestión de residuos, restauración ecológica, educación ambiental.
Seguros paramétricos	Cobertura financiera ante eventos extremos (sequías, inundaciones) basada en índices climáticos.	Gestión del riesgo climático, resiliencia agrícola y comunitaria.
Alianzas público-privadas (APP)	Co-financiamiento de proyectos de infraestructura y servicios ambientales con empresas privadas.	Plantas de tratamiento, gestión de residuos, proyectos de innovación ambiental.
Cooperación internacional (UE, GCoM, CEPAL, etc.)	Apoyo técnico y financiero para proyectos de energía renovable, gestión hídrica, resiliencia y adaptación climática.	Energía renovable, gestión hídrica, educación ambiental, planificación territorial.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

7. Consideraciones finales y futuras recomendaciones

El presente capítulo reúne las principales consideraciones y recomendaciones estratégicas orientadas a fortalecer la implementación y sostenibilidad del PACCC de Tirúa. A partir de los aprendizajes obtenidos durante el proceso participativo, se destacan lineamientos clave en materias como la difusión efectiva del plan, la actualización periódica de sus contenidos, el fortalecimiento de la gobernanza local y la participación ciudadana. Asimismo, se proponen medidas innovadoras en monitoreo y transparencia, se fomenta la transición hacia la electromovilidad, y se prioriza la implementación de iniciativas de la Estrategia Energética Local, como el programa de valorización de residuos orgánicos. Todo ello con una mirada transversal de género, inclusión social y articulación territorial, buscando asegurar la coherencia con marcos regionales y nacionales, y promover la replicabilidad de experiencias locales en otros contextos similares.

7.1. Difusión del PACCC

Para asegurar una implementación efectiva del plan, la difusión juega un rol importante en su apropiación por parte de la comunidad. A partir de los resultados del Taller N°3, se identificaron canales y estrategias preferentes para una comunicación efectiva del PACCC. Se recomienda priorizar el uso de redes sociales, WhatsApp y espacios presenciales como reuniones comunitarias, permitiendo así una conexión directa, accesible y territorialmente pertinente con la ciudadanía.

Estos canales deben ser complementados con materiales audiovisuales atractivos y culturalmente contextualizados, que faciliten la comprensión del plan y su vinculación con las realidades locales. La comunidad valoró especialmente aquellas acciones comunicacionales que sean visibles, educativas y participativas.

Además, para mantener el PACCC vigente en el tiempo, se sugiere institucionalizar espacios permanentes de participación ciudadana, fomentar una educación ambiental continua e impulsar acciones prácticas de impacto colectivo. Todo esto debe ser articulado desde el municipio en conjunto con las organizaciones sociales, fortaleciendo el compromiso comunitario y la sostenibilidad del plan en el largo plazo.

7.2. Actualizar y ampliar periódicamente el PACCC

Revisar y ajustar las metas y medidas cada cinco años, incorporando nuevas proyecciones climáticas, avances tecnológicos y lecciones aprendidas de la implementación local y nacional.

7.3. Fortalecer la gobernanza y la participación ciudadana

Para fortalecer la gobernanza climática en la comuna, se propone consolidar una estructura institucional mediante la formalización de un Consejo Climático Comunal con representación paritaria y multisectorial. Este consejo debe integrar a autoridades locales, comunidades mapuche-lavkenche, organizaciones productivas, agrupaciones de mujeres, juventudes y centros educativos, garantizando una participación amplia y representativa. La instalación de este espacio permitirá no solo coordinar la implementación del PACCC, sino también fomentar el liderazgo comunitario en la toma de decisiones, reconociendo el

valor del conocimiento tradicional y promoviendo una participación activa, equitativa y sostenida en el tiempo. Para asegurar la efectividad de esta gobernanza, resulta clave impulsar procesos de formación continua dirigidos a funcionarios municipales, educadores y líderes territoriales, enfocados en temáticas como la gestión del cambio climático, el uso de plataformas SIG, el monitoreo ambiental participativo y la formulación de proyectos climáticos con enfoque territorial e intercultural.

7.4. Innovar en monitoreo y transparencia

Con el objetivo de fortalecer la transparencia y la efectividad en la implementación del PACCC, se propone desarrollar e implementar un sistema digital de monitoreo climático y territorial que permita integrar indicadores biofísicos, sociales y económicos, considerando un enfoque territorial e intercultural. Este sistema debe ser de acceso público, promover la participación de veedurías ciudadanas y facilitar la toma de decisiones informadas a nivel comunal. Para asegurar un seguimiento integral, se recomienda incorporar indicadores específicos de género, seguridad hídrica, restauración ecológica y resiliencia socioeconómica, que reflejen tanto los avances técnicos como los impactos sociales y ambientales de las medidas adoptadas.

7.5. Electromovilidad

Explorar la factibilidad técnica y financiera de implementar soluciones de movilidad eléctrica en sectores estratégicos de la comuna, como el transporte escolar o servicios municipales, considerando su articulación con la conectividad rural, reducción de emisiones y mejora del acceso en sectores aislados.

7.6. Implementación de las iniciativas de la Estrategia Energética Local (EEL) de Tirúa

Promover la implementación de la iniciativa "Programa para la valorización de residuos orgánicos mediante biodigestores a baja escala" por su estrecha alineación con los objetivos del plan. Contribuye a la educación ambiental y recuperación de saberes ancestrales (Objetivo 1), impulsa la transición energética local con tecnologías limpias (Objetivo 2) y apoya la protección de ecosistemas y la gestión hídrica (Objetivos 3 y 4) al reducir el uso de leña y la contaminación por residuos. Su pertinencia cultural permite implementarla en comunidades rurales y lavkenche, promoviendo la autosuficiencia energética y el vínculo con el territorio. Además, reduce emisiones de GEI, mejora la gestión de residuos y es replicable en espacios comunitarios, educativos y productivos.

7.7. Enfoque de género transversal y empleo verde

Para avanzar hacia una transición justa e inclusiva, es fundamental incorporar de manera transversal el enfoque de género en la implementación del PACCC. En este sentido, se propone promover que al menos el 50% de los cupos en programas de empleo verde, capacitación en adaptación al cambio climático y transición energética rural sean destinados a mujeres, con especial atención a aquellas que habitan en territorios rurales y costeros. Esta acción debe ir acompañada de la incorporación sistemática de análisis de brechas de género y de mecanismos para garantizar la participación activa de mujeres en

todas las etapas del plan, desde su formulación hasta la ejecución y evaluación de sus medidas, asegurando así una política climática con equidad estructural.

7.8. *Promover la replicabilidad y el aprendizaje colectivo*

Sistematizar y documentar las experiencias de implementación del PACCC de Tirúa, incluyendo buenas prácticas en gobernanza intercultural, gestión comunitaria del agua, adaptación productiva campesina y conservación costera. Difundir estos aprendizajes a través de redes regionales y nacionales para facilitar su replicación en comunas con condiciones similares.

8. Referencias

Álvarez-Garreton, C., Boisier, J.P., Blanco, G., Billi, M., Nicolas-Artero, C., Maillet, A., Aldunce, P., Urrutia-Jalabert, R., Zambrano-Bigiarini, M., Guevara, G., Galleguillos, M., Muñoz, A., Christie, D., Marinao, R., & Garreaud, R. (2023). Seguridad Hídrica en Chile: Caracterización y Perspectivas de Futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia CR2, (ANID/FONDAP/1522A0001), 72 pp. Recuperado en: www.cr2.cl/seguridadhidrica

ARClím. (2025). Atlas de Riesgo Climático. Ministerio del Medio Ambiente de Chile. <https://arclim.mma.gob.cl>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (2022). Estadística de desembarque artesanal de macroalgas en Región del Bio Bio. Recuperado en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F33708%2F2%2FBCN_Estadistica_de_desembarque_de_Macroalgas_Region_del_Bio_Bio_VF.pdf

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [BCN]. (2024). Reporte Comunal Tirúa. Recuperado en: https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2024&idcom=8207

Beyá, J., Álvarez, M., Gallardo, A., Hidalgo, H., Aguirre, C., Valdivia, J., Parra, C., Méndez, L., Contreras, C., Winckler, P. y Molina, M. (2016). Atlas de Oleaje de Chile. Primera edición. Valparaíso: Universidad de Valparaíso.

Bomberos de Chile. (2014). Situación de agua potable rural a nivel nacional. Recuperado en: https://www.anb.cl/documentos_sitio/9499_Informe-APR.pdf

Börgel, R. (1983). Geomorfología. Santiago, Chile: Instituto Geográfico Militar.

Cabrera, N., González, M.I., Grez, A., Suárez, R. & Villar, J. (2018). DIAGNÓSTICO DE SITIOS DE VALOR ECOSISTÉMICO EN LA COMUNA DE TIRÚA Y LOCALIDAD DE QUIDICO. Universidad Alberto Hurtado, Geografía, Profesor Dr. Manuel Fuenzalida.

Carrillo, D. (2017). En Tirúa la pesca no alcanza para todos. Recuperado en: <https://www.wwf.cl/?307070%2Fentirualapescanoalcanzaparatodos>

Centro de Estudios Agrarios y Ambientales. (2010). IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS POTENCIALES PARA ESTABLECER RESERVAS DESTINADAS A PROTEGER LA FAUNA NATIVA DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS DE AGUA DULCE. Recuperado en: https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89263_informe_final.pdf

CMPC. (2021). Poñi: el proyecto que busca destacar a las papas de Tirúa. Recuperado en: <https://www.cmpc.com/poni-el-proyecto-que-busca-destacar-a-las-papas-de-tirua/>

CONADI. (2024). Informe Final Ordenamiento Territorial y Productivo del Territorio Kellgko, Juan Lincopan, Pedro Catricura y Kralhue.

CONAF, 2025. Resumen de ocurrencia y daño por comuna, 1985-2024. Recuperado en: <https://www.conaf.cl/centro-documental/resumen-de-ocurrencia-y-dano-por-comuna-1985-2023/>

Destino Biobío. (s.f.). Comuna de Tirúa. Recuperado de: <https://www.destinobiobio.cl/comuna-de-tirua.html>

Diario Concepción. (2025, marzo 21). MOP invierte casi \$4 mil millones en la Caleta Quidico para fortalecer la pesca artesanal en Tirúa. Recuperado de: <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2025/03/21/mop-invierte-casi-4-mil-millones-en-la-caleta-quidico-para-fortalecer-la-pesca-artesanal-en-tirua.html>

eBird. (Consultado en mayo de 2025). Tirúa, Biobío, Chile. Recuperado en: <https://ebird.org/region/CL-BI-TIR/bird-list?rank=hc>

El Mostrador. (2019, junio 17). *Desertificación en Chile: La urgente protección de los ecosistemas de transición*. <https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/06/17/desertificacion-en-chile-la-urgente-proteccion-de-los-ecosistemas-de-transicion/>

Florín, C. (2019). Plantaciones forestales en Tirúa: El incendio como expresión de conflicto socio-ecológico [Tesis]. Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado en: <https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2020/01/TESIS-CFD.pdf>

Fuenzalida, M. & Arce, S. (2020). 7. EXPERIENCIAS DE RECUPERACIÓN TERRITORIAL A PARTIR DE RESISTENCIAS AL MODELO DE PRODUCCIÓN FORESTAL. Anuario del Conflicto Social. 10.1344/ACS2019.9.9. Recuperado en: https://www.researchgate.net/publication/349371660_7_EXPERIENCIAS_DE_RECUPERACION_TERRITORIAL_A_PARTIR_DE_RESISTENCIAS_AL_MODELO_DE_PRODUCCION_FORESTAL

Fundación Amulén. (2019). Pobres de agua. Radiografía del agua potable rural en Chile: Visualización de un problema oculto. Recuperado en: https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf

Gobierno Regional del Biobío (GORE BIOBÍO). (2014). Informe Ambiental Proceso de Evaluación Ambiental Estratégico. Zonificación Costera Comunal Tirúa. Oficina Técnica, Comisión Regional del uso del Borde Costero. Departamento de Planificación y Desarrollo Regional. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_1er_IA_Micro_ZBC_Tirua.pdf

Gobierno Regional del Biobío. (2024, enero 16). Gobierno Regional entrega apoyo a la pesca artesanal de Tirúa. Recuperado de: <https://gorebiobio.cl/2024/01/16/gobierno-regional-entrega-apoyo-a-la-pesca-artesanal-de-tirua/>

iNaturalist. (Consultado en mayo de 2025a). Rana Chilena (*Calyptocephalella gayi*). Recuperado en: <https://inaturalist.mma.gob.cl/taxa/65148-Calyptocephalella-gayi>

iNaturalist. (Consultado en mayo de 2025b). Observaciones. Recuperado en: https://inaturalist.mma.gob.cl/observations?project_id=47936&taxon_id=40151&verifiable=any&view=species

Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA]. (2022). BOLETTN INIA N° 347. Capítulo 3: Papas en la Provincia de Arauco. Recuperado en: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/cbff1a46-591f-4e3e-8eb7-91de483505d9/content>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2018). Censo 2017: Resultados definitivos. Gobierno de Chile. Recuperado en: <http://resultados.censo2017.cl/>

Instituto Nacional Forestal (INFOR). (2024). Inventario de Bosque Nativo y Plantaciones Forestales en la Región del Biobío. Recuperado en: <https://ifn.infor.cl/index.php/informacion-regional/region-del-bio-bio>.

Luebert, F. & Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.

Mariman, P. (2017). Lawentuwün trürwa mapu mew. La salud en el territorio de Tirúa.

Martinez (2016). Catastro y estado de conservación de los humedales marinos/ costeros en la Región del Biobío. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/download/2209/3122?inline=1>

Ministerio del Medio Ambiente. (2022). Definición de lineamientos del sistema nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de políticas y acciones de mitigación impulsadas por el sector público. Recuperado en: <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/03/Lineamientos-MRV-de-poli%CC%81ticas-y-acciones-de-mitigacio%CC%81n.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (Consultado en mayo de 2025a). Plan de Acción para la Gestión de Especies Exóticas Invasoras. Recuperado en: <https://biodiversidad.mma.gob.cl/pda-gestion-eei/>

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (Consultado en mayo de 2025b) Sitio Prioritario (Estrategia Regional de Biodiversidad) "ADI Lleu-Lleu". SIMBIO. Recuperado en: <https://simbio.mma.gob.cl/CbaSP/VistaImpresion/1490>

Ministerio de Desarrollo Social (MIDESO). (2015). Metodología para la formulación y evaluación de proyectos de agua potable rural (APR). Recuperado en: sni.gob.cl/storage/docs/Metodologia-APR-2015-final-23-02-2015.pdf

Municipalidad de Tirúa. (2009). Informe Consolidado de la Evaluación de Impacto Ambiental de la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto "Actualización Plan Regulador Comunal de Tirúa". Recuperado en: <https://infofirma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=e1/3b/7180052400210eff029182e4ddaf2e42a73d>

Municipalidad de Tirúa. (2014). Plan de Desarrollo Comunal 2014-2019 Recuperado en: https://gorebiobio.cl/wp-content/uploads/2019/01/PLADECO_TIRUA.pdf

Municipalidad de Tirúa. (2023). Plan Municipal de Cultura 2023-2028. Recuperado en: <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/10/pmc-tirua-2023-2028-vf-.pdf>

Municipalidad de Tirúa. (2025). Tirúa marca hito al firmar 1er convenio de uso del espacio costero marino de pueblos originarios en el Biobío. Recuperado en: <https://munitirua.com/tirua-marca-hito-al-firmar-1er-convenio-de-uso-del-espacio-costero-marino-de-pueblos-originarios-en-el-biobio/>

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2016). El cambio climático y los recursos hídricos de Chile: La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile. Recuperado en: <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/9160/RecursosHidricosCambioClimatico.pdf>

Pellet, P., & Cornejo, C. (2021). Las aves en la Región del Biobío (Chile): su riqueza, composición y distribución. *Gayana (Concepción)*, 85(1), 55-77. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382021000100055>

PNUD (2017). "Valoración económica del impacto de siete especies exóticas invasoras sobre los sectores productivos y la biodiversidad en Chile". Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Recuperado en: <https://especies-exoticas.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/12/1.-LIBRO-Valoracion-economica-EEI-FINAL.pdf>

Riquelme, C., Hinojosa, A., Figueroa, R. A., & González-Acuña, D. (2018). Aves de la Reserva Nacional Isla Mocha, sur de Chile: Riqueza, abundancia y diversidad de especies. *Gayana (Concepción)*, 82(1), 40-64. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382018000100040>

Salmonexpert. (2018). Biobío: CIBAS-UCSC estudia presencia de especies invasoras en lagunas de la región. Recuperado en: <https://www.salmonexpert.cl/medio-ambiente/biobio-cibas-ucsc-estudia-presencia-de-especies-invasoras-en-lagunas-de-la-region/1179968>

Servicio Agrícola y Ganadero [SAG]. (2024). Productores de papa visitan ensayos de nuevas variedades en la provincia de Arauco. Recuperado en: <https://www.sag.gob.cl/noticias/productores-de-papa-visitando-ensayos-de-nuevas-variedades-en-la-provincia-de-arauco>

Servicio de Información de los Recursos Forestales (SIMEF). (2019). Caracterización de los ecosistemas forestales de la comuna de Tirúa. Ministerio de Agricultura, Chile. Recuperado de: <https://simef.minagri.gob.cl/bibliotecadigital/server/api/core/bitstreams/6f6ee123-4e2f-43cf-aaa4-0785c1a4426f/content>

Sidler, H. (2016). Comunidades de aves de los bosques nativos de Isla Mocha: posibles representantes de la avifauna original de los bosques costeros de Chile [Tesis]. Universidad Austral de Chile. Recuperado en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fifs568c/doc/fifs568c.pdf>

Simbio. (Consultado en mayo del 2025). Inventario de humedales. Comuna "Tirúa" - SIMBIO. Recuperado de: <https://simbio.mma.gob.cl/DPA/DetailsComuna/148#inventariohumedales>

SitRural. (2024a). Recursos Naturales Comuna de Tirúa. Recuperado en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2024/08/Tirua_rec_nat.pdf

SitRural. (2024b). Características Demográficas y Socioeconómicas Comuna de Tirúa. Recuperado en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2024/08/Tirua_demografica.pdf

SitRural. (2021a). Recursos Naturales Comuna de Tirúa. Recuperado en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2021/09/Tirua_rec_nat.pdf

SitRural. (2021b). Atractivos Turísticos Comuna de Tirúa. Recuperado en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2021/09/Tirua_turismo-1.pdf

SitRural. (2015a). Región del Biobío, Provincia de Arauco, Comuna de Tirúa Recursos Naturales y Proyectos. Recuperado en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/Tirua_rec_nat_proy.pdf

SitRural. (2015b). Región del Biobío, Provincia de Arauco, Comuna de Tirúa Turismo. Recuperado en: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/Tirua_turismo.pdf
Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo [SUBDERE]. (s.f). Tirúa. Recuperado en: <https://www.subdere.cl/divisi%C3%B3n-administrativa-de-chile/gobierno-regional-del-biob%C3%ADo/provincia-de-arauco/tir%C3%BA>

Urbanismo Social y Déficit Cero. (2022). Análisis territorial de la brecha habitacional y el déficit potencial comunal: Un insumo para el plan de emergencia habitacional. Recuperado en: <https://deficitcero.cl/en/propuestas-publicaciones/estudios/analisis-territorial-de-la-brecha-habitacional-y-el-deficit-habitacional-comunal-un-insumo-para-le-plan-de-emergencia-habitacional-en>

Urquiza, A.; Billi, M.; Calvo, R.; Amigo, A.; Navea, J. et al. (2020). Informe Proyecto ARClím: Asentamientos Humanos. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Red de Pobreza Energética, Iniciativa ENEAS: Energía, Agua y Sustentabilidad y Núcleo de Estudios Sistémicos Transdisciplinarios, coordinado por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia y Centro de Cambio Global UC para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.

9. Anexos

9.1. Resumen reuniones y procesos participativos

En este apartado se analizarán las diversas instancias y reuniones de trabajo que se llevaron a cabo con el municipio y otros actores claves del territorio.

Tabla 9.1.1. Insumos y productos de las instancias de trabajo

Actividad	Insumos asociados	Minuta/Acta
Reunión de inicio del servicio con contraparte municipal	 Kick off_PACCC Tirúa	 1. Acta Kick-off PACCC ...
Reunión de inicio del servicio con el Concejo Municipal	 Kick off_PACCC Tirúa_...	 ACTA TERCER CONCEJ...
Reuniones de coordinación del servicio entre contraparte municipal y equipo consultor	 Reuniones de coordin...	 Minutas Reuniones de ...

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.1. Reuniones de trabajo

Durante la elaboración del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de la comuna, se llevaron a cabo diversas reuniones de trabajo internas con la Municipalidad de Tirúa y los actores implicados. A continuación, se examinarán las instancias mantenidas hasta la fecha de elaboración del informe.

9.1.2. Reunión de inicio

El día 9 de abril de 2025 se realizó la reunión de inicio del proyecto con la contraparte municipal, donde se contó con la participación de los representantes asociadas a esta asesoría. Esta sesión tenía por objetivo dar inicio formal a la consultoría para la elaboración del PACCC de la comuna de Tirúa.

En la reunión, se contó con la asistencia del equipo consultor de EBP Chile y la contraparte técnica municipal.

Además, esta sesión buscaba presentar los lineamientos y objetivos de este instrumento, productos esperados y los pasos a seguir. La reunión comenzó con la presentación de cada integrante de los equipos. Luego, continuó con la presentación introductoria por parte de la consultora. A grandes rasgos, dió contexto sobre el servicio a realizar, los objetivos, metodología propuesta, plazos y requerimientos.

Esta reunión se volvió a realizar el día 21 de abril de 2025 con el consejo municipal, donde se tocaron los mismos temas.

9.1.3. Reuniones de coordinación

Estas reuniones se orientaban en la revisión del avance de cada una de las etapas del proceso, resolución de dudas y próximos pasos. Las reuniones se realizaron de forma periódica previa coordinación con el municipio.

9.1.4. Reunión de aplicación de “Cuestionario territorial”

En el marco del proceso participativo, durante el mes de abril y mayo se llevaron a cabo entrevistas a diversos actores locales de la comuna de Tirúa. El listado de personas entrevistadas fue proporcionado por la contraparte técnica municipal, y la convocatoria se realizó de manera presencial y/o mediante correo electrónico.

El objetivo de la actividad fue desarrollar un cuestionario a funcionarios/as municipales y actores estratégicos para identificar sus capacidades internas para la gestión climática y sus necesidades de apoyo para el desarrollo e implementación del PACCC. Se evaluaron conocimientos en cambio climático, técnicas de planificación, enfoque de género, administración y finanzas. Además, se identificaron aquellos riesgos e impactos observados por ellos mismos y las medidas que haya o esté desarrollando la comuna que vayan en línea con la mitigación y adaptación al cambio climático.

En el [cuestionario territorial](#) presencial y digital se destacó, en primer lugar, que se han notado cambios importantes en el clima local, como el aumento de la intensidad de las precipitaciones, la aparición de trombas marinas y fuertes marejadas, así como un alargamiento de las temporadas con temperaturas elevadas. También se menciona una disminución progresiva de las lluvias en primavera y verano, en comparación con años anteriores. Estos cambios se perciben como un aumento de eventos extremos, con lluvias que ahora se concentran en lapsos muy cortos de tiempo, lo que ha intensificado los impactos negativos en el entorno natural y la infraestructura de la comuna. Asimismo, se advierte una alteración en los patrones de viento que tradicionalmente servían como indicadores de lluvia, lo que dificulta la anticipación por parte de las comunidades rurales.

Desde la perspectiva del sector pesquero artesanal, también se reconoce un cambio en el sistema térmico marino: el aumento en la temperatura del mar ha afectado la presencia de especies tradicionales como la jibia, mientras que la reineta se encuentra actualmente a 80–90 millas mar adentro, más alejada que en años anteriores. Asimismo, se reporta una disminución en las capturas diarias de merluza, que han bajado de 1.500–1.700 kg a rangos de 500–800 kg. Los pescadores también advierten sobre la presencia de oleajes más intensos en sectores como Quidico y sobre la necesidad urgente de mejorar la infraestructura portuaria, particularmente el avance del proyecto de rompeolas, actualmente en su primera etapa.

Los efectos más evidentes se observan en el sector agrícola, donde la productividad de cultivos tradicionales como la papa ha disminuido debido a la falta de lluvias en el periodo de siembra, o al exceso de agua en momentos inadecuados, que provoca enfermedades como el atizonamiento. Se han reportado pérdidas en biodiversidad debido a la sobreexplotación pesquera, la erosión costera y el avance del monocultivo forestal. También se señala el retraso en el desarrollo de especies como el cohayuyo, asociado a condiciones climáticas desfavorables. La fauna marina muestra alteraciones notables, con varamiento de cachalotes, toninas, pingüinos y la aparición de medusas gigantes. En

términos de infraestructura, se han generado inundaciones en calles y caminos rurales, socavones costeros (como el ocurrido en Quidico), cortes de conectividad por caída de postes y puentes, y daños estructurales en viviendas por vientos fuertes. Estos impactos se ven agravados por factores no climáticos, como la falta de planificación urbana, construcciones sobre humedales, y la calidad de la infraestructura. Por ejemplo, se señala que el sistema de alcantarillado del sector urbano ya no da abasto frente al aumento poblacional, y que la pérdida de cuerpos de agua (ríos, lagunas y quebradas) se ha intensificado. La disminución del bosque nativo y el uso intensivo de fertilizantes también se perciben como elementos que han incrementado la vulnerabilidad frente a eventos extremos.

A nivel marino-costero, se agrega que, si bien los pescadores se han modernizado adquiriendo embarcaciones de fibra y sistemas de frío (exigencia de SERNAPESCA), persisten problemas asociados a la limpieza de las caletas y a la falta de conciencia ambiental, por lo que se considera necesario implementar campañas de educación y formación dirigidas al gremio. Se identifican además impactos negativos por la interacción con fauna marina, especialmente lobos marinos que destruyen redes y consumen el pescado capturado, y por el uso de redes industriales no reguladas que afectan los espacios de pesca artesanal.

En cuanto a las iniciativas locales frente al cambio climático, se identifican algunas acciones en curso, aunque de manera fragmentada y poco sistematizada. Se mencionan proyectos de energías renovables, como iluminación fotovoltaica en accesos rurales (Ponotro, Manqueche, Tranaquepe), paneles solares en centros de salud y postas, termosolares entregados por Oficina de Medio Ambiente y Dideco, y talleres de instalación comunitaria. Existen también campañas de arborización lideradas por el municipio, con especies nativas como canelo, mañío, arrayán y lingue, seminarios sobre soberanía alimentaria, y un plan piloto de recuperación del bosque nativo mediante la metodología japonesa Miyawaki. Además, la comuna cuenta con 17 viveros municipales. Se han implementado iniciativas de limpieza de playas, reciclaje y eliminación de microbasurales, aunque con limitaciones de cobertura. En la caleta, los pescadores se organizan en torno al sindicato, desarrollando turnos de limpieza y mantención del espacio, además de resguardar la seguridad del sector.

Pese a estos esfuerzos, varios actores declaran no conocer programas específicos en ejecución o perciben que las iniciativas actuales son pequeñas, dispersas o con escaso alcance. A ello se suma la debilidad estructural en la gobernanza del borde costero: aunque se ha avanzado en la solicitud y reconocimiento de un Espacio Costero Marino para Pueblos Originarios (ECMPO), aún no existe un área de manejo específica, y los recursos para implementar acciones son limitados. Se reconoce, sin embargo, que la coordinación entre la mesa territorial centro y las organizaciones indígenas ha permitido avances relevantes en la gestión del mar en Tirúa.

Entre las propuestas más reiteradas por la comunidad, se destaca la importancia de incorporar acciones de educación ambiental, campañas de concientización y mecanismos efectivos de participación ciudadana en todas las etapas del PACCC. También se plantea fortalecer las políticas locales y mejorar la gestión municipal en torno a la planificación del territorio, la gestión de residuos y la respuesta ante emergencias climáticas. La valorización de residuos orgánicos, el fomento del compostaje y la visibilización de buenas

prácticas ambientales son elementos recurrentes. La recuperación del bosque nativo y la reducción del uso de plásticos figuran entre las prioridades locales. Finalmente, los actores subrayan la necesidad de establecer vínculos sólidos con la academia para monitorear variables ambientales como el agua, el suelo y la biodiversidad. Aunque actualmente no existen estudios científicos formales en la comuna, se busca fomentar la colaboración con la Universidad del Biobío. Asimismo, se reconoce la importancia de capacitar a la comunidad y al municipio en la postulación a fondos de financiamiento climático, considerando que la experiencia actual es incipiente.

Con esto, el diagnóstico participativo muestra que la comuna de Tirúa ya enfrenta múltiples impactos del cambio climático, cuya magnitud está siendo amplificada por debilidades estructurales en infraestructura, planificación territorial y acceso a servicios básicos. Si bien existen iniciativas valiosas, el PACCC debe abordar la falta de articulación institucional, el desconocimiento de herramientas existentes y la necesidad urgente de empoderar a la ciudadanía. La planificación del PACCC deberá priorizar medidas de adaptación en el ámbito agrícola, costero e hídrico; incorporar soluciones basadas en la naturaleza; fortalecer la educación climática; y promover la transición energética mediante estrategias comunitarias de mitigación. Además, se deben implementar mecanismos para monitorear el avance de estas acciones de manera colaborativa con actores locales, técnicos y científicos.

9.1.5. Reunión de preselección de cadenas de impacto

Esta reunión con la Municipalidad de Tirúa y el municipio tenía por objetivo presentar la metodología de los talleres, la selección de las cadenas de impacto y la respuesta de la encuesta. Como resultado, se identificaron las cinco principales cadenas de impacto, que reflejan los desafíos y oportunidades más críticos en adaptación y mitigación climática en el contexto local, sentando así una base sólida para estructurar las acciones estratégicas del plan.

9.1.6. Metodología de Vinculación Comunitaria

La estrategia para involucrar a la ciudadanía en el desarrollo del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático se guió por las recomendaciones contenidas en la Guía Metodológica para el Desarrollo de los PACCC. Para asegurar una alta participación y diversidad de representantes de distintas áreas, se utilizaron múltiples canales de comunicación. Esto incluía plataformas de redes sociales como Facebook, Instagram y WhatsApp, y también correo electrónico. Además, la difusión de las actividades se realizó con el apoyo de la Municipalidad de Tirúa, quien contactó a distintos actores de las bases de datos disponibles.

Las convocatorias estuvieron orientadas a líderes territoriales con el fin de buscar a los y las representantes de cada sector (público, privado, sociedad civil). Estas se llevaron a cabo principalmente bajo dos modalidades. La primera fue dirigida, es decir, se convocó de manera directa a todos los actores identificados en el mapa de actores de la comuna, ya sea a través de llamadas telefónicas, correos electrónicos, etc. Por otro lado, se realizó un llamado abierto con el fin de convocar a los y las territoriales que pudieran quedar fuera del mapa. Esto fue fundamental para poder identificar nuevos actores en la comuna. El llamado se realizará a través de publicaciones en redes sociales y en la página web del municipio.

La importancia de esta estrategia asociativa fue permitir que todos los y las integrantes de la comuna compartan conocimientos y avancen juntos en la certificación e implementación de proyectos comunes, fortaleciendo las relaciones existentes de todos los sectores.

9.1.7. *Papelógrafos y/o cartografías participativas*

Durante el desarrollo de todos los talleres presenciales se dispusieron paneles, plataformas y/o cartografías interactivas para que todos los y las asistentes pudiesen interactuar con ellos. Estos paneles permitieron recopilar información de primera fuente que será clave para guiar el desarrollo de cada una de las etapas del PACCC. Los paneles interactivos más comunes a utilizar constan de preguntas abiertas para invitar a cada uno/a de los y las participantes a plasmar sus ideas a través de notas tipo Post-it, ejercicios de priorización de conceptos, y conexión de causa-problema-origen, entre otros.

9.1.8. *Calendarización actividades participativas*

A continuación, se muestra en la **Tabla 9.1.8.1.** un desglose de las distintas actividades participativas propuestas, junto con sus respectivas fechas y modalidades correspondientes.

Tabla 9.1.8.1. Actividades participativas

Nº	Actividad	Sector	Fechas	Modalidad
1	Reunión de inicio Municipalidad	Municipalidad de Tirúa	9 de abril de 2025	Virtual
2	Reunión de inicio Concejo Municipal	Concejo Municipal	21 de abril de 2025	Presencial
3	Presentación cuestionario territorial a municipio	Municipalidad de Tirúa	21 de abril de 2025	Virtual
4	Reunión de preselección de cadenas de impacto	Municipalidad de Tirúa	29 de abril de 2025	Virtual
5	Taller 1: Identificación vulnerabilidades climáticas	Multiactores	23 de abril de 2025	Presencial
6	Taller 2: Priorización medidas plan de acción	Multiactores	07 de mayo de 2025	Presencial
7	Validación PACCC	Concejo Municipal	02 de junio de 2025	Presencial
8	Taller 3: Presentación del PACCC	Multiactores	02 de junio de 2025	Presencial
9	Taller 4: Fuentes de financiamiento	Municipalidad de Tirúa	03 de junio de 2025	Virtual

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.9. Taller N°1: Identificación de vulnerabilidades

9.1.9.1. Metodología de convocatoria al taller

La convocatoria al taller fue realizada en conjunto al municipio para congregarse a los actores involucrados a través de afiches, whatsapp, redes sociales y correo electrónico, entregándoles la siguiente invitación:

Figura 9.1.9.1.1. Invitación al Taller I PACCC de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La iniciativa fue promovida por los distintos canales y tuvo lugar el miércoles 23 de abril de 2025 a las 11 horas, Biblioteca Pública de Tirúa, en Calle Fresia s/n, Tirúa, Región del Biobío.

9.1.9.2. Metodología del taller

El primer taller de esta consultoría tuvo por objetivo contextualizar sobre la consultoría, presentar los resultados parciales de la caracterización de la vulnerabilidad y sus impactos, a la vez que, se identificaron nuevos riesgos y levantaron medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. A continuación se presenta el programa del taller y cada una de las etapas con la metodología utilizada.

Tabla 9.1.9.2.1. Cronograma del Taller I

Tiempo	Actividad
(20")	Bienvenida a los asistentes y toma de asistencia
(15")	Fase expositiva: • Presentación de los objetivos del PACCC. • Objetivos de la consultoría y resultados esperados. • Introducción al análisis de amenazas climáticas - definiciones relevantes.
(60")	Trabajo grupal en torno a: • Identificación de amenazas climáticas en la comuna. • Ubicación de zonas vulnerables en mapas. • Evaluación de impactos en sectores clave (pesca, turismo, comunidad).
(20")	Plenaria: presentación de conclusiones por mesa y sistematización de observaciones adicionales
(5")	Cierre del taller y aviso de las próximas actividades

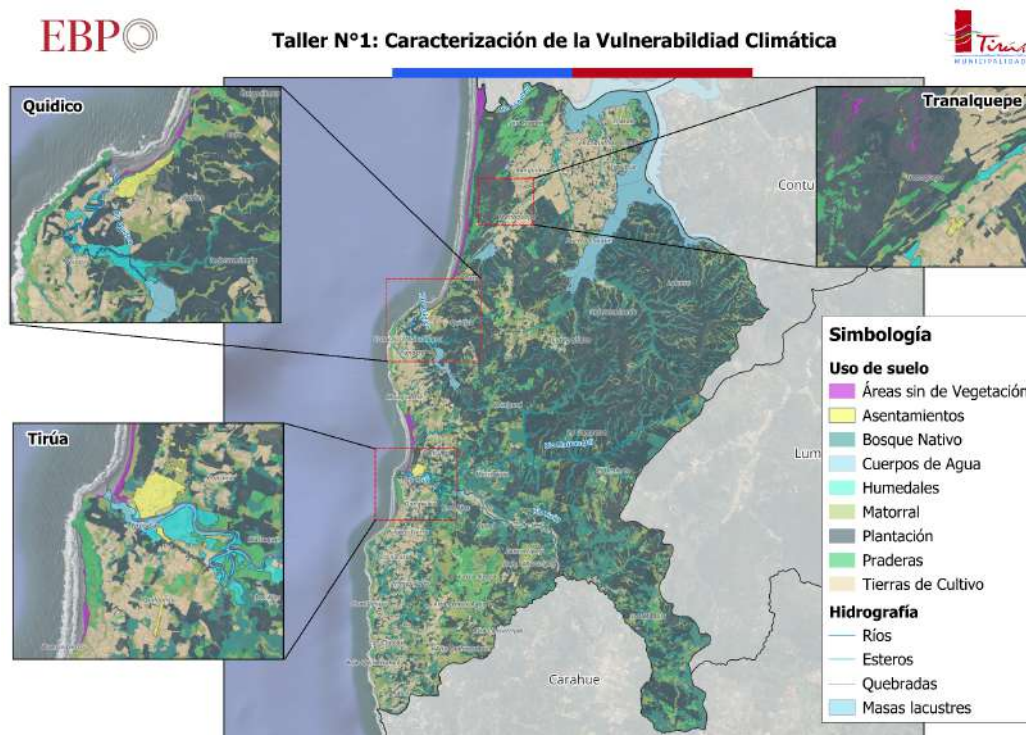
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.9.2.1. Fichas perfil de amenazas

Elemento	¿Cuál es la amenaza climática que lo ha afectado?	¿Quiénes o qué elementos en específico se vieron afectados?	¿Qué consecuencias/ impactos ha generado?	¿Qué medidas o acciones se llevaron a cabo para evitar/ enfrentar los impactos?
Sistema Humano				
Flora y Fauna				
Infraestructura				
Sector productivo				

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.9.2.2. Cartografía participativa



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.9.2.3. Ficha oportunidades y medidas

¿Cuáles son las oportunidades asociadas a los riesgos identificados?	¿Cuáles son las posibles medidas asociadas a los riesgos identificados?
Oportunidades	Medidas
Oportunidad: Situación o factor favorable en el entorno para una transición hacia una comuna más sostenible y resiliente al cambio climático	Medida: Acción concreta, ya sea de mitigación o adaptación, diseñada para abordar los riesgos y desafíos asociados al cambio climático en el territorio

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.9.3. Actividad Rompe Hielo

Con el fin de dar inicio de una forma dinámica al taller se realizó una trivia por el cambio climático. La actividad consistió en cinco preguntas relacionadas al cambio climático y los PACCCs. Los asistentes debían responder a mano alzada la alternativa que consideraban correcta.

9.1.9.4. Contextualización al proyecto

Se contextualizó sobre la Ley Marco de Cambio Climático, objetivos de la consultoría y resultados esperados.

9.1.9.5. Fase expositiva

Se presentó la metodología de trabajo utilizada para dar con el cumplimiento de los objetivos de la consultoría y como se ha llevado a cabo el proceso de caracterización de la vulnerabilidad y sus impactos.

Posteriormente, se presentaron los resultados preliminares de la caracterización de la vulnerabilidad de la comuna, con sus riesgos y cómo fueron caracterizados.

9.1.9.6. Fase de trabajo en grupos

La fase de trabajo en grupos consistió en tres partes. Primero se realizó una identificación y priorización de riesgos. Esto se hizo a través de un papelógrafo de caracterización, dividido en distintos sectores afectados y preguntas guía a responder, seguido de una

cartografía interactiva el cuál cada participante debía ubicar distintos íconos que representaban algún riesgo climático.

Posteriormente, se trabajaron oportunidades y medidas en torno al riesgo identificado. De esta forma, se logró identificar medidas orientadas a los desafíos del territorio a través de la utilización de las oportunidades y recursos existentes.

9.1.9.7. Asistencia al taller

El evento contó con la presencia de 54 asistentes que representaban al sector público, sector privado, academia, sociedad civil y pueblos originarios.

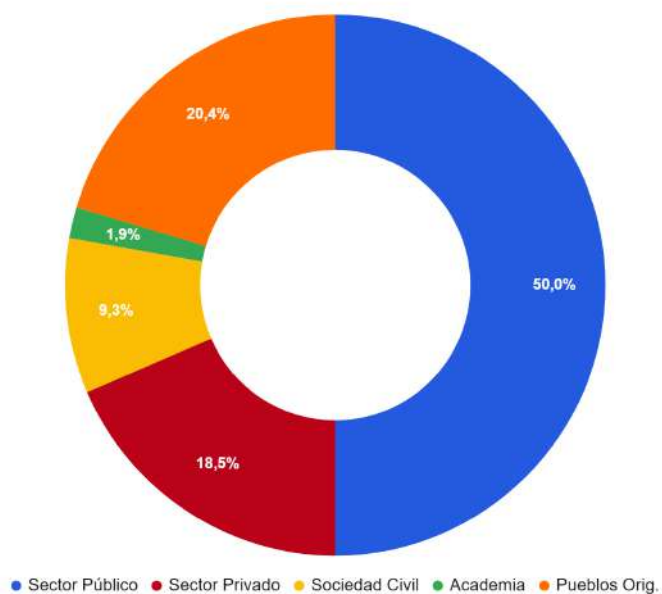
Tabla 9.1.9.7.1. Asistentes a la primera actividad participativa

Asistentes	Cantidad	Porcentaje
Hombres	19	35,2%
Mujeres	35	64,8%
Total	54	100%

Fuente: Elaboración propia, 2025

La asistencia del sector público fue de un 50%, lo que demuestra un fuerte interés y liderazgo en el desarrollo de la actividad. Además, la participación del sector privado, señala una colaboración activa por parte de actores económicos clave, lo cual fortalece la integración multisectorial. Por su parte, la sociedad civil, aporta una valiosa perspectiva comunitaria que complementa las acciones del sector público y privado. Por otro lado, la academia brinda una visión desde el lado más científico y de educación. Finalmente, los pueblos originarios (20,4%) aportan con sus conocimientos sobre los usos tradicionales de recursos y su visión. Este equilibrio, aunque liderado por el sector público, evidencia un esfuerzo conjunto hacia un objetivo común, lo que resulta positivo para la diversidad y el impacto de nuevas iniciativas y buscar transicionar a energías alternativas.

Figura 9.1.9.7.1. Gráfico de asistencia por sector



Fuente: Elaboración propia, 2025

9.1.9.8. *Registros fotográficos de la actividad participativa*

A continuación, se dejan imágenes de lo que fue el desarrollo del taller:

Figura 9.1.9.8.1. Actividad Participativa Taller N°1



9.1.9.9. Principales resultados

A partir de los trabajos grupales, se identificaron las amenazas climáticas en la comuna, la ubicación de las zonas vulnerables en la cartografía y se evaluaron los impactos en los sectores clave de la comuna, las cuales se presentan a continuación.

Zonas de interés y afectadas:

- Zonas de interés: Quidico, Pailaco, Tranaquepe y Lago Lleulleu.
- Zonas afectadas: San Ramón, Chanquin, Matraquín, Quidico y Tranaquepe
- Población Vulnerable: Las comunidades de Tranaquepe, Quidico, Tirúa, Los Chilcos y Ranquihue Chico presentan alta vulnerabilidad debido a su exposición a múltiples amenazas ambientales y la falta de infraestructura adecuada.

Zonas expuestas a amenazas:

- Altas temperaturas: La Campana, Los Maquis y Miquilhue.
- Zonas expuestas a incendios: Quidico, Tranicura, el sector entre Matraquín, El Desierto y Quidico, Los Maquis y Lolcura.

Definición de riesgos:

- Infraestructura deficiente: Las zonas de Tranaquepe, San Ramón, Quidico, Puente Tierra y Cuyel carecen de infraestructura adecuada, lo que incrementa su vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos y limita su capacidad de respuesta y recuperación.
- Vegetación importante: Áreas como Los Maquis, Matraquín, Lolcura y Curapaillaco poseen vegetación significativa que actúa como barrera natural contra desastres, protege la biodiversidad y contribuye a la estabilidad del suelo.
- Riesgos de inundaciones y marejadas: La costa de Quidico, la costa de Tirúa y la desembocadura del Río Lleulleu están expuestas a inundaciones y marejadas, lo que representa una amenaza para las comunidades costeras y los ecosistemas locales.
- Recursos hídricos y conflictos por el agua: Las localidades de Tranaquepe, Los Renovales, Casa de Piedra, Quidico, Tirúa y Los Maquis enfrentan desafíos relacionados con la escasez de agua, sequías, contaminación y posibles conflictos por el acceso y uso del recurso hídrico.

Perfil de amenazas:

- Salud y bienestar humano
 - Seguridad hídrica doméstica rural: La sequía meteorológica afecta el acceso al agua potable en zonas rurales, comprometiendo la salud y calidad de vida de las comunidades.
 - Inundaciones por desborde de colectores de aguas lluvias: Las lluvias intensas pueden saturar los sistemas de drenaje urbano, provocando inundaciones que afectan viviendas y servicios esenciales.
- Plantaciones forestales
 - Incendios en plantaciones forestales: Las plantaciones, especialmente de especies exóticas como el pino y el eucalipto, son altamente inflamables. En 2023, el 52% del área quemada en Chile correspondió a plantaciones forestales, aumentando el riesgo de incendios.
- Bosques nativos
 - Pérdida de verdor en bosques nativos: La combinación de sequías prolongadas y olas de calor ha provocado una disminución significativa del verdor en los bosques nativos, afectando su capacidad para almacenar carbono y su biodiversidad.
- Agricultura
 - Cambio en la productividad de cultivos de papa en secano: Se proyecta una disminución en el rendimiento de la papa en zonas de secano debido a la reducción de precipitaciones y aumento de temperaturas.

- Cambio en la capacidad de carga de ganado: Las praderas naturales verán afectada su capacidad para sustentar ganado bovino y ovino, debido a cambios en la disponibilidad de agua y calidad del forraje.
- Borde costero
 - Anegamiento en asentamientos costeros: El aumento del nivel del mar y eventos extremos como marejadas incrementan el riesgo de inundaciones en zonas costeras, afectando infraestructuras y comunidades.
- Pesca artesanal
 - Pérdida de desembarque pesquero artesanal: El cambio climático altera los ecosistemas marinos, afectando la disponibilidad de recursos pesqueros y, por ende, los ingresos de las comunidades que dependen de la pesca artesanal.
- Biodiversidad
 - Degradación de humedales costeros: Los humedales enfrentan amenazas por cambios en las precipitaciones, aumento del nivel del mar y actividades humanas, lo que afecta su biodiversidad y funciones ecológicas.
- Infraestructura
 - Pérdida de infraestructura por trombas marinas: Eventos extremos como trombas marinas pueden causar daños significativos a infraestructuras costeras, representando riesgos para las comunidades y la economía local.

9.1.9.10. Medidas de adaptación propuestas

Las medidas recopiladas en el taller fueron sistematizadas y catalogadas en las dimensiones presentadas a continuación en la **Tabla 9.1.9.10.1**, identificándose 19 medidas.

Tabla 9.1.9.10.1. Propuesta de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

N°	Medida	Descripción
1	Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	Elaboración del primer inventario de emisiones de GEI de la comuna, identificando las principales fuentes locales (transporte, residuos, energía, etc.), para contar con una línea base técnica que oriente la planificación de medidas de mitigación. El proceso se desarrollará con apoyo técnico y participación de actores locales, promoviendo el conocimiento comunal sobre su huella de carbono. Incluirá capacitación técnica municipal y articulación con la Seremi de Medio Ambiente y el sistema HuellaChile.
2	Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros	Se desarrollará un Plan Comunal de Manejo Integrado de Cuencas y Protección de Ecosistemas Costeros con enfoque de soluciones basadas en la naturaleza. Este plan considerará medidas como la restauración ribereña, de dunas, drenajes sostenibles y estabilización de suelos, priorizando zonas afectadas por erosión e inundaciones.

N°	Medida	Descripción
3	Viveros Comunitarios Interculturales para Restauración y Soberanía Alimentaria	Fortalecimiento e implementación de viveros e invernaderos comunitarios con participación activa de comunidades escolares, rurales y mapuche, destinados a la producción de especies nativas para restauración y de hortalizas para autoconsumo. La medida promoverá la restauración ecológica, la soberanía alimentaria y la mitigación del cambio climático, al reducir emisiones del transporte de alimentos y aumentar la cobertura vegetal local. Se articulará con el Plan Municipal de Cultura y la Política Local Medioambiental, fomentando una ecología intercultural basada en conocimientos tradicionales y prácticas agroecológicas sostenibles.
4	Plan de Restauración de Suelos con Comunidades Locales	Implementación de un programa de capacitación técnica y acompañamiento a pequeños agricultores y comunidades para la recuperación de suelos erosionados, mediante prácticas como la agroforestería, cobertura vegetal y fertilización orgánica. Esta medida fortalece la resiliencia productiva y la adaptación frente a la variabilidad climática.
5	Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria	Implementación de una red de cortafuegos en zonas rurales y de interfaz urbano-rural, junto con un programa educativo permanente sobre prevención de incendios dirigido a escuelas, comunidades y brigadas locales. La medida incluye capacitaciones prácticas y actividades, promoviendo una cultura de prevención y resiliencia territorial ante eventos extremos, en línea con el Plan de Protección contra Incendios Forestales (PPCIF) vigente en la comuna.
6	Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático	Elaboración participativa de una política comunal que establezca lineamientos, prioridades y compromisos para abordar el cambio climático de manera transversal. Esta política orientará las decisiones municipales en áreas como ordenamiento territorial, gestión hídrica, residuos, educación ambiental y protección del patrimonio natural y cultural.
7	Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios	Establecimiento de puntos limpios diferenciados para residuos orgánicos, inorgánicos, vidrio y metales en sectores urbanos y rurales de la comuna, junto con campañas educativas y capacitaciones para promover el reciclaje y reducir la generación de residuos domiciliarios.
8	Programa Comunal de Compostaje Domiciliario y Comunitario	Promoción del compostaje mediante la entrega de composteras a hogares, implementación de centros de compostaje en escuelas y comunidades, y acompañamiento técnico para valorizar residuos orgánicos y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
9	Restauración con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo	Ejecución de iniciativas de restauración ecológica en zonas erosionadas, recuperación de retazos de bosque nativo, control del uso de leña nativa y desarrollo de programas educativos sobre el valor ecosistémico del bosque.
10	Recuperación del Menoco como Espacio Cultural y Climático	Limpieza, señalización y restauración ecológica del Menoco como espacio de valor ambiental y cultural, promoviendo la participación del pueblo mapuche y actividades educativas para su conservación como ecosistema estratégico.

N°	Medida	Descripción
11	Programa de Educación Ambiental Escolar con Enfoque Climático	Incorporación de contenidos sobre cambio climático, gestión hídrica, residuos y restauración ecológica en el currículo escolar, junto con talleres prácticos y visitas a humedales, viveros y microcuencas para fomentar la conciencia y acción climática desde temprana edad.
12	Campaña Comunal de Consumo Responsable y Economía Circular	Desarrollo de una campaña educativa para promover la reducción del consumismo, la reutilización de materiales y la reparación de productos, complementada con ordenanzas municipales que regulen los microbasurales e incentiven la economía circular.
13	Reforzamiento de Infraestructura Crítica ante Eventos Climáticos	Mejoramiento de sistemas de drenaje, alcantarillado y caminos rurales mediante limpiezas preventivas y obras de adaptación para enfrentar lluvias intensas, desbordes e inundaciones, priorizando sectores de mayor vulnerabilidad.
14	Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático	Diseño de una estrategia comunal para el uso eficiente del agua, recuperación de microcuencas, educación ciudadana y habilitación de sistemas de captación de aguas lluvia en sectores rurales con apoyo técnico y participación local.
15	Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas	Actualización de la planta de tratamiento de aguas servidas y diseño de soluciones descentralizadas para zonas sin cobertura, integrando tecnologías apropiadas y modelos de gestión comunitaria para asegurar saneamiento ambiental en la comuna.
16	Gobernanza climática local y articulación con actores clave	Conformación de una mesa comunal de cambio climático que integre al municipio, comunidades mapuche, organizaciones civiles, escuelas y universidades, con el objetivo de planificar, coordinar y monitorear acciones de adaptación y mitigación de forma colaborativa y sostenible.
17	Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros	Formulación e implementación de una ordenanza municipal que regule y proteja el uso, conservación y restauración de cuerpos de agua estratégicos como humedales, esteros, lagunas y sectores del borde costero. La medida contempla un proceso participativo con comunidades locales, organizaciones ambientales y actores productivos, asegurando pertinencia territorial y cultural. La ordenanza integrará criterios ecológicos, culturales y de gestión del riesgo, promoviendo un uso responsable del agua, evitando intervenciones degradantes y reforzando los compromisos asumidos en la Política Local Medioambiental.
18	Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial	Se actualizará el Plan Regulador Comunal y el PLADECO incorporando zonas de riesgo y criterios de infraestructura resiliente. Esto permitirá restringir usos del suelo en áreas vulnerables, planificar reasentamientos y promover normas constructivas adaptadas al riesgo climático y sísmico

N°	Medida	Descripción
19	Implementación de sistema de alerta temprana y protocolos comunitarios	Se diseñará e implementará un sistema local de alerta temprana multiamenaza (tsunamis, incendios, inundaciones), con señaléticas, capacitación en evacuación y simulacros regulares. Esto fortalecerá la capacidad de respuesta comunitaria frente a eventos extremos, y se integrará con las medidas del Plan Comunal de Emergencia y el Plan RRD.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.10. Taller N°2: Priorización de Medidas de Adaptación y Mitigación

9.1.10.1. Metodología de convocatoria al taller

La convocatoria al taller fue realizada en conjunto al municipio para congregarse a los actores involucrados a través de correos electrónicos, redes sociales, afiches físicos, entre otros, entregándoles la siguiente invitación:

Figura 9.1.10.1. Invitación al Taller II PACCC de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaboración propia, 2025.

La iniciativa fue promovida por los distintos canales y tuvo lugar el miércoles 7 de mayo de 2025 a las 11 horas, en la Carpa Municipal de Tirúa, Calle Guerrero s/n, comuna de Tirúa, Región del Biobío.

9.1.10.2. Metodología del taller

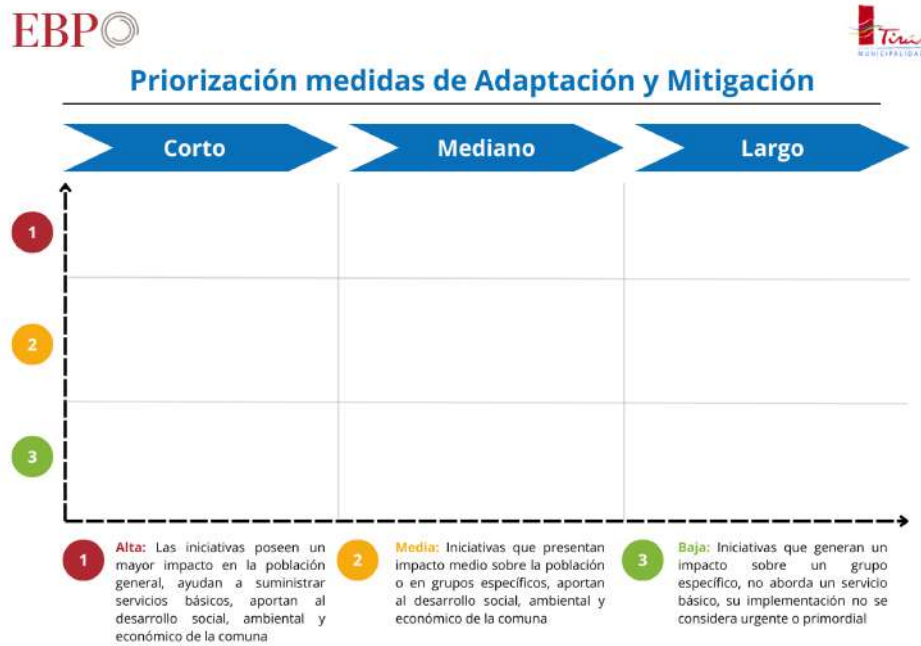
La metodología del taller estuvo orientada a trabajar en la priorización de distintas medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático presentadas a los asistentes. Esto se realizó en grupos de trabajo en los cuales se revisaron cada una de las medidas y se identificaron los aspectos y comentarios de los asistentes que permitan darle una bajada territorial, adicionalmente se dio el espacio para integrar nuevas medidas si se consideraba necesario. Luego, se procedió a priorizar todas las medidas en cuanto a temporalidad (corto, mediano y largo plazo) e importancia (alta, media y baja), con el fin de poder establecer una hoja de ruta. Por último, se formularon ideas sobre la visión del PACCC, junto con objetivos y metas para lograrla.

Tabla 9.1.10.2.1. Cronograma del Taller II

Tiempo	Actividad
(10")	Bienvenida a los asistentes y toma de asistencia
(10")	Actividad Rompe Hielo
(25")	Fase expositiva: • Presentación de los resultados del Taller sociedad civil. • ¿Cómo se seleccionaron las medidas? • Explicación fase participativa
(15")	Coffee Break
(50")	Trabajo grupal en torno a: • Validación de medidas de adaptación y mitigación • Evaluación de viabilidad y potencial impacto • Priorización de medidas para el PACCC • Visión del PACCC • Objetivos y Metas del PACCC
(5")	Plenaria: presentación de conclusiones por mesa y sistematización de observaciones adicionales
(5")	Cierre del taller y aviso de las próximas actividades

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.10.2.1. Formato de gigantografía impresa para la priorización de medidas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.10.2.2. Formato de Visión del PACCC




Visión Climática PACCC Tirúa

¿Cuáles son las **palabras clave y/o conceptos** que deberían estar incorporadas en la visión climática de la comuna de Tirúa?

¿Con qué palabras identificas a la comuna? ¿Cuál es su identidad? ¿Cómo se ve a la comuna enfrentando el cambio climático?

Ejemplo Visión comuna de ANCUD

Ancud se proyecta como la comuna donde sus habitantes tienen igualdad de oportunidades, acceso a servicios básicos, un desarrollo innovador y sustentable del turismo, producto de una constante preocupación, resguardo y protección de los recursos patrimoniales disponibles y del medio ambiente

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.10.2.3. Formato de papelógrafo de Objetivo y Metas del PACCC



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.10.3. Actividad Rompe Hielo y Visión

Con el fin de dar inicio de una forma dinámica al taller se realizó una actividad en la plataforma menti, donde también se recaudaron palabras que identifican a la comuna y el futuro que quieren los asistentes para esta. Con esta información se realizó la visión climática de la comuna.

9.1.10.4. Contextualización al proyecto

Se volvió a contextualizar sobre la Ley Marco de Cambio Climático, objetivos de la consultoría y resultados esperados. Lo anterior, principalmente para informar a quienes no habían podido asistir a la primera actividad.

9.1.10.5. Fase expositiva

Se presentó la metodología de trabajo utilizada para dar con el cumplimiento de los objetivos de la consultoría y como se ha llevado a cabo el proceso de caracterización de la vulnerabilidad y sus impactos.

Posteriormente, se presentaron los resultados preliminares de la caracterización de la vulnerabilidad de la comuna, con sus riesgos y cómo fueron caracterizados. Además, se presentaron los resultados levantados en el taller de vulnerabilidad climática (Taller N°1).

9.1.10.6. Fase de trabajo en grupos

La fase de trabajo en grupos consistió en tres partes. Primero se validaron las medidas de adaptación y mitigación propuestas. Aquí, los asistentes podían mejorar, cambiar o proponer nuevas medidas.

Una vez validadas, se dio inicio a la priorización de estas medidas según importancia (nivel 1, 2 y 3) y por temporalidad de implementación (corto, mediano y largo plazo).

Finalmente, se definieron los principales objetivos y sus respectivas metas del PACCC, las cuales podrán ser reportadas, medidas y verificadas para asegurar el cumplimiento de la visión planteada. Para esto se consideraron las palabras recolectadas en la actividad Rompe Hielo.

9.1.10.7. Asistencia al taller

El evento contó con la asistencia de 30 personas que representaban al sector público, sector privado, sociedad civil, academia y pueblos originarios.

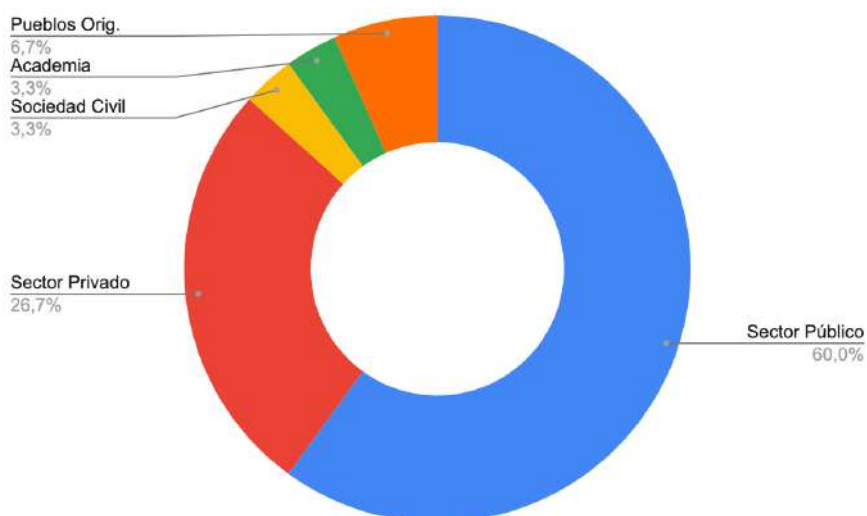
Tabla 9.1.10.7.1. Asistentes a la segunda actividad participativa

Asistentes	Cantidad	Porcentaje
Hombres	10	33,3%
Mujeres	20	66,7%
Total	30	100%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La asistencia del sector público fue de un 60% lo que representa el interés de la comuna en involucrarse en el desarrollo de nuevas iniciativas y buscar transicionar a energías alternativas. En comparación al primer taller, se observa un aumento en el sector público y el sector privado, con una disminución en la sociedad civil y, sobre todo, en pueblos originarios, el único sector que se mantuvo estable fue la academia, donde al igual que en el primer taller, atendió una sola persona.

Figura 9.1.10.7.1. Gráfico de asistencia por sector



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.10.8. Registros fotográficos de la actividad participativa

A continuación, se incluyen imágenes de lo que fue el desarrollo del segundo taller:

Figura 9.1.10.8.1. Actividad participativa Taller N°2





9.1.10.9. Resultados obtenidos

A partir del segundo taller participativo, se presentan los resultados en la **Tabla 9.1.10.10.1.** acorde al nivel de importancia y plazo de ejecución elegido. En el caso del nivel de importancia, este responde a tres categorías: Alta (1), Media (2) y Baja (3), como se detallan a continuación:

- **Alta:** Las iniciativas poseen un mayor impacto en la población general, ayudan a suministrar servicios básicos, aportan al desarrollo social, ambiental y económico de la comuna.
- **Media:** Iniciativas que presentan impacto medio sobre la población o en grupos específicos

- **Baja:** Iniciativas que generan impacto en un grupo específico, no aborda un servicio básico y su implementación no se considera urgente o prioritaria.

En cuanto al plazo de ejecución, las clasificaciones responden al corto (2026-2031), mediano (2026-2036) y largo plazo (2026-2041). Como se mencionó anteriormente, la selección de temporalidad se realizó en el taller participativo. Sin embargo, en ciertos casos, las medidas requieren de etapas precursoras para establecer una base que permita una implementación más concreta y factible que vaya en línea, por una parte, con la definición de las acciones y responsabilidades que le competen, y por otra, de las capacidades municipales (técnicas y económicas) para su implementación.

9.1.10.10. Validación de medidas

Tabla 9.1.10.10.1. Propuesta de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático, su prioridad y su plazo.

Nº	Medida	Prioridad	Plazo
1	Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	Alta	Mediano (2026-2036)
2	Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros	Alta	Elaboración: Corto (2026-2031) Implementación: Largo (2026-2041)
3	Viveros Comunitarios Interculturales para Restauración y Soberanía Alimentaria frente al Cambio Climático	Media	Mediano (2026-2036)
4	Plan de Restauración de Suelos con Comunidades Locales	Media	Mediano (2026-2036)
5	Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria	Alta	Mediano (2026-2036)
6	Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático	Alta	Largo (2026-2041)
7	Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios	Media	Corto (2026-2031)
8	Programa Comunal de Compostaje Domiciliario y Comunitario	Baja	Corto (2026-2031)
9	Restauración con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo	Media	Mediano (2026-2036)

10	Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos	Alta	Mediano (2026-2036)
11	Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático	Baja	Corto (2026-2031)
12	Campaña Comunal de Consumo Responsable y Economía Circular	Alta	Mediano (2026-2036)
13	Reforzamiento de Infraestructura Crítica ante Eventos Climáticos	Alta	Mediano (2026-2036)
14	Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático	Alta	Largo (2026-2041)
15	Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas	Alta	Largo (2026-2041)
16	Gobernanza climática local y articulación con actores clave	Alta	Corto (2026-2031)
17	Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros	Alta	Corto (2026-2031)
18	Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial	Media	Corto (2026-2031)
19	Implementación de sistema de alerta temprana y protocolos comunitarios	Media	Corto (2026-2031)
20	Gestión de Borde Costero/ECMPO	Media	Mediano (2026-2036)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.10.11. Visión del PACCC

A partir de las ideas formuladas en las mesas de trabajo, se desarrolló la Visión del PACCC:

“Tirúa se proyecta como una **comuna intercultural, consciente y resiliente**, que enfrenta el cambio climático mediante la **educación ambiental**, la **participación activa de su comunidad** y la **protección del bosque nativo, los ecosistemas costeros y el agua**. Promueve **prácticas sostenibles como la agricultura local**, la **recuperación de saberes ancestrales** y la **gestión comunitaria del territorio**, avanzando hacia un **desarrollo solidario, con equidad y respeto por su identidad lavkenche**”

9.1.10.12. Objetivos del PACCC

Por último, se establecieron los objetivos de acuerdo a las ideas planteadas en la visión:

Tabla 9.1.10.12.1. Objetivos del PACCC

Objetivo	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3	Objetivo 4
Descripción	Fortalecer la educación ambiental y el compromiso ciudadano para construir una cultura climática local basada en el respeto al territorio y los saberes ancestrales.	Promover la transición energética local con pertinencia territorial y cultural, impulsando el uso de energías renovables y tecnologías limpias.	Proteger y restaurar los ecosistemas naturales y culturales del territorio, con énfasis en el bosque nativo, el suelo vivo, el borde costero y los cuerpos de agua.	Desarrollar una gestión hídrica comunitaria, solidaria y sostenible, que asegure el acceso equitativo al agua en todos los territorios.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.11. Taller N°3: Presentación del PACCC

9.1.11.1. Metodología de convocatoria al taller

La convocatoria al taller fue realizada por el municipio para congregar a los actores involucrados a través de afiches, whatsapp, redes sociales y correo electrónico, entregándoles la siguiente invitación:

Figura 9.1.11.1.1. Invitación al Taller III PACCC de la comuna de Tirúa



Fuente: Elaborado por la Municipalidad de Tirúa, 2025.

La iniciativa fue promovida por los distintos canales y tuvo lugar el lunes 2 de junio de 2025 a las 15 horas, Carpa Municipal, en Calle Guerrero s/n, Tirúa, Región del Biobío.

9.1.11.2. Metodología del taller

El tercer taller de esta consultoría tuvo por objetivo presentar la propuesta final del PACCC, el detalle de la medida priorizada y por último, desarrollar una actividad interactiva con los participantes del taller. De este modo, se espera fortalecer la participación de los actores en el proceso de implementación de las medidas a futuro. A continuación se presenta el programa del taller y cada una de las etapas con la metodología utilizada.

Tabla 9.1.11.2.1. Cronograma del Taller III

Tiempo	Actividad	Responsable
(15")	Bienvenida a los asistentes y toma de asistencia	EBP Chile/Facilitadores
(10")	Actividad Rompe Hielo	
(20")	Fase expositiva: • Presentación de los resultados del PACCC y medida priorizada • Explicación fase participativa	
(15")	Coffee Break	
(40")	Trabajo interactivo en torno a plataforma digital Mentimeter/material impreso: • ¿Cuál es el medio más adecuado para acceder al plan según su localidad? • ¿Cómo aseguraría la continuidad de su cartera de proyectos del plan?	
(10")	Plenaria: presentación de conclusiones por mesa y sistematización de observaciones adicionales	
(10")	Cierre del taller y registro audiovisual con el Banner del proyecto	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.11.2.1. Trabajo interactivo en torno a plataforma digital Mentimeter



Fuente: Elaboración propia, 2025.

A su vez, se entregó un banner que incorpora el nombre del proyecto y de la comuna, con el propósito de fortalecer su identidad y visibilidad. Este elemento gráfico se creó para garantizar una representación visual acorde al proyecto, asegurando que su imagen sea coherente y fácilmente reconocible en todas las actividades asociadas.

Figura 9.1.11.2.2. Banner del PACCC



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.11.3. Actividad Rompe Hielo

Con el fin de dar inicio de una forma dinámica al taller se realizó una trivia por el cambio climático. La actividad consistió en preguntas relacionadas al cambio climático y los PACCCs. Los asistentes debían responder a mano alzada la alternativa que consideraban correcta. Además, para fomentar una participación activa, se entregaron suculentas y semillas a quienes participaron de forma destacada.

9.1.11.4. Fase expositiva

Se presentó una breve contextualización de la LMCC y la propuesta final del PACCC, con espacio para resolver dudas sobre el plan, sus principales resultados y discutir la medida priorizada.

9.1.11.5. Fase participativa

En la fase participativa, utilizando la plataforma digital Mentimeter, se evaluó el medio de difusión más adecuado para acceder al plan y asegurar la continuidad de su cartera de proyectos.

9.1.11.6. Asistencia al taller

El evento contó con la presencia de 41 asistentes que representaban al sector público, sector privado, academia y sociedad civil.

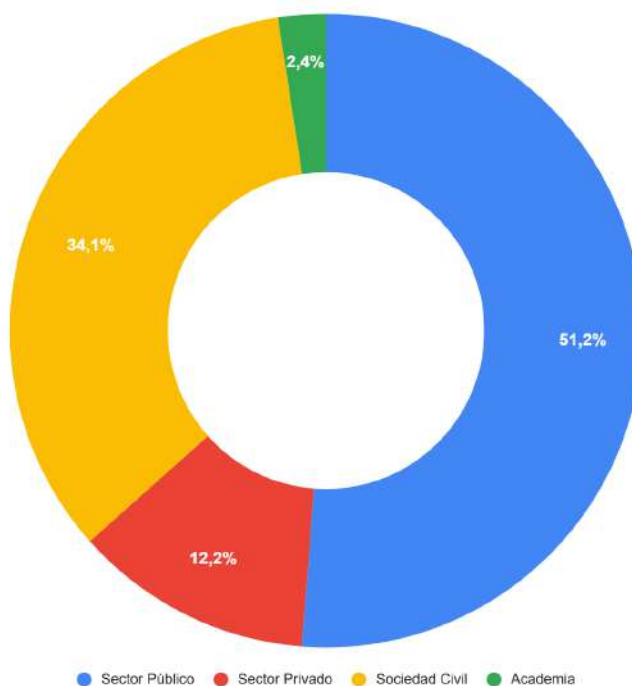
Tabla 9.1.11.6.1. Asistentes a la primera actividad participativa

Asistentes	Cantidad	Porcentaje
Hombres	18	44%
Mujeres	23	56%
Total	41	100%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La asistencia del sector público fue de un 51,2%, lo que evidencia un alto grado de interés y liderazgo institucional en el proceso climático local. La sociedad civil representó un 34,1%, lo que aporta una perspectiva territorial y comunitaria importante para la apropiación social del PACCC. El sector privado, con un 12,2%, mostró una colaboración activa desde actores económicos del territorio, mientras que la academia, aunque con un 2,4%, sumó una mirada técnica y educativa relevante para la evaluación de impactos y desarrollo de capacidades. Este equilibrio, encabezado por el sector público pero con amplia presencia comunitaria, refleja un esfuerzo conjunto hacia la implementación justa y multisectorial del PACCC, con miras a su sostenibilidad y efectividad en el tiempo.

Figura 9.1.11.6.1. Gráfico de asistencia por sector



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.11.7. *Registros fotográficos de la actividad participativa*

A continuación, se dejan imágenes de lo que fue el desarrollo del taller:

Figura 9.1.11.7.1. Actividad Participativa Taller III

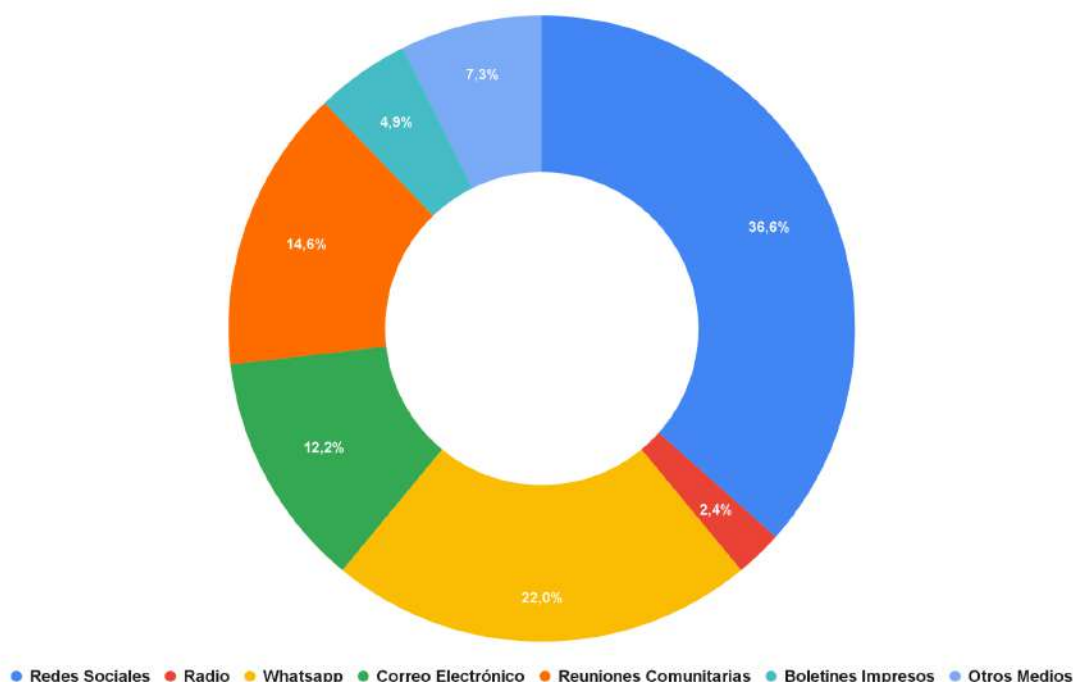




9.1.11.8. *Principales resultados*

A partir de la información recopilada del taller, para asegurar una difusión efectiva del PACCC, se recomienda priorizar el uso de redes sociales, WhatsApp y espacios presenciales como reuniones comunitarias, complementando con materiales audiovisuales atractivos que puedan circular en dichos canales.

Figura 9.1.11.8.1. Gráfico de asistencia por sector



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Además, entre las ideas o acciones que podrían contribuir a la permanencia del plan en el tiempo, la comunidad destaca la importancia de iniciativas **visibles, educativas, participativas y culturalmente contextualizadas**. Para mantener vigente el PACCC, será fundamental **institucionalizar espacios de participación**, promover una **educación ambiental continua** e impulsar **acciones prácticas de impacto colectivo**, articuladas desde el municipio en conjunto con las organizaciones sociales. A continuación, la Tabla 9.1.11.8.1 identifica las siguientes líneas estratégicas de acción:

Tabla 9.1.11.8.1. Líneas estratégicas de acción para mantener el PACCC activo

Líneas estratégicas de acción	Cantidad
Transparencia y participación permanente	Cuentas públicas anuales y conversatorios periódicos
	Mesas de trabajo con organizaciones comunitarias
	Conformación de un comité ambiental local
Educación y concientización continua	Talleres intergeneracionales y para todos los rangos etarios
	Educación preescolar, escolar y espacios comunitarios
	Escuelas de medio ambiente y encuentros escolares
Comunicación territorialmente pertinente	Difusión del plan en JJVV, escuelas, liceos y eventos masivos
	Creación de material audiovisual adaptado al territorio
	Encuentros interculturales e intergeneracionales

Líneas estratégicas de acción	Cantidad
Acciones prácticas y comunitarias	Empleo de los espacios y actividades municipales para concientizar y difundir el PACCC a la comunidad, sin dañar el medio ambiente
	Trabajo conjunto con JJVV y organizaciones funcionales
	Apoyo municipal en la transformación de residuos

Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.12. Taller N°4: Fuentes de Financiamiento del PACCC

9.1.12.1. Metodología de convocatoria al taller

La convocatoria al taller fue realizada por el municipio para congregar a los funcionarios/as municipales involucrados a través de afiches, whatsapp y correo electrónico.

9.1.12.2. Metodología del taller

El Taller N°4 se llevó a cabo mediante una videoconferencia con una duración de una hora y tuvo como objetivo presentar a los/as funcionarios/as municipales las principales fuentes de financiamiento disponibles para la implementación del PACCC, abordando oportunidades a nivel local, nacional e internacional. A continuación, se presenta el programa del taller y las etapas desarrolladas, junto con la metodología utilizada.

Tabla 9.1.12.2.1. Cronograma del Taller N°4

Tiempo	Actividad	Responsable
(5")	Bienvenida a los asistentes y presentación de objetivos	EBP Chile/Facilitadores
(30")	Fase expositiva: - Contextualización del PACCC. - Orientaciones de fuentes de financiamiento.	
(10")	Fase participativa: Trabajo interactivo en torno a plataforma digital Mentimeter - Ejercicio de identificación de fuentes de financiamientos ¿Cómo crees que se podría involucrar/vincular al sector privado en la implementación del Plan de Acción? ¿Qué empresas podrían colaborar? - Propuesta de Segundo Proyecto Emblemático	
(10")	Espacio para comentarios	
(5")	Cierre del taller y entrega de material complementario	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 9.1.12.2.1. Trabajo interactivo en torno a plataforma digital Mentimeter



Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.12.3. Fase expositiva

Durante el taller se presentaron las principales fuentes de financiamiento disponibles para la implementación del PACCC, abordando oportunidades a nivel local, nacional e internacional. Se revisaron programas y fondos relevantes, así como sus requisitos y criterios de postulación. La exposición se estructuró en torno a tres preguntas:

- ¿Cuáles son las fuentes de financiamiento disponibles para la implementación del PACCC?
- ¿Qué requisitos y criterios deben cumplir las iniciativas municipales para acceder a estos fondos?
- ¿Cómo pueden los municipios fortalecer sus capacidades para acceder a financiamiento climático?

9.1.12.4. Fase participativa

Como parte del trabajo interactivo, se utilizó la plataforma digital Mentimeter para facilitar un ejercicio participativo enfocado en la identificación de posibles fuentes de financiamiento para la implementación del PACCC. Además, se plantearon preguntas orientadas a explorar estrategias de vinculación con el sector privado, tales como: "¿Cómo crees que se podría involucrar al sector privado en la implementación del Plan de Acción?" y "¿Qué empresas podrían colaborar?". Finalmente, se presentó una propuesta para el desarrollo de un segundo proyecto emblemático, con el fin de seguir avanzando en acciones concretas dentro del marco del plan.

9.1.12.5. Asistencia al taller

El evento contó con la presencia de 12 asistentes que representaban a distintos departamentos del municipio, entre ellos la Sección de Medio Ambiente, Centro de la mujer, ambos del Departamento de DIDECO, SECPLAN y el Departamento de Finanzas.

Tabla 9.1.12.5.1. Asistentes a la cuarta actividad participativa

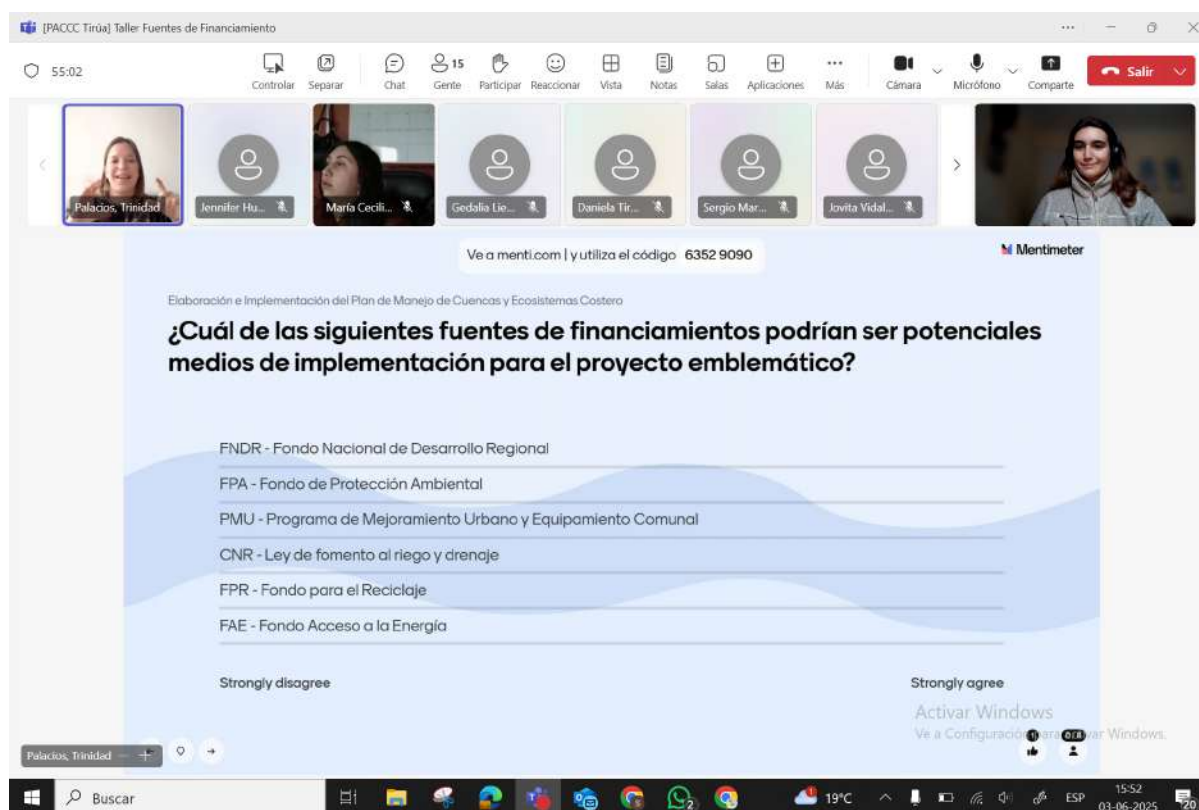
Asistentes	Cantidad	Porcentaje
Hombres	3	25%
Mujeres	9	75%
Total	12	100%

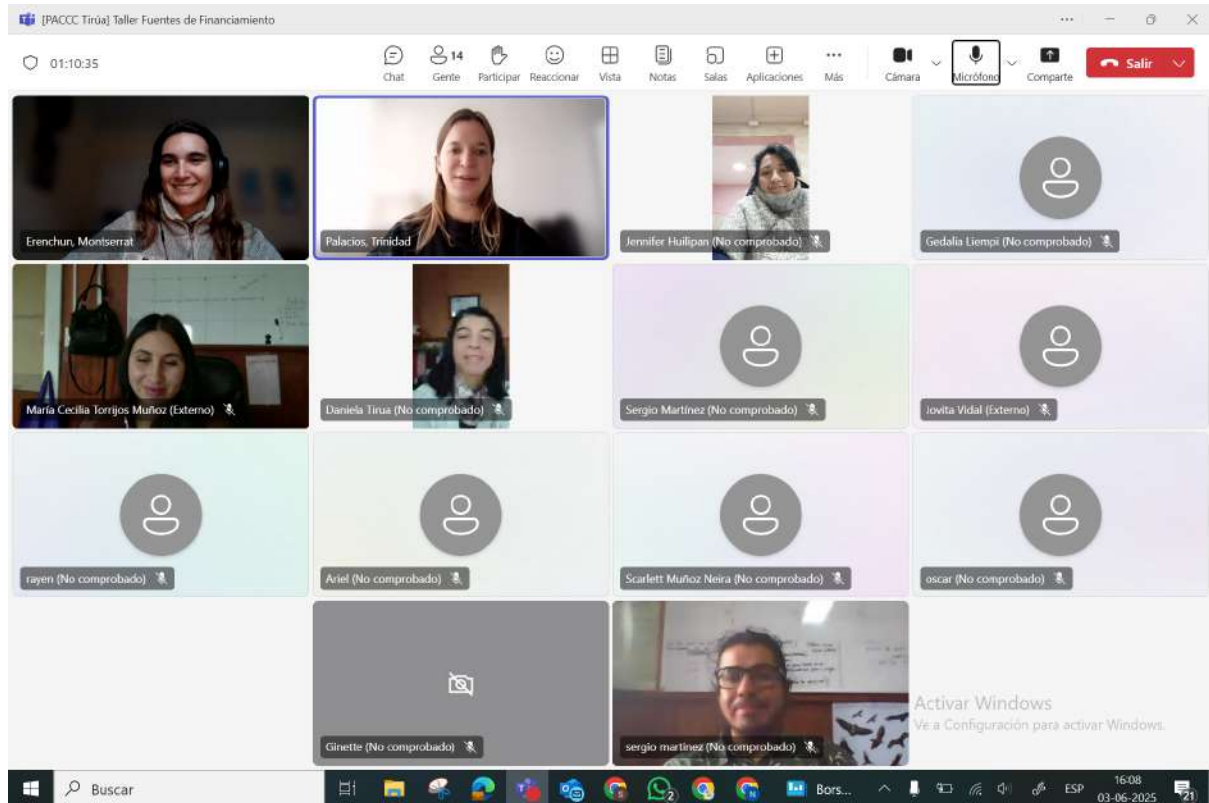
Fuente: Elaboración propia, 2025.

9.1.12.6. Registros fotográficos de la actividad participativa

A continuación, se presenta los respaldos del desarrollo del taller:

Figura 9.1.12.6.1. Actividad Participativa Taller N°4

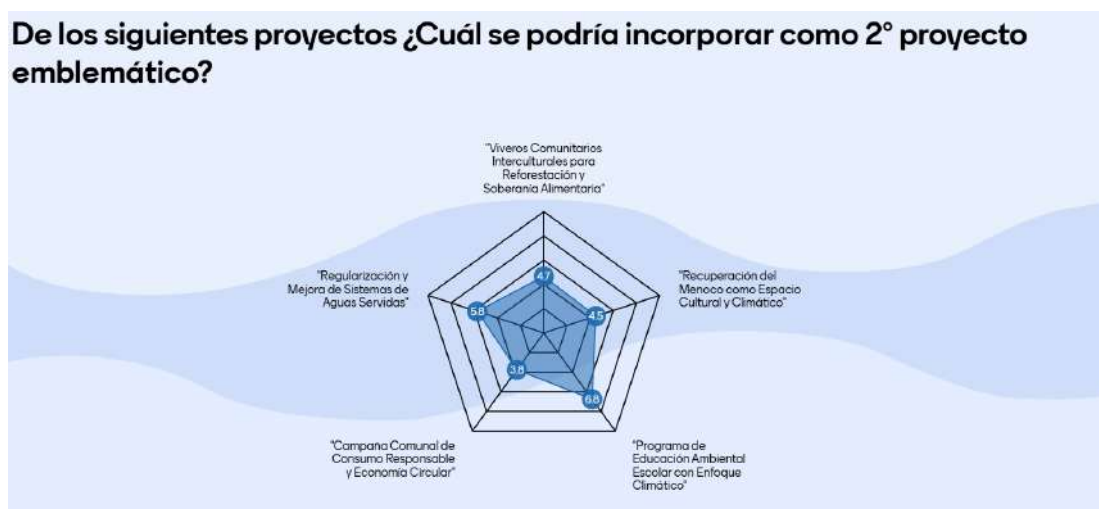




9.1.12.7. Principales resultados

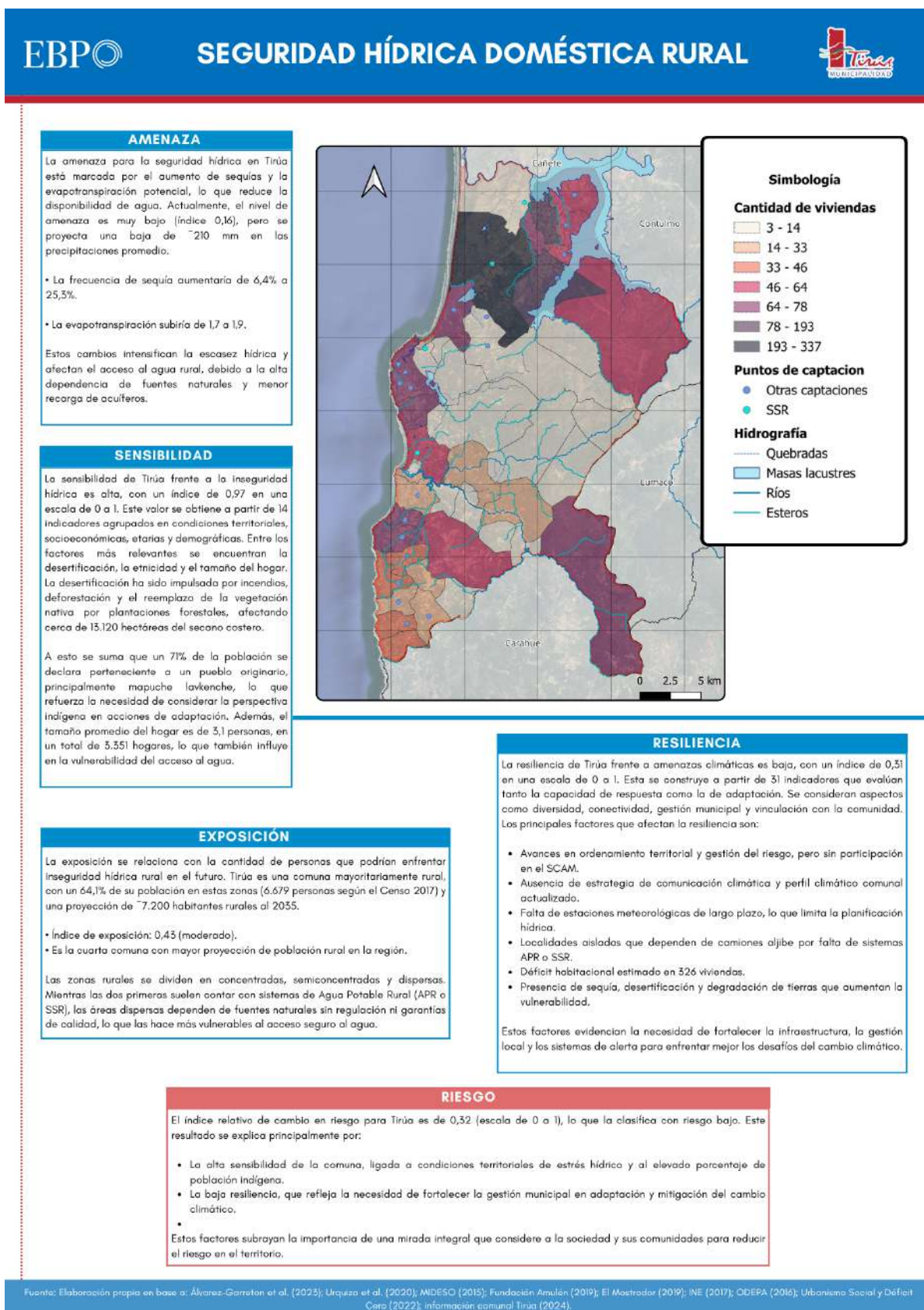
A partir de la actividad realizada, se seleccionó la Medida N°9 “Programa de Educación Ambiental Escolar con Enfoque Climático” como segundo proyecto emblemático del PACCC, el cual está muy vinculado con los objetivos, visión y los procesos participativos del plan.

Figura 9.1.12.7.1. Selección Segundo Proyecto Emblemático para el PACCC



9.2. Fichas de Vulnerabilidad

Anexo 9.2.1. Ficha de vulnerabilidad - Seguridad Hídrica Doméstica Rural



Anexo 9.2.2. Ficha de vulnerabilidad - Incendios en Plantaciones Forestales



INCENDIOS EN PLANTACIONES FORESTALES



AMENAZA

La amenaza se relaciona con el aumento en la frecuencia de olas de calor que elevan el riesgo de incendios forestales. Para Tirúa, se consideraron temperaturas superiores a 25°C, mostrando que a partir de 2035 las olas de calor serán más frecuentes, alcanzando un promedio de 4 días por año. El índice de amenaza actual es muy bajo (0,0001), pero se proyecta un aumento a 0,0087 para 2035-2065 bajo el escenario climático RCP 8.5. Este valor puede subestimar el riesgo por no incluir la influencia costera. Históricamente, Tirúa ha sufrido incendios significativos:

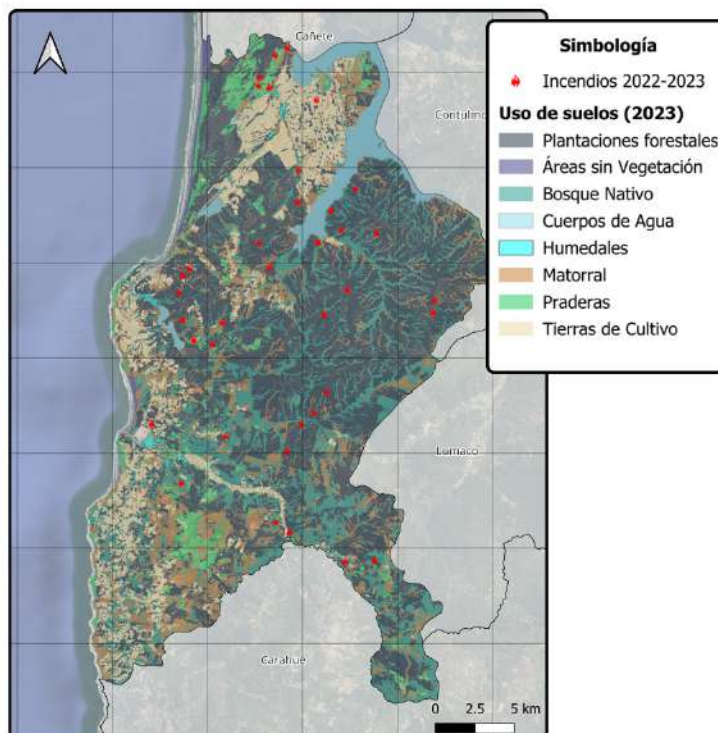
- En la temporada 2001-2002 se registraron 98 incendios que afectaron ~6.635 hectáreas.
- En 2014-2015 hubo 127 incendios que consumieron ~6.600 hectáreas.
- Desde 1984, los incendios han sido recurrentes, variando en cobertura y daños.

EXPOSICIÓN

Tirúa tiene un alto nivel de exposición a incendios forestales, con un índice de 0,6 (escala 0 a 1), lo que indica exposición moderada-alta. La cobertura forestal representa gran parte del territorio:

- El 47% corresponde a plantaciones forestales (2010-2018).
- El bosque nativo ocupa solo un 17%.

La accesibilidad de la red de caminos rurales es un factor clave, pues influye en la capacidad de respuesta ante emergencias y en las rutas de evacuación para las comunidades cercanas.



SENSIBILIDAD

Tirúa presenta una alta sensibilidad frente a incendios forestales, con un índice de 0,9 (escala de 0 a 1), lo que la ubica entre las comunas más vulnerables del país. Esta sensibilidad se explica por factores ambientales, sociales y geográficos:

- El 47% del territorio está cubierto por plantaciones forestales, seguido por praderas (23%), bosque nativo (17%) y matorrales (9%), todas coberturas altamente combustibles.
- La densidad poblacional es de 16,48 hab/km² y la densidad de viviendas es de 6,77 viv/km², lo que eleva el riesgo para las personas expuestas.
- La distancia promedio a caminos es de 860 metros y a centros urbanos es de 12 km, lo que puede dificultar una respuesta rápida en caso de emergencia.
- El terreno presenta una elevación promedio de 250 metros y una pendiente media de 9,26°, condiciones que pueden acelerar y descontrolar el avance del fuego.

RIESGO

Tirúa presenta un riesgo bajo frente a incendios forestales, con un índice de 0,024 (escala de 0 a 1). Sin embargo, este valor oculta factores clave como la alta sensibilidad (0,9) y una exposición moderada-alta (0,6). Por ello, es fundamental actuar sobre los componentes más críticos mediante:

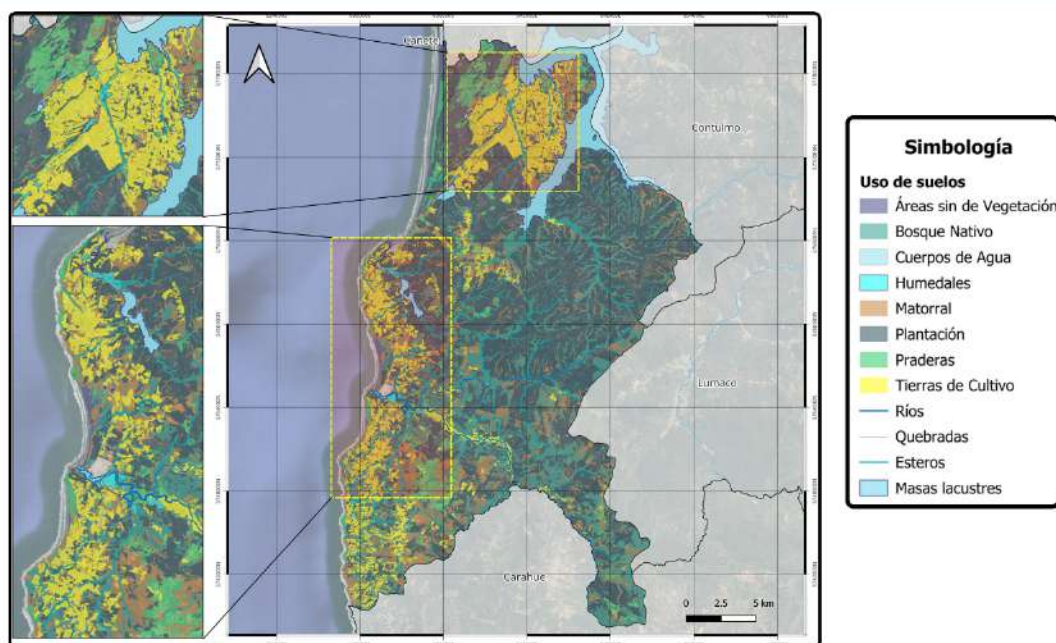
- Ordenamiento territorial con foco en el uso del suelo.
- Manejo adecuado de la vegetación combustible.
- Fortalecimiento de la preparación comunitaria.

La interacción entre la infraestructura y el entorno natural exige una gestión del riesgo informada, proactiva y adaptada a las condiciones locales.

Fuente: Elaboración propia en base a: ARCLIM (2025); CMPC (2021); CONADI (2024); INIA (2022); información comunal Tirúa (2024).

Anexo 9.2.3. Ficha de vulnerabilidad - Cambio de Productividad de Cultivos de Papa en Secano

EBP CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD DE CULTIVOS DE PAPA EN SECANO



EXPOSICIÓN

La exposición al cambio en la productividad del cultivo de papa es alta en Tirúa. Se cultivan 450,66 hectáreas en secano, mayoritariamente en el sector norte, por familias campesinas de pequeña escala. Esta exposición es:

- Territorial: por la ubicación de los cultivos en zonas de ladera con baja retención hídrica.
- Funcional y cultural: porque el cultivo es clave para el autoconsumo, los ingresos y el intercambio comunitario.
- Limitada por infraestructura: ya que no existen sistemas de riego y el acceso a servicios básicos es deficiente.

Aunque iniciativas como la cooperativa "Poñi, papas de Tirúa" han mejorado la producción en algunos predios, la mayoría del sistema productivo sigue altamente expuesto sin recursos suficientes para enfrentar las condiciones climáticas futuras.

AMENAZA

La amenaza climática proyectada para el cultivo de papa en secano en Tirúa muestra un posible aumento neto de 27,7 kg de materia seca/ha/año hacia 2035-2065, lo que representa una oportunidad productiva. Sin embargo, este beneficio es frágil y condicionado por factores que podrían revertirlo:

- Reducción proyectada de un 13,6% en las precipitaciones hacia 2069.
- Concentración de lluvias fuera del ciclo agrícola, afectando el crecimiento del cultivo.
- Mayor frecuencia de eventos extremos, como sequías estivales.
- Aumento de temperatura y humedad, que favorece enfermedades como tizón tardío y atizamiento, capaces de afectar gravemente los cultivos si no se controlan.

Por tanto, aunque el modelo proyecta una mejora, las condiciones reales podrían anularla si no se aplican medidas técnicas adaptativas.

SENSIBILIDAD

La sensibilidad del sistema agrícola de papa en Tirúa es alta (índice de 0,659). Este nivel responde a múltiples factores estructurales que limitan severamente el rendimiento. Entre ellos destacan:

- Suelos de baja calidad: ácidos, con poca materia orgánica y bajos niveles de fósforo.
- Semillas no certificadas: con alta carga patógena.
- Rendimientos muy bajos: entre 10 y 15 ton/ha frente a un potencial de 70 ton/ha con manejo adecuado.
- Brecha de rendimiento de hasta un 73% en la provincia, una de las más altas del país.
- Falta de análisis de suelo, escasa mecanización y acceso limitado a fertilizantes.
- Alta presión de enfermedades como sarna común y pie negro, con pocas herramientas de control disponibles.

A pesar de experiencias exitosas como la cooperativa Poñi, que ha demostrado mejoras significativas mediante asistencia técnica y semillas certificadas, estos beneficios aún no abarcan al conjunto del sistema agrícola comunal.

RIESGO

El índice de riesgo calculado por ARCLim es 0, dado que el modelo proyecta una mejora en el rendimiento del cultivo. No obstante, este valor no representa fielmente la situación real del territorio. El riesgo en Tirúa debería considerarse al menos moderado, debido a:

- Alta exposición del territorio y dependencia cultural del cultivo de papa.
- Alta sensibilidad por condiciones agronómicas adversas y escasa tecnificación.
- Baja capacidad adaptativa, marcada por:
 - Falta de sistemas de riego.
 - Ausencia de infraestructura de almacenamiento.
 - Débil acceso a canales de comercialización.
 - Limitaciones económicas para adquirir insumos básicos.

Es por esta razón que, pese al pronóstico optimista del modelo, cualquier evento climático extremo — como un verano seco — puede comprometer tanto la seguridad alimentaria como los ingresos familiares. Para reducir esta vulnerabilidad estructural, es fundamental fortalecer, entre otros más:

- El Proyecto Lleulleu.
- Ensayos de nuevas variedades del SAG en la provincia.
- La estrategia productiva y organizacional de la cooperativa Poñi.

Fuente: Elaboración propia en base a: CMPC (2021); CONADI (2024); INIA (2022); SAG (2024); ARCLim (2025).

Anexo 9.2.4. Ficha de vulnerabilidad - Pérdida de Desembarque Pesquero Artesanal

PÉRDIDA DE DESEMBARQUE PESQUERO ARTESANAL

AMENAZA

La amenaza en esta cadena de impacto está determinada por la variación en temperatura y precipitación. Entre 2016 y 2024, Tirúa ha mostrado estabilidad térmica, con temperaturas máximas cercanas a los 14,5 °C y medias entre 11,5 y 12 °C. Sin embargo, las proyecciones indican un aumento sostenido de temperaturas y mayor frecuencia de eventos extremos como olas de calor y noches cálidas, lo que podría afectar la distribución de especies marinas y las condiciones de trabajo en la pesca artesanal.

Las condiciones proyectadas representan una amenaza por:

- Aumento sostenido de las temperaturas (medias, mínimas y máximas).
- Mayor frecuencia de eventos extremos como olas de calor y noches cálidas.
- Posible concentración de precipitaciones en eventos intensos y disminución del total anual, especialmente en primavera y verano.
- Historial de eventos extremos (marejadas, inundaciones, tsunamis) que han dañado infraestructura y faenas pesqueras.
- Vulnerabilidad estructural en caletas como Quidico, afectadas por oleaje y pérdida de arena.

Pese a estos factores, el índice de amenaza estimado por ARCLim es de 0,5 (escala de 0 a 1), clasificado como bajo.

SENSIBILIDAD

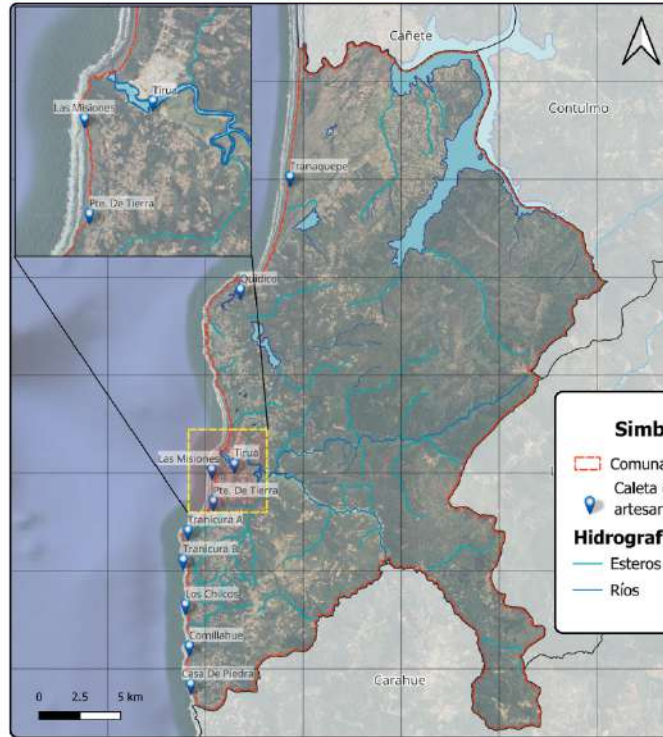
La sensibilidad del sistema pesquero artesanal se considera baja a moderada, con valores de 0,15 en Tirúa y 0,275 en Quidico, según ARCLim. Esta evaluación se basa en variables como el número de pescadores inscritos, el estatus de la actividad artesanal, la diversidad de especies desembarcadas y la concentración de la producción.

Según SERNAPESCA (2025), ambas caletas concentran 1.522 pescadores inscritos, distribuidos entre armadores artesanales, buzos, recolectores de orilla y pescadores. Además, el registro de embarcaciones refleja una predominancia de botes a motor, con más de 500 unidades activas. La riqueza y especialización de los desembarques, junto con la fuerte concentración de la actividad en pocos tipos de recursos, refuerzan la dependencia económica y cultural del sector frente a condiciones climáticas cambiantes.

RIESGO

Los índices de riesgo para las caletas analizadas son:

- Caleta Quidico: Índice de riesgo de 0,169, clasificado como Bajo-Moderado. Esto se debe a una amenaza climática baja, por la estabilidad térmica y pluviométrica reciente, junto a una exposición moderada por la diversidad y volumen de recursos desembarcados. Además, se está fortaleciendo la infraestructura del muelle.
- Caleta Tirúa: Índice de riesgo de 0,1, clasificado como Bajo-Muy Bajo. Aunque enfrenta las mismas amenazas climáticas, su menor riesgo se explica por una infraestructura existente más sólida.



Simbología

- Comuna de Tirúa
- Caleta de pescadores artesanales

Hidrografía

- Esteros
- Ríos

EXPOSICIÓN

La pesca artesanal en las caletas de Tirúa y Quidico constituye un eje esencial para la economía local, aportando directamente al empleo de más de 1.500 personas. Su importancia radica no solo en lo económico, sino también en su contribución a la seguridad alimentaria y la identidad cultural del territorio.

La exposición se analiza considerando el riesgo de pérdida de biomasa capturada entre 2007 y 2017, con énfasis en tres tipos de desembarque:

- Peces
- Algas
- Invertebrados (moluscos y crustáceos)

Factores clave que determinan la alta exposición del sistema pesquero artesanal son:

- La comuna cuenta con aproximadamente 50 km de borde costero, que sustenta prácticas tradicionales de pesca desarrolladas históricamente por comunidades mapuche Lavkenche.
- Los principales recursos ícticos extraídos incluyen: reineta, lenguado, pescada, róbalo, peje gallo, corvina, jurel y sierra.
- También se recolectan productos como: piures, locos, tacas, almejas, lapas, erizos, jaibas, cochayuyo, luche, gollito, luga y huiro.

CAPACIDAD ADAPTATIVA

La capacidad adaptativa de las caletas Quidico y Tirúa presenta diferencias importantes, con índices de 0,649 y 0,1, respectivamente. Esta capacidad está vinculada principalmente a la existencia de infraestructuras y la gestión comunitaria de recursos marinos.

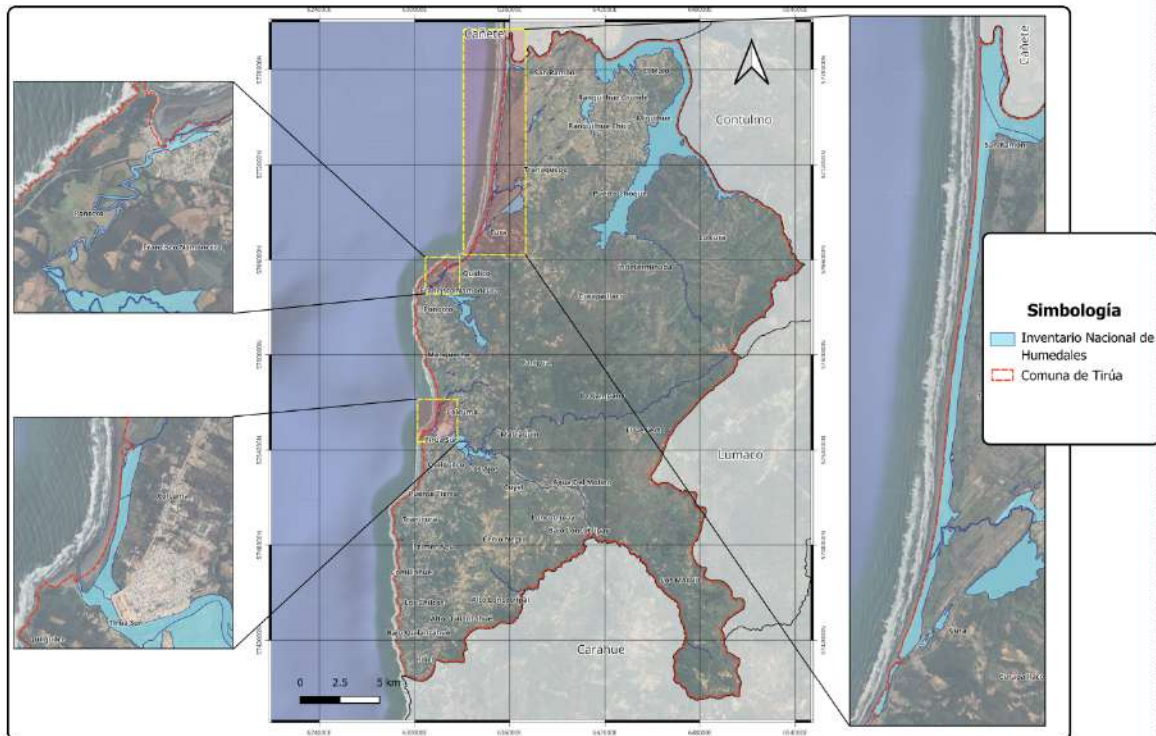
Tirúa cuenta con tres Áreas de Manejo y Recolección de Recursos Bentónicos (AMERB), que permiten a las comunidades pesqueras gestionar sustentablemente la extracción de moluscos y crustáceos, fortaleciendo la conservación y organización local.

Además, existen cuatro Espacios Costeros Marinos de Pueblos Originarios (ECMPO), que reconocen y protegen el uso ancestral del borde costero por comunidades mapuche lavkenche, apoyando la pesca tradicional y la conservación de los recursos.

En Quidico, se está construyendo el "Frente de Atraque Caleta Quidico", una obra de abrigo con muelle, explanada y rampa, financiada por el Ministerio de Obras Públicas, que mejorará la seguridad y operación pesquera.

Finalmente, se han implementado medidas complementarias como plantas de procesamiento, equipamiento de seguridad y capacitaciones, impulsando la formalización y agregación de valor a los productos, con una destacada participación de mujeres en emprendimientos locales.

Anexo 9.2.5. Ficha de vulnerabilidad - Degradación de Humedales Costeros



Simbología

- Inventario Nacional de Humedales
- Comuna de Tirúa

AMENAZA

La degradación de humedales costeros en Tirúa está fuertemente influenciada por el aumento proyectado del nivel del mar y cambios en el oleaje, con un índice de amenaza de 0,73. El nivel del mar podría subir entre 25 y 29 cm hacia fines de este siglo, lo que incrementaría la inundación en zonas bajas como caletas, desembocaduras y humedales, poniendo en riesgo su integridad y la infraestructura costera asociada.

EXPOSICIÓN Y SENSIBILIDAD

Los humedales de Tirúa presentan índices altos de exposición (0,79) y sensibilidad (0,63), debido a su ubicación, tipo y extensión dentro de la comuna. Representan aproximadamente el 0,6% de la superficie comunal, con unas 405 hectáreas distribuidas en áreas como la desembocadura del río Tirúa, estero Colcura, laguna y playas Quidico y Tirúa, entre otros. Destaca el humedal marino-costero tipo estuario en la desembocadura del río Tirúa, con 143 hectáreas, donde confluyen aguas dulces y saladas, lo que lo hace especialmente vulnerable a cambios ambientales.

RIESGO

El índice de riesgo de inundación costera para los humedales de Tirúa es de 0,7, clasificado como Medio por ARCLim. Este riesgo elevado se debe principalmente al aumento proyectado del nivel del mar y a los cambios en el oleaje, que incrementan las cotas de inundación en la zona costera. La alta exposición y sensibilidad de los humedales, dada su extensión y ubicación en áreas vulnerables, agrava aún más esta situación. Además, la ausencia de figuras legales de protección limita la capacidad adaptativa de estos ecosistemas, dejando a los humedales y a las comunidades costeras adyacentes en una posición frágil frente a futuros impactos climáticos y eventos extremos.

CAPACIDAD ADAPTATIVA

La capacidad adaptativa de los humedales costeros en Tirúa es limitada debido a que actualmente no existen humedales reconocidos o protegidos oficialmente bajo figuras legales como el SNASPE, la RENAMU o la Ley 21.202 de Humedales Urbanos. Tampoco hay registros de solicitudes municipales para su declaratoria formal. La Ley 21.202 ofrece una oportunidad para proteger humedales urbanos mediante iniciativas del Ministerio del Medio Ambiente o a solicitud de la municipalidad. Por ello, es fundamental que la Municipalidad de Tirúa, en conjunto con las comunidades locales y organizaciones ambientales, impulse procesos de identificación, caracterización y postulación de estos ecosistemas para su protección legal. Sin esta protección, la capacidad de adaptación frente al aumento del nivel del mar y eventos de inundación es limitada, dejando a los humedales y las comunidades aledañas más vulnerables a los impactos del cambio climático.

9.3. Fichas de Indicadores de Medidas de Mitigación y Adaptación

I-1	Ficha de indicador	
------------	---------------------------	---

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de estudios técnicos realizados
Unidad de medida	Nº de estudios
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Informes técnicos, bases de datos municipales, registros administrativos o actas de validación técnica
Medida a la que responde	- Medida 5: Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático - Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático - Medida 14: Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial

METODOLOGÍA

Información requerida: Se debe recopilar la cantidad total de estudios técnicos desarrollados para analizar condiciones, proyecciones o factibilidades en áreas o temáticas definidas por el plan de acción. Los estudios pueden abordar dimensiones ambientales, territoriales, sociales o de infraestructura, según corresponda.

Cálculo: Consiste en contabilizar el número total de estudios técnicos formalizados y registrados durante el período de evaluación.

Ecuación: Número de estudios técnicos = $\sum$ Estudios registrados en el período

Donde:

Estudios registrados: estudios con respaldo técnico que hayan sido realizados por profesionales internos o externos, vinculados al cumplimiento de medidas del plan.

I-2

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Porcentaje de mujeres participantes en actividades de levantamiento de información y diagnóstico
Unidad de medida	%
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Listas de asistencia, registros de talleres, encuestas participativas o formularios de inscripción
Medida a la que responde	Medida 5: Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida: Se requiere contar con registros de participación desagregados por sexo en actividades que incluyan levantamiento de información territorial, identificación de problemáticas o construcción participativa de diagnósticos. Esto aplica a instancias como talleres, entrevistas, jornadas comunitarias o consultas.

Cálculo: Se calcula el porcentaje de mujeres que participaron en al menos una de las instancias señaladas respecto al total de personas participantes en el período evaluado.

Ecuación: % de participación femenina = (N° de mujeres participantes / Total de participantes) × 100

Donde:

- N° de mujeres participantes: mujeres que participaron activamente en las actividades registradas.
- Total de participantes: suma de hombres y mujeres que participaron en dichas actividades.

I-3

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de infraestructuras implementadas para gestión de aguas superficiales
Unidad de medida	Nº de infraestructuras
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Registros de ejecución de obras, informes técnicos, actas de recepción o bases de datos municipales
Medida a la que responde	Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida: Se requiere contar con registros de ejecución de obras asociadas a soluciones para la gestión de aguas superficiales, tales como infraestructura de control, almacenamiento o conducción. La información debe provenir de fuentes verificables como informes técnicos, contratistas u organismos responsables de la implementación.

Cálculo: Se contabiliza el total de infraestructuras implementadas durante el período evaluado, verificando que estén en funcionamiento o hayan sido recepcionadas formalmente.

Ecuación: Infraestructuras implementadas = $\sum$ Infraestructuras construidas y operativas en el período

Donde:

Infraestructuras construidas: soluciones físicas ejecutadas en terreno que contribuyan a la gestión o control del agua superficial.

I-4

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Superficie restaurada con cobertura vegetal
Unidad de medida	Ha
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros técnicos de restauración, informes de avance, validación en terreno o imágenes satelitales/georeferenciadas
Medida a la que responde	- Medida 2: Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros - Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria - Medida 7: Reforestación con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida: Se requiere contar con información técnica y georreferenciada sobre las superficies intervenidas mediante procesos de revegetación, reforestación u otras prácticas de restauración ecológica. Debe verificarse que la cobertura vegetal utilizada cumpla criterios técnicos de adaptación al territorio (especies nativas o pertinentes al ecosistema).

Cálculo: Se suma la superficie total intervenida con acciones de restauración ecológica ejecutadas dentro del período de evaluación.

Ecuación: Superficie restaurada = $\sum$ ha con cobertura vegetal establecida en zonas intervenidas

Donde:

Cobertura vegetal establecida: corresponde a vegetación implementada técnicamente y validada en terreno o por monitoreo.

I-5

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de instancias comunitarias de sensibilización y formación realizadas
Unidad de medida	Nº de actividades
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Actas de talleres, informes de actividades, material educativo desarrollado, listas de asistencia
Medida a la que responde	- Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria - Medida 4: Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria - Medida 6: Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios - Medida 7: Reforestación con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático - Medida 9: Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático - Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático - Medida 12: Gobernanza climática local y articulación con actores clave - Medida 13: Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros

METODOLOGÍA

Información requerida:

Cálculo: Se contabiliza el número total de actividades realizadas durante el período de evaluación.

Ecuación: Instancias comunitarias realizadas = $\sum$ Talleres + $\sum$ Campañas + $\sum$ Otras actividades formativas verificables

Donde:

Instancias formativas verificables: actividades comunitarias documentadas con evidencia de ejecución (fotos, actas, materiales, etc.)

I-6

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Número de mujeres en roles de liderazgo comunitario

Unidad de medida

Nº de mujeres

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Listados oficiales de organizaciones, actas de elecciones, registros de participación en mesas comunitarias o comités

Medida a la que responde

- Medida 4: Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria
- Medida 10: Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático
- Medida 15: Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida: Se requiere contar con registros de organizaciones, comités, mesas de trabajo u otras instancias de participación formal o informal, donde se identifique a mujeres que ejercen cargos de liderazgo o representación comunitaria.

Cálculo: Se contabiliza el total de mujeres que ejercen roles de liderazgo vinculados a la gestión territorial o comunitaria dentro del período de evaluación.

Ecuación: N° de liderazgos femeninos = $\sum$ Mujeres en cargos representativos registrados

Donde:

- **Cargos representativos:** roles de coordinación, presidencia, vocería u otras funciones reconocidas de liderazgo comunitario.

I-7

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de elementos territoriales identificados y registrados
Unidad de medida	Nº de elementos
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Registros municipales, bases de datos técnicas, informes de levantamiento territorial o catastros georreferenciados
Medida a la que responde	Medida 13: Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros que identifiquen y georreferenciar elementos relevantes del territorio, tales como infraestructuras, fuentes hídricas, puntos de extracción, captaciones, vertederos u otros, según el objeto del plan. La información puede provenir de catastros nuevos o actualizaciones de información existente.

Cálculo:

Se contabiliza el total de elementos identificados y registrados durante el período de evaluación.

Ecuación:

Elementos territoriales registrados = $\sum$ Elementos identificados en el catastro actualizado

Donde:

- Elementos identificados:** puntos, zonas o infraestructuras del territorio registradas de manera formal y verificable.

I-8

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de inspecciones realizadas mediante herramientas tecnológicas de monitoreo
Unidad de medida	Nº de inspecciones
Frecuencia	Trimestral
Medio de verificación	Registros de inspección, reportes de vuelo de drones, capturas de plataformas digitales, informes municipales o bitácoras de fiscalización
Medida a la que responde	Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se debe contar con registros oficiales sobre las inspecciones realizadas utilizando herramientas tecnológicas de monitoreo, como drones, cámaras, sensores u otras plataformas digitales aplicadas a la fiscalización ambiental o territorial.

Cálculo:

Se contabiliza el total de inspecciones efectuadas mediante el uso de tecnologías específicas durante el período de evaluación.

Ecuación:

Inspecciones tecnológicas realizadas = $\sum$ Operaciones de fiscalización digital documentadas

Donde:

- Operaciones documentadas:** corresponde a toda fiscalización ejecutada con apoyo tecnológico y con respaldo verificable.

I-9

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de normativas locales aprobadas para la gestión sostenible de recursos y problemáticas territoriales
Unidad de medida	Nº de normativas
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Ordenanzas publicadas en el Diario Oficial, decretos municipales, actas de concejo, registros normativos locales
Medida a la que responde	- Medida 5: Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático - Medida 12: Gobernanza climática local y articulación con actores clave - Medida 13: Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros oficiales de ordenanzas, reglamentos u otras normativas locales que hayan sido aprobadas formalmente por el concejo municipal u otra instancia correspondiente. Estas deben estar vinculadas a la gestión sostenible de recursos (agua, suelo, residuos, biodiversidad) o a la regulación de problemáticas territoriales (extracción, riego, contaminación, uso del espacio público, etc.).

Cálculo:

Se contabiliza el total de normativas aprobadas durante el período evaluado, sin importar su etapa de implementación.

Ecuación:

Normativas aprobadas = $\sum$ Normativas formalmente registradas y publicadas en el período

Donde:

- Normativas registradas:** instrumentos normativos con validez jurídica aprobados por la institucionalidad local.

I-10

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de sesiones realizadas por instancias técnicas o comités asesores de gestión territorial
Unidad de medida	Nº de sesiones
Frecuencia	Trimestral
Medio de verificación	Actas de reunión, informes de sesión, convocatorias oficiales, listados de asistencia o minutas validadas
Medida a la que responde	- Medida 5: Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático - Medida 10: Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático - Medida 12: Gobernanza climática local y articulación con actores clave - Medida 13: Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros - Medida 14: Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros oficiales sobre las sesiones realizadas por comités, mesas técnicas o grupos de trabajo asesor, orientados a la planificación, seguimiento o evaluación de prácticas territoriales, ambientales o sectoriales. El comité debe estar formalmente constituido por la entidad responsable.

Cálculo:

Se contabiliza el total de sesiones realizadas por el comité o instancia durante el período de evaluación.

Ecuación:

Sesiones realizadas = $\sum$ Reuniones ejecutadas y registradas por el comité asesor

Dónde: **Reuniones ejecutadas:** sesiones con acta y asistencia, enfocadas en la evaluación, planificación o asesoría técnica.

I-11

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de áreas monitoreadas mediante tecnologías de fiscalización ambiental
Unidad de medida	Nº de áreas
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Informes de monitoreo, registros de vuelo de drones, mapas SIG, actas técnicas de fiscalización
Medida a la que responde	Medida 13: Ordenanza de protección del agua, humedales y cuerpos costeros

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con información territorial y técnica sobre las áreas monitoreadas utilizando tecnologías como drones, sensores, cámaras térmicas o plataformas SIG. Deben estar georreferenciadas o delimitadas territorialmente, y asociadas a un objetivo de control, seguimiento o fiscalización ambiental.

Cálculo:

Se contabiliza la cantidad de áreas específicas que han sido cubiertas por monitoreo tecnológico durante el período evaluado.

Ecuación:

Áreas monitoreadas = $\sum$ Sectores fiscalizados mediante herramientas tecnológicas validadas

Donde:

- Sectores fiscalizados:** zonas con registro verificable de inspección ambiental o territorial realizada con tecnología.

I-12

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Número de funcionarios municipales capacitados en fiscalización ambiental y aplicación de normativas

Unidad de medida

Nº de personas

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Listas de asistencia, certificados de capacitación, informes de ejecución de talleres

Medida a la que responde

- Medida 5: Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático
- Medida 14: Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial
- Medida 15: Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros formales de actividades de formación dirigidas a funcionarios municipales, enfocadas en fiscalización ambiental. Estas deben incluir contenidos sobre la aplicación de normativas locales (como ordenanzas), y eventualmente el uso de tecnologías complementarias de monitoreo, sin que estas sean el eje exclusivo.

Cálculo:

Se contabiliza el total de funcionarios municipales que participaron en al menos una capacitación validada durante el período evaluado.

Ecuación:

Funcionarios capacitados = $\sum$ Participantes en talleres de fiscalización ambiental y normativa

Donde:

- **Participantes:** funcionarios municipales inscritos y presentes en actividades formativas verificables.

I-13

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de acuerdos interinstitucionales formalizados para la regulación y control ambiental
Unidad de medida	Nº de acuerdos
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Convenios, actas de compromiso, minutas oficiales firmadas, decretos o registros institucionales
Medida a la que responde	- Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático - Medida 12: Gobernanza climática local y articulación con actores clave

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con evidencia formal de acuerdos, convenios u otros instrumentos de colaboración entre instituciones locales, regionales y/o nacionales orientados a fortalecer la fiscalización ambiental y territorial. Estos deben incluir compromisos formales y ser suscritos por las partes involucradas.

Cálculo:

Se contabiliza el número de acuerdos formalizados durante el período evaluado.

Ecuación:

Acuerdos formalizados = $\sum$ Convenios o compromisos interinstitucionales firmados

Donde:

- Convenios firmados:** instrumentos oficiales que establecen coordinación entre actores públicos para acciones de fiscalización o regulación.

I-14

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de especies nativas plantadas en zonas de restauración ecológica
Unidad de medida	Nº de ejemplares
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Registros de plantación, informes técnicos, actas de jornada, georreferenciación o monitoreos posteriores
Medida a la que responde	- Medida 2: Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros - Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria - Medida 7: Reforestación con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático - Medida 10: Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros verificables de las campañas de reforestación ejecutadas, detallando la cantidad de ejemplares plantados, las especies utilizadas y el área intervenida. Las especies deben corresponder a vegetación nativa del ecosistema local, con función ecológica definida.

Cálculo:

Se contabiliza el total de especies nativas plantadas durante el período evaluado.

Ecuación:

Especies nativas plantadas = $\sum$ Ejemplares plantados en zonas degradadas

Donde:

- Ejemplares plantados:** individuos de especies nativas efectivamente instalados en terreno.

I-15

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de informes técnicos elaborados sobre impactos o resultados de actividades territoriales
Unidad de medida	Nº de informes
Frecuencia	Semestral
Medio de verificación	Informes técnicos oficiales, registros municipales, bases de datos ambientales, publicaciones institucionales
Medida a la que responde	- Medida 8: Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos - Medida 12: Gobernanza climática local y articulación con actores clave

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con informes técnicos derivados de procesos de monitoreo, seguimiento o evaluación de actividades territoriales o ambientales. Esto incluye:

- Evaluaciones de restauración ecológica,
- Estudios de calidad de agua y biodiversidad en humedales,
- Seguimiento de impactos de actividades extractivas, productivas o de infraestructura,
- Informes de conservación, ciencia ciudadana u otras actividades técnicas sistematizadas.

Cálculo:

Se contabiliza el total de informes técnicos emitidos o finalizados durante el período de evaluación.

Ecuación:

Informes técnicos elaborados = $\sum$ Documentos técnicos oficiales sobre impactos o resultados territoriales

Donde:

- **Documentos técnicos oficiales:** reportes estructurados con datos, análisis y conclusiones emitidos por instituciones o equipos técnicos.

I-16

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de sistemas de reutilización de aguas grises instalados en sectores críticos
Unidad de medida	Nº de sistemas
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros municipales, actas de instalación, fichas técnicas de intervención, informes de ejecución
Medida a la que responde	Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se debe contar con registros de instalación de sistemas de tratamiento o reciclaje de aguas grises en viviendas, sedes comunitarias u otros espacios, especificando su ubicación, características técnicas y estado operativo.

Cálculo:

Se contabiliza el número de sistemas instalados y funcionales al cierre del período de evaluación.

Ecuación:

Sistemas instalados = $\sum$ Instalaciones de tecnologías de reutilización de aguas grises

Donde:

- Sistemas instalados:** unidades implementadas con operatividad verificada en sectores definidos como críticos.

I-17

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de centros de gestión ambiental comunitaria implementados en zonas estratégicas
Unidad de medida	Nº
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Informes de ejecución, actas de recepción, registros de habilitación o funcionamiento, fichas técnicas de infraestructura
Medida a la que responde	Medida 8: Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros oficiales que den cuenta de la habilitación, implementación o funcionamiento de centros comunitarios orientados a la **gestión ambiental, conservación de humedales, respuesta a emergencias o acopio de recursos**. Deben estar georreferenciados y tener un fin explícito de apoyo territorial.

Cálculo:

Se contabiliza el total de centros habilitados en zonas estratégicas durante el período evaluado.

Ecuación:

Centros implementados = $\sum$ Centros comunitarios de gestión ambiental operativos en áreas clave

I-18

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Porcentaje de mujeres participantes en actividades técnicas de planificación, implementación, monitoreo y fiscalización territorial

Unidad de medida

%

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Planillas de contratación, registros de participación técnica, informes de obra, actas de planificación y ejecución

Medida a la que responde

- Medida 4: Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria
- Medida 7: Reforestación con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático
- Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático
- Medida 14: Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se debe contar con datos desagregados por sexo del personal que participa en procesos técnicos vinculados a la gestión territorial. Esto incluye:

- Planificación y diseño técnico
- Construcción, instalación o implementación de infraestructura
- Monitoreo ambiental o territorial
- Fiscalización o seguimiento de normativas

Cálculo:

Porcentaje de mujeres participantes = $(\text{N}^\circ \text{ de mujeres participantes} / \text{Total de personas participantes}) \times 100$

Donde:

- **Nº de mujeres participantes:** mujeres que participaron activamente en al menos una de las actividades señaladas.
- **Total de personas participantes:** suma total de participantes sin distinción de género.

I-19

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Porcentaje de participación femenina en talleres participativos comunitarios
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Frecuencia	Por actividad / Semestral / Anual
Medio de verificación	Listas de asistencia desagregadas por sexo, actas de talleres, informes de participación ciudadana
Medida a la que responde	- Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria - Medida 6: Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios - Medida 8: Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Número total de personas participantes en talleres comunitarios
- Número de mujeres participantes

Cálculo:

% participación femenina = (N° de mujeres participantes / Total de participantes) × 100

Notas:

- Se aplica a talleres, diálogos, cabildos, jornadas de participación vecinal y actividades similares.

I-20

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Kilómetros de cortafuegos implementados en zonas vulnerables
Unidad de medida	km
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Informes técnicos de implementación, planos georreferenciados, actas de ejecución, fichas SIG o catastros municipales
Medida a la que responde	Medida 4: Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se debe contar con registros técnicos que indiquen la extensión, ubicación y características de los

cortafuegos implementados. Deben estar orientados a la prevención y control de incendios forestales en zonas previamente diagnosticadas como vulnerables.

Cálculo:

Extensión total de cortafuegos implementados (km) = $\sum$ tramos lineales verificados en el período

I-21

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Número de personas capacitadas

Unidad de medida

Nº de personas

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Listados de asistencia, informes de talleres, actas de ejecución, fichas de inscripción

Medida a la que responde

- Medida 8: Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos
- Medida 9: Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático
- Medida 12: Gobernanza climática local y articulación con actores clave
- Medida 15: Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se requiere contar con registros que evidencien la participación de personas en procesos de formación o capacitación organizados por el municipio, ONGs, organismos técnicos o alianzas público-privadas. Se considera cualquier temática relevante para el desarrollo comunitario (ej. gestión ambiental, prevención de riesgos, agua, energía, residuos, etc.).

Cálculo:

Total de personas capacitadas = $\sum$ participantes en actividades formativas durante el período evaluado

I-22

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de ejemplares de material técnico o educativo
Unidad de medida	N° de ejemplares
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros de distribución, informes de actividades, actas de entrega, listados de recepción
Medida a la que responde	Medida 9: Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Documentación que respalde la elaboración y distribución de material técnico o educativo dirigido a la comunidad, ya sea en formato físico o digital, para temas como prevención de incendios, agua, energía, residuos, etc.

Cálculo:

Ejemplares entregados = $\sum$ documentos (manuales, guías, fichas, protocolos) distribuidos en el período

I-23

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de equipos o maquinarias adquiridas para implementación de medidas técnicas o comunitarias
Unidad de medida	Nº de unidades
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Inventarios municipales, informes de compra o subsidio, actas de entrega, registros de operación
Medida a la que responde	Medida 4: Prevención de Incendios Forestales mediante Cortafuegos y Educación Comunitaria

METODOLOGÍA

Información requerida:

Documentos que respalden la entrega, compra o financiamiento de equipamiento destinado a apoyar la ejecución de medidas técnicas o comunitarias. Esto puede incluir maquinarias para prevención de incendios, reciclaje, riego, energías renovables, conservación, limpieza, etc.

Cálculo:

Total de unidades adquiridas = $\sum$ equipos o maquinarias habilitadas durante el período

I-24

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de hectáreas diagnosticadas como prioritarias para conservación y manejo sustentable
Unidad de medida	ha (hectáreas)
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Estudios técnicos, informes con georreferenciación, SIG, actas de planificación, catastro municipal
Medida a la que responde	- Medida 2: Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros - Medida 7: Reforestación con Especies Nativas y Protección del Bosque Nativo frente al Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Documentación que respalde la realización de estudios técnicos para identificar zonas críticas para conservación de suelos, ecosistemas o recursos naturales, con delimitación espacial (hectáreas).

Cálculo:

Hectáreas identificadas = $\sum$ superficie diagnosticada como prioritaria en el estudio evaluado

I-25

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de planes técnicos territoriales formulados e implementados
Unidad de medida	Nº de planes
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Documentos del plan, actas de validación, resoluciones, informes técnicos, decretos municipales
Medida a la que responde	Medida 14: Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se debe contar con un documento técnico validado que integre medidas, zonificación, regulación o lineamientos de manejo del territorio (suelo, agua, áreas de valor natural, etc.) y un registro de su implementación o validación oficial.

Cálculo:

Planes implementados = $\sum$ planes técnicos finalizados e iniciados en ejecución

I-26

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de hectáreas sometidas a monitoreo ambiental periódico
Unidad de medida	ha (hectáreas)
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Informes de monitoreo, fichas de evaluación, mapas SIG, bases de datos ambientales
Medida a la que responde	- Medida 14: Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial - Medida 15: Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Registros técnicos que respalden actividades de monitoreo ambiental (ecológico, físico, químico o biológico) realizadas de forma sistemática sobre áreas previamente intervenidas o de conservación.

Cálculo:

Superficie monitoreada = $\sum$ hectáreas evaluadas al menos una vez en el período

I-27

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de sistemas rurales diagnosticados con necesidad de implementación energética sostenible
Unidad de medida	Nº de sistemas (por ejemplo, APR)
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Informes técnicos, catastro energético, diagnósticos territoriales validados, fichas de evaluación
Medida a la que responde	Medida 11: Regularización y Mejora de Sistemas de Aguas Servidas resiliente al cambio climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Se debe contar con estudios técnicos que prioricen sistemas rurales (como APR u otros) en función de su demanda energética, situación actual y viabilidad para implementar soluciones basadas en energías renovables.

Cálculo:

Sistemas diagnosticados = $\sum$ APR u otras unidades técnicas evaluadas como prioritarias

I-28

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de elementos territoriales registrados en bases de datos georreferenciadas comunales
Unidad de medida	Nº de elementos
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Base de datos SIG, reportes municipales, visualizadores geográficos, inventarios técnicos

METODOLOGÍA

Información requerida:

Total de elementos (como árboles, puntos de agua, infraestructura verde, etc.) incorporados en una base de datos municipal con localización geográfica validada.

Cálculo:

Elementos georreferenciados = $\sum$ unidades mapeadas e ingresadas en el sistema en el período

I-29

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Porcentaje de niñas y niños que participan equitativamente en actividades de sostenibilidad en entornos educativos
Unidad de medida	%
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros escolares, listas de asistencia, encuestas docentes o estudiantiles, fichas de actividad
Medida a la que responde	Medida 9: Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Registro de participación desagregado por sexo en actividades educativas ligadas a sostenibilidad ambiental (huertos, reciclaje, eficiencia hídrica, etc.)

Cálculo:

Participación equitativa = $(N^{\circ} \text{ de niñas participantes} / N^{\circ} \text{ total de participantes}) \times 100$

Con enfoque paritario o metas de equilibrio según contexto

I-30

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Número de salidas educativas realizadas a entornos naturales o ecosistemas locales

Unidad de medida

Nº de actividades

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Informes escolares, listas de asistencia, autorizaciones, material pedagógico asociado a la salida

Medida a la que responde

- Medida 2: Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros
- Medida 9: Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Registros formales de salidas pedagógicas realizadas con enfoque ambiental, indicando lugar visitado, objetivos y participación.

Cálculo:

Salidas realizadas = $\sum$ visitas educativas efectuadas durante el año en espacios naturales locales

I-31

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de contenidos o asignaturas escolares que integran temáticas de sostenibilidad y cambio climático
Unidad de medida	Nº de contenidos / asignaturas / módulos
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Planes de estudio, programas de asignatura, documentos pedagógicos, registros de la unidad técnica pedagógica
Medida a la que responde	Medida 9: Programa de Educación Ambiental con Enfoque Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

Documentación curricular oficial que demuestre la inclusión de contenidos de educación ambiental, cambio climático, sostenibilidad, biodiversidad u otros, dentro de asignaturas o módulos formales.

Cálculo:

Contenidos integrados = $\sum$ módulos/asignaturas con inclusión explícita de temáticas ambientales

I-32

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de sistemas de monitoreo implementados para el seguimiento anual de instrumentos de gestión comunal
Unidad de medida	Número de sistemas
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Informes de seguimiento, plataformas de monitoreo, actas municipales, matrices de evaluación, reportes de cumplimiento de planes u ordenanzas
Medida a la que responde	Medida 5: Fortalecimiento de la Política Comunal de Gestión Ambiental y Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Identificación de instrumentos de planificación (por ejemplo: Estrategias Energéticas Locales, Planes de Acción Climática, Ordenanzas Ambientales, etc.)
- Evidencia documental de la existencia de un sistema formalizado para su seguimiento (puede ser una matriz, software, comité evaluador u otro)
- Indicadores utilizados, frecuencia de evaluación y responsables del seguimiento

Cálculo:

Sistemas implementados = Σ de sistemas operativos de monitoreo estructurado puestos en marcha durante el año

I-33

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de beneficiarios
Unidad de medida	Número de hogares, comunidades, organizaciones u otras unidades beneficiadas
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Informes de proyectos, fichas técnicas, bases de datos municipales, actas de entrega o implementación
Medida a la que responde	- Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria - Medida 6: Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios

METODOLOGÍA

Información requerida:

Identificación de unidades beneficiadas (como **hogares, comunidades, escuelas, centros vecinales**, etc.) que hayan recibido **beneficios relacionados con mejoras sustentables** (por ejemplo: *sistemas fotovoltaicos, recambios energéticos, infraestructura verde, etc.*)

Cálculo:

Beneficiarios = Σ unidades (hogares u otras) que hayan sido beneficiadas directamente con iniciativas de mejora sustentable durante el año evaluado

I-34

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Cobertura operativa de servicios
Unidad de medida	Número de rutas, turnos o sectores operativos (según aplique)
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros municipales, planificación de rutas, contratos de prestación, reportes de operación
Medida a la que responde	Medida 6: Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios

METODOLOGÍA

Información requerida:

Listado detallado de todas las unidades operativas implementadas en el período anual, desagregadas por tipo de servicio (por ejemplo, recolección de residuos orgánicos, reciclaje, monitoreo ambiental, etc.) y por área geográfica o sector intervenido. Para cada unidad operativa se debe contar con evidencia documental que acredite su planificación y ejecución efectiva, tales como hojas de ruta, bitácoras de servicio, informes de supervisión, y/o contratos de prestación vigentes.

Se considerará como unidad operativa diferenciada toda operación que posea un diseño específico en cuanto a su función, zona de cobertura y frecuencia de ejecución, distinta de otras existentes.

Se incluyen servicios como:

- Recolección selectiva de residuos (orgánicos, reciclables, aceites)
- Reciclaje domiciliario o comunitario
- Monitoreo ambiental o puntos de control
- Barrido y limpieza en sectores específicos
- Otras operaciones ambientales con cobertura sectorial planificada

Cálculo:

Cobertura operativa = Σ (unidades operativas diferenciadas implementadas durante el período evaluado)

I-35

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de puntos de acopio comunitarios habilitados y operativos
Unidad de medida	Número de puntos
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros municipales, catastros territoriales, actas de apertura, inspecciones, georreferenciación
Medida a la que responde	Medida 6: Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Catastro de puntos de recolección instalados para residuos orgánicos u otros
- Verificación de su funcionamiento operativo y uso comunitario

Cálculo:

Nº puntos habilitados = Σ de puntos de acopio funcionales implementados en el período evaluado

I-36

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Cantidad de residuos orgánicos valorizados como compost o biogás
Unidad de medida	Toneladas por año (t/año) u otra unidad según tecnología
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros de plantas de compostaje o biodigestores, informes de operación, reportes técnicos de valorización, balances de masa
Medida a la que responde	Medida 6: Puntos Verdes y Centros de Reciclaje Comunitarios

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Volumen o peso de residuos orgánicos procesados en sistemas de valorización (compostaje, biodigestión, etc.)
- Datos consolidados de entradas y salidas de materia del sistema

Cálculo:

Residuos valorizados = Σ toneladas procesadas en sistemas de transformación durante el período evaluado

I-37

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de instalaciones públicas con sistemas de captación y reutilización de aguas lluvias operativos
Unidad de medida	Número de instalaciones
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros municipales, informes de instalación, actas de recepción, fichas técnicas de sistemas operativos
Medida a la que responde	Medida 10: Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Listado de edificios públicos (colegios, gimnasios, centros comunitarios, etc.)
- Registro de instalación y operatividad de sistemas de captación y almacenamiento de aguas lluvias

Cálculo:

Total = $\sum$ instalaciones públicas con sistemas operativos de captación y almacenamiento al cierre del período evaluado

I-38

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de personas capacitadas
Unidad de medida	Personas
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Listados de asistencia, certificados de participación, informes de ejecución de talleres, registros de programas de formación técnica
Medida a la que responde	- Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria - Medida 10: Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Registro de participantes en actividades de formación técnica (por ejemplo, instalación, operación y mantenimiento de tecnologías renovables, eficiencia energética, gestión de residuos, entre otros)

Cálculo:

Total = $\sum$ personas que completaron capacitaciones técnicas durante el período evaluado

I-39

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Reducción de emisiones de CO₂ generada por implementación de medidas de mitigación en sector energía

Unidad de medida

Toneladas de CO₂ equivalentes (tCO₂e)

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Reportes técnicos, cálculos de factores de emisión, informes de balance energético, metodologías IPCC o HuellaChile

Medida a la que responde

- Medida 1: Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Consumo energético anterior de los sistemas reemplazados (en kWh o litros de combustible)
- Consumo actual con tecnologías limpias (ej: paneles solares)
- Factor de emisión aplicado (según fuente: red eléctrica, leña, GLP, etc.)

Cálculo ejemplo (energía eléctrica):

Reducción (tCO₂e) = [(kWh evitados) × factor de emisión red] ÷ 1.000

I-40

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Número de mujeres participantes en roles de liderazgo o vocería en actividades de difusión comunitaria
Unidad de medida	Número de mujeres (n°)
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Registros de participación, listados de vocerías, actas de eventos o campañas
Medida a la que responde	Medida 3: Viveros Comunitarios Interculturales para Reforestación y Soberanía Alimentaria

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Número total de mujeres que hayan ejercido roles de liderazgo visibles (por ejemplo: voceras, embajadoras, monitoras)

Cálculo:

$$\text{Total mujeres líderes} = \sum_{i=1}^n \text{Mujeres identificadas como lideresas en campañas}_i$$

Notas:

- Aplica para actividades de sensibilización en cualquier temática: energía, residuos, movilidad, agua, cambio climático, etc.
- No incluye participación pasiva (asistencia), sino roles activos y visibles.

I-41

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Toneladas de CO₂eq del Inventario Comunal de Gases de Efecto Invernadero

Unidad de medida

Toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq)

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Informes técnicos del Inventario Comunal de GEI; Registros de consumo energético comunal (electricidad, combustibles); Datos de gestión de residuos municipales; Información de transporte local (movilidad, parque vehicular); Información de uso de suelo y actividades agropecuarias

Medida a la que responde

- Medida 1: Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Consumo energético en los sectores residencial, comercial, institucional, transporte y público (electricidad, gas licuado, leña, diésel, etc.)
- Datos de recolección y disposición de residuos sólidos urbanos
- Uso de suelos (superficie urbana, agrícola, forestal)
- Actividades agropecuarias (tipo y número de animales, uso de fertilizantes)
- Consumo de agua potable (opcional, como proxy de consumo energético)
- Emisiones puntuales industriales (si existieran)
- Factores de emisión estandarizados (IPCC, Ministerio del Medio Ambiente de Chile, etc.)

Cálculo:

Se aplican fórmulas de la metodología del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) para estimar las emisiones de cada sector:

Emisiones = Actividad × Factor de emisión

Donde (ejemplo):

- Actividad = nivel de consumo o generación (ej: litros de combustible, kWh de electricidad, toneladas de residuos)

- Factor de emisión = valor específico que indica cuántas toneladas de CO₂eq se emiten por unidad de actividad

Las emisiones se agrupan por sectores (energía, residuos, agricultura, uso de suelo, etc.) y luego se suman para obtener el total comunal.



I-42	Ficha de indicador	
-------------	---------------------------	---

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Intensidad de emisiones por n° de habitantes
Unidad de medida	Toneladas de CO ₂ equivalente por habitante (tCO ₂ eq/hab)
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Inventario Comunal de Gases de Efecto Invernadero (última versión validada); Datos oficiales de población comunal (INE – Instituto Nacional de Estadísticas)
Medida a la que responde	Medida 1: Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Total de emisiones comunales de GEI en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq), obtenidas del Inventario Comunal
- Población total de la comuna en el año de referencia (INE o estimación oficial)

Cálculo:

Intensidad de emisiones = Emisiones totales de GEI (tCO₂eq) / Población total de la comuna

Donde:

- Emisiones totales de GEI corresponden a la suma de emisiones de todos los sectores (energía, residuos, transporte, uso de suelo, etc.) reportadas en el inventario comunal.
- Población total es el número de habitantes registrados oficialmente para el año de cálculo.

Este indicador permite evaluar la eficiencia ambiental y el impacto climático per cápita de la comuna, útil para comparaciones entre territorios o para monitorear avances hacia metas de carbono neutralidad.

I-43

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Intensidad de emisiones por superficie

Unidad de medida

Toneladas de CO₂ equivalente por hectárea (tCO₂eq/ha)

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Inventario Comunal de Gases de Efecto Invernadero; Información oficial de superficie comunal (hectáreas), obtenida de catastros municipales, SIR comunal, CIREN o Instituto Geográfico Militar; SIG o plataformas territoriales municipales

Medida a la que responde

- Medida 1: Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Total de emisiones comunales de GEI en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂eq), según el Inventario Comunal
- Superficie total de la comuna en hectáreas (1 km² = 100 ha)

Cálculo:

Intensidad de emisiones por superficie = Emisiones totales de GEI (tCO₂eq) / Superficie comunal (ha)

Donde:

- Emisiones totales de GEI incluyen todas las fuentes relevantes dentro del límite comunal.
- Superficie comunal debe expresarse en hectáreas (ha).

Este indicador muestra la cantidad de emisiones generadas por unidad de superficie, útil para observar la densidad de impacto climático sobre el territorio y planificar acciones diferenciadas según zonas rurales, urbanas o mixtas.

I-44		Ficha de indicador			
IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Indicador	Porcentaje de cuencas y ecosistemas costeros con planes de manejo integrados implementados a nivel comunal				
Unidad de medida	Porcentaje (%)				
Frecuencia	Anual				
Medio de verificación	Registros municipales de planes de manejo implementados; Resoluciones aprobatorias de planes por autoridades competentes (MMA, DGA, Subpesca, etc.); Informes de avance de implementación (actas, reportes técnicos, presupuestos ejecutados)				
Medida a la que responde	• Medida 2: Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros • Medida 10: Gestión Hídrica Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático • Medida 15: Gestión de Borde Costero/ECMPO frente al cambio climático				
METODOLOGÍA					

Información requerida:

- Número total de cuencas y ecosistemas costeros identificados dentro del territorio comunal
- Número de esas unidades con planes de manejo integrados efectivamente implementados, es decir, en ejecución con acciones concretas y recursos asignados
- Definición oficial o consensuada de “plan de manejo integrado” (debe incluir enfoque ecosistémico, participación intersectorial y medidas operativas)

Cálculo:

Porcentaje de implementación = $\left[\frac{\text{Nº de cuencas y ecosistemas costeros con planes implementados}}{\text{Total de cuencas y ecosistemas costeros en la comuna}} \right] \times 100$

Donde:

- El numerador considera únicamente los planes que están en fase de implementación activa (no solo planificados o aprobados).
- El denominador corresponde al total de cuencas hidrográficas y ecosistemas costeros identificados dentro del límite comunal (según catastros ambientales o instrumentos de planificación territorial).

Este indicador mide el grado de planificación ambiental efectiva sobre territorios críticos para la resiliencia ecológica y la gestión del cambio climático.



I-45	Ficha de indicador	
------	--------------------	---

IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador	Reducción porcentual de áreas con erosión e inundaciones recurrentes
Unidad de medida	Porcentaje (%) de reducción
Frecuencia	Anual
Medio de verificación	Estudios técnicos o catastros de riesgo natural (erosión/inundaciones) antes y después de la intervención

Medida a la que responde

- Medida 2: Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Cuencas y Ecosistemas Costeros

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Superficie total (en hectáreas) de áreas comunales identificadas con problemas de erosión o inundaciones recurrentes en un año base
- Superficie total (en hectáreas) de esas áreas que han sido recuperadas, estabilizadas o protegidas eficazmente
- Evidencia técnica del cambio (antes y después)
- Año base de comparación (debe mantenerse constante para evaluar avance en el tiempo)

Cálculo:

Reducción porcentual = $\left[\frac{\text{Área recuperada o estabilizada}}{\text{Área afectada originalmente (año base)}} \right] \times 100$

Donde:

- Área recuperada o estabilizada = superficie donde se logró mitigar o eliminar condiciones críticas de erosión o inundación.
- Área afectada originalmente = superficie total identificada como afectada en el diagnóstico base.

Este indicador permite monitorear la eficacia de las intervenciones en adaptación al cambio climático, gestión de riesgos y restauración de paisajes degradados.

I-46

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Número de humedales restaurados y señalizados en la comuna

Unidad de medida

Número absoluto (cantidad de humedales)

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Informes técnicos de restauración ecológica de humedales; Registros de ejecución de proyectos municipales, regionales; Evidencia fotográfica y georreferenciada (antes y después de la restauración); Documentación de señalización: diseño, instalación, y ubicación de letreros educativos, informativos o de protección; Actas de recepción municipal o certificación de obras de restauración; Inspecciones en terreno o reportes de monitoreo ambiental

Medida a la que responde

- Medida 8: Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Inventario comunal de humedales (diagnóstico base)
- Número de humedales que han sido objeto de acciones de restauración ecológica (hidrología, vegetación, calidad de agua, etc.)
- Número de humedales con señalización instalada (educativa, preventiva o de delimitación)
- Planes de manejo o intervenciones ejecutadas y verificadas
- Registros técnicos y fotográficos de las intervenciones

Cálculo:

- Total=Número de humedales con restauración efectiva y señalización instalada

Criterios para contabilizar un humedal como restaurado y señalizado:

- Que haya evidencia de intervención planificada y ejecutada (por ejemplo: limpieza, reforestación, control de especies invasoras, rehabilitación de flujos hídricos)
- Que cuente con al menos una señalización visible y funcional (informativa, normativa, educativa o de delimitación territorial)

Este indicador permite medir el avance tangible en conservación activa de humedales a escala local, promoviendo tanto la restauración ecológica como la educación y sensibilización comunitaria.

I-47

Ficha de indicador



IDENTIFICACIÓN

Nombre del Indicador

Número de humedales reconocidos oficialmente bajo la Ley de Humedales Urbanos en la comuna

Unidad de medida

Número absoluto (cantidad de humedales reconocidos)

Frecuencia

Anual

Medio de verificación

Resoluciones del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) que reconocen oficialmente humedales urbanos (publicadas en el Diario Oficial); Registro Nacional de Humedales Urbanos (disponible en el sitio del MMA); Solicitudes ingresadas por el municipio y aceptadas formalmente

Medida a la que responde

- Medida 8: Recuperación de Humedales como Espacios Culturales y Climáticos

METODOLOGÍA

Información requerida:

- Listado de humedales ubicados total o parcialmente en zona urbana o límite urbano-rural de la comuna
- Resoluciones oficiales del MMA que los reconocen bajo el marco de la Ley N° 21.202
- Fecha y estado del proceso de reconocimiento (solicitado, en tramitación, aprobado)
- Delimitación georreferenciada de los humedales reconocidos

Cálculo:

Total= Número de humedales oficialmente reconocidos bajo la Ley N° 21.202

Se contabilizan solo aquellos humedales cuya solicitud ha sido formalmente aceptada y reconocida mediante resolución publicada por el Ministerio del Medio Ambiente.