



REF.: APRUÉBESE PLAN DE ACCION DE CAMBIO
CLIMATICO COMUNAL DE TORTEL 2025-
2030 DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE
TORTEL.-

DECRETO EXENTO N°834 ____//

CALETA TORTEL, 21 de Octubre de 2025.

LA ALCALDIA CON ESTA FECHA DICTO LO SIGUIENTE:

1.- VISTOS: la Ley Marco de Cambio Climático N°21.455; el Decreto N°16 del Ministerio del Medio Ambiente, de fecha de publicación 21 de diciembre de 2023, que Aprueba Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del cambio climático; el inciso primero del artículo 56 y 63 letra i) de la Ley N°18.695 Orgánica Constitucional de las Municipalidades de la República; acta de proclamación de Alcalde de la Comuna de Tortel Causa Rol C-10-2024, del Tribunal Electoral XI Región de Aysén; Decreto Afecto N° 668-2024 de fecha 06 de diciembre de 2024;

2.- TENIENDO PRESENTE: Que las Municipalidades de Chile son corporaciones autónomas de derecho público, con personalidad jurídica y patrimonio propio, conforme a lo dispuesto en el artículo 4° de la Ley N°18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades, letra b) La salud pública y la protección del medio ambiente; y letra i) La Gestión del Riesgo de Desastres en el territorio de la comuna, la que comprenderá especialmente las acciones relativas a las Fases de Mitigación y Preparación de estos eventos, así como las acciones vinculadas a las Fases de Respuesta y Recuperación frente a emergencias; al acuerdo N°53 de fecha 02 de septiembre de 2025, tomado por el Honorable Concejo Municipal de Tortel. la Ilustre Municipalidad de Tortel, en donde en la sesión ordinaria N°028 por unanimidad de los presentes, aprobaron el PLAN DE ACCION DE CAMBIO CLIMATICO COMUNAL DE TORTEL 2025-2030, DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE TORTEL; y lo instruido por la Alcaldesa;

DECRETO:

3.- APRUÉBASE en todas sus partes el PLAN DE ACCION DE CAMBIO CLIMATICO COMUNAL DE TORTEL 2025-2030, DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE TORTEL.-

ANÓTESE, COMUNÍQUESE A QUIEN CORRESPONDA Y ARCHÍVESE.



RODRIGO MALDONADO RETAMAL
SECRETARIO MUNICIPAL



MARIELA JIMENEZ CRUCES
ALCALDESA



Tortel
Municipalidad

**Plan de Acción Comunal
de Cambio Climático
(PACCC) de Tortel
2025-2030**



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030





Coordinadoras Equipo Gestor PACCC

Camila Flores Vera,
Ing. Conservación RRNN, Encargada de Medio Ambiente, DOM

Laura Parra Verdugo,
Geógrafa, Asistente de elaboración PACCC, DOM

Equipo Gestor PACCC

Carolina Lazo, Encargada UGRD y Unidad de Emergencias y Seguridad Pública

Daniela Lang, Psicóloga de Unidad de Familia y Bienestar Psicosocial, DIDECO

Hugo Morales, Encargado Generación Eléctrica, DOM

Iván Veas, Encargado de Comunicaciones, Alcaldía

Jenifer Ruiz, Encargada de Organizaciones Comunitarias, DIDECO

Pía Corp, profesional apoyo técnico, SECPLAN

Sebastián Gutiérrez, Encargado Unidad de Turismo y Fomento Productivo, DIDECO

Valeria Muñoz, Encargada de Residuos, DOM

Yoana Mezas, Directora Departamento Administración y Finanzas, DAF

Cita recomendada: Ilustre Municipalidad de Tortel (2025). Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tortel 2025-2030.

Agosto de 2025



PALABRAS DE LA ALCALDESA

Con mucho orgullo me dirijo a ustedes para compartir un hito trascendental para nuestra comuna: la aprobación del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tortel 2025-2030. Este no es solo un instrumento de gestión, sino la expresión de un compromiso colectivo con nuestro territorio, nuestras comunidades y las generaciones que vendrán.

En cada rincón de Tortel, la naturaleza nos recuerda lo valioso y frágil de nuestro entorno. Fiordos, ríos, glaciares, turberas y bosques conforman un patrimonio único que nos da identidad, pero que también nos desafía frente a los efectos del cambio climático. Con este plan, hemos decidido enfrentar ese desafío con responsabilidad, construyendo un camino que preserve nuestra esencia y que, al mismo tiempo, abra nuevas oportunidades de desarrollo sostenible y de socialización de esta importante temática con la comunidad.

Este PACCC refleja no solo una visión técnica, sino también una convicción profundamente personal: que el futuro de Tortel se construye desde el cuidado de lo que amamos. Adoptar medidas de mitigación y adaptación no es únicamente una tarea administrativa, sino un acto de compromiso hacia nuestra tierra y nuestra gente. Es también un llamado a fortalecer la resiliencia, a proteger la vida de quienes habitamos aquí y a garantizar que nuestras hijas e hijos hereden un territorio resguardado, vivo y próspero.

En este documento encontrarán estrategias y acciones que nacen del diálogo con actores locales, instituciones, vecinos y vecinas. Cada una de ellas está guiada por el respeto, la participación y la convicción de que solo trabajando juntos podremos enfrentar los desafíos climáticos que ya vemos avanzar año a año.

Espero que este plan no solo inspire confianza, sino también esperanza. Que cada acción implementada sea una oportunidad para reafirmar nuestros lazos comunitarios y proyectar a Tortel como un ejemplo de resiliencia climática en la región y el país.

Con profundo compromiso, les invito a ser parte activa de este camino. El cambio climático nos interpela, pero también nos une y nos impulsa a actuar juntos, con decisión y responsabilidad.

Marisela Jiménez Cruces
Alcaldesa de Tortel



Índice de contenido

Preámbulo	8
1- Introducción	9
2- Antecedentes para la elaboración del PACCC	12
3- Caracterización Territorial	16
3.1 Medio humano	17
3.1.1 Organización político-administrativa	17
3.1.2 Demografía	18
3.1.3 Caracterización Socioeconómica	20
3.1.4 Tenencia de predios y viviendas	24
3.1.5 Instrumentos de Planificación Territorial	26
3.1.6 Usos de suelo y zonificación de borde costero	30
3.1.7 Servicios básicos locales	32
3.1.8 Transporte y vialidad	38
3.1.9 Gestión ambiental local	44
3.2 Medio biofísico	49
3.2.1 Hidrografía	49
3.2.2 Geomorfología	51
3.2.3 Ecosistemas y biodiversidad	52
4- Caracterización climática	60
4.1 Caracterización climática a partir de fuentes secundarias	60
4.2 Proyecciones climáticas	66
5- Perfil de amenazas climáticas	72
5.1 Revisión de fuentes secundarias	72
5.1.1 Incendios	74
5.1.2 Eventos de remoción en masa	75
5.1.3 Amenaza de tsunami - terremotos	76
5.1.4 Eventos hidrometeorológicos	78
5.1.5 GLOF (glacier lake outburst flood) - Vaciamiento repentino de lago glacial	79
5.1.6 Inundaciones	81
5.1.7 Vulcanismo	82
5.1.8 Eventos de congelamiento	82



5.1.9 Sequías - marejadas	83
5.2 Encuesta de percepción climática.....	84
6- Factores de sensibilidad climática.....	86
6.1 Análisis de Índice Comunal de Factores Subyacentes del Riesgo (ICFSR)	87
6.2 Análisis de vulnerabilidades locales.....	89
6.2.1 Vulnerabilidad en medio humano	90
6.2.2 Vulnerabilidad en medio biofísico	103
6.3 Análisis de Capacidades Locales	108
6.4 Mapas de síntesis del riesgo comunal	112
7- Análisis sobre emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a escala comunal	115
7.1 Antecedentes generales	116
7.2 Inventario emisiones GEI de la región de Aysén.....	117
7.3 Estimación de emisiones de GEI a escala comunal.....	121
8- Conclusiones de la evaluación de elementos del riesgo climático en Tortel.....	122
9- Objetivos y metas de adaptación y/o mitigación.....	127
10- Líneas estratégicas y medidas de adaptación y/o mitigación al CC	128
10.1 Líneas de trabajo y medidas.....	129
10.2 Matrices de medios de implementación para las medidas	130
1- Vinculación climática comunitaria	130
2- Resiliencia en infraestructura crítica	134
3- Sectores productivos	137
4- Vivienda y eficiencia energética	140
5- Fortalecimiento de capacidades locales de gestión climática.....	144
6- Protección de la biodiversidad	150
11- Bibliografía.....	153
12- Anexos.....	157



Acrónimos

Cambio Climático	CC
Comité para la Gestión del Riesgo de Desastres	COGRID
Departamento de Administración y Finanzas	DAF
Departamento de Obras Municipales	DOM
Dirección de Desarrollo Comunitario	DIDECO
Estrategia Climática de Largo Plazo	ECLP
Estrategia Regional de Biodiversidad	ERB
Gases de Efecto Invernadero	GEI
Instituto Nacional de Estadísticas	INE
Kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente	Kt CO ² e
Ley Marco de Cambio Climático	LMCC
Panel Intergubernamental de expertos para el Cambio Climático	IPCC
Plan de Acción Comunal de Cambio Climático	PACCC
Plan de Acción Regional de Cambio Climático	PARCC
Plan de Desarrollo Comunal	PLADECO
Plan de Desarrollo Turístico	PLADETUR
Política Nacional de Desarrollo Rural	PNDR
Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres	PNRRD
Plan Regulador Comunal	PRC
Parque Nacional	PN
Reserva Nacional	RN
Servicio de Evaluación Ambiental	SEA
Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental	SEIA

Glosario

Área de influencia glacial: territorio que se ve directa o indirectamente afectado por la presencia, dinámica o comportamiento de un glaciar. Esta área incluye tanto el cuerpo del glaciar como las zonas que están vinculadas a él por factores geomorfológicos, hidrológicos, ecológicos o socioambientales.

Gas de efecto invernadero: componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera o por las nubes, considerados por la Convención y por la Enmienda de Kigali o las que las reemplacen.



Información geoespacial: se refiere a cualquier dato que está vinculado a una ubicación específica en la superficie terrestre, combinando elementos espaciales (ubicación, coordenadas, formas) con atributos descriptivos (características del lugar, fenómenos asociados, etc.). Apunta a responder al "qué", "dónde" y "cuándo" de un fenómeno o entidad.

Medio biofísico: conjunto de elementos naturales y físicos que componen el entorno. Incluye los sistemas ecológicos, recursos naturales, clima, hidrología, geomorfología y otros componentes físicos y biológicos del territorio.

Medio humano: conjunto de elementos, dinámicas y condiciones generadas por la acción de las personas y las sociedades. Incluye los aspectos sociales, económicos, culturales, políticos y demográficos que influyen en un territorio o espacio geográfico.

Presión antrópica: conjunto de impactos o alteraciones que las actividades humanas ejercen sobre el medio ambiente o un sistema natural. Es un concepto utilizado ampliamente en ecología, geografía, ordenamiento territorial y estudios ambientales.

Proceso de ablación: proceso mediante el cual un glaciar o una masa de hielo pierde volumen o masa, principalmente por fusión, evaporación, sublimación, desprendimiento de bloques (calving) o escurrimiento de agua de deshielo.

Resiliencia climática: capacidad de un sistema o sus componentes para anticipar, absorber, adaptarse o recuperarse de los efectos adversos del cambio climático, manteniendo su función esencial, conservando al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.

Riesgo climático: probabilidad de que se produzcan impactos adversos en la comunidad y en los sistemas naturales y productivos de Tortel, como resultado de la interacción entre amenazas climáticas (ej. precipitaciones extremas, deshielos, marejadas), las condiciones de exposición (personas, infraestructuras y actividades que se encuentran en zonas susceptibles de ser afectadas) y la vulnerabilidad existente (fragilidad socioeconómica, limitaciones en infraestructura crítica, y falta de capacidades locales para enfrentar los impactos).



Preámbulo

El presente instrumento de gestión climática surge como un esfuerzo de la Ilustre Municipalidad de Tortel para responder a lo mandado por la Ley N°21.455, o Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), marco jurídico que introduce la perspectiva de Cambio Climático (CC) como un elemento imprescindible en los enfoques de planificación de las acciones impulsadas desde los diversos organismos del Estado, en este caso, desde el actuar a nivel municipal.

Esta Ley reconoce los impactos presentes y potenciales de este fenómeno climático global, que en el plano local se traducen en un aumento de las temperaturas globales medias, la reducción de las precipitaciones, asociado todo a una tendencia creciente de eventos climáticos más extremos a nivel global, que no solo amenazan a los asentamientos humanos, sino también a las economías locales, y a los ecosistemas y biodiversidad presente en los territorios.

De los objetivos más relevantes que incluye esta Ley es lograr reducir las emisiones de GEI a nivel nacional como máximo hacia el año 2050, así como aumentar los niveles de resiliencia con el fin de ayudar a las comunidades a prepararse de mejor forma ante los posibles efectos negativos derivados del CC.

De esa forma, el presente instrumento propone un conjunto de medidas concretas apuntadas a mejorar las condiciones presentes en Tortel, derivadas de un profuso diagnóstico territorial elaborado en base a información de fuentes secundarias, investigaciones científicas, información geoespacial, así como de los relatos captados desde la comunidad de Tortel en instancias participativas, tanto en jornadas abiertas como en grupos focalizados de actores clave.

Así, este Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tortel 2025-2030 busca propiciar acciones concretas que contribuyan a resguardar tanto el bienestar de la comunidad de Tortel, como los valores naturales de su entorno, que ha sido desde sus inicios la base del desarrollo de esta comuna.



1- Introducción

El Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tortel 2025-2030 es un instrumento de gestión climática que busca incorporar medidas concretas de adaptación y mitigación que permitan hacer frente a los desafíos que supone los efectos del Cambio Climático a nivel global, y cuyos impactos se manifiestan de forma directa en el ámbito territorial comunal.

Este instrumento está alineado con los objetivos de la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), marco jurídico promulgado en Chile el año 2022 que se inspira en los compromisos adquiridos por el país en el Acuerdo de París del año 2015, apuntados a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y así detener la tendencia de aumento de las temperaturas globales medias, manteniendo esta alza por debajo de los 2°C hacia fines del siglo XXI.

En el plano nacional, la LMCC también establece metas ambiciosas que se alinean con estos compromisos adquiridos en el plano internacional. Así, este cuerpo normativo propone que Chile alcance la carbono neutralidad como máximo hacia el año 2050, y asimismo aumentar los niveles de resiliencia comunitaria, e implementar un enfoque de planificación que considere los efectos del Cambio Climático en todas las acciones y competencias de los organismos del Estado, considerando el riesgo latente propiciado por el creciente registro de acontecimientos relacionados con amenazas naturales y factores de vulnerabilidad de asentamientos humanos y sus actividades.

De esa forma, este instrumento presenta una hoja de ruta cuyo alcance se centra en el territorio comunal de Tortel en un horizonte temporal al 2030, definiendo un conjunto de medidas que surgen como fruto de un proceso de recopilación, levantamiento y análisis de información, tanto de fuentes del Estado, investigaciones científicas, y actividades de relacionamiento comunitarios a través de jornadas de participación ciudadana y talleres focalizados con actores clave.

En miras de elaborar un diagnóstico de forma contundente y alineado con una perspectiva territorial, fue clave relevar el conocimiento local de las y los habitantes de esta comuna. Para ello se llevaron a cabo instancias con personas mayores, NNA, representantes de la academia, centros de investigación científica, organismos de gestión del riesgo de desastres, y de sectores productivos; la implementación de una encuesta de caracterización climática difundida entre la comunidad; así como dos jornadas de participación ciudadana, con instancias presenciales y virtuales que permitieron validar y mejorar el trabajo desarrollado. Como parte de dicho proceso, se revisaron y respondieron cerca de 90 observaciones recibidas tanto en instancias



presenciales como a través de medios digitales, correspondientes a las instancias dispuestas para la participación ciudadana. El detalle de la sistematización de esta información, así como otros criterios de carácter metodológico aplicados en el proceso de elaboración del PACCC, están contenidos en el Informe de Ejecución de este instrumento, accesible desde el capítulo Anexos.



Así, durante este proceso fue posible aglutinar un conjunto de datos históricos y relatos del conocimiento local, haciendo posible la identificación de amenazas, vulnerabilidades y capacidades locales, siendo la base para identificar los desafíos climáticos de Tortel



desde una construcción transversal que integra la memoria climática del territorio y el conocimiento científico-técnico.

Todo lo anterior fue coordinado por el Equipo Gestor del PACCC Tortel, equipo de trabajo conformado por profesionales de distintas unidades municipales, cuyos aportes tributaron a encarrilar el proceso de elaboración de este instrumento dentro de márgenes de responsabilidad institucional, pero sin alejarse de la ambición y progresividad pretendidos por la institucionalidad en gestión climática a distintas escalas territoriales.

De este proceso, por lo tanto, surgen lineamientos generales que buscan atender desafíos clave en la comuna, como fortalecer la perspectiva de gestión climática con la comunidad y organismos del Estado, aumentar la resiliencia de la infraestructura crítica local, el resguardo de la biodiversidad, y la promoción de actividades económicas con aproximaciones que aseguren el debido cuidado del patrimonio natural donde se desempeñan.

Por consiguiente, el presente documento se estructura sobre ocho capítulos principales, comenzando con los antecedentes para la elaboración del PACCC; una caracterización territorial que profundiza en aspectos del medio humano y medio biofísico; una caracterización climática con registros históricos y proyecciones del comportamiento climático; un perfil de amenazas climáticas definido entre datos históricos y conocimiento local; los factores de sensibilidad climática en la comuna, que considera vulnerabilidades y capacidades locales; la revisión de antecedentes relacionados con el inventario comunal de emisiones de GEI; un capítulo de conclusiones de la evaluación de riesgo comunal; los objetivos y metas de adaptación y mitigación derivados del análisis conjunto de información; y un capítulo final sobre las líneas de trabajo propuestas y sus respectivas medidas a implementar.

En definitiva, el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tortel 2025-2030 constituye no solo una herramienta de planificación y gestión frente al cambio climático, sino también un compromiso colectivo que integra conocimiento científico, saberes locales y lineamientos institucionales en una estrategia común. Su implementación busca orientar las decisiones presentes y futuras de la comuna, promoviendo un desarrollo resiliente y sostenible que resguarde tanto a la comunidad como al valioso patrimonio natural de este territorio.



2- Antecedentes para la elaboración del PACCC

Desde finales del siglo XIX, el modo de producción industrializado de gran escala, y las emisiones contaminantes derivadas de éste, han generado importantes afectaciones al clima del planeta. Una de sus principales consecuencias ha sido un aumento sostenido de las temperaturas superficiales medias a nivel global, tanto de territorios continentales como de los océanos. De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos para el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (2023), desde la década de 1970 este aumento de las temperaturas se ha acelerado, principalmente a causa de la creciente emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la explotación inescrupulosa del medio ambiente, lo que ha conducido a graves efectos degradativos en la atmósfera, los océanos, la criosfera, la biodiversidad, e impactando también a poblaciones y asentamientos humanos.

Desde este panorama general, a continuación, se desglosa brevemente el contexto institucional y político presente en Chile que da lugar al ordenamiento jurídico nacional elaborado con el fin de resguardar el patrimonio ambiental y los beneficios que aporta al país.

Contexto institucional en materia ambiental en Chile

Chile ha experimentado en las últimas décadas una progresiva institucionalización de la gestión ambiental, impulsada tanto por la presión social como por compromisos internacionales. Desde la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en 1994 hasta la formación del actual Ministerio del Medio Ambiente en 2010, el país ha transitado hacia una estructura más robusta, que busca integrar la variable ambiental en las políticas públicas. Esta evolución ha sido acompañada por la implementación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), herramienta clave para la regulación de proyectos que puedan generar efectos significativos sobre el entorno. Sin embargo, persisten críticas sobre su efectividad, particularmente en lo relativo a la participación ciudadana y la independencia de los procesos de evaluación.

El actual marco institucional en materia ambiental está conformado por una serie de organismos con funciones diferenciadas pero interrelacionadas. El Ministerio del Medio Ambiente tiene un rol rector en la formulación de políticas, planes y normas; la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), creada en 2012, se encarga de la fiscalización y sanción del cumplimiento normativo; mientras que el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) administra el SEIA. Además, existen otros organismos especializados como la Corporación Nacional Forestal (CONAF), que si bien no depende



del ministerio, cumple funciones clave en la gestión de ecosistemas, por medio de la administración de áreas silvestres protegidas del Estado, rol que ha de cumplir hasta la transferencia de esas funciones al nuevo Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, próximo a implementarse.

A nivel político, la visibilidad ganada por temas ambientales en la agenda nacional no es antojadiza pues surge a partir de conflictos socioambientales, crisis hídricas y la ocurrencia de eventos extremos asociados al cambio climático. En ese sentido, el Estado ha suscrito tratados internacionales como el Acuerdo de París y, más recientemente, el Acuerdo de Escazú, que han reforzado el compromiso de Chile con la transparencia ambiental, la participación pública y la justicia ambiental. No obstante, los desafíos son múltiples: desde la superposición normativa hasta la falta de instrumentos eficaces de gestión territorial ambiental, pasando por la limitada descentralización de las decisiones en regiones con altos niveles de conflictividad ambiental.

Además, en el escenario político de los últimos años ha quedado instalada la discusión sobre el reconocimiento del derecho al medio ambiente sano y la función ecológica del Estado. Como forma de cristalizar estas demandas se han impulsado iniciativas legislativas, como la Ley Marco de Cambio Climático (2022), que establece metas de carbono neutralidad y planes regionales de adaptación, manifestando de forma concreta el contexto político-institucional chileno y los aires de transformación hacia una gobernanza ambiental efectiva.

Ley Marco de Cambio Climático (LMCC)

El compromiso de Chile en materia ambiental, tanto a nivel internacional como nacional, tiene una tradición de ser serio y ambicioso. Esto se refleja en los numerosos Tratados y Convenciones internacionales que ha suscrito y ratificado el país, incorporando posteriormente esta normativa a la regulación nacional.

De esa forma, en el año 2022 toda esta institucionalidad queda contenida en la Ley N°21.455, o Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), que establece un marco legal obligatorio y transversal para enfrentar la crisis climática en el país, y cuyo primer objetivo es alcanzar la carbono neutralidad a más tardar el año 2050, así como de mejorar la resiliencia de las comunidades a través de acciones adaptación y mitigación, de cara al incremento en la frecuencia e intensidad de muchos eventos climáticos extremos en todas las regiones del mundo (IPCC, 2021).

Entre sus principales instrumentos de planificación destacan la Estrategia Climática de Largo Plazo, los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, los Planes de Acción



Regional de Cambio Climático (PARCC) y las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), que Chile debe actualizar periódicamente ante la comunidad internacional. Además, cada municipio deberá elaborar un Plan Comunal de Cambio Climático, permitiendo que las acciones climáticas se implementen de forma descentralizada y contextualizada según las características y vulnerabilidades locales. La ley otorga también un rol relevante a la ciencia, estableciendo un Comité Científico Asesor y la obligación de utilizar información técnica robusta para la toma de decisiones.

La LMCC introduce herramientas legales para asegurar el cumplimiento de metas y responsabilidades, entre ellas la obligación de rendir cuentas mediante reportes de avances y un sistema de seguimiento y monitoreo. También refuerza la coordinación interinstitucional a través del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático y crea mecanismos de participación ciudadana en el diseño de políticas climáticas. Esta ley convierte a Chile en uno de los primeros países de América Latina en contar con un marco normativo integral y vinculante para abordar el cambio climático, sentando las bases para una transformación estructural hacia un desarrollo resiliente y bajo en emisiones.

En definitiva, la implementación de esta ley representa una oportunidad para alinear el desarrollo económico con la conservación ambiental y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC)

El Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de la Región de Aysén constituye un instrumento de planificación estratégica orientado a fortalecer la resiliencia territorial frente a los impactos del cambio climático. Su elaboración fue liderada por el Gobierno Regional, en coordinación con el Ministerio del Medio Ambiente, y se desarrolló de manera participativa entre 2021 y 2023, integrando a actores del sector público, comunidades locales, academia y organizaciones de la sociedad civil. El proceso contempló talleres territoriales, consultas técnicas y revisión de antecedentes climáticos y socioambientales, permitiendo levantar una visión compartida sobre los principales riesgos y oportunidades asociados a la variabilidad y cambio climático en la región.

El PARCC Aysén reviste especial relevancia para avanzar hacia un modelo de desarrollo sustentable en la región, considerando sus particularidades ecológicas, sociales y económicas. Aysén enfrenta desafíos específicos relacionados con la seguridad hídrica, la conservación de ecosistemas, la conectividad, el aislamiento de sus localidades y la vulnerabilidad de sus sectores productivos —como el turismo, la ganadería y la pesca



artesanal— frente a eventos climáticos extremos. En este contexto, el plan busca articular políticas públicas y acciones territoriales que integren criterios de adaptación, mitigación y reducción del riesgo de desastre, con un enfoque preventivo, inclusivo y territorializado.

Para la comuna de Tortel, el PARCC representa una herramienta clave para guiar procesos de planificación local en armonía con los desafíos climáticos. Entre sus impactos positivos destaca el impulso a la adaptación en infraestructura crítica, la valorización de saberes locales para la gestión del riesgo, y el fortalecimiento de capacidades comunitarias. Asimismo, permite visibilizar la situación particular de localidades rurales y aisladas, promoviendo una inversión pública más coherente con la realidad territorial. El enfoque territorial del PARCC permite que comunas como Tortel no queden excluidas de las políticas climáticas nacionales, posicionando sus necesidades en los instrumentos regionales de planificación.

El plan considera cinco líneas estratégicas de acción: i) gestión integrada de recursos hídricos; ii) protección de la biodiversidad y servicios ecosistémicos; iii) adaptación de sectores productivos clave; iv) resiliencia de asentamientos humanos e infraestructura; y v) educación, sensibilización y gobernanza climática. Estas líneas buscan orientar acciones concretas a nivel regional y comunal, fomentando una transición justa y resiliente. En conjunto, el PARCC Aysén se consolida como una hoja de ruta fundamental para enfrentar la crisis climática desde los territorios, promoviendo la sustentabilidad, la equidad y la corresponsabilidad entre actores públicos y comunidades locales.



3- Caracterización Territorial

Este capítulo aborda la Caracterización Territorial de la comuna de Tortel. En él se presentan los principales elementos del medio humano y biofísico, organizados en los siguientes apartados: medio humano (organización político-administrativa, demografía, caracterización socioeconómica, tenencia de predios y viviendas, instrumentos de planificación territorial, usos de suelo y zonificación de borde costero, servicios básicos locales, transporte y vialidad, gestión ambiental local) y medio biofísico (hidrografía, geomorfología, ecosistemas y biodiversidad).

De acuerdo con el enfoque de clasificación territorial aplicado en la Política Nacional de Desarrollo Rural (PNDR) del 2020, Tortel se encuentra en la categoría de comuna 'Rural', como casi la totalidad de la región de Aysén. Trasladando este antecedente a la esfera de discusión sobre cambio climático, se ha afirmado que la vulnerabilidad de los territorios rurales a este fenómeno es mayor debido a que estas comunidades generan una vinculación más directa con elementos naturales de su entorno, los que pueden ser más sensibles a sufrir perturbaciones por alteraciones en el clima (IPCC, 2023).

En ese contexto, Tortel es justamente un territorio forjado sobre la base de asentamientos de extracción maderera, siendo reconocida la importancia histórica de esta actividad en la memoria colectiva de la localidad, pues durante décadas ha sido parte significativa del sustento económico de muchas familias. Asimismo, a la par con las tendencias de globalización económica propias de la transición al siglo XXI, en las últimas décadas se han incorporado paulatinamente a la economía local otras actividades ligadas al sector terciario, como son el comercio minorista y el turismo de intereses especiales. Aumento en la oferta de estos servicios que responde principalmente al alza en los flujos de visitantes que ha experimentado la comuna en este periodo.

Como todo sistema social interconectado con su medio, ninguna de estas iniciativas queda exentas a los efectos que el CC puede acarrear, ya sea por las mayores dificultades en la logística de transporte, por la presión sobre el patrimonio natural local a raíz del desempeño de una actividad económica, o por las fallas que se puedan generar en la prestación de servicios básicos (como luz y agua), entre varias otras consecuencias. Esto hace que sea cada vez más urgente avanzar en la identificación de medidas concretas que permitan adaptarse o mitigar los efectos que implica este fenómeno global.



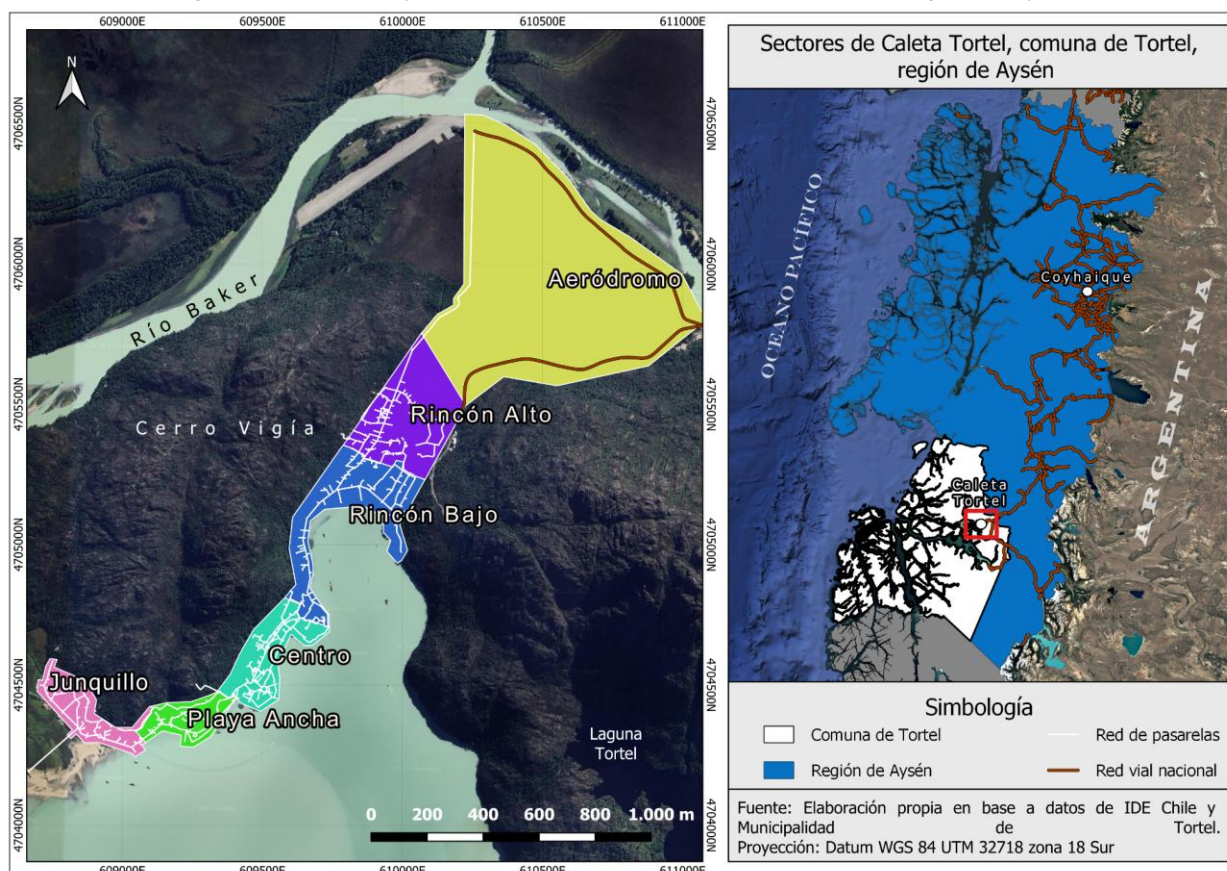
Con objeto de describir las dimensiones territoriales presentes en la comuna de Tortel, a continuación, se presenta una descripción detallada de los aspectos considerados relevantes para establecer una línea base de diagnóstico.

3.1 Medio humano

3.1.1 Organización político-administrativa

La comuna de Tortel está ubicada en la provincia Capitán Prat, en el sur de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Chile, entre los 47° y 49° Latitud Sur, y los 73° y 76° Longitud Oeste, con una superficie de 19,710.6 km², siendo la séptima comuna a nivel nacional con mayor superficie, y la segunda a nivel regional, con más del 85% de la superficie comunal integrada en alguna categoría de área protegida.

Figura 1: localización y sectores de Caleta Tortel, comuna de Tortel, región de Aysén



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile y Municipalidad de Tortel.



En términos de organización político-administrativa, Tortel fue establecida oficialmente como comuna el año 1979¹. Sin embargo, sus orígenes se remontan décadas antes, cuando comenzó a ser habitada por colonos que se asentaron en la zona, atraídos por la riqueza maderera, esto a comienzos del siglo XX.

El poblado principal y capital de la comuna, Caleta Tortel, es conocido por sus características pasarelas de madera que reemplazan las calles tradicionales, adaptándose así a la compleja geografía del lugar, consistente en su mayoría por afloramientos rocosos y concentraciones de turbales, donde destaca el Cerro Vigía y el delta de la desembocadura del río Baker. En este poblado se reconocen seis sectores principales (ver Figura 1), siendo estos (de norte a sur): Aeródromo, Rincón alto, Rincón bajo, Centro, Playa Ancha, y Junquillo.

3.1.2 Demografía

Según el Censo de Población y Vivienda realizado en 2017 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile, la comuna de Tortel contaba con una población de 523 habitantes, siendo la menos poblada de la región de Aysén, y la quinta a nivel nacional. Por su parte, de acuerdo con los resultados preliminares del Censo de población y vivienda 2024², la población censada en Tortel fue de 505 personas, lo que apunta a una clara disminución respecto del censo anterior, así como del crecimiento poblacional proyectado, que estimaba una población de 582 habitantes en 2023 (BCN 2023).

En cuanto a densidad de población, a escala comunal se estiman 0,03 habitantes por km², siendo la densidad poblacional más baja de la región, seguida de la comuna de Villa O'Higgins (0,08 hab/km²), con cifras que reflejan la baja densidad poblacional generalizada de la Patagonia chilena, donde Aysén es la región con menor cantidad de población censada (100.745) del país, según el Censo 2024.

En relación con la distribución territorial de la población, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2022-2030 de Tortel, en la comuna se reconocen 15 sectores (localmente referidos como 'distritos'), siendo Caleta Tortel el asentamiento mayormente poblado (85,1% de los habitantes), seguida por el sector Río Baker (5%) y Río Bravo (3,3%), e identificándose edificaciones en los demás sectores, pero sin una habitabilidad constante.

¹ Establecido en el Decreto Ley N.º 2.868 del 26 de octubre de 1979, del Ministerio del Interior.

² De acuerdo con el INE, los resultados definitivos de población total residente en el país se entregarán en enero de 2026.



Un análisis de población en base a género indica que Tortel es una comuna compuesta principalmente por hombres, con un 53,3% (269), contra el 46,7% de mujeres (236), según el Censo 2024. Si bien esta proporción se equipara respecto del censo anterior, sigue demostrando una dinámica que representa a las comunas rurales y aisladas de Chile, donde existe una mayor presencia de población masculina, lo que se asocia al desarrollo preeminente de actividades económicas tradicionales de la ruralidad, como la agricultura, la pesca y la explotación maderera, que históricamente han atraído a más trabajadores varones que mujeres (Espinoza & Amunátegui, 2009). Así, las cifras del Censo 2024 reflejan un Índice de masculinidad de 114 hombres por cada 100 mujeres, siendo el más alto a escala regional, aun cuando disminuye respecto del censo anterior (117 hombres por cada 100 mujeres).

Otro elemento relevante en cuanto a género se relaciona con la población femenina económicamente activa, donde, según los datos del Censo 2017, solo el 39% de las mujeres de Tortel declara trabajar activamente, reflejando además ciertos rasgos asociados a la organización de las unidades familiares en torno a roles tradicionales de género.

Respecto de la longevidad de la población, según cifras del Censo 2024, un 11,6% de los habitantes de Tortel tendrían 60 o más años, aumentando dos puntos porcentuales respecto del Censo 2017, donde resalta la mayor cantidad de varones (35) que de mujeres (24). En cuanto al segmento entre 0 a 14 años (población de recambio), esta alcanza el 21,2% del total comunal, disminuyendo más de dos puntos porcentuales respecto del censo anterior.

Finalmente, según datos del Censo 2017, respecto del sentimiento de pertenencia con pueblos originarios, un 39% de la población se identifica con alguno, siendo en su mayoría asociado al pueblo mapuche, cuestión que podría deberse al origen chilote de los primeros flujos de población colona que arribaron a Tortel³. Sin embargo, también es necesario mencionar que la región de Aysén, sobre todo en su sección occidental de geografía de fiordos y canales, ha sido asociado como un territorio donde históricamente han habitado comunidades indígenas Kawésqar y Aonikenk (Estay & otros 2022).

³ El libro “La Tragedia Obrera de Bajo Pisagua. Río Baker, 1906” (Osorio, 2015) menciona a los 59 trabajadores originarios de Chiloé que fueron víctimas de esta tragedia, señalando además que las labores extractivas vinculadas al suceso eran trabajos estacionales habituales en la Patagonia.



3.1.3 Caracterización Socioeconómica

Según Osorio (2015), desde los primeros asentamientos humanos en el territorio que actualmente corresponde a la comuna de Tortel, la economía local se ha desarrollado en torno a actividades silvoagropecuarias, como la explotación maderera y la crianza de ganado. Sin embargo, de acuerdo con los datos del Censo 2017, del 84% de la población encuestada que declaró trabajar, sólo un 3% estaría asociado a la extracción de materias primas, un 8% en el sector de industria y manufacturas, y un 89% en el sector de servicios, dando cuenta de un significativo cambio en las tendencias históricas asociadas al trabajo. Sin embargo, de acuerdo con las apreciaciones del equipo técnico durante la elaboración de este informe, se cree que estas cifras pueden estar distorsionadas ya que se ha observado que existen personas que poseen varias fuentes de ingresos, tanto de fuentes formales como informales.

En cuanto a la preponderancia del sector terciario, ejemplos de esto son algunos intentos en años recientes por fomentar la pesca artesanal⁴, así como la proliferación de ciertas actividades derivadas del turismo, sector que ha recibido una positiva integración dentro de la economía local hasta la actualidad.

Con todo, es importante destacar que actualmente la comuna enfrenta desafíos socioeconómicos significativos, incluyendo limitaciones en el acceso a servicios básicos, educación y salud. Las complejas condiciones geográficas, la lejanía de centros urbanos mayores y las dificultades de conectividad terrestre y marítima influyen en las oportunidades de desarrollo económico y, consecuentemente, en la calidad de vida de los habitantes.

En este sentido, según el informe del Plan de Movilidad Integral de Tortel (Municipalidad de Tortel 2024), la comuna tendría un limitado panorama de actividades económicas preponderantes, concentradas principalmente en el ámbito de la administración pública, el turismo, y la extracción de madera. Dentro de este escenario, de un registro total de 346 trabajadores/as contabilizados por este informe, sería el sector público el que alojaría la mayor empleabilidad, con un total de 271 plazas laborales, seguido de lejos por *Construcción*, con 12 plazas laborales, y *Alojamiento y servicios de comida y Suministro de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación*, con 11 plazas cada una.

⁴ El sitio web de la comuna cita una nota periodística que da cuenta de la voluntad que existió desde una de las pasadas administraciones por fomentar esta actividad. Disponible en: <https://www.tortel.cl/acuicultura/>



Se suma a este relato el Reporte Comunal de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN) del año 2021, que señala que la actividad económica de Tortel se concentra principalmente en 3 actividades, a saber: *Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas* (32 empresas), *Actividades de alojamiento y de servicio de comidas* (26 empresas), y *Construcción* (21 empresas).

De esa forma, de lo anterior se desprende que el escenario socioeconómico actual estaría constituido por una conjugación entre actividades tradicionales, como la extracción maderera; el sector público; y otras relacionadas con tendencias modernas de consumo, como el comercio minorista y el turismo de intereses especiales.

Respecto de este último grupo, según el Informe de Análisis de la Planta Turística de Tortel (Unidad de Turismo y Fomento Productivo, 2025), el turismo ha sido determinante para la economía local pues al alero de esta actividad es que prolifera un ecosistema de iniciativas que se relaciona directa o indirectamente con este sector productivo, como son servicios de alojamiento, alimentación, entretención, comercio, transporte, entre otras. En ese sentido, de acuerdo con este informe, el universo de iniciativas turísticas formalizadas sería de 57 operadores, donde resalta como grupo mayoritario las actividades de alojamiento, con 32 operadores, seguido por actividades de alimentación, con 16. La siguiente tabla resume la composición de operadores de este sector:

Tabla 1: Cantidad operadores turísticos en Tortel, por Tipos

Tipo	Cantidad
Artesanías	3
Alimentación	16
Alojamiento	32
Tour operadores	6
Total	57

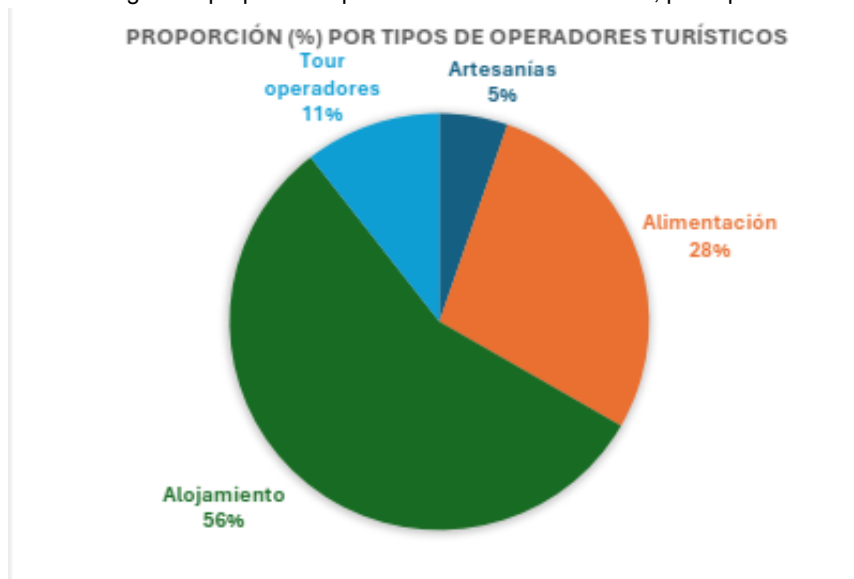
Fuente: Informe Análisis Planta Turística de Tortel, Unidad de Turismo y Fomento Productivo (2025),
Municipalidad de Tortel.

Se debe precisar que cuatro (4) de estos prestadores de servicios se encuentran en zonas rurales de la comuna (sectores de Puerto Yungay y Lago Quetru), alejadas del área urbana de Caleta Tortel, siendo este último el lugar donde se identificó la mayor proporción de operadores, agrupados mayormente entre servicios de Alojamiento y Alimentación, seguido por Tour operadores, y finalmente Artesanías.



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030

Figura 2: proporción operadores turísticos en Tortel, por Tipos



Fuente: Informe Análisis Planta Turística de Tortel, Unidad de Turismo y Fomento Productivo (2025), Municipalidad de Tortel.

En este caso, la supremacía de los servicios de alojamiento es notable, estando sobre el 50% del total de operadores, seguido por una considerable proporción de servicios de alimentación.

A su vez, el documento indica que la desagregación en Subtipos aporta otras luces a la distribución de servicios de la Planta Turística de Caleta Tortel, como la preponderancia de la cantidad de Restaurantes (12), o el número de Cabañas (11) y Hospedajes (11), en el tipo Alojamiento.

Tabla 2: Cantidad operadores turísticos en Tortel, por Subtipos

Tipo	Subtipo	Cantidad
Artesanías	Artesanías	3
Alojamiento	Cabañas	11
	Camping	1
	Hospedaje	11
	Hostal	1
	Hostel	1
	Lodge	1
	Residencial	4
	Turismo rural	2
Alimentación	Comida al paso	4
	Restaurante	12
Tour operadores	Expediciones	6
Total		57

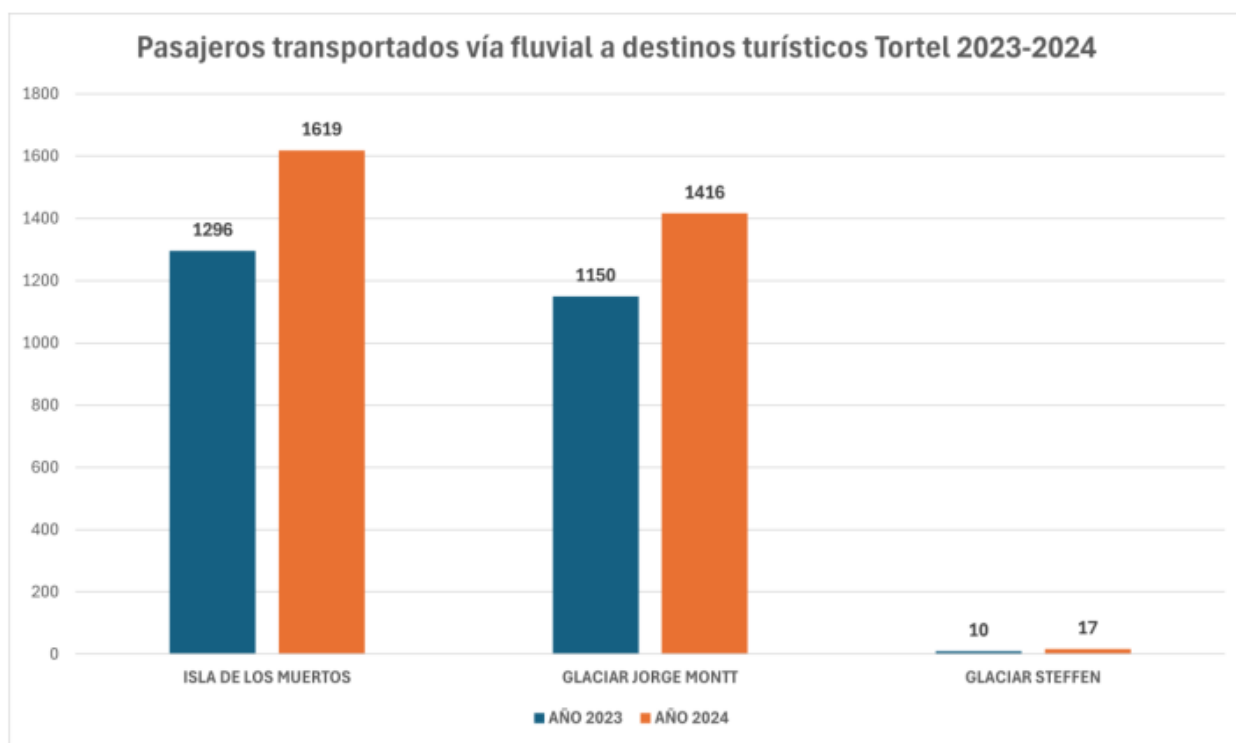
Fuente: Informe Análisis Planta Turística de Tortel, Unidad de Turismo y Fomento Productivo (2025), Municipalidad de Tortel.



En cuanto a la diversidad de los Subtipos, la mayor riqueza se presenta entre los servicios de Alojamiento, contando con siete (7) categorías. En este grupo se cuentan los servicios de Turismo rural, debido a las características generales del servicio ofrecido, relacionado principalmente con el hospedaje de visitantes, complementando con otras prestaciones locales

También es importante aclarar que, si bien la cantidad nominal de Tour operadores es baja comparada con otros servicios, en la práctica esta actividad tendría una alta relevancia dentro del sector turístico local, principalmente a causa del alto movimiento de visitantes hacia sectores en el exterior a Caleta Tortel (ver Figura 3).

Figura 3: Pasajeros transportados vía fluvial con fines turísticos entre 2023-2024



Fuente: Informe Análisis Planta Turística de Tortel, Unidad de Turismo y Fomento Productivo (2025),
Municipalidad de Tortel.

En ese sentido, uno de los principales atractivos del turismo de navegación es el glaciar Jorge Montt, distante a unos 60 km hacia el sur de Caleta Tortel, en el extremo norte de Campos de Hielo Sur, masa de hielo que en las últimas décadas ha registrado alarmantes tasas de fragmentación de su pared frontal (véase apartado Análisis de vulnerabilidades locales). A su vez, este espacio tendría una regulación específica dictaminada por la Capitanía de Puerto Baker, según establece la Resolución Ordinaria N°12.600/70 de la Capitanía de Puerto Baker del año 2018, que dispone medidas de operación y seguridad para las naves dedicadas al transporte de pasajeros y embarcaciones que realizan navegación hacia el Ventisquero Jorge Montt. Dentro de los



puntos más relevantes de esta normativa está la distancia de seguridad de 200 metros respecto de la pared frontal del glaciar; la prohibición de acercarse a menos de 100 metros de témpanos de hielo, así como de montarse encima de estos; límites meteorológicos y oceanográficos de 12 nudos de vientos sostenido y altura de ola de 0,5 a 1,25 metros para la operación de embarcaciones menores; la prohibición de consumir bebidas alcohólicas a bordo de embarcaciones menores, entre otras, quedando el cumplimiento de estas medidas bajo responsabilidad del patrón de la embarcación.

A los destinos de navegación se puede sumar la Isla de Los Muertos, correspondiente a un sitio de relevancia patrimonial declarado así por el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) debido a la importancia de un evento histórico ocurrido durante las actividades de las primeras empresas colonizadoras de la zona. Asimismo, se puede mencionar el atractivo glaciar Steffen, ubicado a una distancia aproximada de 40 km al norte de Caleta Tortel, en el extremo sur de Campos de Hielo Norte, sin embargo, las actividades turísticas hacia este sector han sido restringidas a causa de las sucesivas alertas amarillas decretadas por SENAPRED por la amenaza de GLOF que afecta al valle Huemules (véase apartado de Perfil de amenazas climáticas), debido a la mayor ocurrencia de este fenómeno registrada en los últimos años.

3.1.4 Tenencia de predios y viviendas

De acuerdo con el Plan de Desarrollo de la Zona Rezagada Provincia de los Glaciares (GORE Aysén 2020), la situación de regímenes de propiedad a escala provincial es dispar, existiendo una habitabilidad cercana al 35% en terrenos no propios, correspondiendo en esa cifra a un 20% de ocupación irregular en terrenos fiscales.

En el caso del Tortel, el mismo informe menciona como emblema de la problemática el caso de los habitantes del Valle Huemules, en el sector Steffen, donde la inexistencia de instrumentos topo-cartográficos de delimitación propició un desconcierto respecto de los deslindes con el PN Laguna San Rafael, que es colindante con ese sector.

En este ámbito, el informe del Plan de Movilidad Integral de Tortel (I. Municipalidad de Tortel 2024) indica que resolver esta problemática de regularización “implica superar una serie de desafíos logísticos, comunicativos y legales” (pp.84), sobre todo por las complejidades propias de territorios aislados y con precaria conectividad, sumado a condiciones climáticas adversas, lo que dificulta y dilata la concertación de espacios de consenso entre los tomadores de decisión y los propios pobladores. Además, este informe declara que no se manejan datos concisos sobre la calidad y cantidad de asentamientos en predios irregulares.



A este respecto, un indicador que permite arrojar luz sobre las interrogantes generadas en esta materia son los datos relacionados con vivienda. En ese sentido, el PLADECO 2022 refiere a la evolución de viviendas en Tortel considerando la base censal disponible hasta el censo 2017, donde se identifica un aumento de 107,8% en el número de viviendas a nivel comunal desde 1992, pasando de 154 a 320 viviendas totales, ubicando 248 de estas viviendas en Caleta Tortel. A estas cifras se suman los datos preliminares del censo 2024⁵, que contabilizan 395 viviendas totales, sin desagregación entre la capital comunal y los sectores rurales.

Por su parte, también se cuenta con los datos levantados por la Unidad de Vivienda del Municipio de Tortel, enfocado principalmente en Caleta Tortel. De esa forma, del universo de 248 viviendas identificadas en esta zona, se estima que alrededor de 40 cumplirían con el marco legal en materia de regularización, siendo las siguientes: conjunto de 8 viviendas ubicadas en el sector Centro, cuyo permiso de edificación data de 1983; un segundo conjunto de 7 viviendas en el sector Rincón alto, con permiso de edificación datado en 2004 (población Padre Antonio Ronchi); y un tercer conjunto de 24 viviendas, también del sector Rincón alto, con permiso de edificación de 2016 (población El esfuerzo).

En cuanto a la cantidad de viviendas, otro detalle relevante es la relación entre viviendas ocupadas y desocupadas, en vista de las metodologías censales, donde el censo 2017 contabilizó 265 viviendas ocupadas y 55 desocupadas, mientras que el censo 2024 contabiliza 244 ocupadas y 148 desocupadas. Esto refleja que, a pesar del crecimiento que demuestra Tortel en el número total de viviendas, el porcentaje de ocupación ha disminuido con el tiempo, bajando de 82% a 72% según el último censo. Este escenario de aumento de viviendas desocupadas podría estar relacionado con uno de los sectores económicos que ha emergido con fuerza en las últimas décadas en Tortel, como es el turismo, en particular aquel relacionado con iniciativas de alojamiento, como cabañas, que, como se revisó, es un subtipo preponderante.

Otro indicador clave en materia de vivienda tiene relación con el hacinamiento y la calidad de los materiales de construcción. A este respecto cabe aclarar que, para la fecha de elaboración de este informe, estos indicadores estaban disponibles con distintos criterios de definición. Ejemplo de esto es el reporte del Censo 2017, que señala un 8% de viviendas con condiciones de hacinamiento, y un IM⁶ desagregado en 81% Aceptable, 16% Recuperable, y 3% Irrecuperable; en contraste, el censo de 2024 sólo identifica 14 viviendas en condición de hacinamiento (4 de estas con hacinamiento crítico), y hace

⁵ Cabe aclarar que los datos del Censo de población y vivienda 2024 se consideran como referencia pues se trataría de datos preliminares, estando publicados los resultados definitivos en enero de 2026, según INE.

⁶ Índice de Materialidad de las viviendas.



alusión a 11 viviendas con materialidad irrecuperable, sin desagregar en otras categorías.

3.1.5 Instrumentos de Planificación Territorial

Los instrumentos de planificación territorial (en adelante IPT) son herramientas normativas y técnicas que orientan el desarrollo físico del territorio, regulando el uso del suelo y estableciendo directrices para su ocupación y transformación, en concordancia con criterios de sostenibilidad ambiental, desarrollo social y eficiencia económica. Estos instrumentos permiten organizar espacialmente las actividades humanas, coordinar inversiones públicas y privadas, y prevenir conflictos por el uso del territorio, contribuyendo así a una gestión más equilibrada y resiliente del espacio geográfico.

En el caso de Tortel, existe un conjunto de IPT ya elaborados y que sirven como hoja de ruta para el desarrollo de la comuna en distintos aspectos, como en lo económico, social, cultural, entre otros.

En sentido urbanístico, un IPT relevante es el *Límite Urbano de Caleta Tortel*⁷, instrumento que fue aprobado a fines del siglo XX, y que ha contribuido a fijar una demarcación donde se ha desarrollado la construcción de viviendas, edificios institucionales y comerciales, y la red de pasarelas.

Sin embargo, un IPT clave del que carece Tortel es su *Plan Regulador Comunal (PRC)*, herramienta de ordenamiento territorial que permite orientar el desarrollo armónico de los centros urbanos, en consideración de diversas zonificaciones de uso de suelo, identificadas previamente a través de estudios técnicos y criterios de planificación que determinan las mejores aptitudes para su destinación, siendo instrumentos fundamentales para un crecimiento urbano ordenado y adaptado a los riesgos existentes, así como a las condiciones cambiantes del panorama climático.

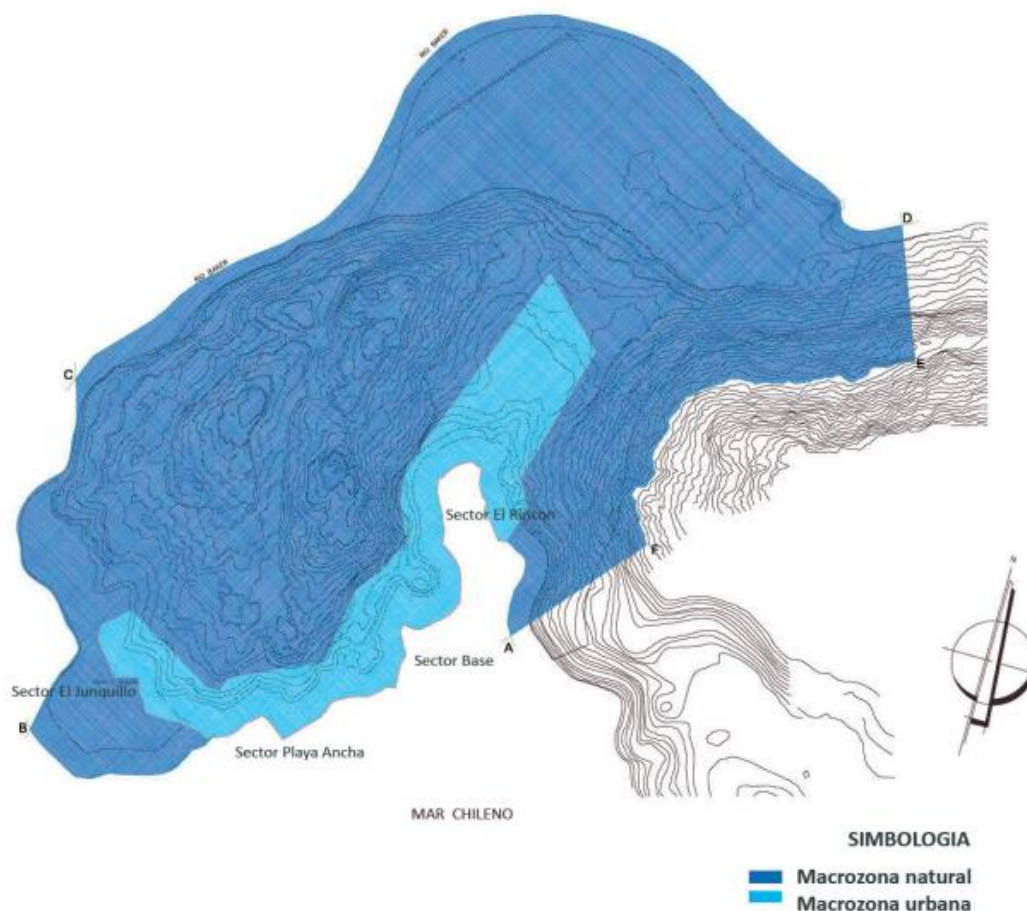
En ese sentido, esta carencia de la que adolece la comuna ha llevado a un desarrollo desarticulado a través de los años, principalmente de su centro urbano más importante (Caleta Tortel), donde solo un conjunto minoritario de viviendas se encontraría regularizado (véase apartado anterior), y con otro grupo mayoritario en situación de construcción irregular, ya sea por la calidad jurídica de los predios sobre el que se levantaron las edificaciones, o por incumplimiento de los requisitos técnicos de la construcción según estándares normativos vigentes.

⁷ Aprobado en Resolución N°14 Afecta, del 10 de junio de 1999 del GORE RM Santiago, en atención al Decreto N°100 del 8 de junio de 1998, de la I. Municipalidad de Tortel.



Cabe mencionar que una experiencia que intentó resarcir esta falencia en el desarrollo urbano fue el proyecto del año 2009⁸ para elaborar el PRC de Tortel. Sin embargo, este fue finalmente desistido en 2010. Este documento integraba una propuesta de límite urbano que consideraba dos macrozonas previamente establecidas (ver Figura 4): macrozona urbana, derivada del Decreto N°100 del 08/06/98 de la I. Municipalidad de Tortel, y la macrozona natural, derivada del polígono de Zona Típica, declarado así por el Consejo de Monumentos Nacionales el año 2001, originada con el Decreto n°282 Exento, del Ministerio de Educación.

Figura 4: Macrozonas de Caleta Tortel



Fuente: Pérez Huilcamán, C. (2013). Bahía cultural de Tortel. Terrazas programáticas como puntos de encuentro y socialización.

Esta última, a su vez, es una figura que recientemente fue reglamentada por los lineamientos de intervención establecidos en el documento *Normas de Intervención para la Zona Típica (ZT) del Pueblo Caleta Tortel* (CMN, 2025), elaborado en conformidad a

⁸ Ficha del Proyecto: Diagnóstico Plan Regulador Comunal de Tortel, disponible en https://seia.sea.gob.cl/expediente/ficha/fichaPrincipal.php?modo=ficha&id_expediente=4249276



lo dispuesto en los artículos 16 al 19 del *Reglamento sobre Zonas Típicas o Pintorescas*, el cual establece un conjunto de criterios definidos con objeto de conservar y preservar la Zona Típica y su carácter ambiental a través de la comprensión del entramado urbano histórico y los atributos paisajísticos que rodean al poblado.

Dentro de los atributos de valor arquitectónico, el documento destaca el uso de madera de especies nativas (ej: Ciprés de las Guaitecas) que pueden presentar una alta resistencia a la humedad, el estilo de construcción de casas, los sistemas de cimientos de las edificaciones que aíslan estas estructuras de las condiciones del terreno, y el revestimiento de madera, como las tejuelas labradas a mano, resultando en texturas naturales y un estilo más informal. Asimismo, refiere a los atractivos naturales circundantes, como el cerro Vigía, o la circulación peatonal, como atributos del valor turístico del poblado.

Otro de los IPT de relevancia a escala comunal es el *Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2022-2030*. De acuerdo con lo mandatado por el artículo 5°, letra c) de la Ley N°18.695 orgánica constitucional de municipalidades, los municipios deberán formular este de forma participativa con la comunidad y servirá como base para la programación municipal y coordinación con otros organismos del Estado. En el caso de Tortel, el último PLADECO se encuentra aprobado desde el año 2022, con una vigencia hasta 2030, con énfasis en siete ámbitos, a saber:

- Ámbito 1: Gestión municipal e institucionalidad
- Ámbito 2: Medioambiente, sustentabilidad y manejo de residuos
- Ámbito 3: Participación ciudadana y desarrollo social y comunitario
- Ámbito 4: Cultura, identidad y patrimonio
- Ámbito 5: Desarrollo económico local, productividad y turismo rural
- Ámbito 6: Educación e infancia
- Ámbito 7: Salud, deporte, seguridad pública y calidad de vida

Por supuesto, de estas líneas de trabajo es importante mencionar aquellas medidas relacionadas con el Ámbito 1, como el mejoramiento de la infraestructura que provee servicios básicos (agua y electricidad); y en el Ámbito 2, lo relacionado con acciones de educación ambiental, sensibilización y concientización sobre el Cambio Climático, la implementación de una serie de ordenanzas para resguardar la calidad ambiental de la comuna, y así también otras acciones relativas a la tenencia responsable de mascotas y la gestión y reducción de residuos sólidos domiciliarios.

Por su parte, otro IPT relevante a escala comunal es el *Plan de Desarrollo Turístico (PLADETUR) 2023-2030* de Tortel, instrumento orientado a la planificación de las actividades turísticas como medio para el desarrollo de la comuna. Este incluye una cartera de proyectos con acciones con injerencia más o menos directa en materia



ambiental, y que podrían establecer sinergias con el PACCC. En ese sentido, se destacan aquellas apuntadas a la realización de monitoreo ambiental, de contribuir en la elaboración de planes de extracción de madera, de generar nuevos destinos de navegación, de delimitar zonas de riesgo en ASP⁹, y aquellas apuntadas a la difusión y capacitación de plataformas de predicción climática en favor de operadores del turismo.

A su vez, *Plan de acción de Comunidades Portal para la vinculación de la comunidad con sus Áreas Protegidas, Tortel 2023-2026*, se presenta como otro IPT destacado, proponiendo una cartera de proyectos enfocado fortalecer las economías locales, como la implementación de sellos municipales a empresas que demuestren prácticas de sustentabilidad, así como la difusión de planes de extracción de madera.

Igualmente se identifica la existencia del “Área de Conservación de Múltiples Usos (ACMU)¹⁰ Tortel”, siendo una figura de protección que se declara mediante Decreto Supremo N.º 18, Ministerio del Medio Ambiente, de 19 de octubre de 2018, y que cuenta con una superficie de 6.702 km² que incluye una zona oceánica (porciones de agua, fondo de mar y playas) y una zona de influencia glacial. Si bien el Plan de Manejo de esta área protegida aún se encuentra en proceso de aprobación, el artículo 3º del Decreto establece los objetos de protección, entre los que cuentan mamíferos marinos, aves, peces, biodiversidad bentónica, así como procesos ecológicos ligados a fiordos y aguas glaciares.

A escala provincial y regional también existen IPT cuyos objetivos pueden ser relacionados con el desarrollo de este Plan. Así, el *Plan de Acción para la gestión participativa de Zonas de Interés Turístico Provincia de Los Glaciares*¹¹ determina una hoja de ruta por medio de acciones dirigidas al mejoramiento de la infraestructura habilitante para el turismo a escala de la provincia de Capitán Prat, así como de la infraestructura crítica, como es el sistema eléctrico de Caleta Tortel; el desarrollo de un proyecto para la gestión de residuos, con inclusión de acciones de reciclaje; y acuerdos de producción limpia, en virtud de mejorar la sustentabilidad de los destinos.

En escala regional, el *Plan de prevención y protección ante situaciones de emergencia y desastres naturales y antrópicos* de la región de Aysén contribuye en el ámbito de la gestión y reducción de riesgo de desastres, dimensión que la LMCC considera dentro de sus objetivos principales de intervención. De esa forma, dicho instrumento considera acciones dirigidas a la incorporación de la variable ‘riesgo’ en la planificación a distintas escalas, la gestión integrada de cuencas y zonas costeras, estudios de línea base sobre

⁹ Áreas Silvestres Protegidas

¹⁰ Si bien se origina bajo la denominación de Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos (AMCP-MU) “Tortel”, con la Ley N°21.600 que crea el Servicio de Biodiversidad y Áreas protegidas (SBAP) se reemplaza esta antigua figura por la de ACMU.

¹¹ Denominación territorial dada a las comunas de la provincia de Capitán Prat, región de Aysén.



vulnerabilidad, promoción de elaboración de planes de manejo forestal, establecer una red de monitoreo de cuerpos de aguas y glaciares, así como obras para el control de la erosión y el deslizamiento de laderas.

Finalmente, el *Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) de Aysén*, instrumento de gestión ambiental también surgido al alero de la LMCC. A partir de este instrumento se pueden identificar medidas con las que el PACCC Tortel podría establecer sinergias, como aquellas enfocadas en catastrar los SSEE¹² y aumentar su protección y conservación, integrar el cambio climático y biodiversidad en la planificación y gestión del territorio y maritorio, en miras de identificar zonas de riesgo y establecer zonas no aptas para asentamientos humanos, y contribuir en la actualización de planes de emergencia comunales que integren la variable de vulnerabilidad frente al Cambio Climático.

3.1.6 Usos de suelo y zonificación de borde costero

Respecto del uso de suelo, para la comuna de Tortel existen diversos instrumentos que han cuantificado la superficie según determinadas tipologías de uso. Como es posible observar en la Tabla 3, el *Catastro Vegetacional de Aysén* (CONAF 2022) indica que el tipo de suelo más extendido corresponde a “Praderas y Matorrales”, con 784.271,4 ha (7.842,7 km²), seguido por los “Bosques”, que abarcan 660.901,4 ha (6.609,0 km²). También destacan las “Nieves Eternas y Glaciares” con 313.498,3 ha (3.134,9 km²), y las “Áreas Desprovistas de Vegetación” con 116.324,5 ha (1.163,2 km²). Los “Cuerpos de Agua” ocupan 73.268,9 ha (732,7 km²), mientras que los “Humedales” suman 9.919,1 ha (99,2 km²). Las superficies dedicadas a usos antrópicos son mínimas: “Áreas Urbanas e Industriales” con 41,5 ha (0,4 km²) y “Terrenos Agrícolas” con apenas 25,1 ha (0,3 km²). En conjunto, la información evidencia una predominancia de ecosistemas naturales, con escasa transformación del territorio tal y como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 3: superficie uso de suelo por Tipo, según Catastro Vegetacional de Aysén

Tipo uso de suelo	Superficie (ha)	Superficie km ²
Praderas y Matorrales	784.271,4	7.842,7
Bosques	660.901,4	6.609,0
Nieves Eternas y Glaciares	313.498,3	3.134,9
Áreas Desprovistas de Vegetación	116.324,5	1.163,2
Cuerpos de Agua	73.268,9	732,7
Humedales	9.919,1	99,2

¹² Servicios ecosistémicos



Áreas Urbanas e Industriales	41,5	0,4
Terrenos Agrícolas	25,1	0,3

Fuente: elaboración propia en base a datos de CONAF (2022).

Por su parte, de la zonificación establecida por el *Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) de Aysén* se desprende que el mayor porcentaje del suelo está destinado a la categoría “Exclusivo Preservación”, con 822.020 ha (8.220,2 km²), seguido de “Exclusivo Conservación”, que abarca 650.020 ha. (6.500,2 km²), ambas categorías con ciertas restricciones de uso, aunque admiten actividades compatibles con la protección ambiental (ver Tabla 4).

Tabla 4: superficie uso de suelo por Tipo, según PROT Aysén

Tipo uso de suelo	Superficie (ha)	Superficie km ²
Exclusivo Preservación (admite algunos usos compatibles)	822.020	8220,2
Exclusivo Conservación (admite algunos usos compatibles)	650.020	6500,2
Hidrografía	329.150	3291,5
Preferente Pecuario	53.380	533,8
Preferente Silvícola	36.260	362,6
Preferente Silvícola Limitado	14.720	147,2
Exclusivo Militar (no admite otros usos)	6.600	66,0
Exclusivo Patrimonio (admite algunos usos compatibles)	4.790	47,9
Preferente Agrícola	1.650	16,5
Preferente Agropecuario, prioridad Agrícola	1.570	15,7
Preferente Agropecuario	1.300	13,0

Fuente: elaboración propia en base a datos de GORE (2013).

En tercer lugar, se encuentra la hidrografía, con 329.150 ha (3.291,5 km²), lo que refleja una importante presencia de cuerpos de agua. Entre los usos productivos destacan los suelos de uso “Preferente Pecuario” con 53.380 ha, y “Preferente Silvícola” con 36.260 ha. Existen también zonas con uso silvícola más restringido (“Silvícola Limitado”) y superficies reducidas destinadas a uso militar exclusivo, agrícola y agropecuario.

Asimismo, se identifican suelos bajo categorías de protección especial como “Exclusivo Patrimonio” (4.790 ha), que admite ciertos usos compatibles con la conservación del patrimonio natural o cultural. En general, el predominio de usos ligados a la conservación refleja una política territorial orientada a la protección de los ecosistemas, con una baja proporción de suelos dedicados a actividades agrícolas intensivas.

Finalmente, la *Zonificación de Uso de Borde Costero (ZUBC) de Aysén* destaca la amplia superficie destinada a la preservación sujeta a estudios, con 701.190 ha, lo que evidencia una intención de proteger ecosistemas, concordando con los instrumentos antes revisados. Le siguen zonas preferenciales para acuicultura (522.780 ha) y extracción de



recursos bentónicos (483.740 ha), que indican un potencial productivo marino significativo. También se incluyen superficies para preservación consolidada (468.220 ha), turismo (191.820 ha) y conservación (166.620 ha), mostrando un equilibrio entre conservación y uso sustentable.

Desde un análisis ambiental, esta distribución refleja un enfoque que prioriza la conservación de ecosistemas frágiles y valiosos, mientras permite actividades productivas reguladas. En lo productivo, resalta el rol estratégico del mar y las costas en el desarrollo local, aunque su aprovechamiento debe mantenerse bajo estrictos criterios de sustentabilidad para evitar impactos sobre la biodiversidad.

Tabla 5: superficie uso de suelo por Tipo, según ZUBC Aysén

Tipo uso de suelo	Superficie (ha)	Superficie km ²
Zona Preferencial para la preservación, sujeta a estudios	701.190	7011,9
Zona Preferencial para la acuicultura	522.780	5227,8
Zona Preferencial para la extracción de recursos bentónicos	483.740	4837,4
Zona Preferencial para la preservación	468.220	4682,2
Zona Preferencial para el turismo	191.820	1918,2
Zona Preferencial para la conservación	166.620	1666,2

Fuente:

elaboración propia en base a datos de GORE (2013).

3.1.7 Servicios básicos locales

Una característica clave de la comuna de Tortel tiene relación con la prestación de sus servicios básicos, como son los suministros de agua potable, electricidad, y el sistema de alcantarillado, los que son gestionados por parte de entidades locales, esto es, el Servicio Sanitario Rural Tortel, el Comité de Electrificación Rural (PLADECO 2022), además del apoyo por parte del Municipio mediante colaboración y financiamiento con la red del suministro eléctrico y el servicio de alcantarillado. En este sentido, también cabe destacar los subsidios disponibles desde el Gobierno Regional de Aysén¹³, que han permitido financiar los sistemas de operación de alcantarillado y el de autogeneración de energía de zonas aisladas.

Respecto del agua potable, los datos del PLADECO 2022-2030 indican que este sistema de saneamiento rural inició sus funciones el año 1995 bajo la administración de un

¹³ Según la Resolución Exenta N°2526 del 29 de diciembre de 2023, del GORE Aysén, que aprueba el manual de postulación para subsidios de mantención de áreas verdes, gestión de residuos, operación de alcantarillados, y sistemas de generación eléctrica.

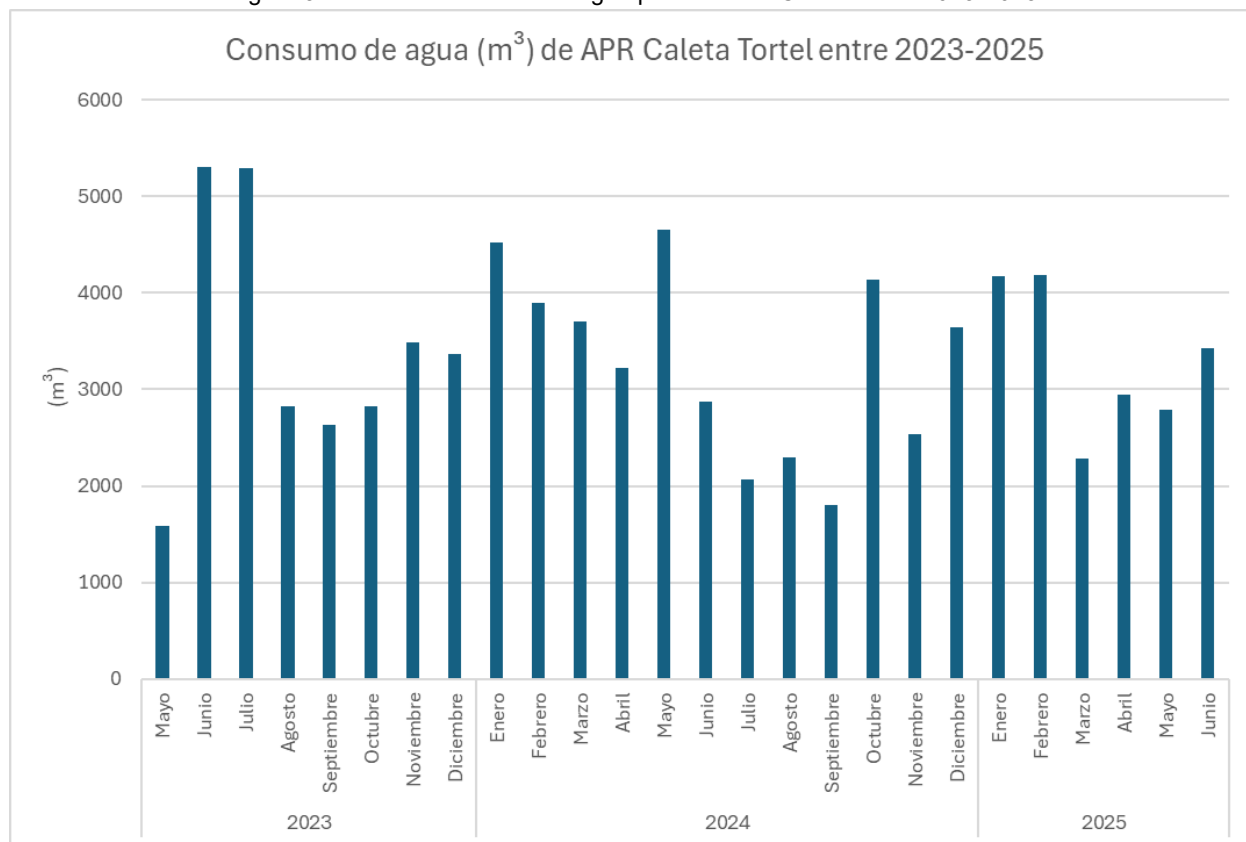


Comité de APR, cumpliendo funciones de recaudación de fondos que mantiene hasta el presente, y recibiendo asistencia técnica de otras entidades externas a Tortel, como la DOH del MOP, la empresa Aguas Patagonia (PLADECO 2022), y la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

En cuanto a la cobertura de agua potable, el PLADECO 2022-2030 menciona que esta red pública sólo abarca Caleta Tortel, alcanzando un 95% dentro de este radio urbano, traducido en 271 inmuebles con conexión (según datos de 2021), mientras que las viviendas ubicadas encima de la cota de la copa de agua del sistema de agua potable (80 msnm) no tendrían factibilidad técnica para acceder a este servicio.

De forma complementaria, los datos del Censo 2017 y 2024 apuntan hacia un incremento en el acceso a este servicio, reportando un crecimiento desde el 83% de cobertura de viviendas de Tortel con acceso a una red pública de agua, al 87% según el último registro.

Figura 5: tendencia consumo de agua potable APR Caleta Tortel 2023-2025



Fuente: elaboración propia en base a datos del Comité de APR Caleta Tortel.

Por su parte, de acuerdo con la información solicitada al Comité de Agua Potable Rural de Caleta Tortel, a junio de 2025 la cantidad de arranques contabilizados por esta entidad se cifra en 340, incluyendo domicilios y otros edificios institucionales y del comercio. Al



respecto, según el registro llevado por la entidad administradora del servicio desde mayo de 2023 al presente, el consumo de agua de la localidad ha tenido comportamientos de gran variabilidad entre algunos meses comparados interanualmente. Un ejemplo de esto es el consumo de los meses de junio y julio del año 2023 comparado con el año siguiente (ver Figura 5).

Una posible causa de esta significativa variación pueden ser las bajas temperaturas que provocaron el evento de congelamiento en el mes de julio, que además afectó el sistema de alcantarillado (mencionado más adelante). Un indicio de esta relación puede ser el proyecto de mejoramiento en 2023 enfocado en la reparación de arranques deteriorados, según comentó la entidad encargada del servicio.

En el caso del alcantarillado, según el PLADECO 2022-2030, en el año 2017 un 95% de los inmuebles del área urbana no contaba con un sistema de tratamiento para aguas servidas, incluyendo las viviendas y otros establecimientos con flujos de visitantes, como restaurantes. Por esta razón es que en el año 2021 comenzó la implementación de un sistema de alcantarillado al vacío cuyas tuberías se ciñen a la red de pasarelas, operando con un sistema eléctrico de bombas de succión y presión que acumulan los desechos en una estación intermedia, para luego ser conducidas hacia una planta de tratamiento de aguas servidas ubicadas en el sector Rincón alto. A su vez, igualmente cabe resaltar que no todas las viviendas de Caleta Tortel están conectadas a este servicio para el tratamiento de aguas residuales pues existen otros sistemas individuales que aún prevalecen desde periodos anteriores, así como sistemas colectivos, como el sistema de aguas residuales de la población El Esfuerzo, construida en 2016 en el sector Rincón alto. En cuanto a la población de sectores rurales, en general no contarían con una solución sanitaria de este tipo.

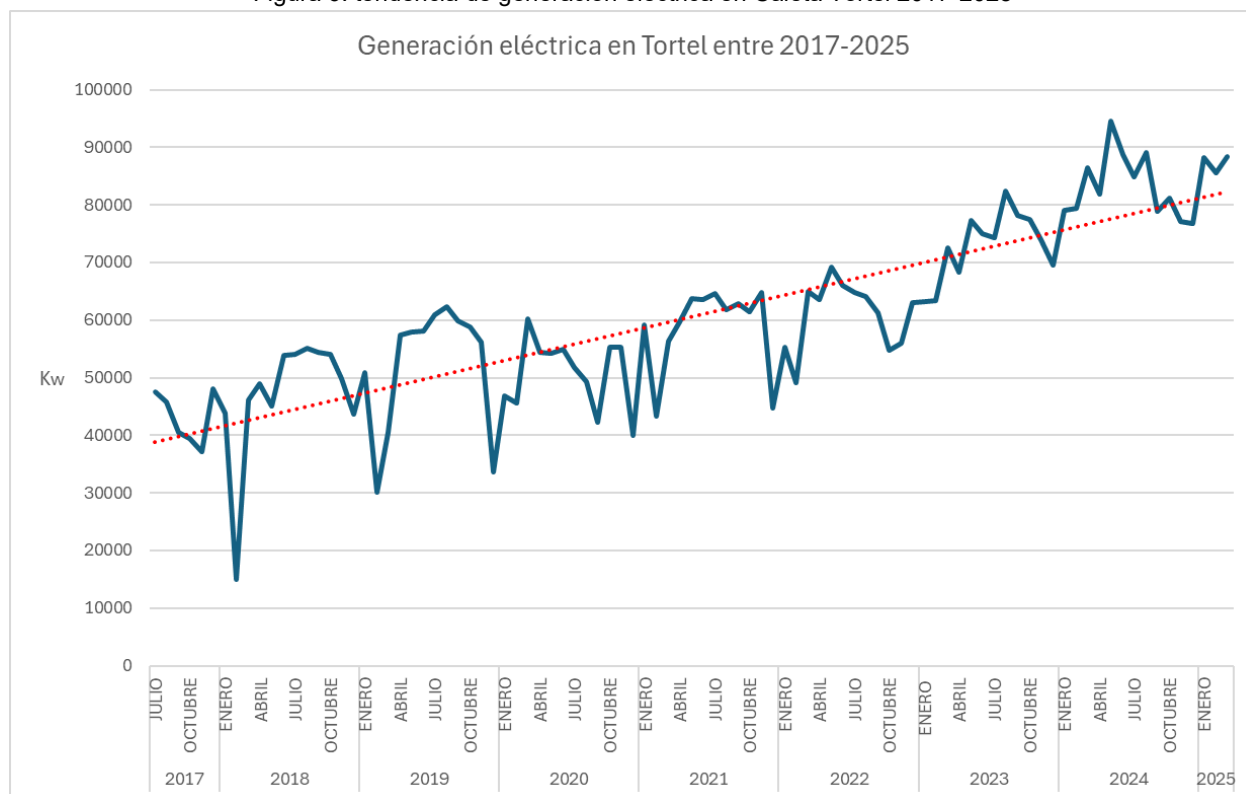
Todavía en relación con el sistema de alcantarillado, cabe destacar que en julio del año 2023 se produjo una falla en su funcionamiento a raíz de un evento de congelamiento tras varios días consecutivos con temperaturas bajo 0°C. Esto generó atascamientos de los desechos congelados en las tuberías, impidiendo que fueran conducidos hacia la planta de tratamiento, siendo una emergencia que terminó subsanándose a fines de ese mismo año. A partir de este incidente, el DOM elaboró un protocolo de procedimientos para operar el sistema de alcantarillado en situaciones excepcionales, como la descrita previamente. Este protocolo contempla una aplicación escalonada de acciones, con un conjunto de primeras medidas que, en caso de no funcionar, dan paso a otras maniobras complementarias que permitirían descomprimir la carga de la red y resguardar la integridad del sistema.



Respecto del suministro eléctrico de la comuna, por un lado, está constituido por un sistema de generación eléctrica que abastece únicamente a Caleta Tortel, mientras que los sectores rurales, en general, cuentan con sistemas de generación autónomo, como generadores impulsados por combustible, o por sistemas fotovoltaicos instalados en los últimos periodos.

En cuanto al sistema eléctrico de Caleta Tortel, la entidad a cargo de operar y administrar el servicio es el Comité de Electrificación, que habría surgido recién en 2016 (PLADECO Tortel 2022), estando a cargo de la distribución del servicio, generar los cobros, y administrar las recaudaciones. A su vez, y por medio de un convenio de colaboración establecido con la Municipalidad, también se recibe asistencia desde el Departamento de Obras del Municipio (DOM), a través del Encargado de Generación Eléctrica y su equipo de funcionarios.

Figura 6: tendencia de generación eléctrica en Caleta Tortel 2017-2025



Fuente: elaboración propia en base a datos de DOM Municipalidad Tortel.

Por su parte, de acuerdo con un informe técnico del DOM¹⁴, en Caleta Tortel el Sistema Eléctrico está constituido por cuatro grupos generadores a base de combustible diésel, dos del año 2017 y de 120 kW cada uno, y otros dos equipos de 320 kw cada uno,

¹⁴ Informe técnico del DOM elaborado para postular al subsidio del GORE Aysén destinado a la operación y/o reparación de sistemas aislados de autogeneración de energía eléctrica 2025.



además de una minicentral hidroeléctrica, de 100 kW, lo que en su conjunto totaliza una potencia instalada de generación de 980 kW. En cuanto a la red de distribución eléctrica, esta posee una línea de media tensión trifásica de 23 Kv y 6,2 km de extensión, además de una red en baja tensión trifásica de 7,6 km de extensión.

En cuanto a generación de electricidad de este sistema, según los registros mensuales llevados por el DOM desde 2017 hasta el presente, se aprecia un 77% de aumento en la generación de electricidad para todo ese periodo¹⁵ (ver Figura 6). De acuerdo con esta fuente, dicho crecimiento se atribuye principalmente a las conexiones que se han añadido a la red en los últimos años, como a los requerimientos del sistema de alcantarillado, el sistema de fibra óptica que sustenta la señal de internet, así como al aumento de viviendas en el poblado de Caleta Tortel, junto a la incorporación de artefactos eléctricos de uso doméstico (calefactores, hervidores, freidoras de aire, hornos, entre otros), que tendrían mayor presencia en el poblado desde que el sistema se orientó a mantener la disponibilidad de este suministro a tiempo completo, en noviembre de 2018.

En paralelo, el consumo de combustible para estos fines también ha presentado un incremento significativo en los últimos años, con un crecimiento superior al 300% en el periodo 2021-2023 (ver Tabla 6). Este aumento refleja uno de los puntos de inflexión en el desarrollo del sistema eléctrico de Caleta Tortel, como fue la conexión del sistema de alcantarillado a la red eléctrica en 2023, año donde casi se dobla el volumen de combustible necesario para alimentar la generación respecto del año 2022. En este contexto, cabe agregar también que el aumento en el consumo de combustible se debe a la mayor presencia y uso simultáneo de generadores, esto como estrategia para reducir el desgaste individual y prolongar la vida útil de los equipos.

Tabla 6: variación interanual de consumo de combustible para generación eléctrica 2021-2024

Año	Lts consumidos	Variación interanual
2021	66.681	
2022	122.751	84%
2023	234.184	91%
2024	273.963	17%
Fuente: Variación 2021-2024		311%

elaboración propia en base a datos de DOM Municipalidad Tortel.

Otra información relevante de este sistema de generación eléctrica es su capacidad de almacenamiento de combustible, considerando que se trata de una matriz energética

¹⁵ Para este cálculo se consideraron únicamente los registros de años completos.



aislada del sistema nacional. De acuerdo con el informe del DOM, la capacidad total de almacenamiento de combustible es de 15.000 lts, a los que se suman los 1.500 lts del estanque de cada generador, traducido en una autonomía de generación de aproximadamente 10 días sin necesidad de abastecimiento externo. En ese contexto, el sistema de generación depende en gran medida de los flujos de abastecimiento de combustibles, pues si bien se cuenta con una mini central hidroeléctrica que permite cierta autonomía, lo cierto es que la mayor proporción de la capacidad generada es a través del uso de combustibles fósiles. Considerar esta condicionante es fundamental dado que la ruta hacia otros puntos de distribución de combustible de la región registra numerosos eventos de corte por deslizamiento de laderas (véase apartado de Perfil de amenazas climáticas), pudiendo derivar en un escenario de desabastecimiento ante cortes prolongados.

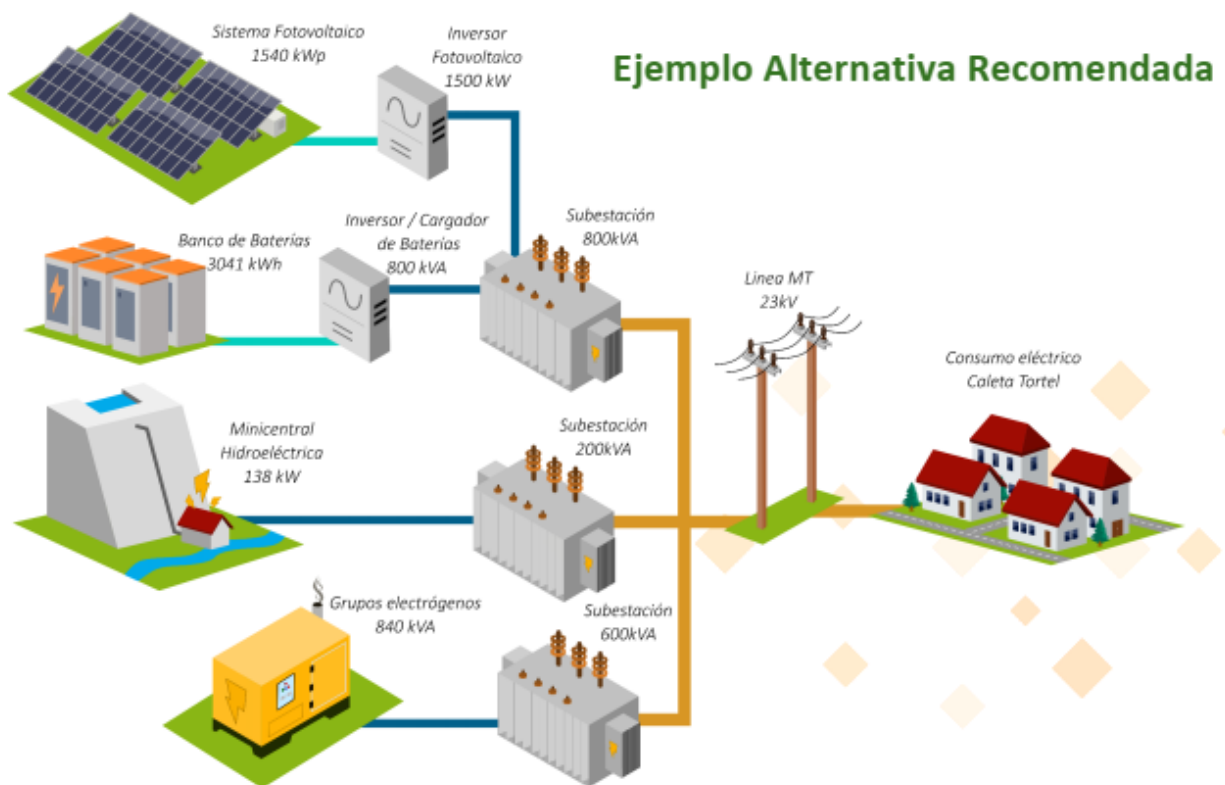
En relación con la diversificación de la matriz energética local, el documento “*Análisis estudio potencial fotovoltaico y eólico en cinco sistemas aislados de la Región de Aysén*”, elaborado por el CIEP, otorga información sobre la situación actual y posibilidades futuras de Tortel en esta dirección. En primer lugar, el insumo comienza describiendo el sistema de generación eléctrica de Tortel como un sistema confiable, refiriendo positivamente al sincronismo entre generadores a diésel y la hidrogenación. No obstante, en cuanto a la hidrogenación el documento aporta dos observaciones relevantes: por un lado, se identifica la subutilización del sistema de hidrogenación, cuyo potencial alcanza los 110 kW pero opera generalmente a 60 kW o menos, esto como estrategia para asegurar que los generadores a diésel no operen con una carga demasiado baja ya que eso aumenta la probabilidad de ocasionar desperfectos en su funcionamiento; y por otro lado, la hidrogenación se ve condicionada por la estacionalidad climática, ya que en verano puede reducir su potencial debido a la disminución de precipitaciones, y en invierno puede presentar problemas por los eventos de congelamiento que afectan a la laguna de donde se obtiene la generación.

Enseguida, el informe menciona las proyecciones y cambios en la demanda eléctrica identificadas, donde destaca la desconexión de la planta de tratamiento de aguas del sistema de alcantarillado, que opera con una potencia aproximada de 12 kW, y que será abastecida por un sistema fotovoltaico autónomo; la agregación de 20 kW de demanda correspondientes a la planta de fibra óptica; así como la posibilidad de añadir la operación de un funicular con potencia de demanda estimada en 25 kW.

De acuerdo con estos antecedentes, queda de manifiesto la necesidad de diversificar la matriz de generación de electricidad en Tortel, con un foco en la sustentabilidad y descarbonización. Sin embargo, según este documento, no hay un único sistema que se ajuste completamente a estos márgenes, por lo que la estrategia de complementariedad

entre sistemas de generación es la ruta más conveniente para el desarrollo y sostenibilidad de esta infraestructura crítica. En ese sentido, los medios óptimos serían la generación a través de energía solar y energía hidroeléctrica¹⁶, acompañado por una porción impulsada por generación a diésel. Por lo mismo, la recomendación que otorga este documento (ver Figura 7) es instalar un sistema que integre distintas fuentes de generación, entre eso un sistema fotovoltaico, una minicentral hidroeléctrica mejorada, y generadores a diésel.

Figura 7: esquema de recomendación para sistema de generación eléctrica de Tortel



Fuente: CIEP (2024).

3.1.8 Transporte y vialidad

En revisión de las modalidades de acceso hacia la comuna de Tortel se identificaron accesos por vía terrestre y vía marítima, así como un conjunto de Puntos de Intercambio

¹⁶ Se estudia también la energía eólica, sin embargo, los costos de inversión y de operación, así como la mayor incertidumbre del recurso y un mayor impacto visual, lo vuelven una opción menos conveniente.



Modal (PIM), correspondiente a sitios donde los usuarios de un tipo de transporte pueden continuar su viaje a bordo de un vehículo de otra modalidad. Respecto de la vía aérea, a escala comunal se constató la existencia de tres aeródromos, pertenecientes a la Red de Pequeños Aeródromos Fiscales, ubicados en los sectores Caleta Tortel, río Bravo y río Pascua.

Respecto de la vía terrestre, de acuerdo con el visor Territorial del MOP (2025), la longitud de caminos públicos registrados en el territorio comunal de Tortel es de 111,8 km. Estos caminos permiten conexión con las otras dos comunas de la Provincia de Capitán Prat, esto es, por medio de la ruta x-84, que luego se une con la ruta 7, alcanzando la comuna de Cochrane; también puede conectar con la comuna de O'Higgins por medio de la ruta X-84 que conecta con la ruta 7 hasta Puerto Yungay, donde por medio de transbordador se continúa hasta la ruta X-91. La siguiente tabla indica características relevantes de distancia entre Caleta Tortel y otros centros poblados de la región de Aysén:

Tabla 7: rutas y distancia de Caleta Tortel con otros centros poblados región de Aysén

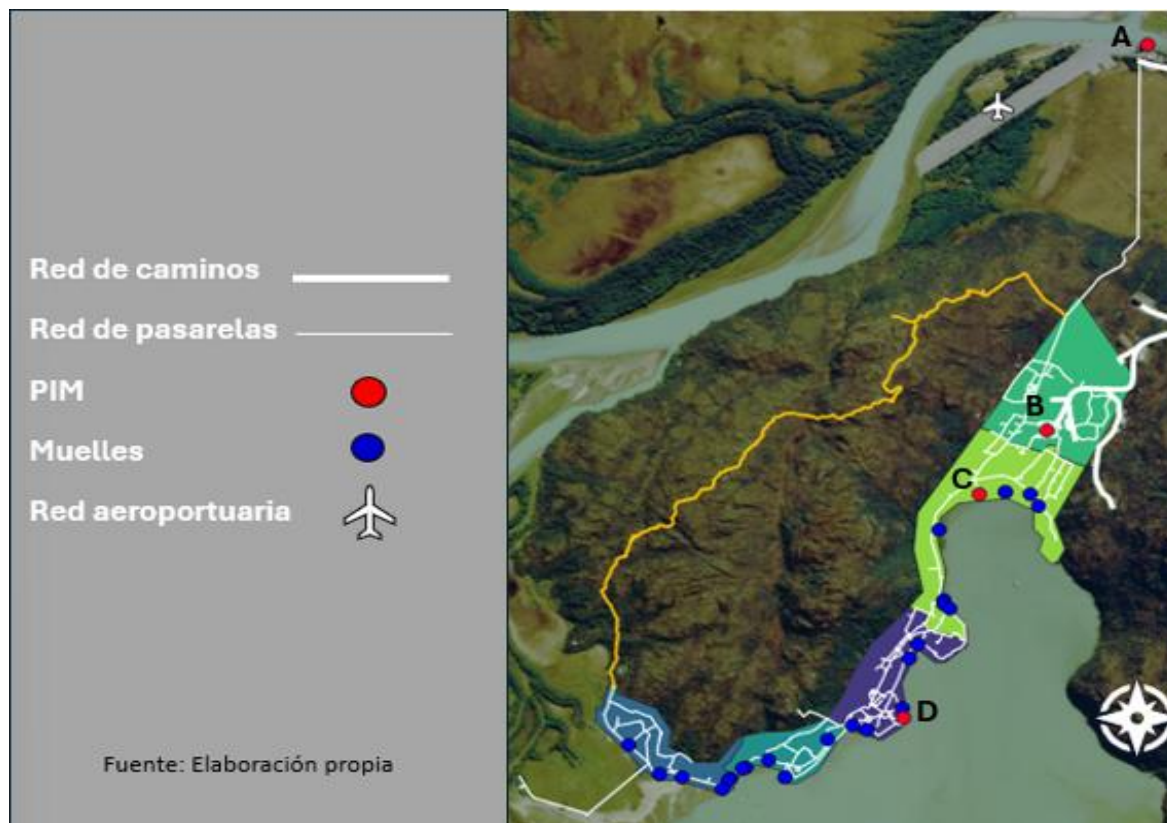
Origen	Destino	Rutas	Tipo superficie	Distancia aproximada (km)
Caleta Tortel	Villa O'Higgins	Ruta X-84, ruta 7, ferry Pto. Yungay, ruta X-91	Ripio	156
Caleta Tortel	Cochrane	Ruta X-84, ruta 7	Ripio	123
Caleta Tortel	Coyhaique	Ruta X-84, ruta 7	Ripio y pavimento	450

Fuente: elaboración propia en base a datos de MOP (2025).

Respecto de la conexión dentro de Tortel, según el Plan de Movilidad Integral de Tortel (I. Municipalidad de Tortel, 2024), en Caleta Tortel las modalidades de transporte que más se relacionan son terrestre y marítimo, principalmente por medio de los Puntos de Intercambio Modal, que son espacios que permiten alternar un medio de transporte, el traspaso de carga, la movilización desde/hacia servicios educativos y de salud, entre otras funciones. La siguiente figura indica los Puntos de Intercambio Modal relevados por el estudio:

- A: PIM Muelle Sector Aeródromo
- B: PIM Sector Rotonda
- C: PIM Muelle escalera principal, sector rincón bajo (Pasarela Longitudinal 10, intersección Costanera)
- D: PIM Muelle Capitanía Puerto Baker

Figura 8: puntos relevantes de movilidad en Caleta Tortel



Fuente: Informe Análisis Planta Turística de Tortel, Unidad de Turismo y Fomento Productivo (2025),
Municipalidad de Tortel.

Cabe recalcar que en la rotonda de Caleta Tortel está ubicado un espacio que opera como estacionamiento de vehículos livianos o de mayor tonelaje, ya sea de carga o de pasajeros, generando una alta presencia de servicios en ese sector del poblado, posiblemente debido al interés de los locatarios del comercio local que desean captar más rápidamente la atención de los visitantes.

Respecto de cifras concretas de vehículos por vía terrestre, solo se manejan datos del Censo de Volumen de Tránsito 2022, del Ministerio de Obras Públicas¹⁷. Según la metodología de este levantamiento, para el conteo se utilizó como punto de referencia la intersección de la Ruta 7 y la Ruta X-84, registrando valores de vehículos Desde/Hacia Tortel, Cochrane y Villa O'Higgins contenidos en la siguiente tabla:

Tabla 8: conteo de viajes desde/hacia centros poblados Provincia Capitán Prat

¹⁷ Se hace referencia al Visor territorial Plan Nacional de Censos, disponible en: www.mapas.mop.cl



Sentido de viaje	Localidad	Tránsito medio diario anual
Desde/ hacia	Cochrane	379
Desde/ hacia	Villa O'Higgins	126
Desde/ hacia	Caleta Tortel	342

Fuente: elaboración propia en base a datos de MOP (2022)

Una lectura que se desprende de estos datos es la alta afluencia de vehículos desde/hacia Caleta Tortel si se compara con Cochrane, que posee mayor población y presencia de servicios, además de su mayor jerarquía como capital político-administrativa de la provincia. Este flujo comparativamente alto en relación con Caleta Tortel posiblemente pueda estar relacionado con la vocación turística que ha desarrollado el poblado en las últimas décadas.

Esta inferencia puede reforzarse al desagregar las cifras de las temporadas donde se efectuaron las mediciones (verano, invierno, primavera), mostrando valores que, si bien son menores en relación con otros puntos medidos a nivel regional, sí evidencian una notable diferencia entre los meses estivales y no estivales, que es casi nueve veces superior comparado a primavera, y hasta 17 veces más flujo vehicular que en invierno.

Tabla 9: conteo por tipo de vehículos desde/hacia Caleta Tortel

Muestra	Autos	Camionetas	Camión 2 ejes	Camión + 2 ejes	Transporte público
Verano	308	388	82	47	73
Invierno	18	35	9	0	0
Primavera	35	20	3	3	5

Fuente: elaboración propia en base a datos de MOP (2022).

En cuanto a la operatividad del transporte público por vía terrestre, según el informe del Plan de Movilidad Integral de Tortel (I. Municipalidad de Tortel 2024), se identifican dos líneas de buses de pasajeros que realizan la ruta intercomunal Caleta Tortel-Cochrane, con una frecuencia de tres viajes a la semana en cada sentido; también existiría una ruta dentro de la comuna, entre Caleta Tortel-Lago Quetru, con una periodicidad de una vez al mes; y no habría una conexión directa con la capital regional (Coyhaique) por este medio. Esto refleja una evidente falta de conectividad por vía terrestre, pues durante varios días de la semana no es posible realizar viajes de ida y vuelta inmediata, teniendo que costear hospedaje en otras localidades hasta el horario del bus, o bien hospedarse con conocidos y/o familiares.

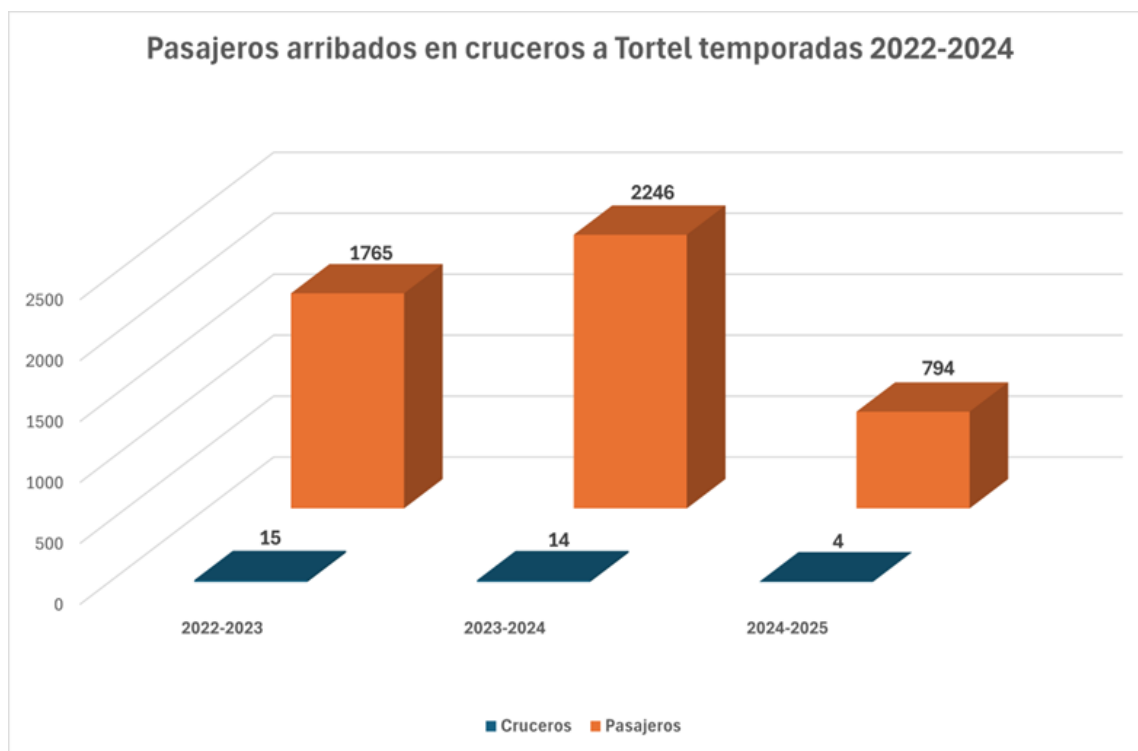
Respecto del arribo y transporte de pasajeros por vía marítima, se identificaron tres tipos principales de vehículos. En primer lugar, embarcaciones de baja dimensión, como botes y lanchas pequeñas de propiedad privada, con esloras estimadas entre 4 y 10 metros, utilizadas principalmente para el transporte local de personas y carga en trayectos cortos



dentro de la caleta y sectores cercanos. En segundo lugar, dos naves mayores (ferry) que operan como transporte público, con esloras aproximadas de 20 a 50 metros, que permiten la conexión marítima entre localidades al interior de la comuna y en conexión interregional con Magallanes, facilitando el traslado de cargas, pasajeros y vehículos. Finalmente, cruceros de turismo internacional, grandes embarcaciones de entre 150 y 300 metros de eslora que realizan escalas estacionales en Caleta Tortel como parte de sus rutas por los canales australes.

Sobre cifras concretas de pasajeros vía ferry, de acuerdo con un Informe de la planta turística de Tortel, realizado por la Unidad de Turismo de Municipio en 2024, no existe un registro público de acceso directo, sino que son antecedentes que deben consultarse vía Ley de Transparencia; en cuanto a cruceros, el mismo informe señala que el promedio de pasajeros por embarcación fue de 117 pasajeros en la temporada 2022-2023, menor a los 160 pasajeros promedio de la temporada siguiente, y todavía por detrás de los arribos en la temporada 2024-2025, donde se registra un promedio de 199 visitantes por cada crucero, como ilustra la siguiente figura:

Figura 9: número de pasajeros y cruceros arribados a Caleta Tortel 2022-2024



Fuente: Informe Análisis Planta Turística de Tortel (2025), Unidad de Turismo y Fomento Productivo, Municipalidad de Tortel.



Cabe precisar que para la temporada 2024-2025 se exponen datos parciales puesto que, se habría constatado el arribo de otros tres (3) cruceros en esa temporada, desconociéndose la cifra exacta de pasajeros en cada uno. No obstante, en términos generales, se aprecia una tendencia al alza en el promedio de pasajeros por crucero, tanto al considerar las tres temporadas (incluyendo aquella con datos incompletos) como al comparar únicamente aquellas con registros plenamente comparables.

Estos valores sugieren un potencial incremento en los flujos de visitantes arribados por esta modalidad, siendo congruente con las cifras del turismo global, cuyos indicadores anuncian un incremento de los visitantes a nivel internacional, incluso superiores a los valores pre pandemia. Se considera relevante tener en cuenta estos antecedentes, ya que representan flujos de visitantes que suman a la presión ya ejercida por los visitantes que ingresan por vía terrestre o en el ferry, esto en virtud de la integridad de la infraestructura pública, como son la red de pasarelas, miradores, y plazas, y la capacidad de carga sobre servicios como luz y agua, servicios de alimentación, o venta de abarrotes.

Tabla 10: rutas de transporte fluvial con subsidio en Tortel

Tipo	ID	Servicio (origen-destino)	Servicios
Terrestres	CTA0332	Tortel – lago Quetru	1
	CTR0287	Villa O'Higgins – Tortel	1
Marítimos	CAM0121	(1) Tortel – Pto- Valenzuela – Pto. Quillota – Pto- Yungay – sector río Bravo (2) Tortel – Isla Vargas – Isla Francisco estero Ventisquero – sector Jorge Montt - sector río Pascua – fiordo Steell – río Bórquez (3) Tortel – Pto. María Elena – sector Steffen (4) Tortel – Pto. Brown (5) Tortel – Pto. Llay-Llay – Pto. Langrend (a solicitud) (6) Tortel – Los Valles – El Canelo – Río Baker – El Rebenque – Vagabundo (7) Vagabundo – El Volcán (a solicitud)	7
	CAM0076	Yungay – Caleta Tortel – Pto. Edén – Pto. Natales	1
	CAM0014	Río Baker Tramo 1	1
Fluviales			

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Subsidios al transporte público Región de Aysén 2025 disponible en:

[REGIÓN DE AYSÉN 2025](#)

Por su parte, en el transporte marítimo vienen a ser relevantes los fiordos y canales, como el fiordo Mitchell y los canales Messier y Baker, que son cuerpos de agua con una importancia estratégica dada la limitada conectividad terrestre de la región. En el caso de Tortel, operan como transporte público dos embarcaciones de gran envergadura, una que conecta Caleta Tortel con Puerto Natales (región de Magallanes), con una frecuencia de una vez a la semana; y otra embarcación que conecta Puerto Yungay con el Sector Quetru (al sureste de Caleta Tortel), con una frecuencia diaria. En la Tabla 10 se pueden observar los diversos subsidios de transporte que operan actualmente en la comuna.



3.1.9 Gestión ambiental local

Esta sección se refiere a tres elementos que contribuyen directa o indirectamente con la acción ambiental y climática local. Estas son: i) normativas con competencia ambiental a nivel comunal; ii) organismos e instituciones con competencia ambiental; y iii) IPT y/o programas que incluyen acciones planificadas y/o ejecutadas que están enfocadas en mejorar la condición ambiental de la comuna, o bien aumentar sus niveles de resiliencia comunitaria (objetivos principales de la LMCC).

i) Normativa con competencia ambiental

Respecto del ámbito normativo, es posible relevar el *Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM)*, que depende del Ministerio del Medio Ambiente, y cuyo objetivo es impulsar la integración transversal de un enfoque ambiental en los quehaceres de las distintas unidades municipales, empujando a que los municipios y organizaciones ciudadanas integren capacidades técnicas que faciliten su participación efectiva en la gestión ambiental de su territorio. También incentiva la instalación de capacidades profesionales y la declaración de normativas que regulen la materia ambiental. Según consta en registros de la Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, el ingreso a este sistema por parte del Municipio de Tortel se habría generado en septiembre de 2020, mediante el impulso de la Estrategia Ambiental Municipal (EAC) y la Ordenanza Ambiental Municipal. Actualmente la municipalidad cuenta con la certificación ambiental municipal del nivel III de Excelencia.

Relacionado con lo anterior, la *Ordenanza Ambiental Municipal* se origina a partir del Decreto N° 78 Exento del año 2020, que sentó las bases legales a nivel municipal para permitir la contratación de personal, destinación de presupuesto, y la planificación de acciones y programas cuyo fin fuera el adecuado resguardo y utilización de los recursos naturales existentes en la comuna de Tortel. A su vez, la *Estrategia Ambiental Comunal (EAC)* es un instrumento de planificación que busca mejorar la gestión ambiental a escala comunal, tanto a nivel institucional como territorial, mediante la aplicación de tres líneas estratégicas: i) uso sustentable de agua, ii) eficiencia energética, y iii) gestión integral de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD). Según el Archivo de la Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, se han generado avances en todas las líneas estratégicas, en particular respecto de adquisición de implementos para mejorar la gestión de RSD, en el fomento de acciones para reutilizar y reciclar, en gestiones para optimización de recursos hídricos, en el recambio de luminarias, entre otras.

En este grupo también se pueden mencionar la normativa asociada a la Reserva Nacional Katalalixar, área protegida por la legislación ambiental nacional con una superficie aproximada de 674.000 ha, y que actualmente se encuentra en proceso de



aprobación de su Plan de Manejo¹⁸, fruto de las labores realizadas en terreno en 2024. A esto también se puede sumar la administración del BNP Ventisquero Jorge Montt, que fue decretado en 2008¹⁹ con una superficie de 10.337 ha, y actualmente se encuentra bajo la administración de la Municipalidad de Tortel a través de una concesión de corto plazo, con el objetivo de desarrollar proyectos que potencien el turismo de intereses especiales y la conservación de ecosistemas.

La Comuna de Tortel también cuenta con un Plan de Acción para la Vinculación de la comunidad con sus Áreas Protegidas, vigente desde el año 2023. Este instrumento fue desarrollado mediante un proceso territorial participativo, liderado por la municipalidad en conjunto con Comunidades Portal y CONAF, y aprobado por unanimidad por el Consejo Municipal. El plan establece, para el periodo 2023-2026, líneas estratégicas en torno al involucramiento comunitario, la incidencia pública, la infraestructura y los servicios, así como el financiamiento, con el fin de fortalecer el vínculo entre los/las habitantes y el vasto patrimonio natural protegido de la comuna (I. Municipalidad de Tortel, 2023).

Finalmente, sin perjuicio de carecer de una incidencia directamente relacionada con lo climático, la *Ordenanza Municipal sobre tenencia responsable de animales domésticos* plantea derechos y deberes asociados a los impactos que esta población animal pueda generar en la salud pública y en la propiedad pública y privada, pudiendo también ser un precedente para avanzar en relación con los impactos que animales domésticos ocasionan en desmedro de la fauna local. Esta normativa surge el año 2020, sentando bases para establecer responsabilidades concretas en la dinámica de tenencia de animales.

ii) Organismos e instituciones con competencia ambiental

Respecto de los organismos con competencia ambiental, destacan la Unidad de Medio ambiente, Aseo y Ornato, Municipalidad de Tortel, siendo una de las principales entidades que incide en materia de medio ambiente a nivel comunal. Su constitución legal figura en el Decreto N° 78 Exento del año 2020, con el que se aprobó la Ordenanza Municipal Ambiental de la comuna, la que en su artículo 1° establece como su principal objeto el regular acciones para el desarrollo de funciones relacionadas con la protección del medio ambiente de la comuna de Tortel; y en el artículo 5°, expresa las funciones y atribuciones dadas a la Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, como materializar

¹⁸ Actualmente tanto este Plan de Manejo como el del ACMU Tortel se encuentran a la espera de la respuesta del MIDESO, debido a la evaluación de pertinencia para la aplicación de Consulta Indígena, en virtud de lo señalado por Reglamento que regula la Consulta Indígena en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 66/2013 del Ministerio de Desarrollo Social).

¹⁹ Decreto 481 Exento, del Ministerio de Bienes Nacionales.



acciones, programas y proyectos relacionados con medioambiente; promover la educación ambiental; instar la participación ciudadana en estas acciones; promover el avance de la Municipalidad dentro del SCAM; entre otras. Actualmente, la Unidad está integrada por dos funcionarios/as fijas, quienes cumplen tareas relativas a lo descrito anteriormente, así como al aseo y ornato de la comuna, como son la gestión de residuos sólidos domiciliarios (RSD), y el retiro y traslado de escombros.

Otra figura que surge al alero del SCAM es el *Comité Ambiental Tortel (CAT)*, siendo un órgano que aparece mencionado en el artículo 3° de la Ordenanza Municipal Ambiental, sin embargo, sólo apareciendo como una definición, indicando que participa en la construcción de las líneas de acción de la Estrategia Ambiental Municipal.

A nivel de la sociedad civil, se puede mencionar la figura del *Comité Ambiental Municipal (CAM)*, entidad que surge de la institucionalidad proveniente del SCAM. Este comité cumple las funciones de brindar apoyo para obtener certificación dentro del SCAM, apoyar técnicamente respecto del pronunciamiento de DIA y EIA intentados en el territorio comunal, así como elaborar iniciativas que fomenten la sustentabilidad de forma transversal dentro del municipio.

Otra institución relevante en este sentido es el Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal, entidad surgida al alero de la Universidad de Concepción, que ha contribuido desde comienzos del siglo XXI con datos a nivel local y regional referidos a calidad ambiental, con enfoque en los cuerpos de agua, como fiordos o estuarios.

Además de esta, a nivel comunal se cuenta con otras organizaciones de la sociedad civil que han tenido injerencia en acción ambiental, como son Kaleta Kayak, mediante la coordinación y despliegue de limpiezas de fiordos cercanos a Caleta Tortel; la ONG Aumen, que desde el año 2006 tiene la administración del BNP Laguna Caiquenes y Los Patos, extendiéndose hasta el año 2044; y Fundación La Tapera, organización dedicada a la conservación, investigación, divulgación científica, y relacionamiento comunitario en la difusión de su trabajo.

iii) Proyectos y/o acciones con competencia ambiental

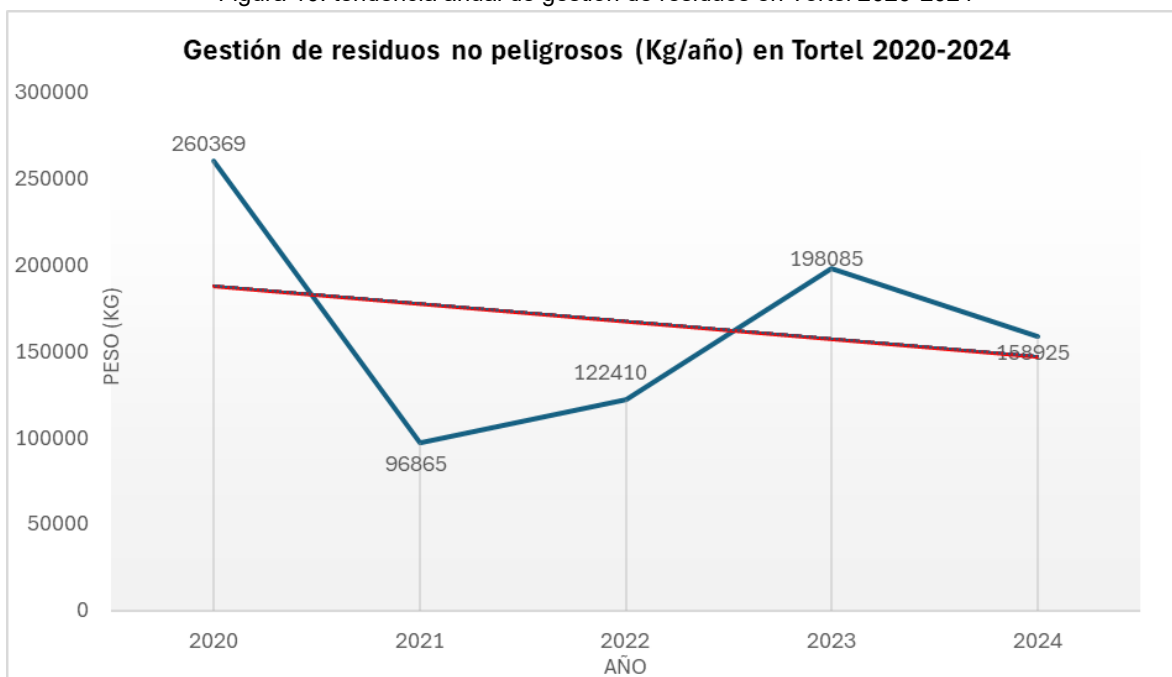
Por su parte, respecto de proyectos y/o acciones que refuercen la acción ambiental, el proyecto de luminarias fotovoltaicas que comenzó a ejecutarse el año 2023 con el fin de reemplazar las luminarias públicas tradicionales dependientes hasta ese momento del sistema de generación eléctrico local, permitió descomprimir la presión sobre este último, y consecuentemente reducir esa carga en el consumo de combustibles fósiles. De acuerdo con información de la DOM, luego de la ejecución de dos proyectos de recambio



de luminarias, se alcanzarían 104 unidades fotovoltaicas una vez terminada su implementación.

Otra labor relevante en este sentido tiene relación con la gestión de residuos sólidos domiciliarios (RSD). Según el PLADECO 2022-2030, en este periodo la comuna busca mejorar las labores realizadas hasta la fecha en cuanto a gestión de RSD, a través un mejoramiento en los volúmenes de residuos tratados, incluyendo los mecanismos de reciclaje. Estas labores se ven reflejadas en las declaraciones mensualmente hechas a través del SINADER²⁰ desde el año 2020.

Figura 10: tendencia anual de gestión de residuos en Tortel 2020-2024



Fuente: elaboración propia en base a datos de Unidad de Medio ambiente, Aseo y Ornato (2024).

En ese contexto, las cifras de estas declaraciones reflejan una tendencia a la baja experimentada en la comuna desde el año 2020 (ver Figura10). Sin embargo, en la desagregación por valores mensuales declarados entre 2021 y 2024 se identifica una leve tendencia al alza (ver Figura 10)²¹, apreciándose también una tendencia en el alza de residuos en las temporadas estivales (noviembre-marzo), coincidiendo con el aumento de visitantes propio de las localidades con vocación turística.

Un elemento igualmente importante en este tema es la relación estratégica con la vecina comuna de Cochrane para la gestión final de RSD. En el pasado, en las cercanías de

²⁰ Sistema Nacional de Declaración de Residuos, dependiente del Ministerio del Medio Ambiente.

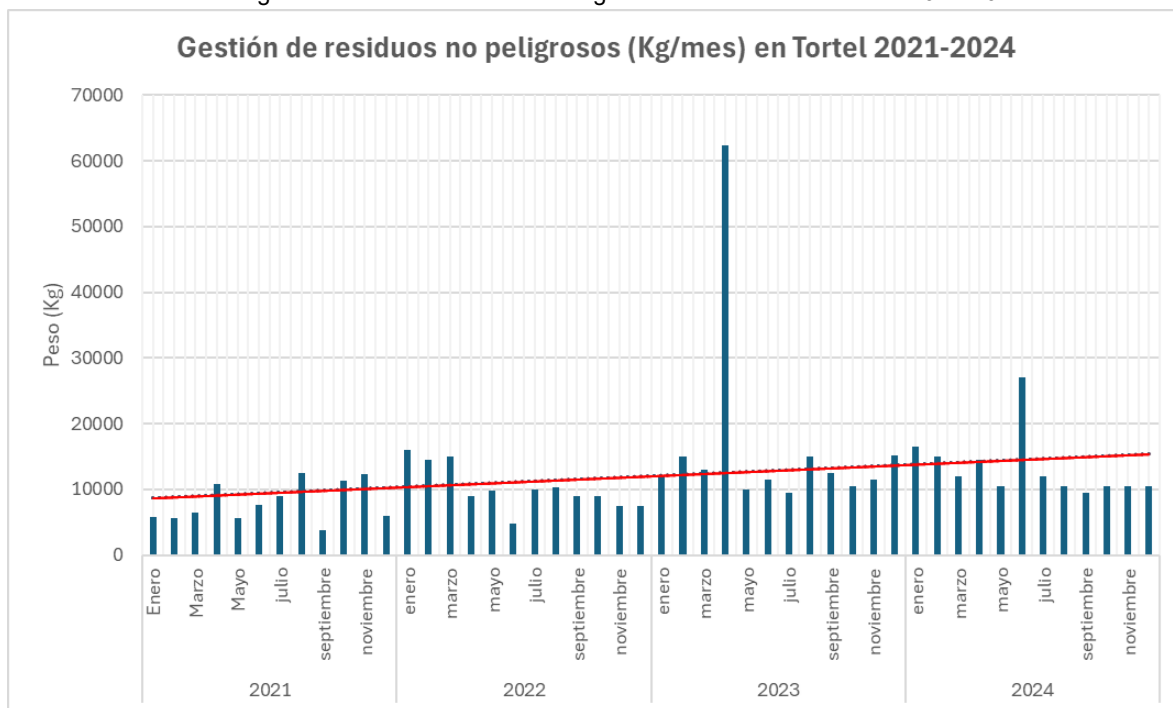
²¹ En este periodo existen dos meses (abril 2023 y junio de 2024) que rompen la tendencia de promedio mensual de ~14 toneladas, los que tienden a distorsionar al alza la línea de tendencia.



Caleta Tortel existió un vertedero a cielo abierto donde iban a parar los residuos generados localmente, sin embargo, a través de un proyecto de colaboración entre el Municipio de Tortel y el GORE Aysén, este logró ser cerrado el año 2020. Actualmente, el sistema de recolección de RSD está a cargo de la Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato de la Municipalidad, quienes se encargan de recolectar los RSD de cada vivienda, posteriormente se trasladan con embarcación hasta el sector aeródromo donde se cargan en la tolva y finalmente se disponen en el relleno sanitario de la comuna de Cochrane.

y actualmente es reemplazado por las funciones que presta el relleno sanitario ubicado en la comuna de Cochrane. De acuerdo con el DOM, dicho relleno sanitario estaría en miras a ser reemplazado por otro recinto de mejores características, estando actualmente en proceso de licitación para adjudicar el proyecto.

Figura 11: tendencia mensual de gestión de residuos en Tortel 2021-2024



Fuente: elaboración propia en base a datos de Unidad de Medio ambiente, Aseo y Ornato (2024).

A su vez, como se revisó previamente (véase apartado de Servicios básicos locales), la red pública de alcantarillado implementada en noviembre de 2022 en Caleta Tortel es otro aspecto que ha contribuido de forma importante en materia ambiental. Este proyecto fue incluido de forma prioritaria en el PLADECO 2022-2030, comenzando las obras en noviembre de 2022, y finalizando en agosto de 2023. Con todo, en julio de 2023 se decreta por la SEREMI de Salud de la Región de Aysén una declaración de zona de riesgo sanitario debido a un mal funcionamiento de este sistema provocado por evento de congelamiento de gran intensidad, lo que afectó a distintos establecimientos públicos,



como la escuela, la posta de salud rural, entre otros, levantándose dicha declaratoria hacia fines del mismo año, según consta en la Resolución Exenta N°1.843 de dicho organismo.

Otro proyecto de gestión ambiental local a destacar es el Centro de Interpretación Ambiental y Turístico (CIAyT), que fue inaugurado el 11 de enero de 2024, como fruto del proyecto “Pasareleando entre Ciencia y Cultura”. Este proyecto fue impulsado por el Centro de Investigación Oceanográfica COPAS Coastal con fondos del Programa Ciencia Pública del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y apoyo económico del municipio, proveniente del Fondo Regional de Iniciativa Local (FRIL) del Gobierno Regional de Aysén. El objetivo del CIAyT es compartir y difundir información científica y conocimientos relevantes sobre los ecosistemas patagónicos, para fortalecer una cultura de desarrollo sustentable en el territorio. Todo esto a través de una experiencia inmersiva y memorable para los/las habitantes y quienes visitan la comuna.

3.2 Medio biofísico

3.2.1 Hidrografía

De acuerdo con la Estrategia Regional de Biodiversidad 2015-2030 (SEREMI MMA Aysén, 2018), la región de Aysén contiene un 30% de la superficie de cuerpos lacustres, y representa el 29% del caudal de ríos a nivel nacional. De este entramado, la comuna de Tortel se caracteriza por una compleja red hidrográfica que incluye ríos, fiordos y canales, siendo elementos que han moldeado tanto su geografía como el modo de vida de sus habitantes debido a las posibilidades de exploración fluvial que permitió en los primeros intentos colonizadores de la zona.

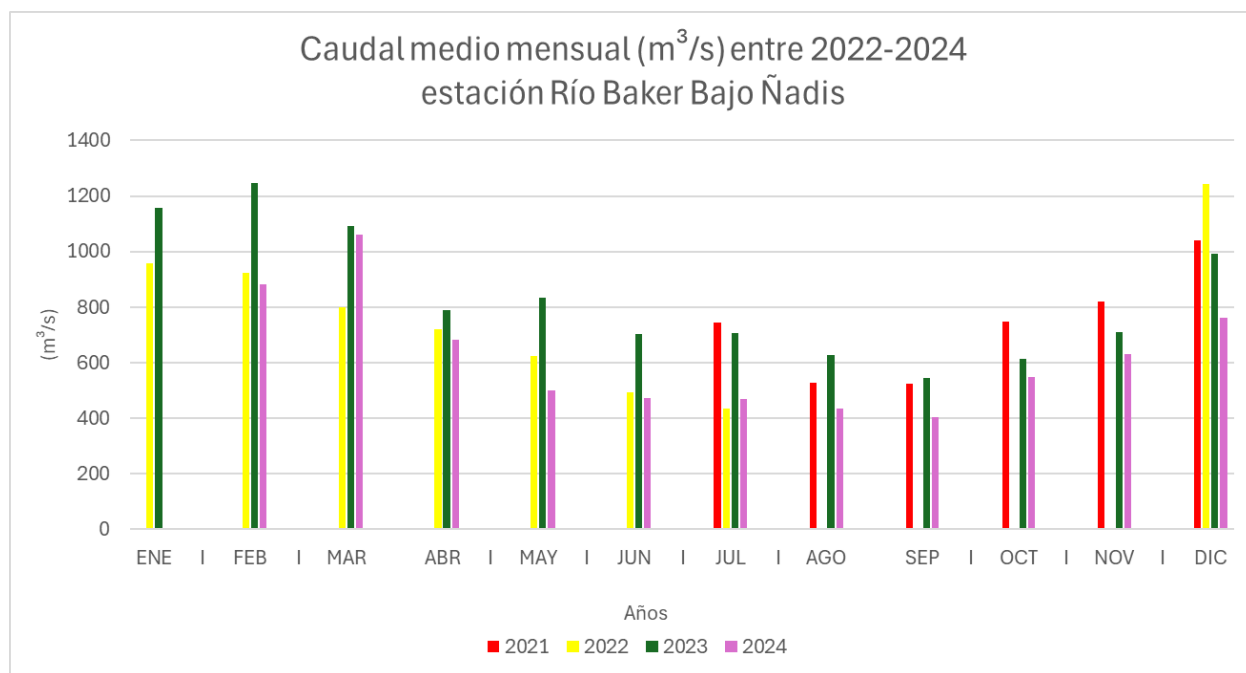
Por su parte, de las 3 cuencas que atraviesan la comuna, la cuenca del río Baker es una de las principales. Esta es una de las cuencas más relevadas de la zona al dar origen al río más caudaloso de Chile, con caudales medios mensuales cuyas mayores descargas se registran en febrero (con volúmenes que pueden superar los 1.200 m³/s), y con descargas mínimas registradas en septiembre, correspondiendo al patrón típico de los ríos de origen glacial (Krogh, 2012). Posee una superficie de 26.726 km², con una geomorfología compleja al estar situada sobre la cordillera de los Andes, componiendo su caudal a partir de un régimen mixto alimentado por glaciares y precipitaciones (CIEP 2022). La baja pendiente que presenta su cauce en la sección final es un factor que ha favorecido históricamente la navegación por sus aguas con fines de exploración y explotación maderera. Su desembocadura, ubicada en medio de los campos de hielo



patagónicos, colinda con el poblado de Caleta Tortel, donde forma un delta que se entrelaza con el canal Baker y otros cuerpos de agua circundantes. Además, este río no sólo es relevante por su caudal, sino también por su biodiversidad y el potencial para realizar actividades como pesca y turismo.

En términos histórico-culturales, el río Baker fue una importante red de conectividad fluvial permitiendo el traslado de leña, madera y animales a bordo de balsas de ciprés (*Pilgerodendron uviferum*). Dicha actividad continúa recreándose cada año en la fiesta costumbrista de la localidad, dejando relucir un fuerte componente cultural que persiste en la memoria colectiva de los habitantes locales.

Figura 12: caudal medio mensual río Baker 2022-2024



Fuente: elaboración propia en base a datos de DGA (2024).

Además del río Baker, la comuna cuenta con numerosos otros cursos de agua y cuerpos lacustres que contribuyen a su riqueza natural. De esa forma, por el sur de la comuna se encuentra el río Pascua (que da nombre al sector homónimo), cuya desembocadura está cercana al glaciar Jorge Montt, situado en una cuenca de 14.525 km², un cauce de 63 km de largo, y con un caudal medio estimado de 400 m³/s; también el río Bravo, con la cuenca de 1803 km², y un caudal medio de 30 m³/s (CIREN 2022). Asimismo, otro curso de importancia es el río Huemules, cuyo cauce forma parte del valle del mismo nombre, en el sector Steffen (zona norte de la comuna), siendo lugares que también han sido sitio de asentamiento para familias pioneras, así como para la ocurrencia de



amenazas climáticas, como los GLOF (Glacial Lake Outburst Flood por sus siglas en inglés que significa inundación repentina de lago glaciar).

Finalmente, los fiordos y canales, como el fiordo Mitchell y el canal Messier, son cuerpos de agua de tipo estuarino por estar situados en las desembocaduras de otros ríos, y que poseen una función relevante en la dinámica de vialidad de la comuna, lo que es desarrollado más adelante en el apartado de Transporte y Vialidad.

3.2.2 Geomorfología

De acuerdo con Castilla y otros (2021), la geomorfología de la región de Aysén sería resultado de la actividad tectónica de los últimos 1,5 millones de años, y de la influencia de múltiples periodos glaciares ocurridos a lo largo de millones de años, estimándose el último de estos eventos hace ~19 mil años (Glasser y otros 2010). De manera más descriptiva, el Atlas Región de Aysén (GORE Aysén, 2005) señala que la región se compone principalmente por cinco unidades geomorfológicas, rompiendo con el patrón común existente en regiones septentrionales de Chile (Cordillera de la Costa, Depresión intermedia y Cordillera de Los Andes). Como queda reflejado en el mapa geomorfológico de la región de Aysén (ver Anexo 1), en el caso de la región de Aysén, estas unidades están definidas, en sentido Oeste-Este, de la siguiente forma: i) Área archipelágica, ii) Depresión Intermedia, iii) Cordillera andina; iv) Cordones subandinos orientales; y v) Relieves planiformes orientales. De acuerdo con este Atlas regional, estas macrounidades pueden describirse del siguiente modo:

Área archipelágica: está definida como una prolongación de la Cordillera de la Costa, presentándose sumergida y fragmentada, formando una red de canales y fiordos, terminando en la península de Taitao. Tiene una estructura geológica compuesta de rocas metamórficas, con una red de drenaje de escasa longitud, lo que se traduce en una presencia reducida de cauces con depósitos de sedimentos, principalmente en la desembocadura de los ríos.

Depresión central: corresponde a la continuación de la depresión intermedia de la zona central de Chile, siendo las secciones presentes en la región la parte más profunda de esta estructura transversal, siendo visible en islas de baja altura, además del puente sedimentario del istmo de Ofqui.

Cordillera Andina: corresponde a la unidad mayor longitud, con una estructura geológica compuesta por roca metamórfica. Tiene una topografía accidentada, con desniveles de cientos de metros, donde se sitúan quebradas, cascadas, y valles intramontanos con potencial de depositación ante crecidas fluviales. Tiene una vasta superficie cubierta por hielos y glaciares. Su altura máxima se sitúa en los Campos de Hielo Norte, en el monte



San Valentín, con una altura de 4.058 msnm. Además, integra una cadena de grandes volcanes, cuya dinámica ha contribuido en el desarrollo de los suelos de la región.

Cordones subandinos orientales: situados hacia el oriente, aparecen alternativamente con valles de origen glacial. Se conectan con los márgenes occidentales de las pampas trasandinas patagónicas, con una estructura geológica formada por una mixtura de rocas volcánicas y estratos de rocas sedimentarias marinas y continentales, ocasionando un relieve de mesetas con suaves lomajes y amplios valles.

Relieves planiformes orientales: corresponde a planos depositacionales bordeados por lomajes suaves, intrusivos desde el territorio argentino. Algunos convergen con depresiones sin drenaje, generando lugares pantanosos.

Por su parte, según el PLADECO 2022-2030 de Tortel, la geomorfología de la comuna contaría con presencia de ventisqueros en su zona norte, fiordos y ríos de control tectónico en la zona centro (situada en la cordillera de los Andes), y canales más estrechos formados por la fragmentación de islas y senos en su vertiente occidental. De esa forma, si bien la comuna de Tortel se encuentra nominalmente en la macrounidad de Cordillera Andina (ver Anexo 1), también es posible identificar de forma evidente rasgos propios de las Áreas Archipelágicas, como la presencia de fiordos, canales e islas.

3.2.3 Ecosistemas y biodiversidad

La Estrategia Regional de Biodiversidad (SEREMI MMA Aysén, 2018) indica que en la región de Aysén se presentan 15 ecosistemas terrestres asociados con pisos vegetacionales, abarcando una superficie de 8.396.221 ha aproximadamente, manteniendo todos porcentajes superiores a 74% de su superficie original, siendo catalogados en buen estado según la entidad de gobierno. Con todo, el documento indica que 3 de estos ecosistemas) tienen una representatividad inferior al 10% dentro de las áreas cubiertas por el SNASPE²². Estos ecosistemas son:

Tabla 11: tipo y proporción de ecosistemas protegidos en región de Aysén

Ecosistemas terrestres con protección menor a 10%	% regional
Estepa mediterránea-templada de <i>Festuca pallescens</i> y <i>Mulinum spinosum</i>	4,6
Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus betuloides</i> y <i>Chusquea macrostachya</i>	6,4

²² Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, actualmente reemplazado por el Servicio de Biodiversidad y Áreas Silvestres Protegidas (SBAP), creado mediante Ley n°21.600.



Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus nitida</i> y <i>Podocarpus nubigena</i>	9,0
--	-----

Fuente: elaboración propia en base a datos de Estrategia Regional de Biodiversidad (SEREMI MMA Aysén 2018).

En cuanto a ecosistemas terrestres clasificados con algún grado de amenaza según criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a nivel regional existen 3 ecosistemas declarados vulnerables, las que constituyen el 25% del total de ecosistemas terrestres de la región de Aysén. Estos ecosistemas son:

Tabla 12: tipo y proporción de ecosistemas vulnerables en región de Aysén

Ecosistemas terrestres	Categoría	Superficie (ha)	% regional
Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus betuloides</i> y <i>Chusquea macrostachya</i>	Vulnerable	446.403,34	12,4
Bosque siempreverde templado andino de <i>Nothofagus betuloides</i> y <i>Laureliopsis philippiana</i>	Vulnerable	37.758,23	1,0
Estepa mediterránea-templada de <i>Festuca pallescens</i> y <i>Mulinum spinosum</i>	Vulnerable	439.350,26	11,7

Fuente: elaboración propia en base a datos de Estrategia Regional de Biodiversidad (SEREMI MMA Aysén 2018).

De este listado, los dos primeros ecosistemas se encuentran presentes en el PN Laguna San Rafael (CONAF 2018), el que tiene una gran proporción de su extensión territorial dentro del área comunal de Tortel.

La misma fuente indica, ahora en relación con ecosistemas marinos, que la región se encuentra en la ecorregión Chiloense y de Fiordos y canales del sur de Chile, la que se caracteriza por numerosas islas de disímil tamaño que dan forma a complejos archipiélagos, pudiendo formar un laberinto de canales, y con rango de mareas amplio en sus aguas interiores (diferencias de hasta 8 m. entre alta y baja marea), donde el caudal de agua dulce transportado por su red hidrográfica hacia las desembocaduras es significativo. Este volumen, que es alimentado por deshielo de glaciares y rangos de precipitación que va entre 4.000-7.000 mm/año, genera importantes anomalías en la salinidad, densidad, temperatura y sedimentos en las zonas costeras, tomando características de un gran sistema de estuario. Por ello es que en esta ecorregión se identifican 3 ecosistemas, a saber: a) ecosistemas expuestos con influencia oceánica; b) ecosistemas de mares interiores y de fiordos; y c) sistemas estuarinos y de surgencia.

En cuanto a cobertura forestal, según señala CONAF (s.f.), al año 2024 la superficie del territorio nacional cubierta por bosques representaba el 24,9%, con 18.834.948 hectáreas. De éstas, el bosque nativo alcanzó más del 82% (15.482.121 ha) de la biomasa forestal del país. En esa línea, el PARCC Aysén indica que la región posee la mayor cantidad de hectáreas de bosques, con el 41% del territorio regional



correspondiendo a esta categoría, y estando la mitad de esta superficie dentro de algún área protegida.

A escala comunal, la fuente más completa de información sobre cobertura de suelo es el Catastro Vegetacional de la Región de Aysén (CONAF, 2022). Este recurso corresponde a un conjunto de datos cartográficos elaborados a partir del procesamiento y análisis de imágenes satelitales, complementados con trabajo de terreno. La información se organiza desde categorías generales de uso de suelo hasta subtipos que ofrecen un mayor nivel de detalle, representando cada superficie en polígonos de 0,5 hectáreas o más. Según la metodología aplicada, la determinación de especies dominantes en cada polígono se establece mediante un orden decreciente de dominancia (del 1 al 6), considerando primero las especies con mayor cobertura de copa en el dosel dominante, luego las codominantes, y así sucesivamente hasta completar la jerarquía.

De esa forma, por medio de análisis a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), fue posible identificar que a escala comunal las tres especies arbóreas con mayor dominancia del orden 1 son Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), Tepú (*Tepualia stipularis*), y Coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*), con sumatorias de polígonos que indican superficies de 446.832,1 ha, 109.707,34 ha, y 74.114,02 ha, respectivamente.

Dentro del siguiente listado se enumeran las especies cuya sumatoria se consideró relevante dentro de la cobertura de suelo comunal, dentro de las que destaca la presencia de cinco de las diez especies del género *Nothofagus* existentes en sudamérica. Estas especies se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 13: superficie de especies arbóreas del orden 1 de dominancia

N°	Especies arbóreas	Superficie (ha)
1	Coigüe de Magallanes (<i>Nothofagus betuloides</i>)	446.832,57
2	Tepú (<i>Tepualia stipularis</i>)	109.707,34
3	Coigüe de Chiloé (<i>Nothofagus nitida</i>)	74.114,02
4	Coigüe común (<i>Nothofagus Dombeyi</i>)	22.529,13
5	Ñirre (<i>Nothofagus antarctica</i>)	9.000,23
6	Ciprés enano (<i>Lepidothamnus fonkii</i>)	4.710,64
7	Mañío (<i>Podocarpus nubigenus</i>)	4.104,08
8	Lenga (<i>Nothofagus pumilio</i>)	3.692,55
9	Tineo (<i>Weinmannia trichosperma</i>)	2.191,27
10	Canelo (<i>Drimys winteri</i>)	1.760,80
11	Ciprés de las Guaitecas (<i>Pilgerodendron uviferum</i>)	177,98
12	Luma (<i>Amomyrtus luma</i>)	7,15

Fuente: elaboración propia en base a datos del Catastro Vegetacional de Aysén (CONAF 2022).

De estas especies, una de las más relevantes es el Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), que por sus características de alta resistencia a la



putrefacción se ha utilizado para la elaboración de postes y construcciones, desde los primeros asentamientos en la zona, cuyos primeros objetivos justamente fueron la explotación de recursos madereros. En la actualidad, la superficie estimada a nivel comunal de esta especie se calcula en 177.9 ha, muy por debajo de otras especies arbóreas de similares características. Por esta razón, en la década de 1970 se prohíbe su comercialización en el plano internacional²³, y más adelante la Ley 20.283 de recuperación de bosque nativo y fomento forestal restringiría su corta y comercialización en el territorio nacional solo previa autorización de CONAF, y siempre contando con un Plan de Manejo Forestal.

Por su parte, otro grupo relevante en cuanto a flora a nivel comunal son las especies arbustivas, entre las que destaca la Murtilla de Magallanes (*Empetrum rubrum*), y dos especies del género *Gaultheria*, como son la Chaura y Chaura enana, con 8.788,04 ha, 5.862,99 ha, y 5.109,81 ha, respectivamente. Estas quedan detalladas en la siguiente tabla:

Tabla 14: superficie de uso de suelo por especies arbustivas

N°	Especies arbustivas	Superficie (ha)
1	Murtilla de Magallanes (<i>Empetrum rubrum</i>)	8.788,04
2	Chaura (<i>Gaultheria mucronata</i>)	5.862,99
3	Chaura enana (<i>Gaultheria pumila</i>)	5.109,81
4	Calafate (<i>Berberis microphylla</i>)	4.675,46
5	Notro/Ciruelillo (<i>Embothrium coccineum</i>)	755,49
6	Chilco (<i>Fuchsia magellanica</i>)	572,60
7	Chachacomo/rodamontes (<i>Escallonia serrata</i>)	325,95
6	Sauco del diablo (<i>Raukaua laetevirens</i>)	28,34

Fuente: elaboración propia en base a datos del Catastro Vegetacional de Aysén (CONAF 2022).

Otro grupo de alta relevancia a nivel ecosistémico son las especies herbáceas y briófitas (musgos), que a escala comunal resaltan pues poseen superficies de gran extensión, como la Donatia (*Donatia fascicularis*) y Yareta (*Bolax caespitosa*), cuya extensión asemeja la superficie abarcada por las especies arbóreas. Además, en este grupo también cabe mencionar a las dos especies de plantas carnívoras reconocidas en Chile, como son *Drosera uniflora* y *Pinguicula antarctica*, y que habitan en el territorio comunal (Rodríguez & otros 2018; Rodríguez & otros 2024).

Tabla 15: superficie de uso de suelo por especies herbáceas y briófitas

N°	Especies herbáceas y briófitas	Superficie (ha)
1	Donacia (<i>Donatia fascicularis</i>)	555.431,41
2	Yareta (<i>Bolax caespitosa</i>)	155.305,09
3	Junco (<i>Juncus sp.</i>)	13.588,06
4	<i>Schoenus sp.</i>	11.139,61
5	Musgo (<i>Sphagnum magellanicum</i>)	3.746,20

²³ De acuerdo a CITES (1975), *Pilgerodendron uviferum* figura en el Apéndice I, lo que prohíbe su transacción con fines comerciales.



6	Helecho pluma de mar (<i>Blechnum penna-marina</i>)	2.694,58
---	---	----------

Fuente: elaboración propia en base a datos del Catastro Vegetacional de Aysén (CONAF 2022).

Es importante mencionar que algunas de estas especies corresponden o se asocian directamente con la superficie tipo turbera (ej: *Donatia fascicularis*, *Sphagnum magellanicum*), siendo un importante reservorio de la biodiversidad endémica y de agua de la región patagónica (Ramírez & otros, 2021), además de sumideros para la acumulación de carbono (Díaz & otros, 2008). En el caso de Tortel, si bien su PLADECO 2022-2030 menciona que una de las principales características de la comuna en relación con su vegetación son las turberas, solo menciona que abarcan una proporción significativa de su territorio, pero no indica datos de superficie. La fuente que sí señala esta información es el Inventario Nacional de Humedales (CONAF 2022), que viene a corroborar el relato del instrumento de planificación puesto que Tortel alberga el 83,4% (36.686,1 ha) de esta superficie a nivel regional, seguida a gran distancia por las comunas de O'Higgins, que posee el 10,9% de esta superficie (4.788,6 ha), y de Cochrane, con 3,4% (1.501,7 ha), cuestión que refleja la considerable proporción de esta cobertura existente en la comuna. Cabe agregar que la superficie regional del tipo humedal es de 590.448,77 ha, siendo la segunda región con mayor proporción de esta superficie a nivel nacional, luego de la región de Magallanes (CORECC Aysén, 2025).

En cuanto a fauna, la Estrategia Regional de Biodiversidad indica que existen 94 especies declaradas con algún grado de amenaza a escala de región, de las que 42 tienen un grado de amenaza alto (categorías Peligro Crítico, En peligro, o Vulnerable), siendo las especies de mayor tamaño y mayor distribución las más amenazadas, principalmente vinculadas a zonas marinas (ej: *Balaenoptera borealis*, *Balaenoptera physalus*). A escala comunal, lo que indica el PLADECO 2022-2030 es que la presencia de fauna se agrupa principalmente en relación con aves y mamíferos, como huemul, lobos marinos, cóndores, y otros individuos de menor tamaño, los que documenta en relación con áreas protegidas de la región y de la comuna, ya sea aquellas pertenecientes al SBAP (antiguo SNASPE) o aquellas de propiedad (o gestión) privada, sin perjuicio de que estas especies pertenecen a la región patagónica en su conjunto. A continuación, se muestra un cuadro de asociación de estas especies con las respectivas áreas de conservación de la comuna.

Tabla 16: especies de fauna por ASP, según Planes de Manejo

Unidad Protegida	Tipo	especie
P.N. Bernardo O'Higgins	Mamíferos	Huemul, huillín, lobo marino común, lobo marino fino de dos pelos, delfines, pudú, ballena jorobada, zorro Culpeo, zorro Chilla.
	Aves	Cachudito, Pato jergón Chico, Rayadito, Jilguero, Jote de Cabeza Colorada, Chirlo Chileno, Caranca, Churrete Acanelado, Churrete, Tordo, Cachaña, Halcón Peregrino, Becasina, Aguilucho, Chuncho, Gaviota



		Dominicana, Colegial, Petrel Gigante Antártico, Dormilona Tontita, Huairavo, Pidén, Cormorán Imperial, Yeco, Cormorán de Las Rocas, Cometocino Patagónico, Blanquillo, Carancho, Hued Hued del Sur, Comesebo Grande, Ñandú, Pimpollo, Chucao, Churrín del Sur, Picaflor Chico, Pingüino de Magallanes, Gaviotín Sudamericano, Concón, Colilarga, Golondrina Chilena, Quetru No Volador, Chercán, Zorzal, Cóndor, Diucón, Chincol, Garza Cuca, Cisne de cuello negro, Becacina común, Carpintero grande.
P.N. Laguna San Rafael	Mamíferos	Huemul, güiña, ratón oliváceo, ratón de pelo largo, ratón run-run, ratón colilargo, ratón de pies chicos, ratón topo valdiviano, ratón orejudo de Darwin, ratón arborícola, coipo, zorro culpeo, puma, chingue patagónico, hurón menor, huillín, chungungo, visón americano, pudú, murciélago orejudo grande, murciélago rojo, murciélago de Chile, tonina.
	Aves	Aguilucho, Bandurria, Blanquillo, Cachaña, Cachudito, Chucao, Chercán, Chingue Patagónico, Chuncho, Churrete, Churrete Acanelado, Colegia, Cóndor, Cometocino Patagónico, Cormorán Imperial, Diucón, Dormilona Chica, Dormilona Tontita, Fardela, Flamenco Chileno, Gaviota Dominicana, Gaviotín Sudamericano, Golondrina Barranquera, Golondrina Chilena, Halcón peregrino, Huala, Huairavo, Hued Hued del Sur, Jilguero, Jote de cabeza Colorada, Loica, Pato Cortacorrientes, Pato Jergón Chico, Pato Juarjual, Pato Real, Picaflor Chico, Pidén, Pingüino de Magallanes, Pimpollo, Pitio, Pitotoy Chico, Pitotoy Grande, Queltehue, Quetru No Volador, Rayadito, Tordo, Zorzal
	Anfibios	Sapo variegado, sapito de cuatro ojos, sapo de Calcar, sapito rugoso, rana de antifaz, rana antartándica, rana de Nibaldo, rana verde de bosque, sapito de Darwin.
Área de Conservación de Múltiples Usos	Mamíferos	Ballena franca del sur, Delfín chileno, Delfín austral, Lobo común, Lobo fino, Huillín, Chungungo.
	Aves	Albatros de ceja negra, Petrel gigante antártico, Fardela negra grande, Golondrina de mar, Yunco de los canales, Gaviotín sudamericano, Pingüino de Magallanes, Pingüino de penacho amarillo, Yeco, Cormorán imperial, Lile, Quetru no-volador, Gaviota dominicana, Gaviota cáhuil, Churrete, Golondrina chilena.



	Peces	Considera todas las especies del maritorio protegido.
--	-------	---

Fuente: elaboración propia en base a datos de CONAF (2018), CONAF (2024), y PLADECO Tortel 2022-2030.

Según estas fuentes revisadas, y haciendo el cruzamiento con aquellas especies bajo alguna categoría de amenaza señaladas por la Estrategia Regional de Biodiversidad, a escala comunal se identifican las siguientes especies con alguna situación de amenaza:

Tabla 17: especies de fauna en la región de Aysén por categoría de amenaza

Especie	Categoría de amenaza
Huemul (<i>Hippocamelus bisulcus</i>)	En (En Peligro)
Huillín (<i>Lonta provocax</i>)	EN (En Peligro)
Ranita de Darwin (<i>Rhinoderma darwinii</i>)	EN (En Peligro)
Pudú (<i>Pudu puda</i>)	EN (En Peligro)
Moscardón (<i>Bombus dahlbomii</i>)	EN (En Peligro)
Carpintero negro (<i>Campephilus magellanicus</i>)	VU (Vulnerable)
Caranca (<i>Chloephaga hybrida</i>)	VU (Vulnerable)

Fuente: elaboración propia en base a datos de Estrategia Regional de Biodiversidad (SEREMI MMA Aysén 2018).

Finalmente, como se desprende de la revisión de fuentes previas, muchas de estas especies están documentadas a partir de áreas protegidas del Estado. En ese sentido, la comuna aloja dos Parques Nacionales, una Reserva Nacional, dos Bienes Nacionales protegidos, y un Área Costera de Múltiples Usos, unidades que se describen en las siguientes figuras:

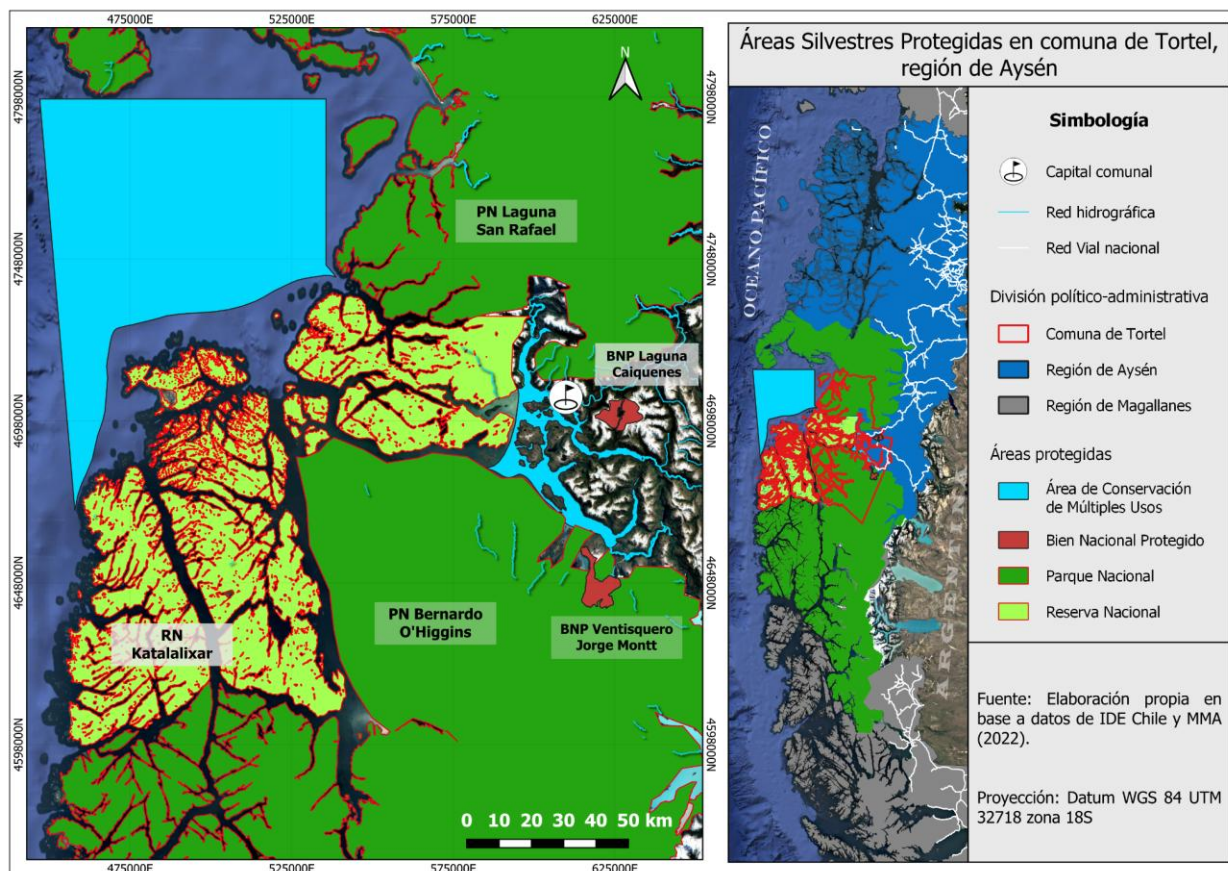
Tabla 18: superficie de ASP en comuna de Tortel

Unidad	Región	Comuna	Superficie (ha) en territorio comunal
PN Bernardo O'Higgins	Aysén-Magallanes	Tortel-Última Esperanza	614.588
PN Laguna San Rafael.	Aysén	Tortel-Aysén-Chile Chico-Cochrane	394.435
RN Katalalixar	Aysén	Tortel	674.500
Área de Conservación de Múltiples Usos	Aysén	Tortel	670.210
BNP Laguna Caiquenes y Los patos	Aysén	Tortel	10.340
BNP Ventisquero Jorge Montt	Aysén	Tortel	8.510

Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile, MMA (2024) y CMN (2024)



Figura 13: Áreas Silvestres Protegidas en comuna de Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile, MMA (2024), y CMN (2024).



4- Caracterización climática

Este capítulo aborda la Caracterización Climática de la comuna de Tortel. En él se presentan los registros históricos de clima y las proyecciones para la comuna, organizados en los apartados de registros históricos y proyecciones climáticas.

4.1 Caracterización climática a partir de fuentes secundarias

A nivel regional, de acuerdo con La Estrategia Regional de Biodiversidad de Aysén (ERB) (CITA), las precipitaciones estarían entre 4.000-7.000 mm anuales, identificando para la comuna de Tortel los climas templado lluvioso, templado lluvioso frío, y de tundra, con precipitaciones definidas en un rango de 4.000-5.000 mm anuales, según la clasificación climática de Köppen.

A este respecto, el PARCC Aysén (CORECC Aysén, 2025) define algunas clasificaciones climáticas de característica similares, como el clima templado húmedo costero, templado húmedo y zonas de tundra, las que tendrían una media de precipitaciones de 2.600 mm anuales, con temperaturas medias en torno a los 10,5°C y cinco meses libres de heladas, sobre todo en altitudes más bajas (cercanas a la línea de costa), además de carentes de vegetación por encima de los 1200 msnm, coincidiendo con presencia de glaciares y nieves eternas.

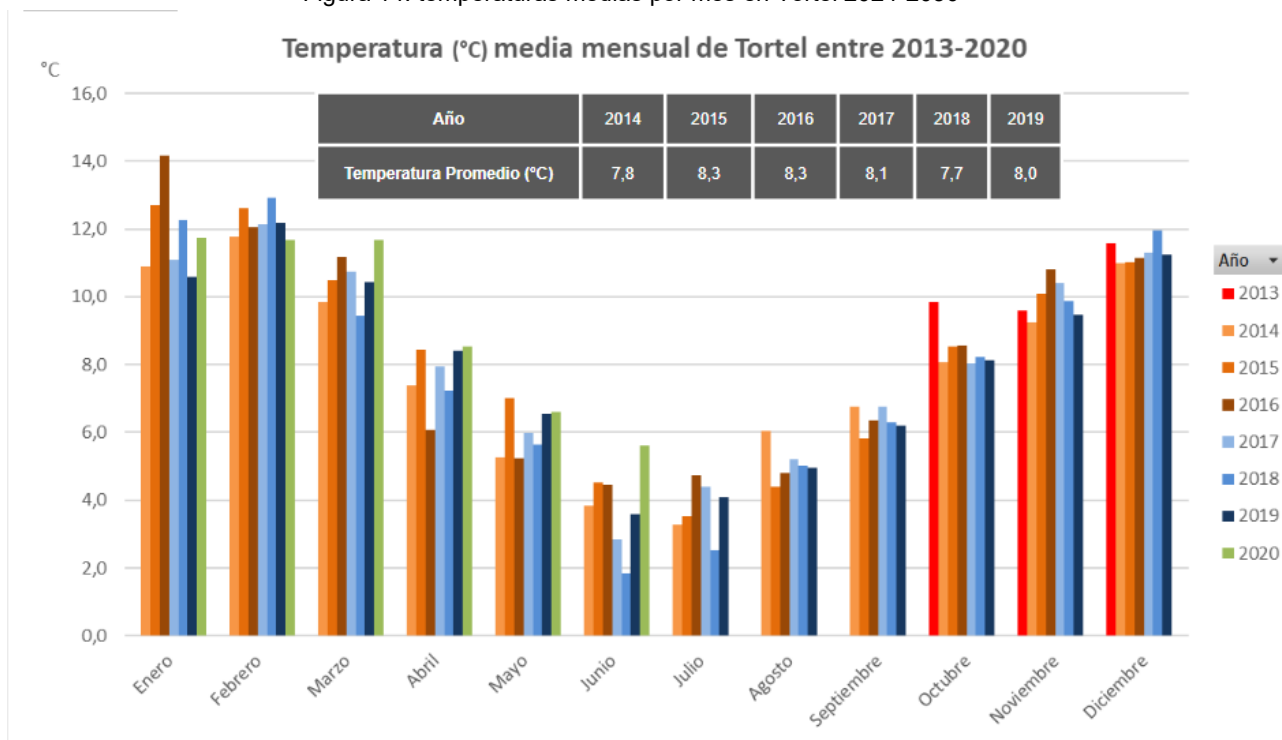
A escala local, uno de los principales instrumentos de planificación de Tortel, como es el PLADECO 2022-2030, señala que las temperaturas más altas de la comuna se concentran en los meses de noviembre a febrero, con una media de 9,8°C, y una temperatura máxima registrada en el mes de enero, que alcanzó los 14°C. Por su parte, las temperaturas más bajas se presentaron durante el periodo invernal, con una media de 2°C, siendo la mínima de -0,9°C. Este documento señala además que las precipitaciones medias anuales para el periodo 1980-2010 fueron de 2.579 mm, con el registro más bajo en 2.058 mm, y las más altas precipitaciones en 3.147 mm.

Por otro lado, la caracterización climática realizada dentro del Plan de Movilidad Integral de Tortel (I. Municipalidad de Tortel, 2024) determina un promedio anual de temperaturas máximas en torno a los 10,6°C, concentrándose estas en los meses de noviembre a marzo, con días de más calor que pueden superar los 20°C, principalmente en los meses de febrero y noviembre, y con concentraciones de días secos que no superan los 10 días seguidos. Respecto de temperaturas mínimas anuales, estas se encontrarían en torno a



los 5,6°C, presentándose entre los meses de junio y agosto, pudiendo bajar de los 0°C durante las noches.

Figura 14: temperaturas medias por mes en Tortel 2024-2030

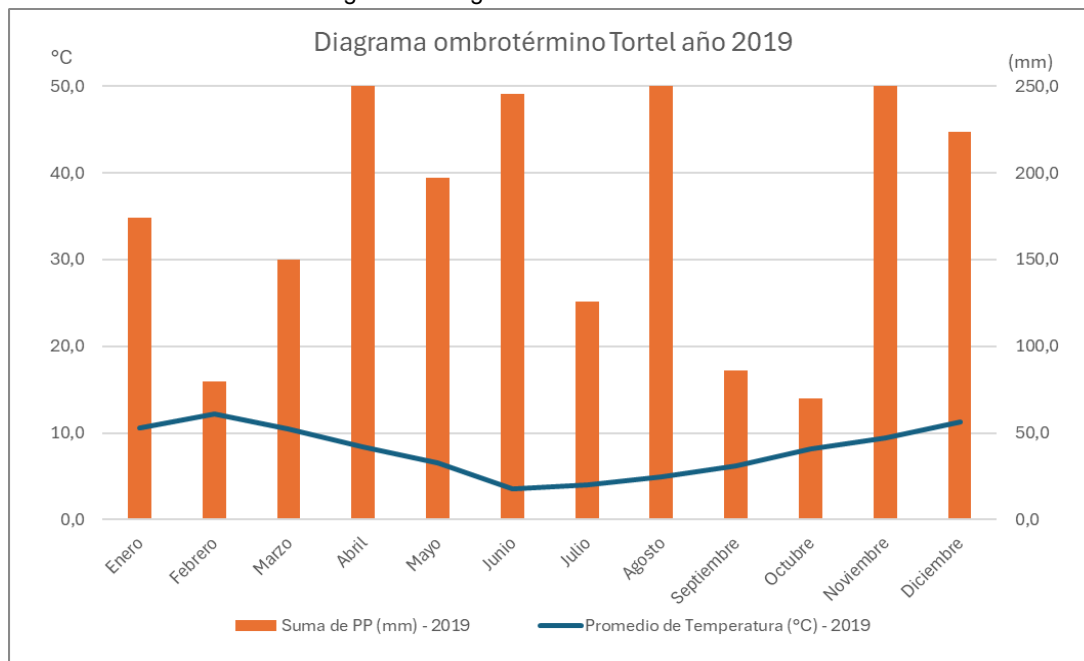


Fuente: elaboración propia en base a datos de Explorador climático - CR2.

En cuanto a la caracterización del régimen pluvial, el mismo informe señala que las precipitaciones mensuales estarían en un promedio mensual de 276 mm, con una mayor concentración de pluviosidad entre los meses de abril y julio, y una menor cantidad entre los meses de septiembre y febrero, alcanzando una precipitación anual promedio de 3.300 mm, otorgándole rasgos de comuna húmeda y lluviosa. Además, agrega que el rango más común de precipitaciones diarias sería de 20-50 mm, con el registro de precipitaciones diarias más elevado que iría entre 50-100 mm en los meses de abril, junio y noviembre. Respecto de precipitaciones sólidas, el documento indica que estas se presentan entre los meses de mayo y octubre, con mayor concentración entre la temporada de invierno.

La siguiente figura sintetiza el comportamiento de temperatura y precipitaciones medias para el año 2019, representando las tendencias señaladas previamente, esto es, con las temperaturas más altas concentradas en meses estivales, y mínimas en meses de junio-julio; y las precipitaciones sin una estacionalidad clara, sino repartidas a través del año de manera irregular.

Figura 15: diagrama ombrotérmico de Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de Explorador climático - CR2.

Otros factores importantes a los que alude este documento son la cantidad de días nublados (o proporción de nubes durante los días) y los vientos. Sobre la nubosidad, este informe indica que a través del año más del 50% de los días estarían completamente nublados, y los días completamente despejados (20% o menos de cobertura de nubes) no superaría los 5 días por cada mes, existiendo registro de más días despejados en meses de invierno que en temporada estival. Respecto de los vientos, los más predominantes se presentan en orden Oeste, Oeste-Noroeste y Oeste-Suroeste, donde las rachas más intensas provienen en dirección Oeste, con velocidades más comunes que van de 1 a 20 km/h, pero con ráfagas que en ocasiones pueden superar los 61 km/h. Con todo, en general los vientos más intensos se agrupan en torno a los 50-60 km/h, con mayor registro de estos en los meses de octubre, seguido de junio y marzo.

Contrastando estos datos con los registros meteorológicos del Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR2, por sus siglas en inglés), a partir de la estación meteorológica Caleta Tortel, estos indican que las temperaturas anuales medias para el periodo 2014-2019 (años con todos sus meses registrados) sería de 8°C, con años más calurosos registrados en 2015 y 2016, y con una distribución de temperatura mensual similar a lo señalado en los documentos anteriores, esto es, con mayores temperaturas registradas en los meses estivales, siendo febrero el mes más caluroso (12,2°C), y las menores cifras en invierno, siendo julio el mes más frío (3,6°C).

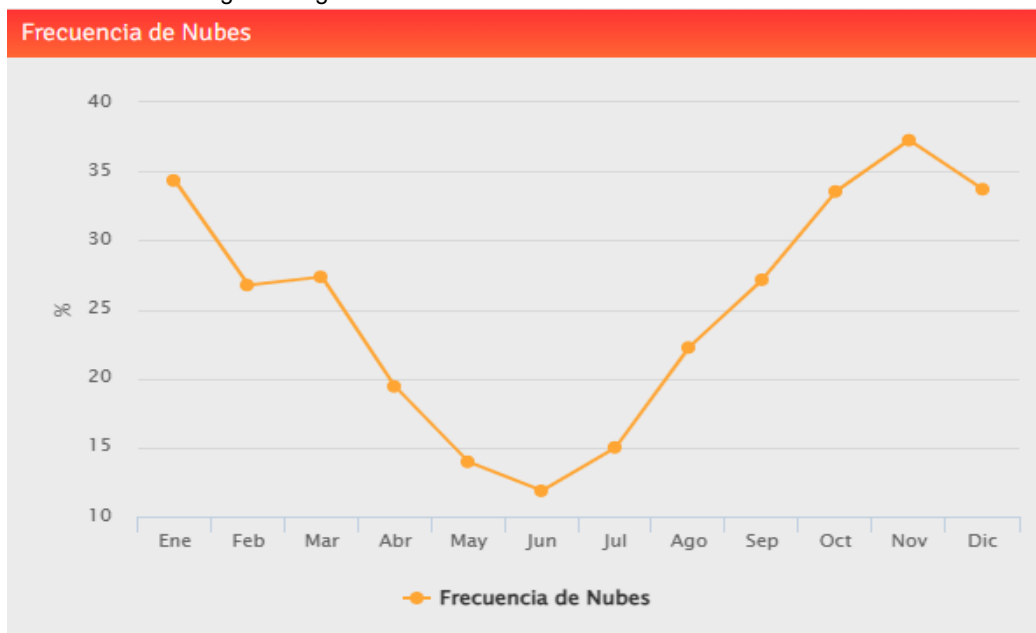
Según la misma fuente, la temperatura máxima anual para el periodo 2016-2019 (años con todos sus meses registrados) se promedia en 11,7°C, siendo febrero el mes más



caluroso, con un promedio de 16,7°C; por su parte, en cuanto a temperatura máxima diaria, en el mes de febrero de 2019 se registró una jornada que alcanzó los 29,6°C.

En cuanto a régimen de pluviosidad, esta plataforma contiene datos para el periodo 2003-2024²⁴, donde el promedio de precipitación alcanzó los 2.248 mm/año, siendo 2009 el año más lluvioso de ese registro (3122 mm). A diferencia de las temperaturas, las mayores concentraciones de precipitaciones se manifiestan de forma más distribuida a través del año, sin embargo, en promedio el periodo más lluvioso es el trimestre junio-julio-agosto, con rangos que oscilan entre 220-250 mm mensuales. En cuanto a la precipitación máxima diaria, el mayor evento se presentó en una jornada de abril de 2018, donde se registraron 100,7 mm, coincidiendo con el periodo donde se concentran este tipo de casos, que es en los meses de abril y agosto, siendo este último donde más frecuentemente se han registrado lluvias por sobre los 60 mm diarios.

Figura 16: gráfico de frecuencia anual de nubosidad en Tortel



Fuente: Explorador Solar (MMA 2025).

Por medio de la herramienta web Explorador Solar (MMA 2025) se pudieron revisar datos de frecuencia de nubosidad y vientos a través de los meses del año y durante las 24 horas del día. De esa forma, como se aprecia en la Figura 16, la distribución de nubosidad a través del año presenta las menores concentraciones en el periodo mayo-julio, mes desde donde comienza a aumentar paulatinamente hasta encontrar un peak en el mes de noviembre (entre 35-40% de cobertura de nubosidad), manteniéndose

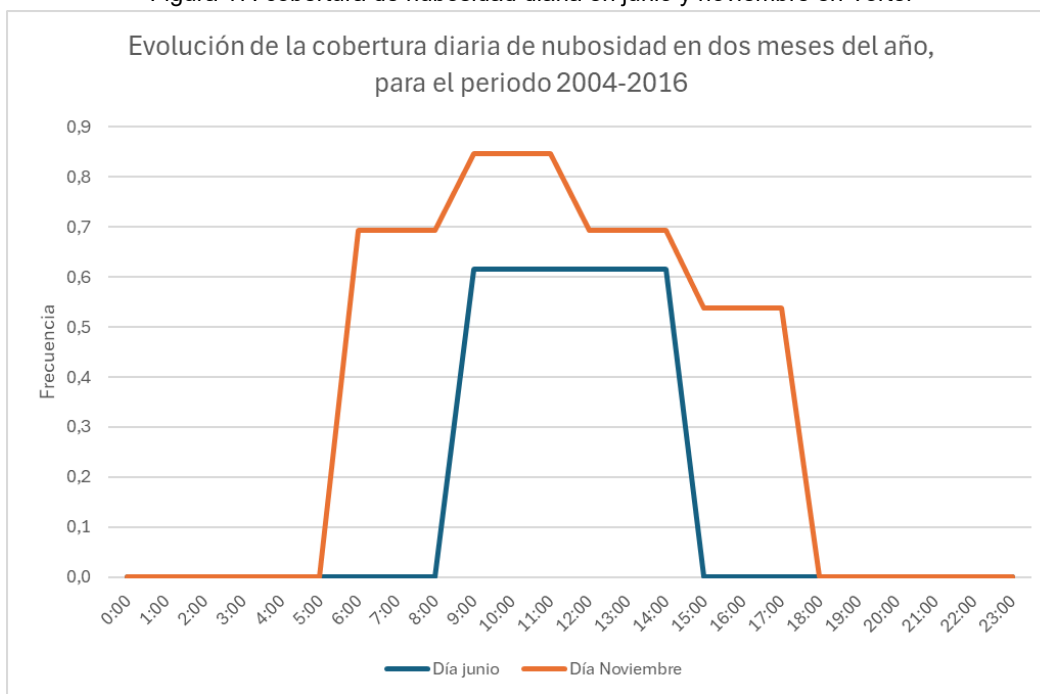
²⁴ Con registro incompleto para los años 2005, 2013, 2020 y 2023, por lo que no fueron considerados en el promedio.



sobre el 30% hasta el periodo febrero-marzo, mes donde disminuye sostenidamente hasta el mes de junio hasta alcanzar la mínima.

Para analizar la distribución diaria de la nubosidad (ver Figura 17), se utilizaron datos correspondientes a un mismo día en los meses de noviembre y junio, representando los periodos de mayor y menor frecuencia de cobertura nubosa, respectivamente, a lo largo del rango total de años disponible. En el caso de noviembre, el comportamiento diario de nubosidad se distribuye entre las 5 a 18 hrs, con una mayor frecuencia entre las 8-11 hrs, luego descendiendo paulatinamente. En el caso de junio, se acorta el rango de distribución diaria entre las 8 a 15 hrs, con la mayor frecuencia entre 9-14 hrs.

Figura 17: cobertura de nubosidad diaria en junio y noviembre en Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos del Ministerio de Energía (2025).

Respecto del comportamiento del viento (ver Figura 18), los datos del Explorador Solar indican que a través del año los meses con mayores velocidades de viento corresponden al periodo septiembre-noviembre, con mayores velocidades en torno a los 20 km/h, para luego descender abruptamente hasta el periodo enero-marzo donde se registran las menores, con promedios de velocidad de 14 km/h, y con mínimas en el mes de febrero que bordean los 10 km/h. Esto coincide con el análisis climático realizado en el PLADECO, el que indica que las mayores velocidades de vientos estarían en los meses de primavera, y las mínimas en la temporada estival. Asimismo, también es posible apreciar meses con cierto repunte, donde destaca junio, con velocidades que alcanzan



los 16 km/h, y de ahí aumentando sostenidamente hasta los meses de primavera donde nuevamente encuentra las máximas.

Figura 18: promedio velocidad de viento mensual en Tortel



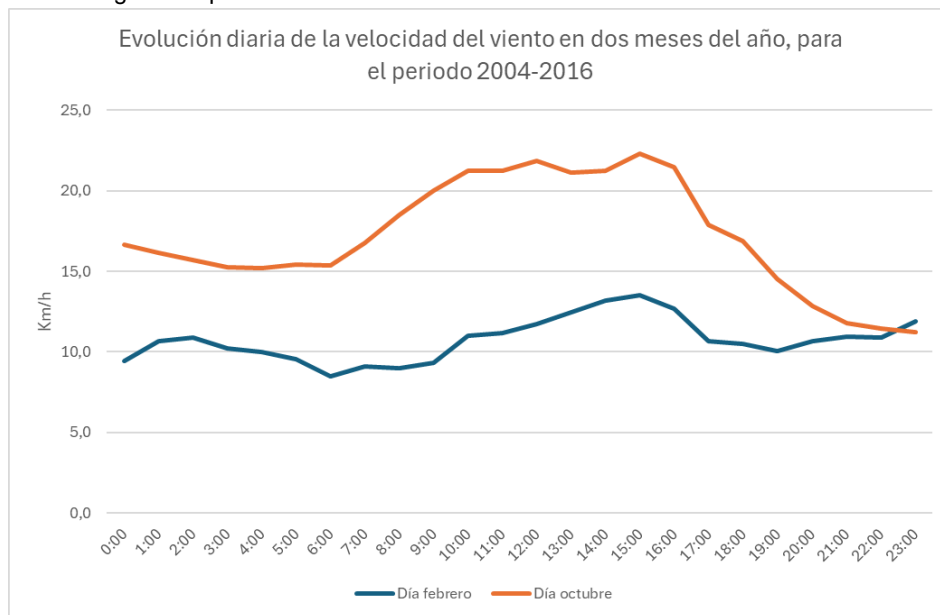
Fuente: Explorador Solar (MMA 2025).

En cuanto a las fluctuaciones diarias de la velocidad del viento, del mismo modo que en el caso anterior, se analizaron los datos para dos días, uno en el mes de octubre y otro en el mes de febrero, apuntando a representar los meses con mayores y menores velocidades, correspondientemente. Estos quedan expresados en la Figura 19, donde es posible apreciar que las velocidades para el mes de octubre tienen una oscilación más amplia y también mayor variabilidad, presentando rangos entre 10-15 km/h en horarios nocturnos, para luego aumentar a máximas sobre los 20 km/h entre las 9-16 hrs. Por el contrario, en el caso de la velocidad diaria del viento en febrero, estas presentan un comportamiento más estable, con mínimas de 8,5 km/h en horarios de madrugada, y máximas que se mantienen por debajo de los 14 km/h, manifestándose las mayores velocidades en el rango horario entre 10-15 hrs.



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030

Figura 19: promedio de evolución diaria de velocidad del viento en Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos del Ministerio de Energía (2025).

De esa forma, en ambos casos revisados se aprecia una clara influencia del amanecer y la salida del sol, siendo un agente gatillante en la activación de estas corrientes. No obstante, no se manejan otros datos sobre dirección de viento obtenidos a partir de estaciones de monitoreo de las condiciones meteorológicas, por lo que no se puede contrastar la información de otras fuentes instrumentales. A este respecto, Henríquez (2014) ha señalado que el cinturón de vientos del oeste del hemisferio sur es un factor clave en la composición atmosférica puesto que controla los patrones de precipitación entre latitudes medias y altas (36° - 60° S), y el desplazamiento del anticiclón del Pacífico durante el verano austral ocasiona un aumento en la intensidad de los vientos del Oeste entre los 45° y 55° S, mientras que en los inviernos de este hemisferio estos vientos incrementan su influencia hacia latitudes subtropicales, pero de forma más débil.

4.2 Proyecciones climáticas

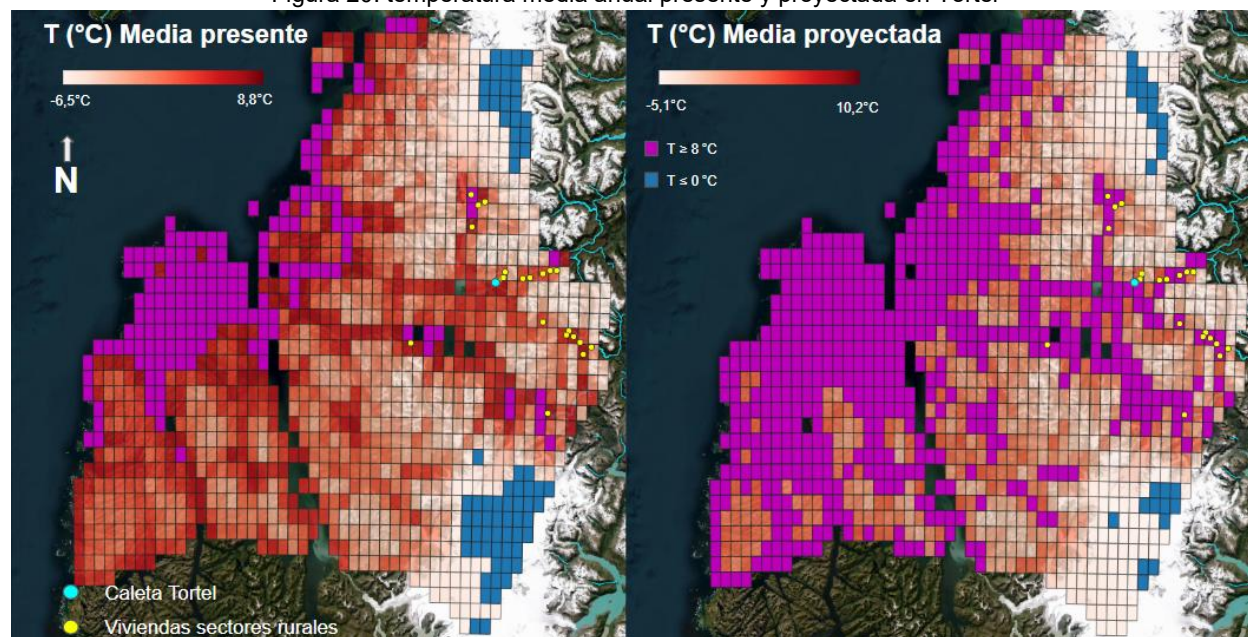
Otra de las fuentes revisadas fue la plataforma web ARClím para análisis de amenazas climáticas (MMA 2020), basado en comportamiento climático histórico entre 1980- 2010, y el escenario futuro, con escenarios proyectados hacia 2030-2065, los que están estimados en base a distintos modelos climáticos que se sitúan en un escenario pesimista donde la tendencia al aumento de las temperaturas medias a nivel global no se ha logrado revertir.

En términos metodológicos, la plataforma permite descargar datos geoespaciales con una resolución espacial de 5 km², lo que en esta sección será referida como ‘superficie de cálculo’. De esa forma, a través del manejo y comparación de los datos climatológicos presentes y proyectados fue posible arribar a los siguientes hallazgos: i) se proyecta un aumento en la temperatura media anual; ii) se proyecta una disminución de los montos de precipitación media anual; iii) se proyecta un aumento en los montos de precipitación máxima diaria; y iv) se proyecta una disminución en los montos de nieve acumulada anual.

A continuación, se presenta un análisis de figuras que condensan esta información.

Aumento de temperatura media anual (Figura 20): en el escenario presente los rangos de temperatura medias van entre -6,5 °C y 8,8 °C, donde gran parte del territorio presenta temperaturas en rangos positivos (tonos rojizos), con sectores con temperaturas bajo cero (≤ 0 °C) que se concentran en áreas de mayor altitud o latitud sur. En el caso de centros poblados, Caleta Tortel y varias viviendas rurales se encuentran en zonas con temperaturas medias entre 2 °C y 6 °C.

Figura 20: temperatura media anual presente y proyectada en Tortel



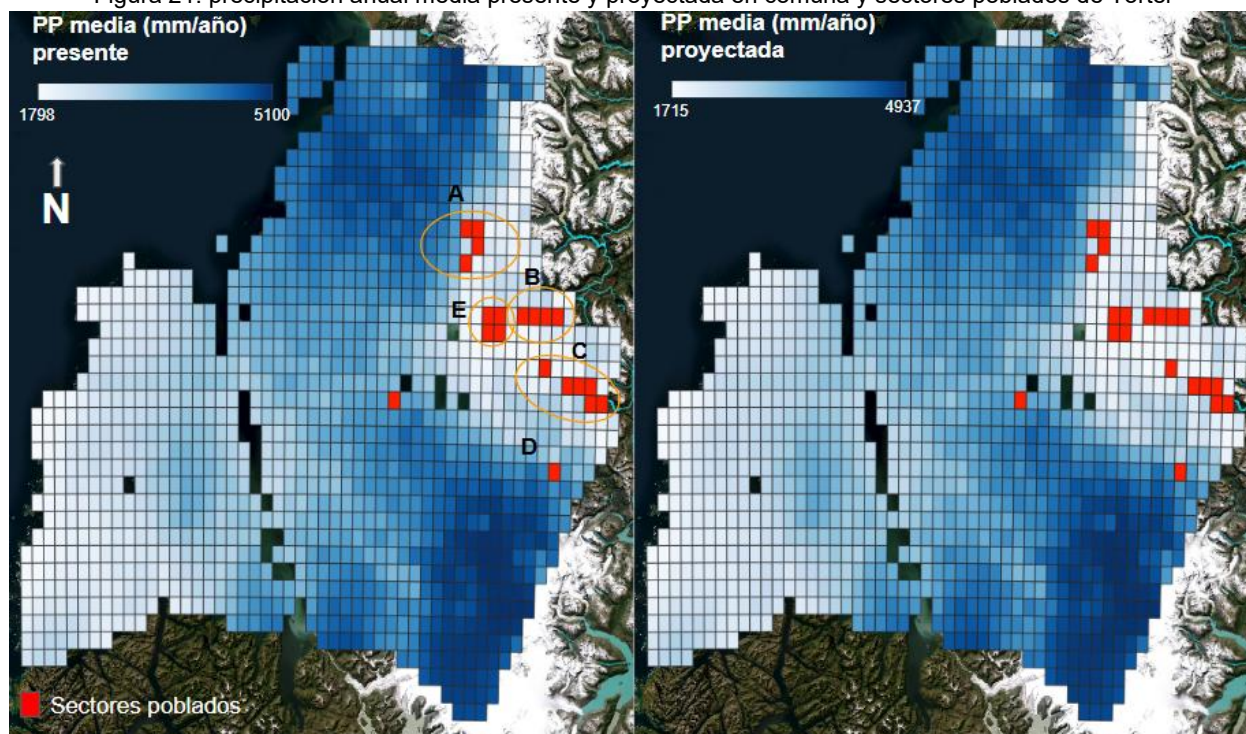
Fuente: elaboración propia en base a datos de explorador ARClím (MMA 2020).

En el escenario proyectado, los rangos de temperatura van entre -5,1 °C y 10,2 °C, mostrando un aumento general respecto al presente. Se produce una reducción importante de las áreas con temperaturas ≤ 0 °C, las cuales quedan confinadas a sectores más extremos o elevados, lo cual podría afectar ecosistemas sensibles al frío; a la vez que se aprecia una mayor homogeneidad térmica, predominando temperaturas más cálidas en la mayor parte del territorio. En cuanto a zonas habitadas, incluyendo

Caleta Tortel y viviendas rurales, se proyectan con aumentos de temperatura media, alcanzando rangos cercanos o superiores a los 8 °C. El aumento térmico proyectado indica un cambio sustancial en el régimen climático local, con posibles implicancias para la disponibilidad de agua (nieve), biodiversidad y riesgos climáticos.

Disminución de precipitación media anual (Figura 21): en el escenario presente los rangos de precipitación media van entre 1798 mm/año y 5100 mm/año. La mayor parte del territorio muestra precipitaciones en el rango medio-alto, con una clara gradiente de oeste a este, con mayores precipitaciones en el sector suroriental. En cuanto a zonas habitadas (marcadas en rojo) se ubican mayoritariamente en sectores con precipitaciones entre 3000 y 4500 mm/año.

Figura 21: precipitación anual media presente y proyectada en comuna y sectores poblados de Tortel



Sector	Presente (mm/año)	Proyectada (mm/año)	% Variación
(A) Steffen	2686	2609	-2,86%
(B) Baker	2482	2406	-3,06%
(C) Río Bravo	2561	2480	-3,16%
(D) Pascua	3262	3177	-2,61%
(E) Caleta Tortel	2426	2370	-2,31%

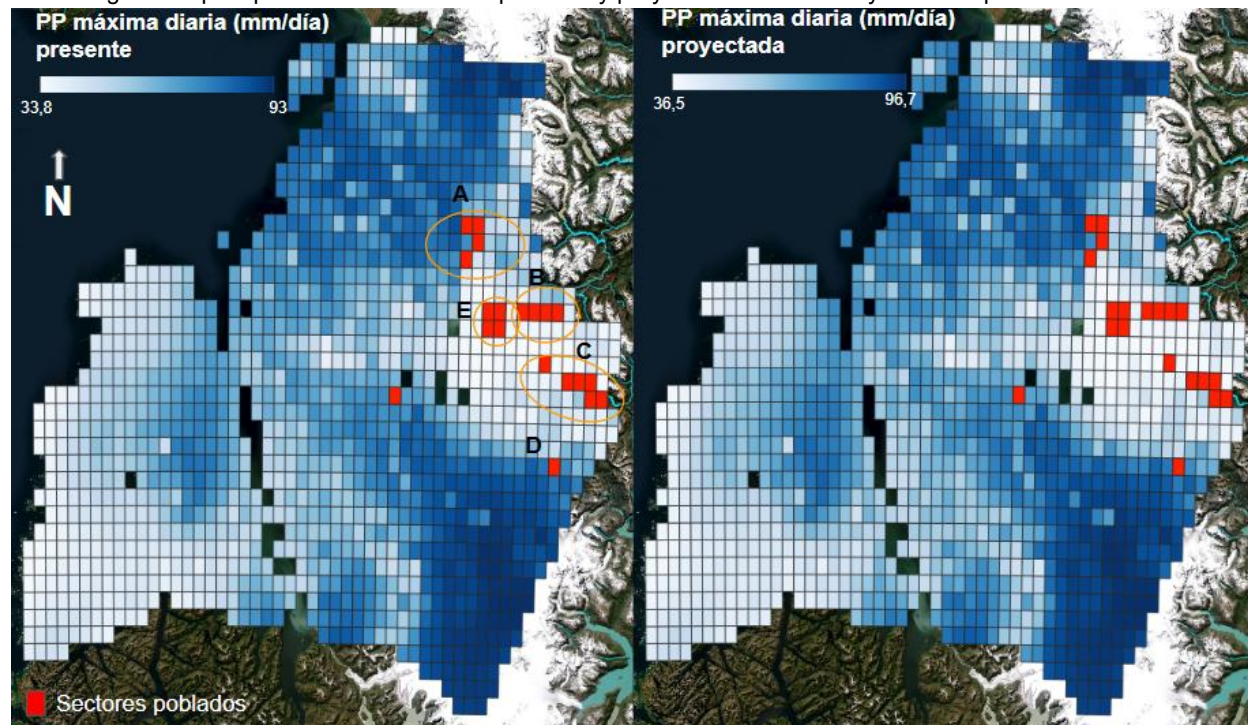
Fuente: elaboración propia en base a datos de explorador ARCLim (MMA 2020).

Respecto del escenario proyectado, los montos de precipitación media varían, estando entre 1715 mm/año y 4937 mm/año, lo que implica una disminución general en los extremos del rango. Esto se traduce en que las zonas con precipitaciones más intensas (azul oscuro) se reducen, desplazándose hacia sectores más específicos del sureste, a

la vez que en muchas áreas del territorio se proyecta una reducción en la precipitación media anual, evidenciada por un aumento de tonos azul claro. En cuanto a zonas pobladas, estas se mantienen en áreas con precipitaciones comparativamente altas a nivel nacional, aunque levemente menores a las actuales. En la práctica, esta disminución de precipitaciones medias puede traducirse en una disminución de caudales y escorrentía, aumentando el estrés hídrico, siendo un factor alarmante tanto para ecosistemas como a sectores productivos y centros poblados más densificados, pues en torno a estos es que genera una mayor presión sobre estos recursos.

Aumento de precipitación máxima diaria (Figura 22): en el escenario presente, los rangos de precipitación máxima diaria van entre 33,8 mm/día y 93 mm/día. De los sectores poblados (en rojo), los que tienen una exposición a mayores montos de estos eventos son los sectores Steffen y Pascua, siendo Caleta Tortel la zona poblada con menor monto registrado (46 mm).

Figura 22: precipitación máxima diaria presente y proyectada en comuna y sectores poblados de Tortel



Sector	Presente (mm/día)	Proyectada (mm/día)	% Variación
(A) Steffen	57	61	7,0%
(B) Baker	50	54	8,0%
(C) Río Bravo	48	52	8,3%
(D) Pascua	58	62	6,9%
(E) Caleta Tortel	46	50	8,7%

Fuente: elaboración propia en base a datos de explorador ARCLim (MMA 2020).

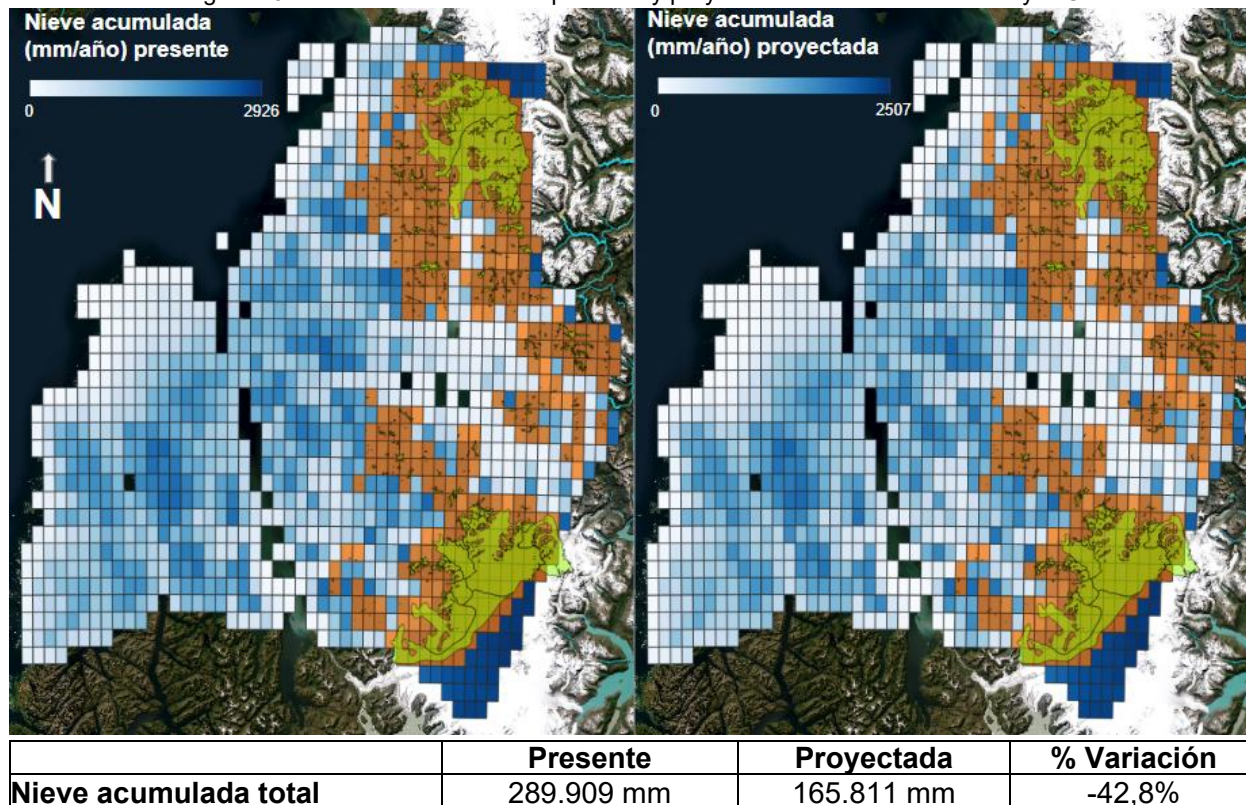
El escenario proyectado indica un rango de precipitación máxima entre 36,5 mm/día y 96,7 mm/día, mostrando un ligero aumento generalizado de la precipitación máxima

diaria en el territorio, aunque de forma menos concentrada que en el escenario actual, lo que indica que una mayor extensión de territorio podría experimentar incrementos en la intensidad de eventos de lluvia extrema. En cuanto a sectores poblados, la mayor parte permanece en zonas con niveles medios de intensidad, aunque varios se encuentran cercanos a áreas con proyecciones de aumento (Steffen, Pascua).

Estas alzas en los valores máximos diarios sugieren una mayor frecuencia o intensidad de eventos extremos, incluso si la precipitación media anual disminuye, por lo que se subraya la necesidad de atender el manejo de cuencas y drenaje urbano mediante infraestructura resiliente, así como los sistemas de alerta temprana de estos eventos.

Disminución de nieve acumulada anual (Figura 23): en el escenario presente, los rangos de nieve acumulada (medida en mm de precipitación equivalente) van entre 0 mm y 2926 mm (por recuadro), con una tendencia de acumulación hacia sectores con más altitud, y con mayores concentraciones ubicadas en torno a Áreas de Influencia Glaciar (AIG), que en una gran proporción corresponden a los Campos de Hielo Norte y Sur, con montos de precipitación equivalente para todo el territorio comunal (nieve acumulada total) de 289.909 mm anuales, donde casi el 68% de esta precipitación sólida se generaba en torno a un AIG.

Figura 23: nieve acumulada anual presente y proyectada en comuna de Tortel y AIG





Nieve acumulada en AIG	192.175 mm	119.768 mm	-37,7%
% Nieve acumulada en AIG	67,9%	72,2%	4,3%

Fuente: elaboración propia en base a datos de explorador ARCLim (MMA 2020).

En el escenario proyectado, se reduce el rango de nieve acumulada, que desciende a 2507 mm de precipitación equivalente por superficie de cálculo, con una disminución de la nieve acumulada total que alcanza los 165.811 mm, representando una variación de -42,8% respecto de la situación presente, sin embargo, con un aumento en la nieve acumulada en torno a AIG (72,2%), lo que puede interpretarse como una disminución de la nieve acumulada en áreas no influenciadas por glaciares, que se encuentran principalmente en el margen occidental del territorio comunal.

Al igual que en el caso de la disminución de la precipitación media anual, esta reducción de nieve acumulada viene a recalcar la urgencia en relación con la gestión hídrica puesto que a menor nieve acumulada los caudales de ríos cuyo caudal se compone por derretimiento de nieve se reducirán.

Lo anterior también se ve ratificado en otra de las fuentes revisadas, como es el Informe “Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año 2050” (Santibañez & otros 2016), documento que analizó una amplia base de datos climática para caracterizar el clima de las comunas de Chile que consideró el escenario futuro RCP 8.5²⁵ para el año 2050, y las eventuales afectaciones al comportamiento climáticos que estos representan (ver Anexos 2).

Cabe mencionar que dicho trabajo realiza un análisis a escala subcomunal de 1 x 1 km, donde considera variables de relieve y altitud para establecer con mayor precisión sectores con características homogéneas, definiéndose en unidades territoriales como litoral, serranías, valle central, serranías y valles interiores, precordilleras y cordilleras. En la sección Anexos pueden revisarse los valores específicos de la línea base para la comuna de Tortel, y de las proyecciones asignadas a cada sector del territorio.

De esa forma, los escenarios anunciados por esta fuente apuntan hacia conclusiones similares a los datos revisados con anterioridad, es decir, disminución de precipitaciones y aumento de temperaturas, ambas a escala de media anual. Ahora bien, analizando particularmente el subsector Oriente bajo (más próximo a Caleta Tortel y a otros sectores más poblados de Tortel), se identifican los valores de mayor aumento de temperaturas en todas las dimensiones evaluadas (mínima y máxima estival, mínima y máxima invernal, media estival, y media invernal), así como disminuciones significativas en todos

²⁵ El concepto Representative Concentration Pathway hace referencia a la trayectoria de concentración de GEI, y dicho escenario indica que “para ese entonces la atmósfera terrestre absorberá y convertirá en calor 8.5 watts/m2 en promedio, los que en el pasado escapaban al exterior” (Santibañez & otros 2016, pp.9)



los valores de precipitación (media, mínima y máxima), estimados en torno a los 50 mm anuales.

5- Perfil de amenazas climáticas

Este capítulo aborda el Perfil de Amenazas Climáticas de la comuna de Tortel. En él se presentan los principales eventos y riesgos identificados, organizados en los siguientes apartados: incendios, eventos de remoción en masa, amenaza de tsunami-terremotos, eventos hidrometeorológicos, GLOF (vaciamiento repentino de lago glacial), inundaciones, vulcanismo, eventos de congelamiento, y sequías-marejadas.

Para la elaboración del perfil de amenazas climáticas de la comuna de Tortel se realizó un análisis basado en dos frentes de datos relacionados con la materia: por un lado, se revisaron fuentes secundarias asociadas a la identificación de amenazas climáticas y la gestión de riesgo de desastres, obteniendo un conjunto de amenazas cuya preponderancia esté avalada por los mismos documentos y los datos climáticos revisados; y en segundo lugar, se analizaron los datos recabados por la Encuesta de Percepción Climática, la que fue difundida por medios digitales entre la comunidad de Tortel, donde se identificaron cambios climáticos y las posibles amenazas asociadas a estas alteraciones; finalmente, se ponderan ambas vertientes de información como base para la elaboración del perfil de amenazas climáticas de la comuna.

5.1 Revisión de fuentes secundarias

En cuanto a la revisión de fuentes secundarias, se indagaron documentos como la caracterización de Recursos Naturales comuna de Tortel (CIREN 2022), la PNRRD Plan Estratégico Nacional 2020-2030, el PLADECO de Tortel 2022-2030, el Plan Comunal de Emergencias de Tortel²⁶, así como los datos resultantes de las instancias de cartografía participativa, llevados a cabo en los talleres de participación ciudadana (ver capítulo de Metodología).

Asimismo, se recogen bases de información con datos geoespaciales y otras investigaciones de carácter científico que permitieron contrastar los antecedentes en miras de identificar las amenazas climáticas considerando distintas miradas.

²⁶ Si bien se trata de una versión no aprobada del instrumento, sí considera un listado de amenazas climáticas que sirvieron como base para este análisis.



En la siguiente tabla se resumen las amenazas identificadas en los respectivos documentos:

Tabla 19: mención de amenazas naturales en informes técnicos e IPT en Chile

Fuente	Escala	Amenazas
PNRRD Plan Estratégico Nacional 2020-2030	Nacional	Aluviones Erupciones volcánicas Eventos hidrometeorológicos Incendios forestales Inundaciones Marejadas Remociones en masa Sequías Terremotos Tsunamis
Plan de prevención y protección ante situaciones de emergencia y desastres naturales y antrópicos	Regional	Eventos hidrometeorológicos Flujos (aluviones) GLOF Incendios forestales Inundaciones Nieve-escarcha Remociones en masa Sismicidad Tsunamis Vulcanismo
Recursos Naturales comuna de Tortel - CIREN	Comunal	Eventos hidrometeorológicos (temporales, GLOF) Incendios forestales Remociones en masa Riesgo de tsunami
Plan Comunal de Emergencias	Comunal	Eventos de congelamiento Fenómenos hidrometeorológicos Flujos sedimentarios (aluviones) GLOF Incendios forestales y de viviendas Remociones en masa Sismicidad Tsunami Vulcanismo
Plan de Desarrollo Comunal 2022-2030	Comunal	Fenómenos hidrometeorológicos Flujos sedimentarios (aluviones) GLOF Incendios forestales Remociones en masa Sismicidad Vulcanismo

Fuente: elaboración propia en base a datos de ONEMI (2020), GORE Aysén (2019), CIREN (2022), y Municipalidad de Tortel.

Mediante un análisis de frecuencia relativa de estas amenazas, se identifican las menciones con mayor reiteración, las que quedan expresadas en la siguiente tabla:



Tabla 20: resumen amenazas naturales en informes técnicos e IPT en Chile

Amenazas	Frecuencia
Incendios forestales / viviendas	6
Remociones en masa	6
Eventos hidrometeorológicos	5
Flujos sedimentarios / Aluviones	4
GLOF (Glacial Lake Outburst Floods)	4
Sismicidad / Terremotos	4
Tsunami / Riesgo de tsunami	4
Vulcanismo / Erupciones volcánicas	3
Inundaciones	2
Eventos de congelamiento / nieve / escarcha	2
Marejadas	1
Sequías	1

Fuente: elaboración propia en base a datos de ONEMI (2020), GORE Aysén (2019), CIREN (2022), y Municipalidad de Tortel.

De esa forma, las tres amenazas más indicadas corresponden a incendios (6), remociones en masa (6), eventos meteorológicos (5); en segunda plaza se agrupan GLOF, aluviones, sismicidad y tsunamis, todas con 4 menciones; luego, vulcanismo (3), inundaciones (2), eventos de congelamiento (2); y finalmente, marejadas y sequías, ambas con 1 mención. Estas se detallan a continuación:

5.1.1 Incendios

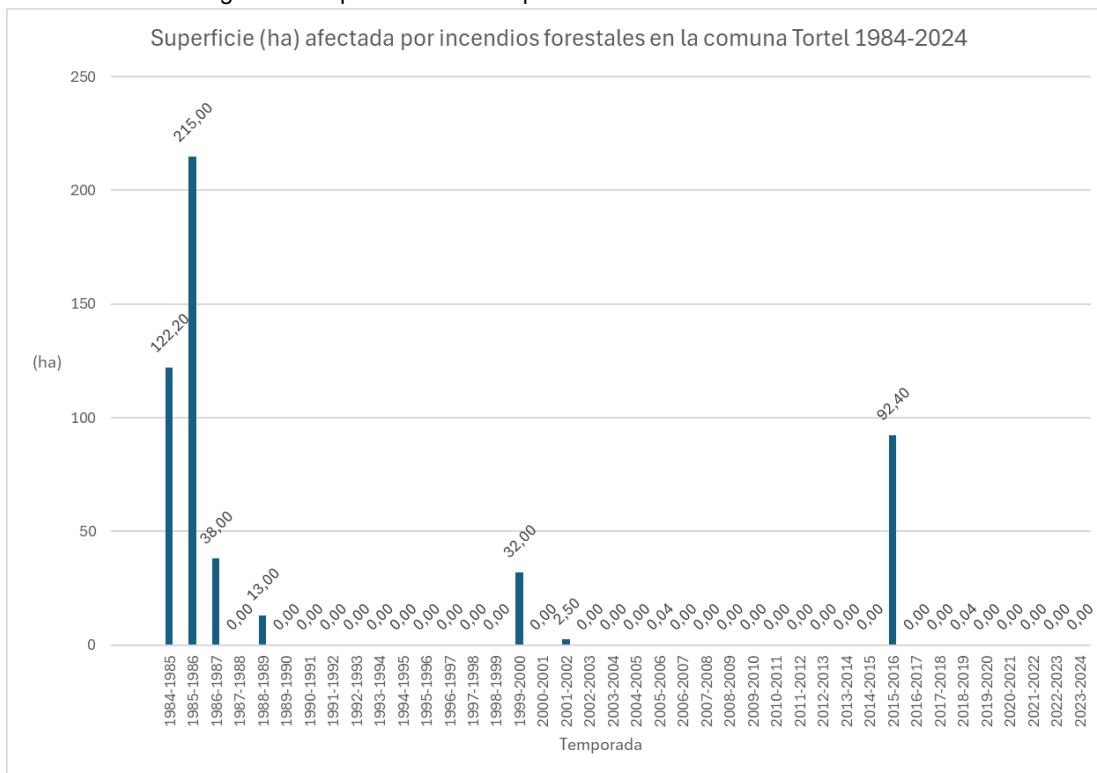
En relación con los datos de incendios, se realizó un cruzamiento con la información pública de ocurrencia de incendios forestales (CONAF 2024), donde es posible apreciar (Figura 24) que la superficie afectada por incendios en la comuna de Tortel ha sido inferior a 127 hectáreas en los últimos 25 años, cuando a nivel región se registraron 35.681 ha en el mismo periodo, es decir, los incendios en Tortel representaron el 0,35% de la superficie total afectada a nivel regional durante ese periodo.

Por lo tanto, esta baja ocurrencia y superficie afectada refleja que la amenaza de incendios forestales ha estado escasamente presente en el territorio desde comienzos del siglo XXI, a lo que puede sumarse la nula cobertura de plantaciones de monocultivos forestales existentes en el territorio comunal (CONAF 2022), especies exóticas al que se asocia la reducción de caudales de agua, así como favorecer la ignición y propagación de incendios de mayor envergadura (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia [CR2], 2023).



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030

Figura 24: superficie afectada por incendios en la comuna de Tortel



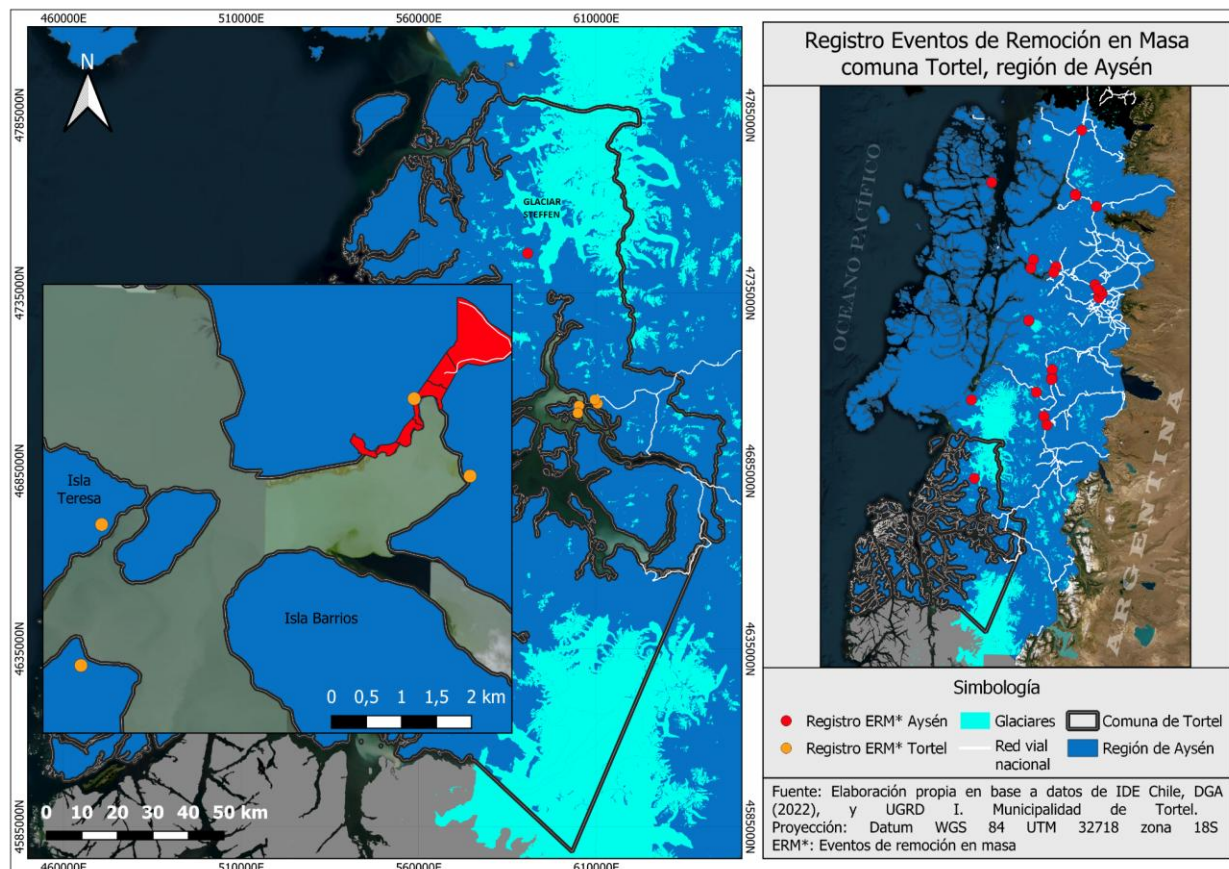
Fuente: ocurrencia de incendios por comuna 1984-2024 (CONAF 2024)

5.1.2 Eventos de remoción en masa

Respecto de eventos de remoción en masa, la herramienta web Portal Geomin, del SERNAGEOMIN, identifica 40 registros en el *Catálogo de eventos de remoción en masa* correspondientes a la región de Aysén, donde solo uno está localizado en la comuna de Tortel, específicamente aledaño al área de influencia del glaciar Steffen (ver Figura 25), ubicado en el sector homónimo, y siendo un hecho calificado como avalancha de rocas cuyo detonante habrían sido ‘deshielos’, que al reducirse su masa dejarían taludes con gran inclinación y susceptibles de colapsar (SERNAGEOMIN 2019).

A escala local, en la mayoría de los casos no se tiene un registro histórico sistematizado de eventos de este tipo, tanto en cercanías del poblado como al interior, no obstante, mediante instancias de participación ciudadana de la fase de Diagnóstico fue posible registrar eventos recordados en épocas recientes por parte de la comunidad, como algunos sucedidos en torno a la Ruta 7, que conecta el poblado con otros asentamientos relevantes de la región, como Cochrane, Pto. Tranquilo y Coyhaique; o bien en laderas de cerros o islas ubicadas en las cercanías de Caleta Tortel, como los deslizamientos de ladera identificados frente a Caleta Tortel, en la Isla Briceño y en la Isla Teresa, formaciones ubicadas en un radio menor a 5,2 km desde el sector Junquillo.

Figura 25: registro regional y local de eventos de remoción en masa



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile, DGA (2022) y Municipalidad de Tortel.

Por su parte, uno de los sitios reconocidos con esta amenaza dentro de Caleta Tortel fue el sector Rincón bajo, identificándose desprendimiento de roca con potencial afectación a inmuebles, siendo un relato concordante con informes técnicos realizados en relación con ese sector²⁷.

5.1.3 Amenaza de tsunami - terremotos

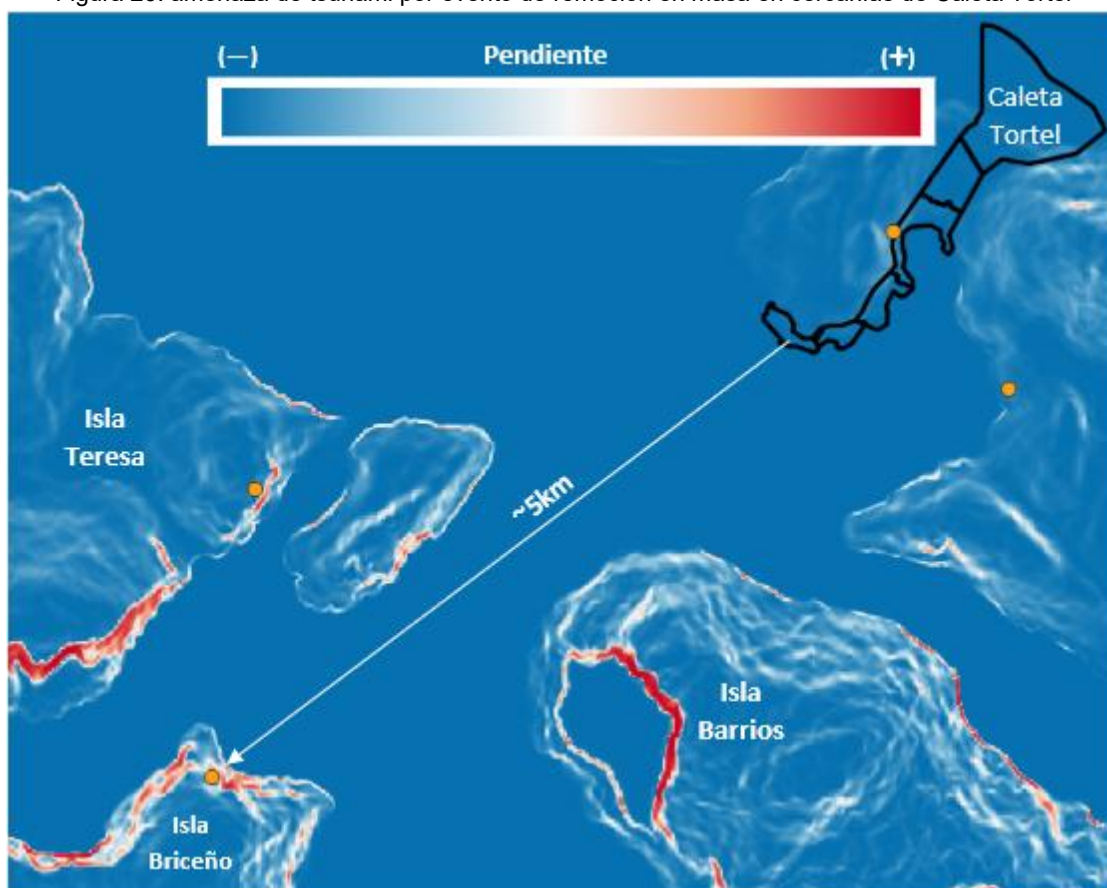
A su vez, lo anterior también puede asociarse con la amenaza de tsunami, pues si bien la región tiene un bajo nivel de exposición a tsunamis de origen tectónico debido a la abundante presencia de islas y canales que disipan la energía de un potencial tren de olas, además de poblados e infraestructura crítica alejados de la costa del Pacífico, sí

²⁷ En estudio técnico de SERNAGEOMIN (Jara, 2023), la entidad indica que “se observan casos puntuales donde han ocurrido deslizamientos de suelo y caída de rocas cerca de viviendas o zonas de recreación” (pp.8).

existiría un riesgo asociado a tsunamis producidos por remociones en masa, los que pueden ser ocasionados por sismos o eventos hidrometeorológicos de alta intensidad.

Un antecedente de este tipo data del evento ocurrido el año 2007 en la comuna de Aysén a causa de un sismo con 6,2 Mw de intensidad, resultando con 10 personas desaparecidas luego del impacto de un tren de olas (GORE Aysén 2019). En ese sentido, en el caso de la comuna de Tortel no hay registros de afectación por tsunamis previos, no obstante, sí existe una zonificación de riesgo y puntos de encuentro seguro ante la ocurrencia de un tsunami, pero únicamente para el poblado de Caleta Tortel (ver Figura 36 en Factores de Sensibilidad Climática).

Figura 26: amenaza de tsunami por evento de remoción en masa en cercanías de Caleta Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile y Municipalidad de Tortel.

De esa forma, el riesgo ante un tsunami producido por un evento de remoción en masa podría considerarse más elevado en Caleta Tortel dados los siguientes factores (ver Figura 26): i) existencia de registros de remociones en masa en laderas de islas cercanas al poblado (puntos amarillos); ii) las distancias de estos eventos van desde ~1 a ~5 km; iii) algunas de estas islas presentan pendientes superiores a 65°, lo cual favorece la ocurrencia de este tipo de eventos; y iv) al menos dos laderas con pendientes pronunciadas se orientan directamente hacia Caleta Tortel. Además, se debe considerar



la importante cantidad de muelles y embarcaciones que son utilizados por la comunidad como medio de transporte habitual, lo que aumenta su vulnerabilidad.

Por su parte, según los registros del Centro Sismológico Nacional (s.f.) sobre grandes **terremotos** en Chile (magnitud 7.0 o superior), solo existiría un registro de este tipo en torno a la comuna de Tortel (-44°50'0" S, -73°00'0" O), registrado en noviembre de 1927 con una magnitud de 7.1 Mw.

Como se aprecia en la figura, un caso concreto con que reúna estas características es la isla Briceño, pues registra alta pendiente, antecedentes de eventos de remoción en masa, su ladera escarpada se orienta hacia Caleta Tortel, y se ubica a menos de 5,5 km de la localidad, por lo que podría ser considerada como una amenaza de riesgo latente.

5.1.4 Eventos hidrometeorológicos

En cuanto a la amenaza de eventos hidrometeorológicos de alta intensidad, existe un escaso registro, quedando solo algunas menciones a nivel de gestión municipal, prensa regional, y en la memoria de la población. De acuerdo con CIREN (2022), estos corresponden a eventos con altos montos de precipitación, con recurrencia entre periodos invernales o primaverales. En concordancia con esto, el último evento que causó gran conmoción ocurrió a comienzos de noviembre de 2024²⁸. Según fue informado por el Departamento de Obras Municipales (DOM), este evento registró velocidades de viento cuyo promedio superó los 70 Km/h, y con rachas que superaron los 100 km/h, generando un gran impacto en la localidad pues ocasionó la caída de 4 postes de la línea de transmisión eléctrica (3 postes en línea de media tensión y 1 poste en línea de baja tensión), lo que requirió de asistencia de capacidades externas a Tortel para reponer el servicio, dejando a la localidad sin suministro eléctrico durante una semana mientras se realizaban las reparaciones.

Lo anterior también se refleja en la información señalada en el registro de restricciones del Sistema de Visualización de Instalaciones Portuarias (SVIP)²⁹, dependiente de DIRECTEMAR³⁰, que contiene un registro de las condiciones de los puertos y los límites operacionales (expresados en sumatoria de horas y días) que han presentado desde 2021 a 2024 en la Capitanía de Puerto Baker. Según la información que refleja este sistema, los eventos hidrometeorológicos extremos, como temporales, han representado

²⁸ Diario Regional Aysén. (2024, noviembre 3). *Temporal causa estragos en Caleta Tortel*. <https://www.diarioregionalaysen.cl/noticia/actualidad/2024/11/temporal-causa-estragos-en-caleta-tortel>

²⁹ Disponible en https://svip.directemar.cl/ui/reporte_restricciones?execution=e2s1

³⁰ Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.



el 31% del tiempo de limitaciones operacionales en la comuna de Tortel, entre 2021 y 2024.

De acuerdo con los talleres de cartografía participativa, durante estos eventos también se han registrado caídas de árboles, voladuras de techos, daños a infraestructura pública, crecidas de caudales en esteros y anegamientos debido a los altos niveles de precipitación que pueden presentarse en una jornada, que según datos de la plataforma ARClím (MMA 2025) pueden alcanzar los 46 mm en el sector de Caleta Tortel y 57 mm en el sector Steffen, y con proyecciones de aumento de estos montos de precipitación máxima diaria hacia el año 2065 (ver apartado Caracterización climática).

5.1.5 GLOF (glacier lake outburst flood) - Vaciamiento repentino de lago glacial

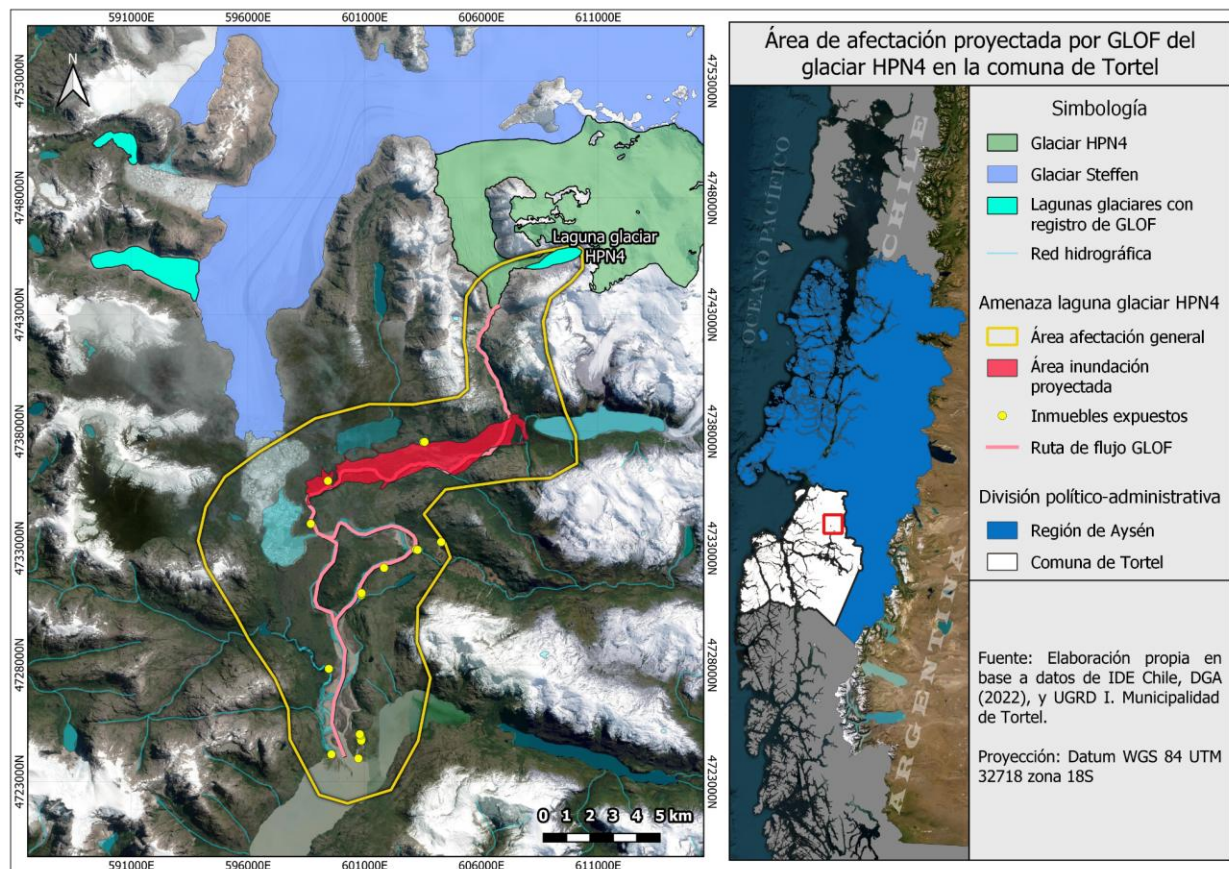
Otra de las amenazas que más resuena, sobre todo a nivel local, es la ocurrencia de GLOF, o vaciamientos repentinos de lagos de origen glacial (ver Figura 27). De acuerdo con CIREN (2022), son denominados eventos de inundación que suceden al colapsar los represamientos de un lago proglacial, generalmente formados por hielo o por morrena terminal, y que liberan un importante volumen de agua y sedimentos que arrasan con vegetación, edificaciones, y faenas productivas que van encontrando a su paso a medida que descienden.

Para el caso de Tortel, el riesgo de estos eventos en la comuna se ha incrementado debido al alza en su ocurrencia, principalmente desde finales de 2020 y comienzos de 2021 (GORE Aysén 2019). En ese sentido, resultan especialmente relevantes los eventos de 2 sistemas de glaciares ubicados en Campos de Hielo Norte: 1) los vaciamientos del glaciar HPN4, que descienden por el río Huemules (sector Steffen), cuyas mayor probabilidad de descarga sería en las temporadas de verano-otoño; y también los eventos asociados al glaciar Colonia (y lago proglacial, Cachet II), que alimenta al río Colonia (tributario del Baker), y que tiene un registro de 28 eventos de vaciamiento repentino desde el año 2008 (Glaciología s.f.), alcanzando un caudal instantáneo de 3.580 m³/s medidos en la estación Colonia, que afectó campos, generó cortes de caminos e inundaciones en parte de la localidad de Caleta Tortel (GORE Aysén 2019).

En la actualidad, existen 3 estaciones de niveles de lagos, y una estación fluviométrica, cuyo objetivo es caracterizar las descargas de lagos glaciares. A este respecto, de acuerdo con el informe técnico *“Caracterización y modelación hidrodinámica de inundación del valle río Huemules ante un eventual vaciamiento del lago glaciar HPN4, región de Aysén”* elaborado por la DGA, se comenta que entre los días 25 y 27 de febrero de 2024, a partir del cual se registró un aumento de más de 2 m del nivel de río Huemules

(0,42 m a 2,46 m) en un lapso de 17 hrs, con un área estimada de afectación de 719 ha, correspondiente a 70% de la superficie del valle del río Huemules, con una liberación de 60 millones de metros cúbicos (m³) de agua.

Figura 27: área de afectación por GLOF del glaciar HPN4 en Tortel



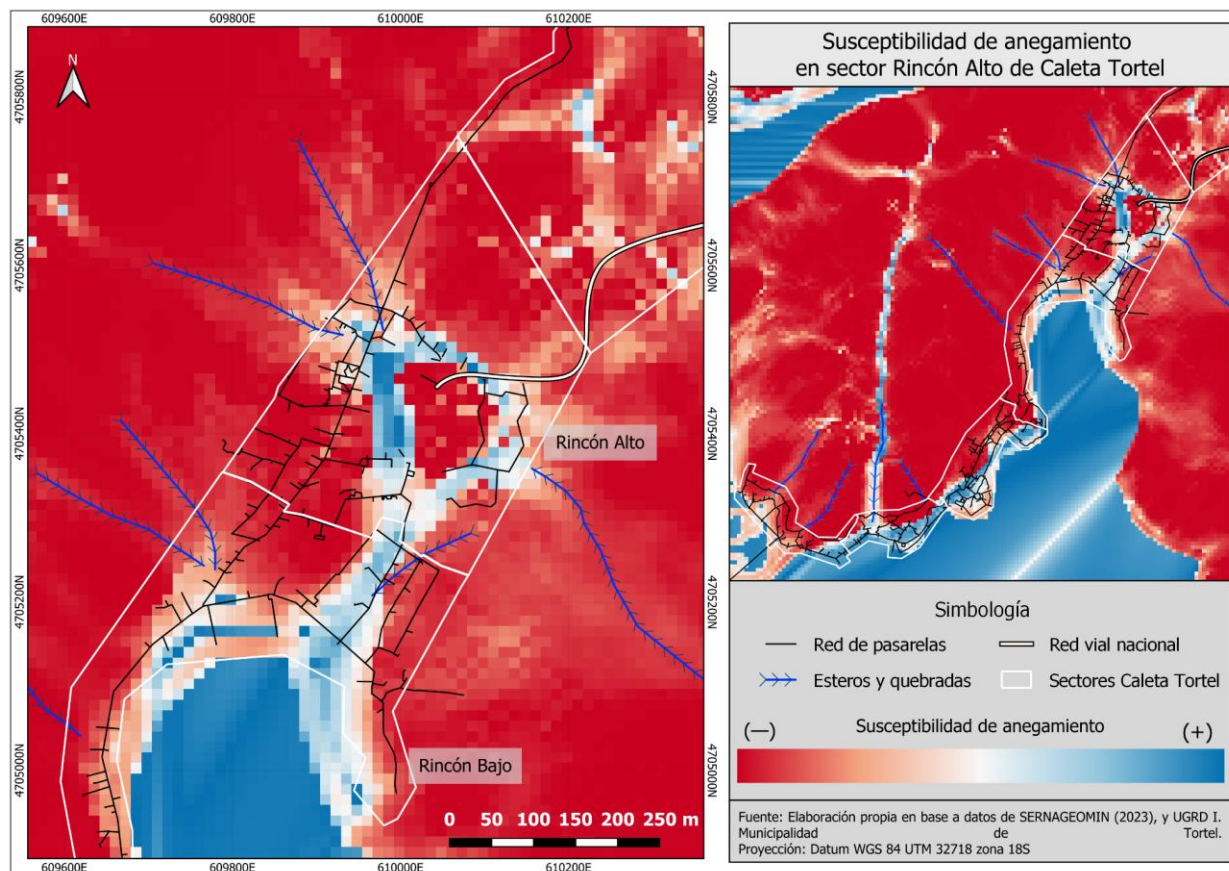
Fuente: elaboración propia en base a datos de DGA (2022) y Municipalidad de Tortel.

Con todo, de acuerdo con esta fuente, el último vaciamiento se habría ocasionado en febrero de 2025, siendo el séptimo evento registrado desde el año 2014, lo que reafirma la amenaza latente en contra de viviendas situadas en el valle río Huemules, así como de las actividades que allí se puedan realizar, principalmente durante la temporada estival. Además, se constata de las significativas transformaciones geomorfológicas del valle, donde se identifica una redistribución de sedimentos y la erosión de sectores previamente estables, evidenciando el impacto acumulativo de los vaciamientos sucesivos sobre la dinámica del cauce.

5.1.6 Inundaciones

Asimismo, otra potencial afectación ante la amenaza de inundaciones recae en la susceptibilidad de anegamiento sobre sectores poblados de Caleta Tortel, esto como resultado de eventos hidrometeorológicos de alta intensidad que puedan generar activación de quebradas y un aumento significativo en el caudal de esteros.

Figura 28: mapa de susceptibilidad de anegamientos o TWI



Fuente: elaboración propia en base a datos de Jara (2023) y Municipalidad de Tortel.

Esto se concluye tras un análisis de un informe técnico de remoción de masas hecho a partir de Caleta Tortel por SERNAGEOMIN (Jara, 2023) que alude a información de quebradas, además del levantamiento en terreno de otras quebradas y esteros presentes en Caleta Tortel que no estaban consideradas en dicho informe, y finalmente cruzando esos datos con un índice topográfico de humedad³¹ (TWI, por sus siglas en inglés), herramienta que permite identificar sectores con mayor propensión a generar una alta acumulación de agua debido a su morfología tipo cuenca.

³¹ Realizado según metodología de Topographic Wetness Index (TWI) propuesta por Mattivi, P., Franci, F., Lambertini, A., & otros. (2019)



De esa forma, como se ilustra en la Figura 28, se identifica una alta susceptibilidad de anegamiento en el sector Rincón Alto, particularmente en torno a la rotonda y la nueva población de viviendas que fue construida el año 2016 sobre uno de los escasos terrenos con baja pendiente en torno a la localidad.

Estas edificaciones, al tener una base construida mediante un sistema de pilares que sostienen las viviendas de forma paralela al suelo, pueden ver reducida la potencial afectación generada por la humedad del suelo o ante una alta acumulación de agua en caso de anegamiento, sin embargo, la impermeabilización del suelo por construcción de caminos, y los despejes de vegetación a causa de la creciente expansión urbana, son impactos que pueden acelerar empozamientos frente a eventos hidrometeorológicos de gran intensidad. Por lo mismo, esta amenaza requiere un levantamiento de datos más detallado, en miras de evaluar con mayor precisión la eficiencia de drenaje que posee ese sector, así como posibles obras o medidas mitigatorias frente al riesgo de esta amenaza.

5.1.7 Vulcanismo

En cuanto a vulcanismo, de acuerdo con el Ranking de riesgo específico de volcanes activos de Chile (SERNAGEOMIN, s.f.), a nivel regional solo un volcán aparece incluido en la lista, siendo este el volcán Hudson, ubicado en la comuna de Aysén, a más de 200 km en línea recta de Caleta Tortel, por lo que la amenaza de eventos de este tipo podría clasificarse como de bajo riesgo para la comuna de Tortel.

5.1.8 Eventos de congelamiento

Ahora bien, en relación con las amenazas con menor cantidad de menciones, los eventos de congelamientos pueden ser relevados como los que mayor amenaza constituyen en el territorio comunal, pues aparecen mencionados en el Plan Comunal de Emergencias, además de contarse con registros que afectaron el normal funcionamiento de la localidad.

Como se revisó en el capítulo de Caracterización Climática, las temperaturas más bajas pueden promediar mínimas cercanas a 0°C o incluso menores, lo que ocasiona un conjunto de riesgos, como aumento de caídas en la red de pasarelas al volverse estas resbaladizas; así también se ven afectadas las cañerías del sistema de agua potable y del sistema de alcantarillado, principalmente en aquellos flujos que se mantienen estáticos por tiempo continuo. En ese sentido, un evento de este tipo sucedió en julio de



2023 luego varios días con temperaturas bajo 0°C, al congelamiento de las cañerías de agua potable y de aquellas que transportan las aguas servidas del sistema de alcantarillado, lo que afectó a distintos establecimientos públicos, como la escuela, la posta de salud rural, además de viviendas particulares, conduciendo posteriormente al decreto de una declaración de zona de riesgo sanitario para la localidad de Caleta Tortel³².

Estos frentes de bajas temperaturas también son recurrentes en los inviernos, y también afectarían la bahía más cercana al sector Rincón bajo, y en ocasiones de eventos muy intensos, incluso entorpeciendo el uso de embarcaciones.

5.1.9 Sequías - marejadas

En cuanto a sequías y marejadas, si bien son amenazas que sólo fueron relevadas por la PNRRD (único documento de los revisados que las menciona), en virtud de los datos que refleja el SVIP, donde es posible apreciar que desde 2021 a la fecha ha habido un comportamiento disímil en relación con eventos de oleajes y marejadas. En ese sentido, el año 2023 se registró una sumatoria anual de 9,1 días con límites operacionales, mientras que en 2022 la cifra ascendió a 35,2 días. Así, del total de horas registradas con límites operacionales, las producidas por oleajes-marejadas solo representan el 13,7% de las horas con límites operacionales en los puertos de la comuna de Tortel.

Así, son escasos los registros a escala local asociados a este tipo de amenazas, por lo que es posible asignarles un bajo nivel de riesgo, principalmente debido a su relativamente baja ocurrencia. Sin embargo, la acelerada tasa de derretimiento de glaciares que aumenta el nivel mar a escala global (IPCC 2023), así como las proyecciones climáticas que anuncian disminuciones en precipitación media y acumulación de nieve, son indicios que no permiten descartar plenamente el impacto de estas amenazas en la comuna de Tortel.

En el caso de desarrollarse las condiciones favorables para la amenaza de marejadas, un foco de vulnerabilidad que podría acentuarse es la infraestructura existente en la desembocadura del río Baker, principalmente por el efecto erosivo que estos eventos producen. Este elemento se profundiza más adelante, en el apartado de Análisis de vulnerabilidades locales.

³² Resolución n°985, del 26 de agosto de 2023, de la SEREMI de Salud de la Región de Aysén. Disponible en: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar/imprimir?idNorma=1195377&idVersion=2023-08-26>



5.2 Encuesta de percepción climática

Por su parte, respecto de los datos contenidos en la *Encuesta de percepción climática* (resultados completos disponibles en Anexo 3), este instrumento estuvo compuesto por tres secciones principales, a saber: caracterización de la población; percepción de cambio climático; y amenazas naturales y respuesta institucional.

Sobre la primera sección, el universo total que respondió la encuesta fue de 53 personas, siendo 33 de género femenino, 19 masculino y 1 selección en Prefiero no responder.

En cuanto a las edades, hubo al menos un voto en casi la totalidad de cohortes de edad, quedando desagregado en las siguientes frecuencias:

Tabla 20: segmentos etarios de participantes de la encuesta de percepción climática

Segmento etario	Personas
16 - 21 años	3
22 - 27 años	8
28 - 33 años	11
34 - 40 años	12
41 - 50 años	7
51 - 60 años	9
61 - 70 años	2
71- 80 años	1
Total	53

Fuente: elaboración propia.

De esa forma, es posible identificar que el rango etario que concentró más participación fue entre 28 y 40 años, con un 43,3% del total. Ahora bien, si se desagregan estas cifras relacionando las variables de edad y género, a modo general se puede identificar una mayor participación de mujeres en los segmentos más jóvenes (ej: entre los 16-21 años solo hay participación femenina, y en los 28-33 años hay 9 mujeres y 1 hombre), y en los segmentos de mayor edad (sobre 40 años) hay una participación masculina ligeramente mayor.

Tabla 21: desagregación por edad y género de participantes de encuesta de percepción climática

Opción	16 - 21 años	22 - 27 años	28 - 33 años	34 - 40 años	41 - 50 años	51 - 60 años	61 - 70 años	71 - 80 años	Total general
Femenino	3	4	9	8	3	4	1	1	33
Masculino		4	1	4	4	5	1		19
Prefiero no responder			1						1
Total general	3	8	11	12	7	9	2	1	53

Fuente: elaboración propia.

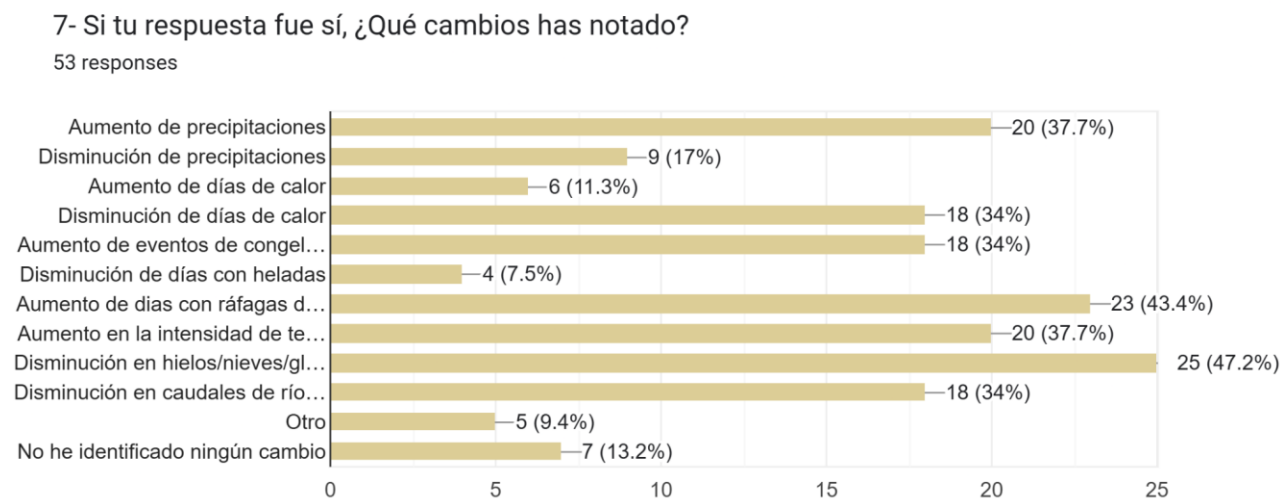


En cuanto a la identificación de cambios en el comportamiento climático, un 100% de las y los encuestados declararon haber escuchado el concepto de Cambio Climático; además, un 73,6% (39 personas) declararon sí haber notado cambios en el comportamiento del clima de los últimos años, seguido de la opción 'No lo sé', con 18,9% (10 personas), y solo un 7,5% (4 personas) declarando no haber notado cambios. Además, frente a la pregunta *¿Crees que estos cambios han afectado tu calidad de vida?* un 52,9% de este universo eligió la opción *Sí*, seguido de las opciones *No* (39,2%) y *No lo sé* (7,8%).

En relación con el tipo de cambio que han notado, fueron varias opciones que tuvieron una alta votación por parte de la comunidad (ver Figura 29), siendo las cuatro primeras mayorías la *Disminución en hielos/nieves/glaciares* (25 votos), seguido por *Aumento de días con ráfagas de viento fuerte* (23 votos), y luego *Aumento de precipitaciones* y *Aumento en la intensidad de temporales (lluvias + vientos)*, ambas con 20 votos. Estas fueron seguidas estrechamente (18 votos cada una) por *Disminución de días de calor*, *Aumento de eventos de congelamiento* y *Disminución de caudales de ríos/esteros*.

Por su parte, en cuanto a la tercera sección, en la pregunta *¿Has visto o experimentado alguno de los siguientes efectos asociados a eventos climáticos extremos?* Las primeras preferencias fueron *Caídas de postes/árboles* (40 votos) y *Pasarelas escarchadas* (38 votos); luego *Cortes de servicio eléctrico prolongado (+ de 1 día)* (30 votos) y *Daño de infraestructura (ej: voladuras de techos, goteras, daños en muelles)* (28 votos); y más abajo *Cortes de agua potable prolongado (+ de 1 día)* (21 votos) y *Aumento de residuos en la bahía luego de un temporal* (19 votos).

Figura 29: gráfico de percepción de cambios en clima de Tortel



Fuente: elaboración propia.



En cuanto a la pregunta *¿Cuáles crees que son los principales riesgos ambientales que pueden afectar a Tortel?* Las dos preferencias más votadas fueron *Congelamiento/eventos de escarcha* (42 votos) y *Temporales* (39 votos); en un segundo orden de prioridad estuvieron las preferencias *Rodados/remoción en masa* (23 votos) e *Inundaciones/desbordes de ríos y/o esteros* (22 votos).

Finalmente, asociado con la respuesta a nivel institucional ante la ocurrencia de eventos climáticos extremos, un 68,8% declaró que su comunidad no se encontraría preparada para afrontar eventos de este tipo, con 17% que no lo sabe, y 13,2% que indicó que la comunidad sí se encontraría preparada.

En cuanto a la pregunta *¿Has recibido instrucciones de alguna institución sobre cómo actuar ante desastres ambientales?* Un 75,5% eligió la opción *No*, un 17% señalando que *Sí*, y un 7,5% *No lo sé*.

Finalmente, ante la consulta relacionada con la institución a la que acudirían primero por ayuda ante la ocurrencia de desastres naturales, la primera institución señalada fue Bomberos (45,3%), seguido por la Municipalidad (15,1%), luego Otra (13,2%) y la Armada (11,3%).

Por su parte, el Plan de Desarrollo Territorio Provincia de los Glaciares (GORE Aysén 2020), la Provincia de Capitán Prat se ha visto enfrentada en los últimos años a una mayor ocurrencia de GLOF e incendios forestales.

A nivel local, según el Plan Comunal de Emergencias, las amenazas más frecuentes son incendios de viviendas, crecidas de ríos, GLOF, y congelamientos de la bahía.

6- Factores de sensibilidad climática

Este capítulo aborda los Factores de Sensibilidad Climática de la comuna. En él se presentan los elementos que determinan la vulnerabilidad y capacidad de respuesta frente al cambio climático, organizados en los siguientes apartados: análisis del Índice Comunal de Factores Subyacentes del Riesgo (ICFSR), análisis de vulnerabilidades locales en medio humano y medio biofísico, y análisis de capacidades locales.

La sensibilidad climática se refiere al grado en que un sistema —natural, social o productivo— responde a la exposición a amenazas climáticas, reflejando un balance entre condiciones de vulnerabilidad preexistentes (ambientales, sociales, económicas,



institucionales) y las capacidades locales para enfrentar, absorber o adaptarse a estos impactos. Es, en esencia, una medida del potencial impacto climático que podría ser gestionado por una comunidad, condicionado por su configuración y dinámica interna.

De esa forma, en el presente apartado se evalúa un conjunto de datos que, generados desde distintos prismas de análisis, apuntan a identificar el grado de sensibilidad climática a escala comunal.

Un antecedente base en este enfoque análisis es lo que señala el Plan de Acción Nacional para el Cambio Climático (2017-2022), donde Chile se menciona como un país altamente vulnerable al Cambio Climático pues cumple con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad enunciadas por la CMNUCC, como poseer dentro de su territorio nacional extensas áreas costeras de baja altura, así como zonas áridas y semiáridas; poseer zonas de bosques; ser un territorio susceptible a desastres de origen natural; poseer áreas propensas a sequía y desertificación; contar con zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica; y contar con ecosistemas montañosos.

En vista de lo anterior, en los siguientes apartados se indaga en información recabada desde fuentes institucionales enfocadas en gestión de riesgo, así como en otros antecedentes extraídos a partir de análisis de textos o herramientas digitales, y también en otros datos levantados en terreno, referidos a factores de riesgo subyacente, vulnerabilidad y capacidades locales, en miras de allanar el escenario local respecto de sensibilidad ambiental y climática de la cual es susceptible la comuna.

6.1 Análisis de Índice Comunal de Factores Subyacentes del Riesgo (ICFSR)

El Índice Comunal de Factores Subyacentes del Riesgo (ICFSR) es una herramienta de análisis del riesgo de los territorios comunales promovido por SENAPRED, y que está basado en una metodología que considera cuatro dimensiones principales, a saber: i) Ordenamiento territorial, ii) Cambio Climático y recursos naturales, iii) Socioeconómicas y demográficas y iv) Gobernanza. Estos factores son desagregados y por medio de un cálculo se categorizan en un rango que va de 0 a 1, donde se establecen las siguientes categorías escalonadas:

- Nivel de riesgo mínimo: bajo 10% (inferior a 0,10)
- Nivel de riesgo bajo: igual o superior a 20% (de 0,11 a 0,20)
- Nivel de riesgo moderado: igual o superior a 20% e inferior a 43% (de 0,21 a 0,42)
- Nivel de riesgo alto: igual o superior a 43% (de 0,43 o más)



En el caso de Tortel, según el informe de ONEMI realizado en base al autodiagnóstico informado por el Municipio con fecha de 18 de junio de 2018³³, el ICFSR comunal se calcula en 0,421, es decir, se define en una categoría de riesgo Moderado, no obstante, manteniendo una estrecha proximidad al nivel de riesgo alto. La razón de esto se atribuye a los altos valores asignados en algunas de las dimensiones evaluadas, como Gobernanza (0,243) y Ordenamiento Territorial (0,152), cuya sumatoria acercó la estimación del índice hacia valores de mayor riesgo; por el contrario, las dimensiones Condiciones Socioeconómicas y Demográficas (0,02) y Cambio Climático y Recursos Naturales (0,004) tendieron a regular el nivel de riesgo declarado.

En cuanto a Gobernanza, el informe recomienda al Municipio la conformación de los Consejos Consultivos de la Sociedad Civil (COSOC), donde también pueda impulsarse una agenda de trabajo conjunta enfocada en el diagnóstico del riesgo a nivel comunal y en programas de trabajos tendientes a la reducción de las amenazas y vulnerabilidades identificadas, así como en la ejecución de mecanismos de seguimiento y evaluación de la efectividad de dichas faenas. El documento destaca en este aspecto la necesidad de establecer instancias de trabajo público-privadas, estableciendo alianzas con actores locales de Tortel, así como externos, como Mutual de Seguridad, ACHS, entre otros.

En este mismo ítem, el informe de ONEMI también recomienda mantener un catastro actualizado de las organizaciones de la sociedad civil, en miras de generar vínculos formales de colaboración enfocada en la respuesta coordinada ante desastres³⁴. En este sentido, se otorga importancia a la concreción de instrumentos (ej: protocolos, convenios) que beneficien a ambas partes en las tareas de reducción de riesgo de desastres, puesto que, según el autodiagnóstico, se presentarían ciertas falencias en cuanto a la desarticulación de los actores locales.

Otro punto que se releva en el ámbito de la Gobernanza es la consideración y cautela del enfoque de derecho en la fase de respuesta ante eventos disruptivos, criterio que apunta a la protección de grupos prioritarios ante la ocurrencia de desastres, cuidando evitar la revictimización, el asistencialismo y otras prácticas no beneficiosas para la comunidad.

³³ A partir de la plataforma web Factores subyacentes del riesgo, disponible en: <https://geoportalonemi.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=a6775bda6d054305a2482efc999d9890>

³⁴ La atención de este punto se refleja en el nutrido reparto de organizaciones sociales identificadas por la Unidad de Organizaciones Comunitarias de la Municipalidad de Tortel, donde 19 estarían activas, incluyendo 4 JJVV, 3 clubes deportivos, 1 escuela de kayak, y tres comités, 2 de gestión de servicios básicos, y 1 ambiental, sin embargo, siendo escasas las organizaciones con labores que atañen directamente a la reducción del riesgo de desastres.



Trasladando este análisis a nivel territorial, otra cuestión relevante en el ámbito de la gobernanza dice relación con los niveles de participación en instancias abiertas a la comunidad. En este contexto, se hace referencia a la baja participación masculina comparada con la contraparte femenina, tendencia que viene a destacar una cuestión no menor en términos de participación ciudadana considerando que la comuna tiene en su mayoría población masculina, incluso con el índice de masculinidad más alto de la región (véase apartado de Demografía). Esta menor participación se constató en las actividades de relacionamiento comunitario, tanto en las instancias de participación presencial como aquellas encausadas en plataformas digitales, donde la participación femenina siempre fue mayoritaria.

Por su parte, respecto al ítem de Ordenamiento Territorial, el informe de ONEMI sugiere que la inexistencia de un Plan Regulador Comunal traslada al Municipio la tarea de revisar los cambios de uso de suelo producidos por el empuje de la expansión urbana, incentivando la ejecución de estudios de riesgo que permitan delimitar los nuevos límites urbanos dentro de parámetros de seguridad para los asentamientos. Del mismo modo, se sugiere realizar y/o actualizar estudios de riesgo a escala comunal, caracterizando las amenazas presentes en todo el territorio, así como las vulnerabilidades de los diversos sistemas expuestos a la afectación de este tipo de eventos.

Cabe mencionar que durante el proceso de elaboración de este instrumento se colaboró con la actualización de este autodiagnóstico, a cargo de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD) del Municipio, proceso que resultó en el aumento del nivel de riesgo a categoría Alto.

6.2 Análisis de vulnerabilidades locales

Según la PNRRD 2020-2030, la vulnerabilidad corresponde a aquellas condiciones de fragilidad preexistentes en los asentamientos humanos que agravan la ocurrencia de un evento natural (tsunamis, inundaciones, remociones en masa, entre otros), los que pasan a denominarse ‘desastres’ al impactar sobre estos sistemas. En ese sentido, reducir la exposición de elementos que favorecen a mejorar la respuesta ante dichos eventos es también reducir los niveles de vulnerabilidad de una comunidad, siendo también mitigado por la capacidad de respuesta instalada previamente en las respectivas comunidades.

Estas vulnerabilidades pueden estar encarnadas en una dimensión social, como la población de NNA³⁵, personas mayores, y/o personas en situación de discapacidad, es decir, grupos de primera prioridad en caso de evacuación o provisión de ayuda en un

³⁵ Niños, niñas y adolescentes.



contexto de emergencia; también a nivel estructural, como el nivel de respuesta de las concesionarias de servicios básicos domiciliarios ante una interrupción del suministro, o, en el caso de viviendas construidas de forma precaria en sitios de riesgo (como aquellas en tomas de terrenos); o bien en un plano institucional, en mecanismos de gobernanza débiles o inexistentes entre instituciones del Estado y organizaciones de la sociedad civil, mermando una respuesta eficaz frente a situaciones de emergencia.

En ese contexto, en el presente apartado se realiza un análisis tanto del medio humano como del medio biofísico, con el objetivo de identificar las vulnerabilidades específicas que afectan a la comuna de Tortel. Este análisis busca evidenciar cómo algunas condiciones estructurales, institucionales y de gobernanza, entre otras, interactúan con las particularidades geográficas y sociales de la comuna, generando un escenario con determinados riesgos que requieren ser abordados desde una perspectiva integral y planificada. De esa forma, se reconoce que las vulnerabilidades del territorio se manifiestan de manera diferenciada, dependiendo de elementos y características que son abordadas a continuación.

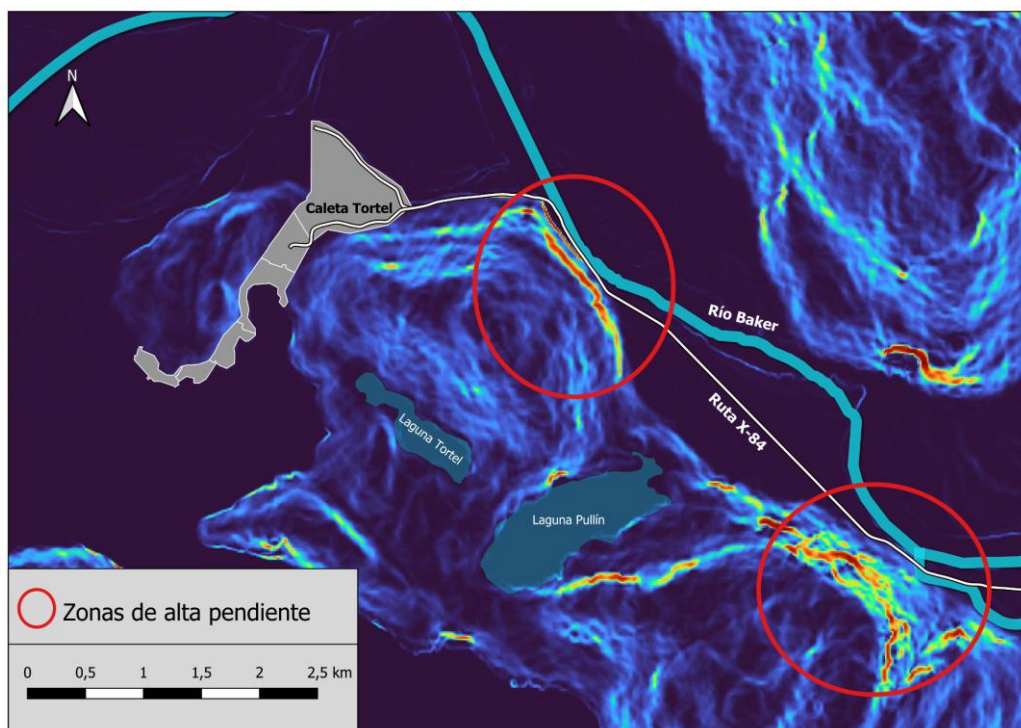
6.2.1 Vulnerabilidad en medio humano

6.2.1.1 Aislamiento geográfico

En relación con el medio humano, uno de los factores que aumenta la vulnerabilidad de Tortel es su situación de aislamiento geográfico. Tortel se encuentra a aproximadamente 450 kilómetros de la capital regional, y su conexión se ve dificultada por la calidad de las rutas, en su mayoría de ripio, y con antecedentes de cortes por deslizamientos de laderas (véase apartado de Perfil de amenazas). Esto implica viajes que suelen tardar entre 8 y 10 horas en un contexto normal, o todavía más en situación de cortes de caminos. Además, la conectividad de transporte público es limitada, especialmente en el tramo Tortel-Cochrane (véase el apartado Transporte y Vialidad), lo que refuerza la condición de aislamiento. Estas condicionantes limitan el acceso a servicios esenciales y apoyo en caso de emergencias.

En ese sentido, de acuerdo con datos de la plataforma ARClím en cuanto al riesgo de cortes viales debido al incremento de deslizamientos de ladera y aluviones por aumento de eventos de precipitación extrema, las rutas más afectadas de la comuna serían la ruta X-84, así como la continuación de la ruta 7, específicamente luego de cruzar el canal Messier en dirección al sector Bravo y Pascua.

Figura 30: identificación de zonas de alta pendiente en cercanías de Caleta Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile y Municipalidad de Tortel.

En el caso de la ruta X-84, la vulnerabilidad se acentúa a causa del alta pendiente de las laderas que flanquean el camino, sumado a la proximidad que estas tienen con el camino en algunos tramos (ver Figura 30), además de la no menor influencia del río Baker, agente que genera erosión de las riberas cercanas a la vía.

6.2.1.2 Población en situación de vulnerabilidad socioeconómica y diferenciada

En una dimensión socioeconómica, el informe del PNUD sobre desarrollo humano en las comunas de Chile (PNUD 2024) clasifica a Tortel con un IDH en nivel Medio-bajo. Este índice es un indicador compuesto que mide el nivel de desarrollo de los países considerando tres dimensiones básicas del bienestar humano: salud (esperanza de vida al nacer), educación (años promedio y esperados de escolaridad) y nivel de vida (ingreso nacional bruto per cápita). Entonces, el nivel Medio-bajo de Tortel se explica al situarse la comuna con el segundo nivel de ingresos per cápita más bajo de la región (\$274.468-\$342.864), además de una tasa de años de vida perdidos³⁶ relativamente alto comparado con otras comunas de Aysén, y también con bajos niveles en indicadores de educación (años de escolaridad y porcentaje de matrícula).

³⁶ Indicador que apunta a las muertes prematuras por comuna, considerando una esperanza de vida ideal fijada en 80 años.



A lo anterior se suman datos de la plataforma web Analista digital de Información Social (ADIS), del Ministerio de Desarrollo Social, donde se señala que de los hogares de Tortel dentro del Registro Social de Hogares (RSH), un 49,6% tendría una calificación dentro del 40% más vulnerable socioeconómicamente. Por su parte, según cifras de la encuesta CASEN 2022, un 4,6% de la población de Tortel contaría con pobreza por ingresos, aumentando al 12,3% en el caso de pobreza multidimensional³⁷, valores que, si bien son relativamente bajos comparado con otras comunas de la provincia de Capitán Prat, en un contexto de emergencia los hogares en esta situación refuerzan la condición de vulnerabilidad social de la comuna.

Otro elemento de análisis en este ámbito dice relación con la presencia de grupos de población vulnerable, como son NNA, personas mayores, y/o personas en situación de discapacidad. En este sentido, según resultados preliminares del Diagnóstico local de infancia de Tortel, a cargo de la Oficina Local de la Niñez (OLN), la matrícula de la Escuela Luis Bravo Bravo es de 89 estudiantes, sumado a 11 estudiantes del nivel preescolar, 6 NNA desescolarizados, y 5 que estarían ejerciendo su enseñanza media en Cochrane, regresando esporádicamente a la comuna. Por su parte, tomando como referencia los resultados preliminares del catastro realizado por el Programa de personas mayores, habría 59 personas en este segmento etario. Ambos grupos parecen concordar con los resultados preliminares del Censo de población 2024 (INE 2024), que señala una población censada de 107 personas entre 0 y 14 años, y de 59 personas en el tramo de 60 o más años.

En el caso de las personas en situación de discapacidad, de acuerdo con la Encargada de la Unidad de Discapacidad de Tortel, serían 31 personas clasificadas en este grupo. Asimismo, se constató que actualmente no existen personas electrodependientes en la comuna.

6.2.1.3 Turismo enfocado en patrimonio natural de alta sensibilidad al CC

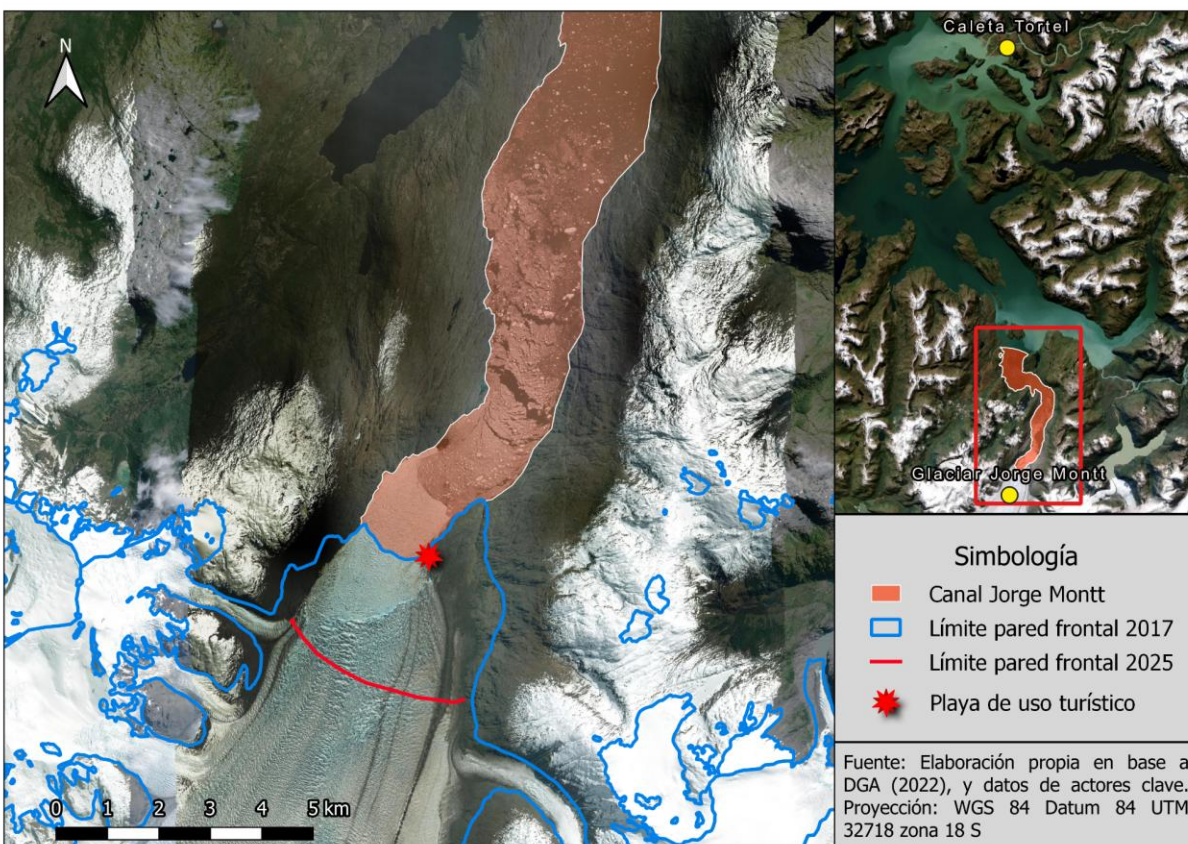
Por su parte, otra de las vulnerabilidades identificadas en este ámbito se relaciona con el sector económico y productivo, particularmente en la existencia de múltiples operadores dedicados a prestar servicios de navegación hacia glaciares, masas de hielo milenario que en las últimas décadas han registrado significativos retrocesos en todo el mundo (IPCC 2023), no estando Tortel exento de aquello.

³⁷ Indicador que evalúa criterios de educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno, y redes y cohesión social.

Al respecto, de acuerdo con Rivera & otros (2012), uno de los principales atractivos turísticos explotados de la comuna, como es el glaciar Jorge Montt, ha manifestado un retroceso de casi 20 km de su pared frontal desde 1898 a 2011. Asimismo, el informe técnico “*Reporte de variaciones areales de glaciares relevantes monitoreados en el año 2024*” (MOP-DGA 2025) indica que entre 1976 y 2024 se produjo una pérdida de superficie de hielo de 112,23 km² del glaciar Jorge Montt, cuya sumatoria alcanza el 21% de pérdida de la masa total, considerada desde el año inicial de monitoreo (1976).

A lo anterior se suman las proyecciones de escenarios climáticos pesimistas que ilustran un panorama poco alentador, sugiriendo una continuación de esta tendencia de reducción de masa que afecta a glaciares como Jorge Montt. En este sentido, la herramienta ARClím refuerza esta lectura, atribuyendo un alto riesgo en cuanto a pérdida de atractivo turístico por retroceso de glaciares, siendo la segunda comuna (después de Aysén) con mayor riesgo en este sentido a nivel regional. En el caso de Tortel, a pesar de tener menos glaciares con uso turístico (2) en comparación con Aysén (3), la vulnerabilidad proporcional del turismo de glaciares es mayor en Tortel por la mayor concentración de visitantes en torno al turismo de glaciares: 59% en Tortel, en comparación al 21% en Aysén.

Figura 31: playa de uso turístico en ‘Canal Jorge Montt’



Fuente: elaboración propia en base a datos de DGA (2022) y datos de actores clave.

Este retroceso del glaciar Jorge Montt también ha sido corroborado en entrevistas con actores clave del sector, quienes han constatado en terreno la acelerada tasa de retroceso de la pared frontal (ver Figura 31), que actualmente se encuentra más atrás del límite señalado por los datos de la última versión del Inventario Público de Glaciares (DGA 2022)³⁸. Este retroceso incluso ha permitido que durante la prestación del servicio de turismo de navegación puedan usarse bordes de laderas que antes estaban cubiertas por hielo, y que actualmente han sido utilizadas por algunas empresas para el desembarco de los visitantes en miras de enriquecer la experiencia turística (ver Figura 32).

Figura 32: excursión en playa de uso turístico en 'Canal Jorge Montt' en enero de 2025



Fuente: Agencia Katalalixar Expediciones.

Con todo, de acuerdo con Bown & otros (2019), se pronostica que la tasa de deshielo del glaciar Jorge Montt alcance una condición más estable una vez que la pared frontal haya retrocedido a una topografía por encima del nivel del mar, que se estima será a unos 3 km desde la playa de uso turístico ya mencionada. Esta predicción puede interpretarse como alentadora pues indica que la tasa de retroceso continuará a un ritmo más lento, abriendo una ventana temporal más amplia para aprovechar el recurso, sin

³⁸ Según el metadato contenido en este archivo vectorial, el límite está basado en una imagen satelital del año 2017, siendo coincidente con las imágenes satelitales del año 2018 que incluyen Bown & otros (2019) en su investigación sobre el límite de la pared frontal del glaciar Jorge Montt.



embargo, los mismos estudios sugieren que aún quedan muchas interrogantes por determinar al momento que esto suceda, por lo que cualquier proyección futura previa a ese punto es aventurada. Lo que no arroja ambigüedades es la prácticamente nula probabilidad de que el glaciar avance nuevamente sobre el espacio del canal formado por su pérdida de masa.

Por su parte, otro de los aspectos relevantes identificados en este tópico es la falta de regulaciones en el turismo de navegación enfocado en el glaciar Jorge Montt, específicamente el periodo del viaje donde las embarcaciones están dentro del “canal Jorge Montt” (como fue referido este por uno de los actores clave durante las entrevistas) por los operadores. Cabe resaltar que esta no es una topografía menor, puesto que el retroceso de la pared frontal del glaciar abarca una distancia de más de 22 km desde el comienzo del canal hasta la playa de uso turístico en el interior, comprendiendo una superficie estimada en más de 40 km², calculados sólo en base al espacio marítimo utilizable para navegación.

Asociado a lo anterior, durante las entrevistas fue posible constatar que en las expediciones turísticas existen disímiles criterios de operatividad durante la prestación de los servicios de navegación hacia el glaciar Jorge Montt, particularmente en lo referido a la distancia mínima de acercamiento a la pared frontal, la velocidad de tránsito dentro del canal, la proximidad con témpanos de gran volumen y las modalidades de interacción con masas de hielo flotantes, entre otras maniobras.

Precisamente en esta línea, los relatos recogidos dejan entrever una “zona gris” en el manejo de las embarcaciones, que depende en gran medida del criterio y experiencia de los patrones, y en algunos casos de la impericia de los menos experimentados. Una fuente relató un incidente en que una embarcación colisionó imprudentemente contra un témpano, provocando su desestabilización e impacto posterior en la nave, con daños materiales, aunque sin pasajeros lesionados. En otro caso, se informó de una excursión en la que la nave presentó fallas mecánicas por operar con motores inadecuados para cubrir la distancia exigida hasta el glaciar, situación que requirió asistencia de la Armada tras varias horas de espera.

Lo anterior resulta especialmente relevante considerando que, desde diciembre de 2018, la Capitanía de Puerto Baker estableció una resolución específica con condiciones de seguridad para la navegación hacia el ventisquero Jorge Montt (véase apartado de Caracterización socioeconómica). Esta normativa fija, entre otros aspectos, una distancia mínima de 200 metros a la pared del glaciar, una distancia de 100 metros respecto de témpanos, la prohibición de ascender a masas de hielo, límites de viento y oleaje para la operación, así como la obligación de operar con velocidades reducidas y con medidas



básicas de seguridad para pasajeros y tripulación. Sin embargo, la información recabada evidencia que varios operadores turísticos desconocen la existencia de esta regulación, generando una brecha crítica entre lo normado y las prácticas reales de navegación.

En definitiva, esta falta de aplicación de la normativa vigente incrementa la condición de vulnerabilidad, al dejar la seguridad de las excursiones sujeta al criterio de cada operador. Ello no solo aumenta el riesgo de accidentes para tripulantes y pasajeros, sino que también genera presiones adicionales sobre el entorno natural, en un contexto en que la regulación ya ha identificado y normado explícitamente los riesgos asociados a la navegación en este sector.

Todavía relacionado con el turismo de navegación, otro factor de vulnerabilidad identificado es la carencia de una figura asociativa que agrupe a estos operadores. En ese sentido, si bien se constata mediante la Unidad de Turismo del Municipio de la existencia de una Cámara de Turismo de operadores locales, esta se compone en su mayoría por prestadores de servicios de alojamiento, alimentación, guías y artesanos. De esa forma, la inexistencia de una figura asociativa y coordinada de los operadores del turismo de navegación complejiza la capacidad de agencia que estos podrían tener frente a una variación abrupta de las condiciones basales que permiten ejecutar la actividad en el presente; y, asimismo, dificulta la colaboración pública-privada entre entidades del Estado y estos operadores, en miras de resguardar la actividad.

6.2.1.4 Infraestructura crítica gestionada localmente

La infraestructura crítica de Tortel presenta vulnerabilidades asociadas principalmente a los servicios básicos, como electricidad y agua potable, y la capacidad de respuesta que tienen las entidades responsables de proveerlos (Comité Eléctrico, Comité APR, Municipalidad) ante situaciones de emergencia generadas por eventos climáticos que alteren su normal funcionamiento. En este sentido, los eventos de congelamiento y temporales son amenazas que en el pasado reciente han afectado el suministro de agua potable y de electricidad por periodos prolongados, superando incluso la capacidad de respuesta de las entidades locales a cargo de su gestión debido a la magnitud del daño ocasionado por estos acontecimientos (véase apartado Perfil de amenazas climáticas). Ejemplo de ello son las 125 hrs de horas sin servicio eléctrico registradas en el año 2024, siendo casi en su totalidad a causa del temporal cuyos vientos derribaron un conjunto de postes, generando un corte de electricidad de casi una semana.

Las interrupciones prolongadas de los servicios básicos, además de significar un desafío para los habitantes locales en cuanto al abastecimiento de agua potable o de energía para el uso de aparatos electrónicos, también ha entorpecido la prestación de servicios



públicos como privados, retrasando atenciones a la comunidad y perjudicando otros insumos que requieren de estas funciones³⁹. Además, si bien actualmente no existen personas electrodependientes residentes en Tortel, esta situación puede constituir igualmente un potencial factor de vulnerabilidad, considerando el alto flujo de visitantes que recibe la comuna, entre los cuales podrían encontrarse personas con esta condición.

Frente a estos escenarios, la comunidad ha respondido mayormente con los recursos disponibles a escala local y con escasa planificación orientada a prevenir situaciones de emergencia, lo que evidencia una debilidad transversal que afecta tanto a los organismos del Estado como a las organizaciones de la sociedad civil presentes en la comuna. No obstante, en contextos extremos, las capacidades locales también han resultado insuficientes, haciendo indispensable la intervención de actores externos para enfrentar adecuadamente la problemática.

A estas limitaciones se suman barreras institucionales que condicionan la capacidad de prevención. Un ejemplo relevante es la normativa vinculada a la Zona Típica del Pueblo de Caleta Tortel, que restringe el uso de materiales distintos a la madera en elementos del espacio público, como los postes de la red de distribución eléctrica. Esta exigencia limita la posibilidad de reemplazarlos por alternativas más resistentes, que podrían ofrecer un mejor desempeño frente a ráfagas de viento de alta intensidad. A lo anterior se agrega la inexistencia de un catastro actualizado sobre el estado de los postes, lo que aumenta la incertidumbre respecto de la condición actual de esta infraestructura crítica para la comunidad.

6.2.1.5 Contaminación atmosférica en Caleta Tortel

Otro factor de vulnerabilidad que puede incluirse en este análisis se relaciona con los niveles de contaminación del aire generados por el masivo uso de sistemas de calefacción basado en combustión de leña. En este sentido, además de aportar a la emisión de GEI, tienen un potencial efecto negativo en la salud de la población.

Al respecto, un estudio⁴⁰ realizado por el Laboratorio Eco-climático del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) reveló que un 98% de los hogares encuestados utiliza leña en su sistema de calefacción, con un consumo promedio mensual de 3,1 m³ de esta biomasa en los meses más fríos. Además, los resultados

³⁹ Ejemplo de esto es el almacenamiento de alimentos o fármacos que requieren conservar una cadena de frío para mantenerse en buen estado.

⁴⁰ Estudio Regional Calidad del Aire 2023-2024, que consideró datos registrados entre enero de 2024 y mayo de 2025.



indicaron que durante el período monitoreado se registraron 31 episodios de riesgo ambiental, entre alertas y preemergencias, concentradas la mayoría (24) entre los meses de invierno (junio-agosto), con mayor presencia de preemergencias⁴¹ en el mes de junio (mes con el registro de temperaturas medias más bajas en Tortel).

Lo anterior destapa otra situación de vulnerabilidad que afecta al medio humano, esto es, la existencia de numerosas viviendas levantadas mediante autoconstrucción, en predios ocupados de forma irregular, que corresponden a la proporción mayoritaria de viviendas existentes en Tortel (véase apartado de Tenencia de precios y viviendas). Entonces, este escenario complejo incluye viviendas que incumplen estándares de construcción (materialidad, grosor del tabique perimetral), factores determinantes para el aislamiento térmico. De esa forma, un aislamiento térmico ineficiente empuja al mayor consumo de combustibles para la calefacción (Schueftan, Sommerhoff & González, 2016), y como consecuencia genera mayores tasas de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Según lo consultado a la Unidad de Vivienda del Municipio de Tortel, el contexto habitacional en la comuna es complejo, dado a la situación irregular tanto a nivel de predios como en los estándares de construcción de las viviendas. Esto, a su vez, ha dificultado los procesos de regularización, siendo imposible optar a subsidios del Estado para mejoras en infraestructura, como el aislamiento térmico.

Por su parte, otra arista de vulnerabilidad relacionada con la contaminación atmosférica tiene que ver con las emisiones de GEI provenientes de la generación de electricidad de la comuna y la falta de una cuantificación de esas emisiones, las cuales nunca han sido catastradas con mayor precisión, solo existiendo estimaciones a nivel comunal⁴². Cabe recordar que este sistema es impulsado localmente (véase apartado de Servicios básicos locales) a través de una generación mixta que combina una mini central hidroeléctrica y una planta con generadores que fue añadida posteriormente para mejorar la capacidad del suministro, alimentada con combustible diésel. No obstante, la tasa de consumo de combustible para los generadores ha aumentado considerablemente en los últimos años, sobre todo desde el 2023 al agregar la demanda del sistema de alcantarillado al consumo de la red eléctrica, aumentando en más de 300% los litros de combustible usados para generación eléctrica.

⁴¹ Corresponde a un estado de mediana severidad en la contaminación atmosférica, siendo menos grave que la emergencia, pero peor que la alerta ambiental.

⁴² De acuerdo con un balance de emisiones de GEI elaborado por la SEREMI del Medio Ambiente de Aysén, para la comuna de Tortel se estima que 3,7 kt de CO₂ provendrían de la glosa 'Energía'.

6.2.1.6 Preexistencia de condiciones favorables para la ocurrencia de eventos de remoción en masa

Según distintos organismos del Estado, en Tortel existen condiciones que predisponen el riesgo de consecuencias negativas ante la ocurrencia de un evento de remoción en masa. Esto queda patente específicamente en el sector Rincón bajo de Caleta Tortel, donde se identifica una zona de riesgo crítico debido a la existencia de registros caída de clastos (rocas) desde una pared rocosa de alta pendiente con evidencia de fisuras (ver Figura 33), lo que ha quedado consignado en informes técnicos de SERNAGEOMIN sobre la materia (Jara 2023).

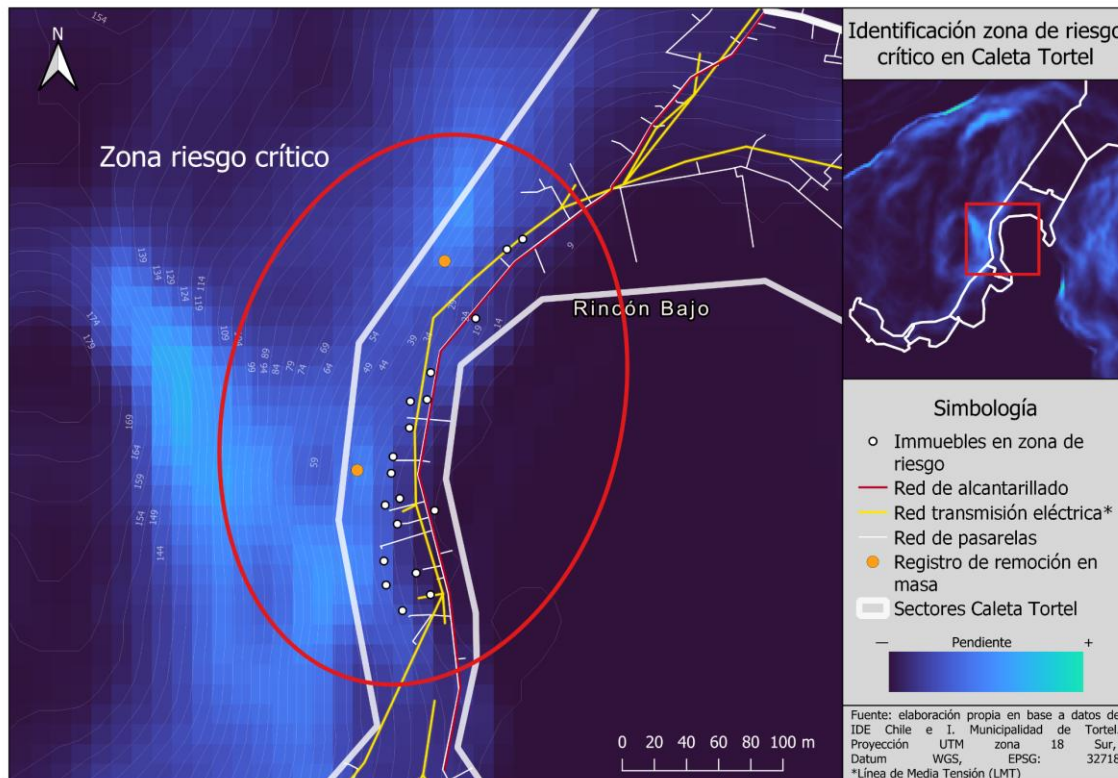
Figura 33: registro de quebradas y caídas de clastos en sector Rincón bajo



Fuente: Informe técnico SERNAGEOMIN (Jara 2023).

La vulnerabilidad de este escenario se ve exacerbada debido al potencial impacto tanto a personas como inmuebles ubicados en las inmediaciones de esta zona, así como de la posible afectación sobre la infraestructura crítica de Caleta Tortel, como son la línea de media tensión del sistema eléctrico, el sistema de alcantarillado, y la pasarela principal, que conecta el sector Rincón alto con el sector Centro y el resto de los sectores al sur de Caleta Tortel (ver Figura 34). De ese modo, un evento de desprendimiento de rocas, o de desplazamiento del suelo, como ha sido constatada la ocurrencia pasada de sucesos de este tipo por parte de organismos técnicos, podría generar un alto impacto al normal funcionamiento de la electricidad, el alcantarillado, y/o la movilidad de los habitantes del poblado.

Figura 34: Zona de riesgo crítico en Caleta Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile y Municipalidad de Tortel.

Lo anterior coincide con las lecturas que hacen otros IPT a escala regional, que apuntan a la ocurrencia frecuente de procesos de remoción en masa en la región de Aysén, sobre todo en su parte continental occidental debido al régimen de altas precipitaciones, factores que favorecen la meteorización de las rocas (ej: crioclastismo), y las altas pendientes propias del modelado glacial (GORE Aysén 2019).

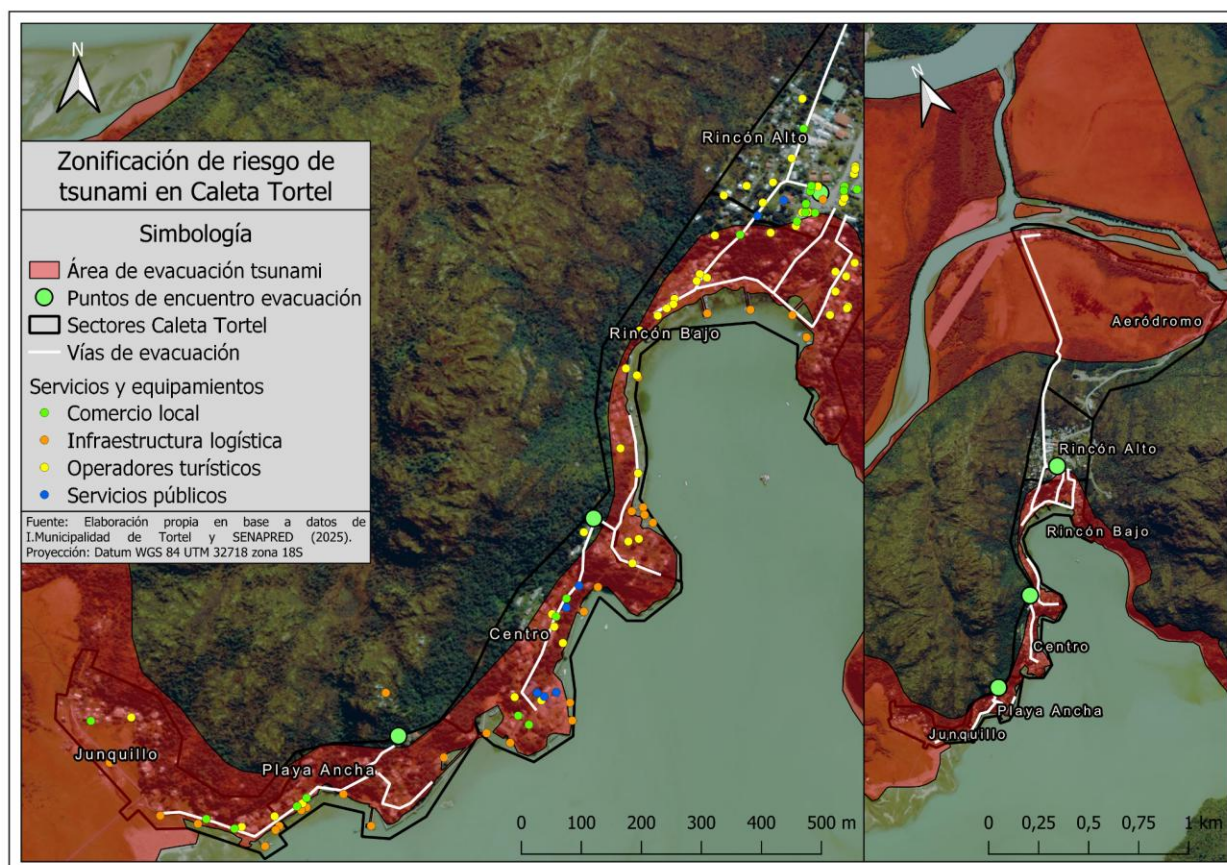
6.2.1.7 Vulnerabilidad de infraestructura en borde costero por aumento del nivel del mar

De acuerdo con el IPCC (2023), una de las principales amenazas proyectadas en un escenario de Cambio Climático es el aumento del nivel del mar. En ese contexto, prácticamente todas las localidades costeras de Chile verían aumentado este factor de riesgo debido a la estrecha vinculación entre asentamientos humanos y los océanos en casi toda la costa chilena. Esto, como se ha registrado en acontecimientos pasados, condiciona dichos espacios a estar constantemente amenazados ante eventos de marejadas y tsunamis, aumentando el riesgo de afectación al existir exposición de infraestructura o actividades humanas.

En el caso de Tortel, una información que alude a esta vulnerabilidad es la zonificación de riesgo de tsunami establecida en torno a Caleta Tortel (Figura 36), la cual indica un área de potencial afectación ante un aumento del nivel del mar que alcance la cota de 30 msnm. Este instrumento de prevención formulado por SENAPRED señala vías de evacuación y tres puntos de encuentro en zonas seguras: (de norte a sur) en el sector Rincón alto (rotonda), en la pasarela Longitudinal 8 del sector Centro, y en la pasarela Longitudinal 1, cercana a la plaza Orompello, en el sector Playa ancha.

Como se dijo previamente, esta zonificación solo aplica para la localidad de Caleta Tortel, dejando al resto de la comuna sin un instrumento de este tipo, sin embargo, en eventos pasados la configuración de islas y canales que intermedian entre Caleta Tortel y el mar abierto ha operado como un factor mitigador del impacto de tsunamis, además de la casi inexistente infraestructura relevante construida en la franja de costa expuesta directamente al océano Pacífico.

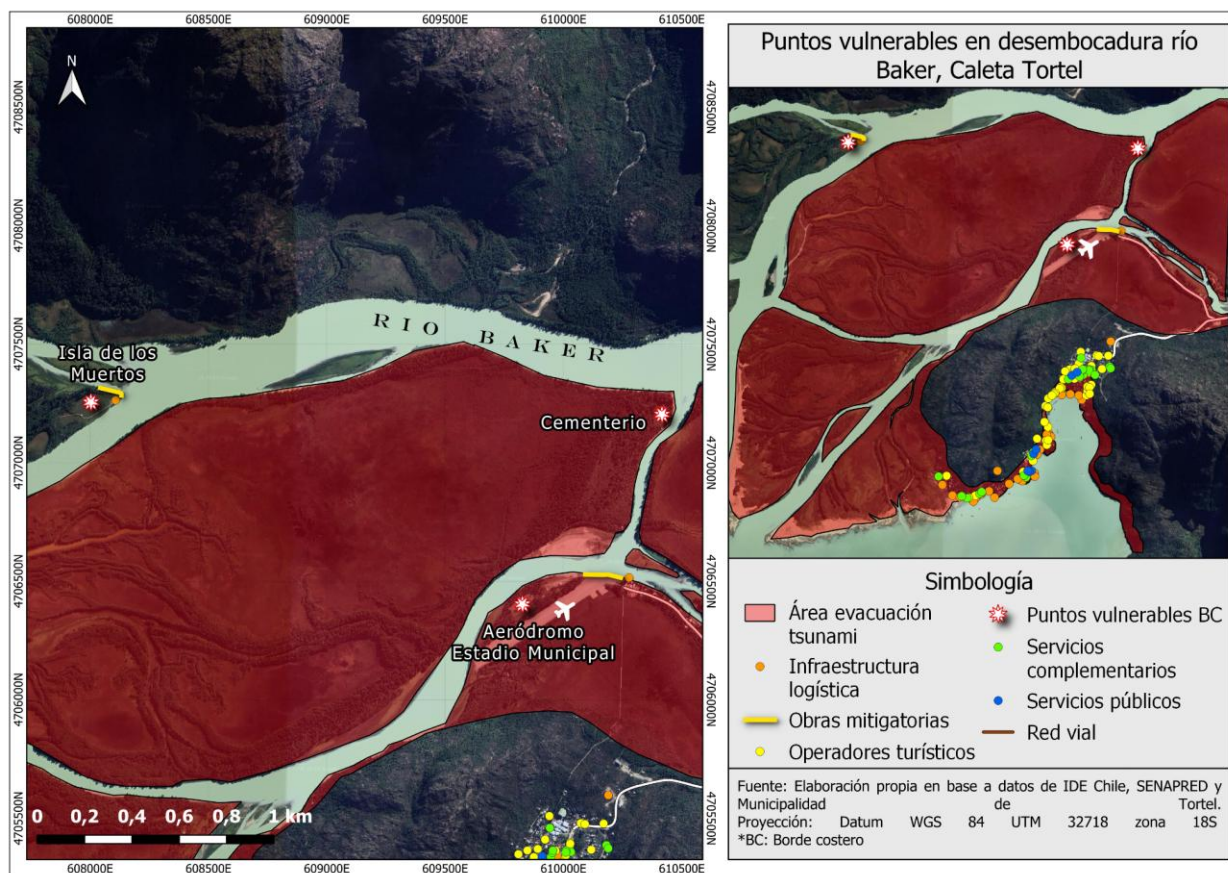
Figura 36: zonificación de riesgo de tsunami en Caleta Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de SENAPRED (2025) y Municipalidad de Tortel.

Con todo, en caso de ocurrencia de un tsunami (ya sea de origen tectónico o por remoción en masa en alguna ladera de isla cercana), existe una cantidad significativa de servicios e infraestructura de uso público que están dentro del área de evacuación y que aumentan la vulnerabilidad del poblado frente a este tipo de riesgos. Dentro de los elementos expuestos se cuenta la presencia de servicios públicos, como el retén de Carabineros y la oficina de la Armada en el sector Centro; los numerosos establecimiento de turismo o venta de abarrotes, sobre todo en los sectores Centro, Playa Ancha y Junquillo, cuya eventual afectación podría repercutir tanto en los propietarios de estos servicios como en las familias que se abastecen de estos; también la afectación que amenaza una proporción significativa de infraestructura logística expuesta al borde costero, como son los muelles de Caleta Tortel, que actualmente operan para el traslado de cargas y pasajeros, y que en un escenario de emergencia son un recurso clave tanto para la provisión de asistencia o evacuación de población afectada.

Figura 37: puntos vulnerables en desembocadura río Baker



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile, SENAPRED y Municipalidad de Tortel.

Por último, también se considera la dinámica hidráulica en la desembocadura del río Baker, la cual impacta sobre la infraestructura existente en ese sector (ver Figura 37). Dentro de esta dinámica se encuentran las crecidas de caudal que genera un conjunto



de consecuencias principales: por un lado, el efecto erosivo del caudal que desgasta progresivamente las laderas del río y las islas formadas en el delta; también la acumulación de sedimentos que favorece formación de 'barras', geoformas que alteran el flujo del río, llegando a dificultar de manera grave la circulación de embarcaciones por la zona; asimismo, las crecidas producen un deterioro de la infraestructura allí existente, tanto por el efecto de anegamiento como por la fuerza de la corriente, que arrastra los materiales más livianos o desgastados por el paso del tiempo.

Entre los puntos afectados se encuentra la infraestructura turística que habilita la Isla de Los Muertos y el cementerio, ubicados en la ribera aledaña al brazo principal del río; y el aeródromo y estadio municipal, construidos en torno a un brazo secundario del río Baker. Tanto la Isla de los Muertos como el aeródromo cuentan con obras de mitigación construidas con el fin de reducir el impacto de la erosión del caudal sobre el borde de las riberas. De acuerdo con el DOM, en la actualidad ambas estructuras ya presentan fallas que comprometen su función principal, sin embargo, aún existe un importante umbral de incertidumbre en torno a los efectos de esta dinámica, por lo que es crucial avanzar en levantamiento de información más precisa sobre el impacto de estas amenazas de manera de dar una respuesta oportuna a las posibles afectaciones que estas podrían acarrear para la comunidad.

6.2.2 Vulnerabilidad en medio biofísico

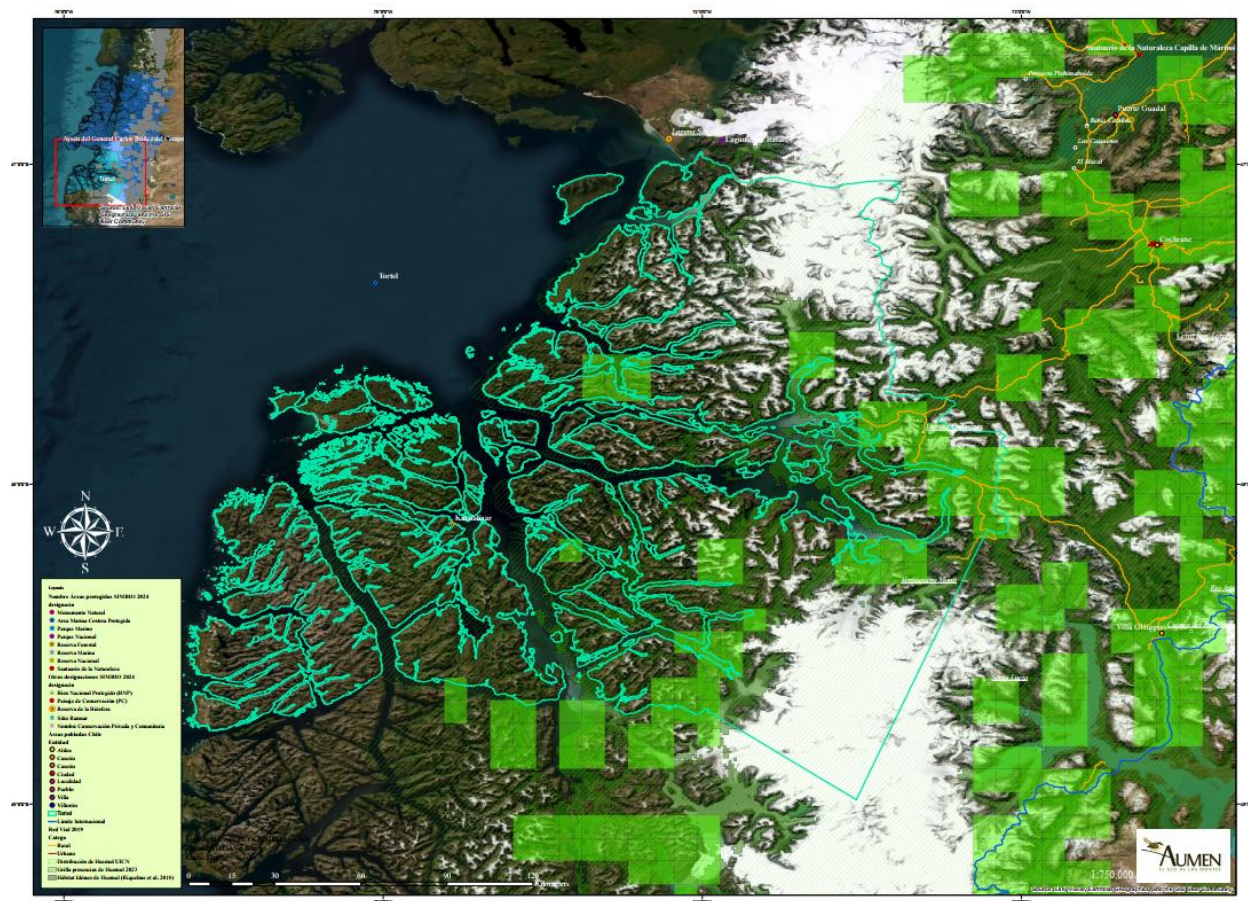
6.2.2.1 Especies de flora y fauna amenazadas

En términos de biodiversidad, como queda constatado en el apartado de Ecosistemas y biodiversidad, tanto en especies de flora y fauna de la comuna es posible encontrar algún grado de vulnerabilidad o amenaza, principalmente a causa de la alteración de sus condiciones ecológicas, ya sea de forma natural o bien por una explotación desmesurada que se ha hecho de su hábitat, usualmente con fines productivos.

En ese sentido, la ballena sei (*Balaenoptera borealis*) y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) son especies de fauna que están clasificadas en alguna categoría de amenaza. De acuerdo con la ERB de Aysén (SEREMI MMA-AYSÉN, 2018), la ballena sei se encuentra clasificada 'En peligro crítico', cuya población ha disminuido de forma alarmante desde 1980 debido a la caza, además de evidencias que reportan posibles conexiones entre eventos de mortalidad masiva de estas especies de megafauna a causa del calentamiento global que impacta los océanos (Häussermann & otros 2018).

Por su parte, el huemul es una especie endémica que está clasificada 'En Peligro'. Según información de ONG Aumen, uno de los principales factores que subyacen a esta denominación es el tamaño de su población, que actualmente se sitúa por debajo de los 2.500 individuos maduros, y con ninguna de las subpoblaciones identificadas hasta la fecha superando los 250 especímenes. Más aún, de acuerdo con la lista roja establecida por la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), la población de huemul sería todavía menor, estimándose su población entre 1000-1500 individuos maduros, distribuidas entre Chile y Argentina, en las zonas sur y austral de ambos países.

Figura 38: áreas de avistamiento de huemul en la comuna de Tortel



Fuente: Dossier descriptivo *Hippocalemus bisulcus* (Lopez & otros, 2024).

En relación con la población de esta especie en la comuna de Tortel, la misma ONG ha señalado que su densidad sería alta, con un área de distribución concentrada en valles y fiordos interiores (ver Figura 38), y a altitudes inferiores a las utilizadas por las subpoblaciones más septentrionales. Al contrastar esta información con los datos de proyecciones climáticas (véase apartado Proyecciones climáticas), los escenarios de cambio climático apuntan a una reducción de precipitaciones y un aumento de las temperaturas medias, afectando especialmente a las zonas de menor altitud, donde



potencialmente habita el huemul. La magnitud del impacto que estas alteraciones podrían tener sobre la vegetación de estos sectores, incluidas las especies de las que se alimenta el huemul, genera un importante nivel de vulnerabilidad, ya que se desconocen las capacidades de adaptación de la especie frente a posibles cambios en su nicho ecológico. En este sentido, y de acuerdo con la información proporcionada por ONG Aumen, una de las líneas de trabajo para reducir la vulnerabilidad de la especie es profundizar el conocimiento sobre esta problemática, lo que permitiría tomar decisiones más informadas para proteger tanto a los individuos de huemul como a la red ecosistémica a la que pertenecen.

Por otra parte, las turberas constituyen un caso de especial importancia en contexto de cambio climático ya que son ecosistemas clave para el almacenamiento de carbono y la regulación en la provisión de agua dulce (Salinas & otros, 2024), particularmente relevante ante escenarios futuros donde se proyecta una disminución de precipitaciones medias en torno al 20%, y un aumento de temperaturas entre 2-4 °C, según las proyecciones más robustas (Salazar & otros 2023).

Coincidentemente, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura⁴³ (FAO, por sus siglas en inglés), las turberas son de las principales reservas de carbono en la tierra, siendo sumideros que tardan miles de años en formarse, por lo que su deterioro representa una potencial fuente de emisión de importantes volúmenes de GEI a la atmósfera. Más aún, la misma institución estima que el drenaje de estas formaciones, o los incendios que las afectan, aportan al menos el 5% de las emisiones de GEI. Conservar y proteger estas formaciones pueden favorecer en la provisión de otros servicios ecosistémicos, como las reservas de agua dulce, elemento que toma relevancia sobre todo ante escenarios climáticos proyectados que pronostican bajas en precipitaciones anuales medias y en acumulación de nieve (véase apartado de Caracterización climática), lo que se prevé como un posible impacto en la provisión del suministro de agua potable.

En Chile, durante el año 2024 se promulgó la Ley 21.660 sobre la protección ambiental de las turberas, la cual tiene por objeto la protección de las mismas, para preservarlas y conservarlas, como reservas estratégicas para la mitigación y adaptación al CC, prohibiendo así la extracción de turba en todo el territorio nacional. Sin embargo, se permite la extracción de la cubierta vegetal siempre y cuando los productores posean un plan de manejo sustentable de cubierta vegetal del musgo *Sphagnum magellanicum*.

⁴³ Derivado del trabajo de FAO en reducción de emisiones asociadas a deforestación y degradación de bosques. Disponible en <https://www.fao.org/redd/areas-of-work/las-turberas/es/>



El musgo *S. magellanicum*, es una especie regulada por el Decreto N° 25 de año 2017, del Ministerio de Agricultura, siendo un recurso que ha ganado notoriedad en el periodo reciente debido a su utilización en otras manufacturas. Según los antecedentes entregados por este cuerpo normativo, esta especie tiene un área de distribución que va desde la región de La Araucanía hasta Magallanes y la Antártica Chilena, sin embargo, desde la región de Los Lagos hacia el sur hay mayor registro de su explotación comercial.

Tortel es una de las comunas donde este recurso existe de forma abundante (véase apartado de Biodiversidad y ecosistemas), propiciando también los ánimos para su extracción, aumentando el nivel de conocimiento sobre esta especie en relación con propiedades ventajosas como materia prima. En términos de biodiversidad, se ha avanzado también su capacidad adaptativa en ecosistemas extremos, sin embargo, “en otros niveles de organización de la biodiversidad (genético, comunitario, ecosistémico) el conocimiento de las turberas del sur de Chile es aún escaso en extensión y profundidad” (Carrasco 2021: pp.12). Esta brecha de conocimiento abre un flanco de vulnerabilidad para la comuna de Tortel, en caso de acentuarse los niveles de extracción de esta especie, y que las proyecciones de menos precipitaciones para la región de Aysén (véase apartado de Caracterización climática) vayan consolidándose.

Otras de las especies de flora amenazadas en Tortel es *Pilgerodendron uviferum*, comúnmente conocida como Ciprés de las Guaitecas, la cual es abordada con mayor profundidad en el siguiente apartado.

6.2.2.2 Conflictos socioambientales en el territorio comunal

En la comuna de Tortel los conflictos socioambientales no son algo nuevo. Antecedente de ello es lo mencionado por el *Plan de Acción de Comunidades Portales para la Vinculación de la Comunidad con sus Áreas Protegidas Tortel 2023-2026*, documento que alude a pasados conflictos, como las tensiones por el vertedero que se ubicaba en cercanías del pueblo, el proyecto de generación hidroeléctrica HidroAysén, y en años más recientes, la intención de empresas salmoneras por instalarse en la comuna (y que luego promovió la resolución que elimina las A.A.A.⁴⁴ y la consecuente creación del ACMU Tortel), o la reacción contraria en la comunidad a partir de la posible concesión del BNP Jorge Montt a una fundación asociada a un importante grupo empresarial del país, que derivó finalmente en el traspaso de dicha concesión en favor del Municipio de Tortel (véase apartado de Gestión ambiental local).

⁴⁴ Refiere a las Áreas Apropriadas para el ejercicio de la Acuicultura, y la dictación de la Resolución Exenta N°2702 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura que desafecta de las AAA para cultivo de salmones para toda la comuna de Tortel.



Si bien en dichos casos la situación fue resuelta en la dirección demandada por la comunidad, el escenario presente indica que la presencia de conflictos de este tipo en el territorio no ha cesado. Indicio de ello son los testimonios de parte de la comunidad que refieren a la extracción ilegal recursos marinos, específicamente de recursos bentónicos, en el maritorio del Golfo de Penas, sector conocido por su riqueza y abundancia en biodiversidad (Hromic 2007; Castro & otros 2024), y que actualmente está protegido por el ACMU Tortel. Sin embargo, el escenario presente revela una tensión sobre el uso de este espacio marítimo debido a la autorización de actividades de extracción en torno a la porción del ACMU que abarca el Golfo de Penas. Así, según consta en una Declaración Pública⁴⁵ emitida por el Concejo Municipal de Tortel referida a la figura de Zonas Contiguas autorizada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura el año 2023⁴⁶, dicho cuerpo colegiado se manifiesta en contra del dictamen debido a que no se realizaron consultas con la comunidad de Tortel para proveer dicha autorización. Además, la zona autorizada por el dictamen sería otro punto controversial, levantando alertas sobre la posible extracción ilegal de recursos dentro de los márgenes del área protegida dada su cercanía con el área protegida del ACMU, favoreciendo acciones en un sentido contrario a la protección de la biodiversidad reconocida en esa zona.

Por otro lado, una de las especies de flora posicionada dentro de un ambiente de tensión social es *Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de las Guaitecas), declarada como 'Vulnerable' por la IUCN (véase apartado de Ecosistemas y biodiversidad), y con significativa presencia a escala regional y local. Como antes se mencionó, esta especie ha sido extraída desde las primeras fases colonizadoras de la zona debido a las características de su madera, de gran durabilidad y resistencia ante la pudrición (Rodríguez & otros 1983), siendo favorable para edificaciones o construcción de navíos. También hay relatos locales que indican que esta madera se ha exportado a las estancias ganaderas de la región de Magallanes con objeto de levantar cercos, o bien para la construcción. Asimismo, a escala local también se ha usado como materia prima para elaboración de artesanías, como esencias o licor de Ciprés.

En el caso de Caleta Tortel, esta madera es de reconocido uso como postes que sostienen tramos importantes de la red pasarelas, como la costanera que conecta los distintos sectores del poblado, además de destinarse como material para viviendas, o incluso para leña. Sin embargo, con la entrada en vigencia de ciertas regulaciones ambientales, como la Ley N°20.283, que regula la tala forestal previa autorización del

⁴⁵ Según consta en Declaración Pública de la Sesión Ordinaria N°69 del Honorable Concejo Municipal de Tortel, con fecha de 22 de mayo del 2023. Disponible en: <https://www.tortel.cl/2023/05/23/declaracion-publica-zonas-contiguas/>

⁴⁶ Resolución Exenta N°1243 de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.



respectivo Plan de Manejo de forestal, se ha instalado una pugna implícita entre el aprovechamiento forestal que históricamente se ha hecho de recursos madereros locales, y los medios legales que han entrado a regular su extracción.

Trasladando esta discusión al territorio, es posible identificar desde ambas veredas antecedentes relevantes en la materia. Así, según información pública de CONAF, entre los años 2011 y 2025, en Tortel se habrían autorizado 55 Planes de Manejo forestal, siendo siempreverde, ciprés de las Guaitecas y coigüe de Magallanes los tipos forestales más aprovechados. Sin embargo, a pesar de la posibilidad de extender estos permisos, se siguen detectando casos de extracción ilegal, con eventos que también han afectado a individuos de la especie *Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de las Guaitecas) datados en cientos de años de longevidad, e incluso con algunos de estos delitos registrados dentro de áreas protegidas del Estado⁴⁷.

De esa forma, aún a falta de soluciones concretas en la materia, una posible interpretación de estos hechos es que sigue siendo más prioritario –al menos para los hechores de estos actos– el desarrollo de la extracción forestal que el respeto por la normativa que regula este sector, ya sea por una tradición histórica y/o por una necesidad económica, pero en definitiva siendo conductas que en la práctica se distancian de los objetivos de la regulación ambiental que busca resguardar especies amenazadas.

Al respecto, ciertas visiones desde la academia ya han apuntado a las presiones del comercio furtivo como predictores consistentes del riesgo de extinción de especies, jugando un papel perjudicial en la persistencia de estas (Villalobo-Lopez & otros, 2024). Así también, se suman las proyecciones del comportamiento climático, donde existen evidencias de cómo este factor ha incidido de forma variable en la tasa de crecimiento de *Pilgerodendron uviferum* en períodos de variabilidad climática (Holtz & otros 2018), demostrando que aún prevalecen diversas interrogantes sobre cómo el clima puede afectar en el futuro desarrollo a esta especie y los ecosistemas que compone.

6.3 Análisis de Capacidades Locales

En el presente ítem se realiza un desglose de las capacidades locales de antecedentes que fueron seleccionados en atención de corresponder a elementos presentes a nivel

⁴⁷ Según figura en una denuncia realizada por CONAF a raíz de una fiscalización a la RN Katalalixar, donde se constata la tala ilegal de 75 individuos, enfocada mayormente en *Pilgerodendron uviferum*, con edades estimadas en 500 años. Disponible en: <https://www.conaf.cl/conaf-denuncia-la-corta-ilegal-de-cipres-delas-guaitecas-en-reserva-nacional-katalalixar/>



comunal que contribuyen con los objetivos clave de la LMCC, es decir, reducir las emisiones de GEI y aumentar los niveles de resiliencia comunitaria de manera de adaptarse de mejor forma a los efectos negativos del Cambio Climático.

En primer lugar, en relación con la comunidad en general y su capital humano, definido este último como aquellas habilidades adquiridas mediante educación, entrenamiento y experiencia, que mejoran las capacidades productivas de las personas (Schultz 1961, Becker 1964), fue posible constatar que existe una base de conocimiento referida a Cambio Climático entre distintos segmentos de la población. Un claro ejemplo de esto son los resultados de la *Encuesta de percepción climática* aplicada a la comunidad durante el mes de abril de 2025 (véase apartado de Encuesta de percepción climática), ante la pregunta *¿Has escuchado el concepto de Cambio Climático?* Donde el 100% de los/as encuestados/as respondieron afirmativamente.

Otro ejemplo en este sentido fue el taller de participación ciudadana focalizado en NNA, realizado en conjunto al Consejo Consultivo de la Escuela Básica Luis Bravo Bravo, integrado por estudiantes de diversos niveles del establecimiento, y de los monitores pertenecientes a la Oficina Local de la Niñez (OLN). En dicha instancia, mediante dinámicas lúdicas y preguntas sobre CC, ejecutadas por las Coordinadoras del Equipo Gestor del PACCC, fue posible constatar que en su mayoría las/los estudiantes sí manejaban saberes generales sobre los efectos causantes de este fenómeno, así como sus posibles consecuencias, siendo mayor la complejidad de este conocimiento en aquellos/as NNA de niveles superiores (7° y 8° básico). Además, se manifestó una tónica similar en los otros talleres focalizados (ej: Taller con Personas Mayores), donde también se espacializaron los acontecimientos climáticos pasados y recientes alojados en la memoria colectiva de las/los participantes, mediante la técnica de cartografía participativa (véase apartado de Metodología).

De esa forma, el acceso y manejo de este conocimiento climático aparece como fundamental para fortalecer la resiliencia, ya que permite a las comunidades anticipar, prepararse y adaptarse a los impactos del cambio climático (IPCC, 2014), lo que puede ser considerado como un factor de mitigación de los efectos negativos de este fenómeno, principalmente en un contexto de posible integración de estrategias donde la comunidad, ya sea en núcleos individuales o por medio de las instituciones, se prepare frente a eventos climáticos de alta intensidad.

En relación con la sociedad civil, en el plano local también es posible identificar a otras organizaciones, como el Comité Ambiental Tortel y centros de investigación científica⁴⁸

⁴⁸ El centro COPAS-Coastal, Océana, CIEP, ONG Aumen, Instituto de Campos de Hielo, y la Universidad de Magallanes, son algunas de las entidades de la sociedad civil orientadas en este sentido. De este grupo, solo el centro COPAS-Coastal está presente en la localidad de Caleta Tortel.



que están orientados hacia la gestión de actividades de conservación y levantamiento de datos del medio ambiente. La relevancia que estas han tenido en la historia ambiental de Tortel no es menor, pues en conjunto a la comunidad local han articulado movimientos ciudadanos cuya presión permitió la desafectación en toda la comuna de Tortel de la instalación de áreas apropiadas para la acuicultura⁴⁹, debido a la pretensión latente de la industria salmonícola de instalar centros de crianza y engorda de salmónidos en el maritorio de la comuna⁵⁰, de forma similar a otras comunas costeras de la región.

Seguido a estos esfuerzos, la declaratoria de ACMU conseguida el año 2018 también tuvo un respaldo científico-técnico por parte de algunos centros de investigación, lo que ha permitido conducir el proceso de gobernanza de manera fundada y con un sentido de desarrollo económico que sea sustentable con el patrimonio ambiental de la comuna.

Por otro lado, en relación con la identificación de capacidades locales en el plano institucional, en primer lugar, es posible referirse a las numerosas áreas protegidas existentes en la comuna (véase apartado de Ecosistemas y biodiversidad). Algunos de estos, como el ACMU, aún están a la espera de la elaboración de su plan de manejo y respectivos mecanismos de gobernanza, no obstante, siguen representando herramientas de planificación y gestión del territorio local cuyo objetivo principal es la conservación de las áreas silvestres, y que constituyen una base potencialmente aprovechable para adoptar medidas de adaptación o mitigación para reducir posibles impactos de los efectos negativos del CC, principalmente en consideración de las actividades productivas que se efectúan en esos espacios.

En este aspecto también puede contarse el Plan Nacional para la Conservación del huemul, que menciona la importancia del territorio de Aysén y Magallanes para la protección de *Hippocalemus bisulcus*, donde la comuna de Tortel es relevante pues se identifica presencia de esta especie en una proporción significativa del territorio comunal (véase apartado de Vulnerabilidad en medio biofísico).

Otro elemento relevante dentro del plano institucional es la existencia a nivel municipal de una unidad abocada a temáticas ambientales y de gestión de residuos domiciliarios (véase apartado de Gestión ambiental local), que además sustenta su actuar en una Ordenanza Ambiental Municipal existente desde el año 2020, y luego dando paso a la Estrategia Ambiental Municipal enfocada en mejorar la eficiencia en la gestión hídrica, energética y de residuos sólidos domiciliarios. Esta Unidad mantiene la contratación fija de dos funcionarias/os a tiempo completo.

⁴⁹ Resolución Exenta N°2702, de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, del año 2016.

⁵⁰ Esto queda evidenciado en los registros del SEA respecto de la comuna de Tortel, donde, entre los años 2001 y 2003, figuran 3 proyectos de esta índole que finalmente fueron rechazados.



A nivel municipal también es posible contar la presencia de la Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD) y la Unidad de Emergencias y Seguridad Pública, entidades que se vinculan con el Comité para la Gestión del Riesgo de Desastres (COGRID), figura que reemplaza al antiguo Comité de Operaciones de Emergencia (COE) a partir de la Ley N°21.364, que establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SINAPRED). En definitiva, esta orgánica está a cargo de generar información y facilitar la interacción entre los organismos involucrados en la gestión del riesgo, así como de coordinar una respuesta eficiente y oportuna a la comunidad frente a la ocurrencia de algún evento de emergencia.

En el caso de Tortel, la UGRD y Unidad de Emergencia y Seguridad Pública, pertenecientes al Municipio de Tortel, se encuentran activas y con personal contratado a tiempo completo, mientras que el COGRID está constituido de forma permanente por la Alcaldía, Encargado/a comunal de emergencias, Carabineros y Bomberos; y según requerimiento, por la Armada, Posta de Salud Rural, Juntas de Vecinos, Comité de agua, y Comité Eléctrico.

En cuanto a la dotación de infraestructura pública que contribuye a la resiliencia comunitaria, es posible identificar cierto equipamiento público de Caleta Tortel apuntado a la educación ambiental, tanto de visitantes como de la población local. En este marco se puede incluir al Centro de Interpretación Ambiental y Turístico (o 'pasarela interactiva'), consistente en un tramo de la red de pasarela cuyo fin es informar sobre las características específicas del ecosistema local, influenciado en gran medida por los períodos glaciares, condición que incluso se mantiene hasta el presente. Del mismo modo, se puede contar con plazas y miradores dotados de paneles informativos que resaltan especies de fauna y flora local.

Las señaléticas de evacuación de tsunami igualmente vienen a contribuir en cuanto al manejo de esta y otras posibles emergencias, ya que pueden orientar la movilización de personas hacia los puntos seguros, sin que necesariamente se trate de esta amenaza.

Ahora bien, ante la necesidad de dar respuesta a población afectada por un desastre, la Posta de Salud Rural, sumado a la ambulancia que compone este servicio, vienen a ser equipamientos clave en ese contexto. Así también, el gimnasio de la escuela básica sería capaz de albergar 80 personas, y el quincho municipal y centro comunitario, con capacidad para albergar 50 y 70 personas, respectivamente⁵¹. Además, otros espacios de la localidad que también podrían contribuir en el manejo de una situación de

⁵¹ Esta infraestructura aparece mencionada en la propuesta de Plan de Emergencia Comunal, documento que si bien aún está en etapa de aprobación, refiere a lugares utilizados en situaciones de emergencia pasadas, como en el periodo de pandemia por Covid-19 que afectó la localidad.



emergencia son la Casa de la Cultura, el auditorio de la escuela, y la futura sede de la JJVV de Junquillo.

Finalmente, a lo anterior es posible añadir el equipamiento municipal que enlista el Plan Comunal de Emergencias. Dentro de este se incluyen 3 vehículos municipales (2 livianos y 1 de carga), 2 botes, y 1 retroexcavadora, además de diversas herramientas para faenas en terreno.

6.4 Mapas de síntesis del riesgo comunal

El presente apartado contiene mapas de síntesis de la estimación de riesgo comunal, siendo un insumo fundamental para la fase de diagnóstico y evaluación del riesgo socioambiental en la comuna de Tortel, aportando una perspectiva espacial que permite identificar los lugares donde confluyen condiciones de amenaza y vulnerabilidad, a partir de la mejor información estadística y oficial disponible. Este análisis facilita, además, la caracterización de los principales componentes estructurales del territorio, tales como los asentamientos humanos (urbanos y viviendas rurales), la red vial, la red hidrográfica, la infraestructura logística, entre otros elementos clave para la planificación local.

Como se mencionó, esta información fue cruzada con los datos relacionados con amenazas y vulnerabilidades que fueron revisados en los capítulos anteriores, siendo la base para definir una escala de riesgo donde se imbrican todos estos elementos (ver Tabla 22).

Para ello, se empleó el software QGIS 3.26, mediante el cual se recopilaron y revisaron archivos vectoriales, complementados con un análisis espacial orientado a sintetizar la información existente sobre amenazas, exposición, vulnerabilidad y actividades humanas en el ámbito comunal. Como resultado, se generaron dos cartografías que reflejan los niveles de riesgo climático a escala comunal, y otra a escala de Caleta Tortel, como su centro poblado más relevante. Estas cartografías pretenden aportar como una base técnica esencial para orientar la definición de estrategias, proyectos y políticas públicas en el marco del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

Tabla 22: criterios para definición de nivel de riesgo en mapa de riesgo

Nivel de Riesgo	Criterio
Bajo	Sectores sin presencia de asentamientos ni actividades humanas

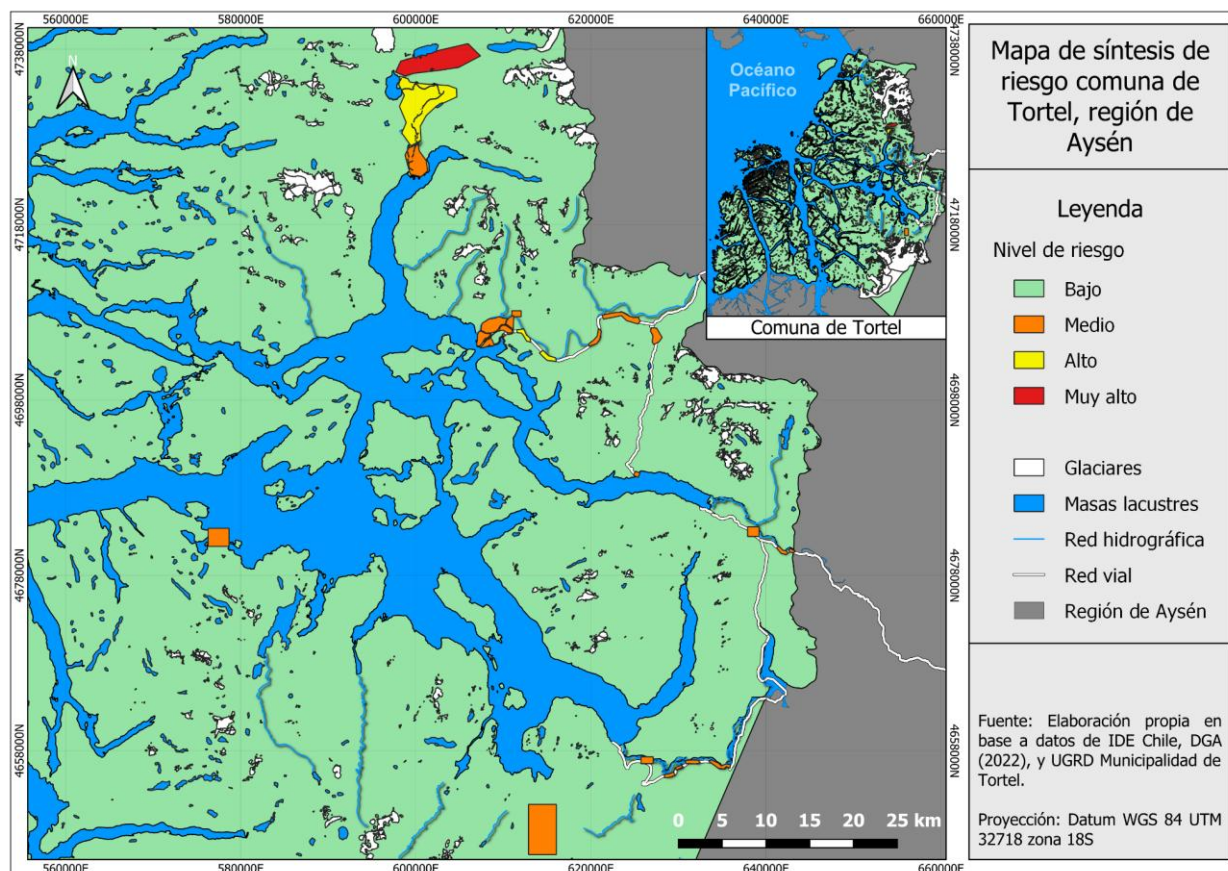


Medio	Sectores con presencia de infraestructura logística (camino, puertos, aeródromos) y/o una baja incidencia de actividades humanas (viviendas rurales, actividades económicas en entorno rurales) expuesta a elementos naturales, como cauces de ríos principales a distancias inferiores a 50 mts.
Alto	Sectores con presencia de infraestructura (camino, puertos, aeródromos) y/o una moderada incidencia de actividades humanas (viviendas rurales, actividades económicas en entorno rurales) expuestos a elementos naturales, como cauces de ríos principales y/o laderas con alta pendiente ($>45^\circ$), a distancias inferiores a 50 mts.
Muy alto	sectores con presencia de infraestructura logística (camino, puertos, aeródromos), y/o infraestructura crítica (líneas de distribución eléctrica, red de alcantarillado, red de pasarelas), y/o una alta incidencia de actividades humanas (viviendas rurales, actividades económicas en entorno rurales) expuestos a elementos naturales, como cauces de ríos principales, áreas de inundación, y/o laderas con alta pendiente ($>45^\circ$), a distancias inferiores a 50 mts.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados del mapa de síntesis de riesgos comunales para la comuna de Tortel (ver Figura 39) evidencian que la mayor parte del territorio presenta un nivel de riesgo bajo, con áreas focalizadas en niveles medio, alto y muy alto. Estos últimos se concentran principalmente en sectores asociados a la zona norte del territorio comunal, así como en áreas próximas a corredores viales y en determinados puntos vinculados a humedales y bordes de cauces. La presencia de riesgo medio también se observa en sectores aledaños a la localidad de Caleta Tortel, donde coinciden factores de exposición de asentamientos humanos e infraestructura crítica. Esta información constituye un insumo clave para la priorización territorial de medidas de adaptación y mitigación a una escala ampliada a nivel comunal, ya que permite orientar los esfuerzos hacia las áreas con mayor nivel de riesgo, resguardando tanto la seguridad de la población como la protección de los ecosistemas estratégicos donde las actividades humanas también se desarrollan. De esta manera, el mapa se transforma en una herramienta para la planificación de acciones específicas dentro del PACCC Tortel, considerando los escenarios climáticos presentes y futuros, la dispersión de los asentamientos y actividades humanas, y de las amenazas naturales propias de la conformación territorial en contexto de un clima global cambiante.

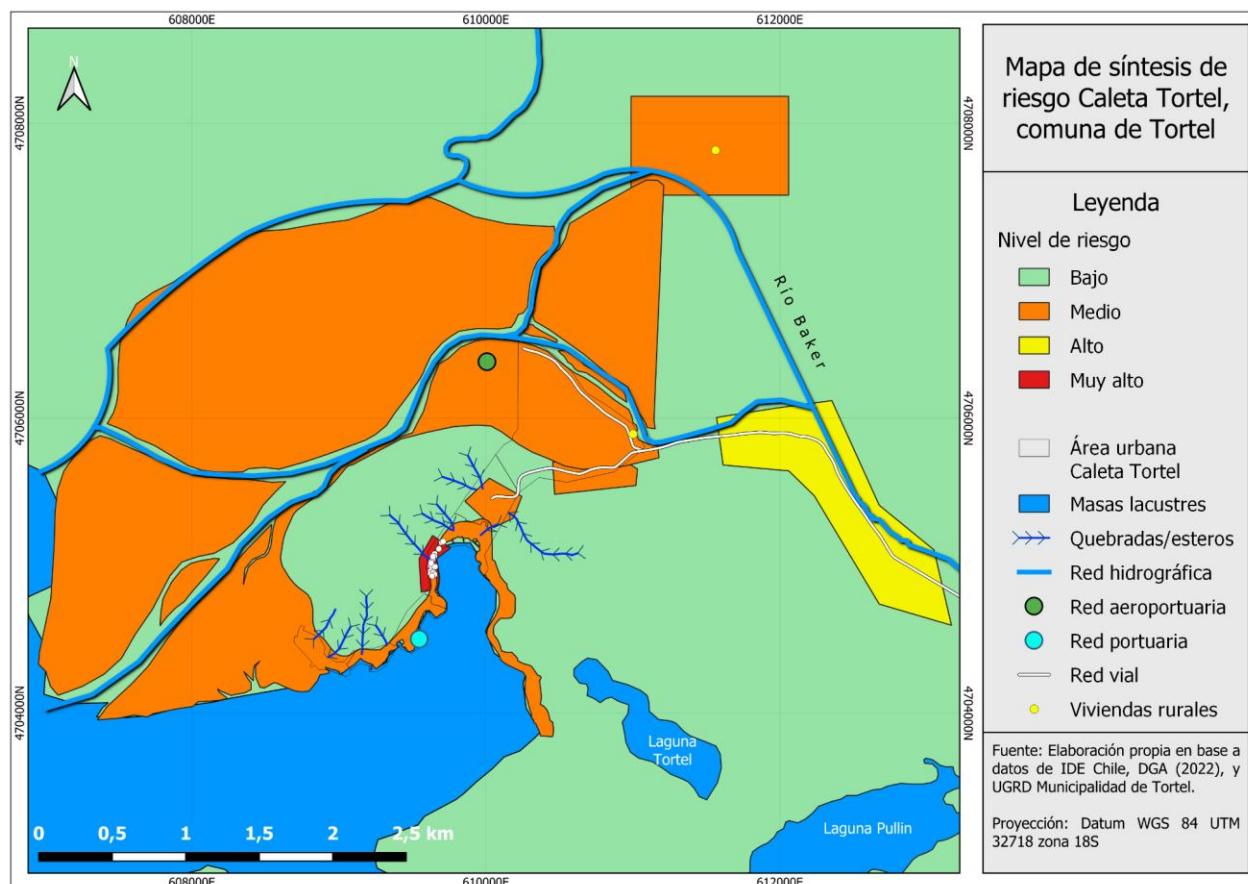
Figura 39: Mapa de síntesis de riesgo comuna de Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile y Municipalidad de Tortel.

El mapa de síntesis de riesgos de Caleta Tortel (ver Figura 40) muestra que los niveles de riesgo se concentran principalmente en las categorías medio y alto, distribuidos en sectores aledaños a la ribera del río Baker, en quebradas cercanas y en áreas colindantes a la zona urbana. El nivel de riesgo muy alto se localiza de manera puntual dentro del área urbana de Caleta Tortel, asociado a sectores de mayor exposición y vulnerabilidad vinculados a la concentración de población e infraestructura logística, mucha de esta orientada a accionar como primera respuesta frente a escenarios de emergencia (ver apartado de Vulnerabilidad en medio humano). En contraste, las áreas con riesgo bajo corresponden a zonas periféricas y con menor densidad de actividades humanas. Esta información constituye una herramienta relevante para la planificación de medidas de adaptación a escala local, orientando la priorización de acciones en los sectores que combinan mayor presencia de población, conectividad crítica y exposición a amenazas naturales, lo que permitirá fortalecer la resiliencia de la comunidad frente a los escenarios de cambio climático proyectados.

Figura 40: Mapa de síntesis de riesgos en Caleta Tortel



Fuente: elaboración propia en base a datos de IDE Chile y Municipalidad de Tortel.

7- Análisis sobre emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a escala comunal

En este capítulo se presenta la información relativa a las emisiones de GEI a nivel comunal. Este se articula considerando antecedentes generales respecto de los elementos necesarios para realizar el inventario; una descripción del inventario regional de emisiones de GEI realizada por el programa Huella Chile; finalmente, un análisis sobre las capacidades, brechas y desafíos pendientes en Tortel para alcanzar una estimación más acertada de las emisiones generadas a escala local.



7.1 Antecedentes generales

De acuerdo con la metodología del Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC por su sigla en inglés), planteada por el IPCC, para determinar el inventario de gases de efecto invernadero (GEI) a escala comunitaria es necesario determinar los límites de la información analizada que compone el inventario. Estos márgenes son: i) el límite territorial del cual provienen las emisiones; ii) el periodo para la cuantificación de emisiones; iii) las fuentes de emisión, y iv) los tipos de GEI asociados a estas.

A modo general, el límite territorial corresponde al espacio geográfico al cual se asocia la emisión de GEI. De acuerdo con esta metodología aplicada de forma transversal a nivel internacional, es posible medir y reportar las emisiones de una ciudad o comunidad, organizando la contabilidad de acuerdo con tres alcances principales, a saber: i) el Alcance 1, que incluye todas las emisiones directas que ocurren dentro del límite geográfico de la comunidad, tales como la combustión de combustibles en calefactores domésticos, calderas industriales y vehículos que circulan en la zona, además de procesos industriales locales, ganadería, emisiones agrícolas y liberación de carbono por cambios en el uso de suelo o incendios forestales; ii) el Alcance 2, que corresponde a las emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos y usados dentro de la ciudad, pero que fueron generados físicamente en otro territorio, es decir, aunque la central eléctrica esté ubicada lejos de la comunidad, las emisiones son atribuidas en esta categoría por ser consecuencia directa de la demanda local de energía; y iii) el Alcance 3, que incluye todas aquellas emisiones indirectas que se producen fuera de los límites comunitarios como consecuencia de actividades internas, tales como el transporte aéreo y terrestre con origen o destino en la ciudad, el tratamiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios ubicados en otros municipios o la producción de bienes consumidos localmente pero fabricados en regiones distantes. Esta estructura en tres alcances permite evitar duplicaciones, delimitar responsabilidades, mejorar la trazabilidad de la información y asegurar la comparabilidad de los resultados con otros territorios y en el tiempo, lo que la convierte en un estándar fundamental en la planificación climática urbana y regional.

En cuanto a las fuentes de emisión, el GPC distingue cinco sectores principales que agrupan la mayoría de las actividades humanas relevantes. El primero es Energía estacionaria, que abarca el consumo de combustibles fósiles y electricidad en hogares, comercios e industrias. El segundo es el sector Transporte, que incluye tanto el tránsito de automóviles y camiones dentro de la ciudad como los sistemas de transporte público, ferroviario, marítimo y aéreo. El tercero corresponde a Residuos, donde se consideran las emisiones de los rellenos sanitarios, vertederos, compostaje e incineración, así como el tratamiento de aguas servidas. El cuarto es Procesos industriales y uso de productos



(IPPU, por sus siglas en inglés), que incorpora emisiones de la producción de cemento, acero, químicos, además del uso de gases fluorados en refrigeración o equipos de climatización. Finalmente, se encuentra el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés), que contempla la fermentación entérica del ganado, la gestión de estiércol, el uso de fertilizantes, el cultivo de suelos, los cambios de uso de suelo y las actividades de manejo forestal.

En relación con los tipos de emisiones, en todos estos sectores se contabilizan los principales gases de efecto invernadero, como son el dióxido de carbono (CO_2), proveniente sobre todo de combustión fósil y cambios de uso de suelo; metano (CH_4), característico en la descomposición anaeróbica de residuos y en la ganadería; óxido nitroso (N_2O), asociado a la agricultura y a ciertas combustiones; y otros gases industriales como hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF_6) y trifluoruro de nitrógeno (NF_3), todos con elevado potencial de calentamiento global. Así, este marco integral proporciona una visión completa de cómo las distintas actividades de la vida urbana y rural contribuyen al cambio climático, y ofrece a los gobiernos locales una base sólida para identificar brechas, priorizar acciones de mitigación y orientar la transición hacia comunidades resilientes y bajas en carbono.

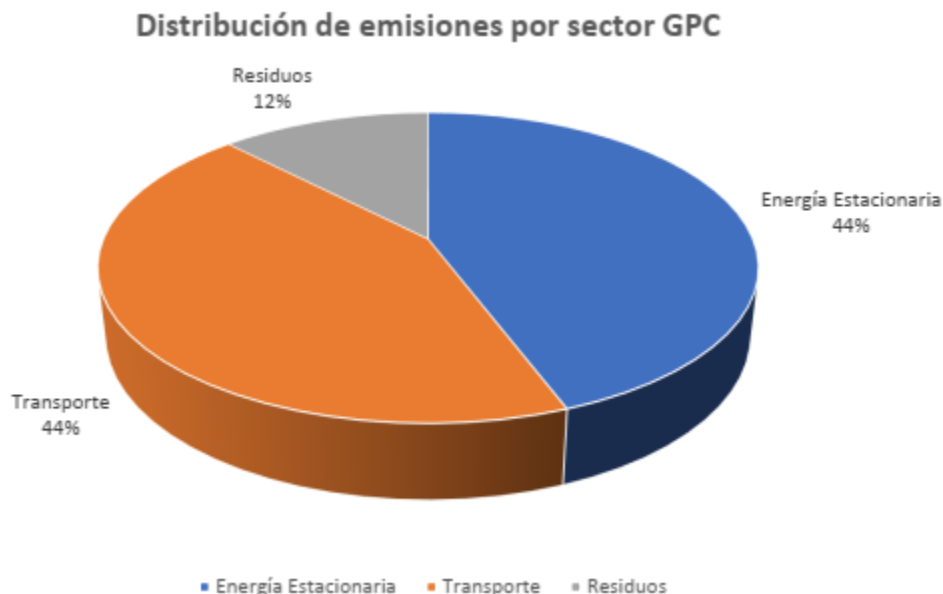
En cuanto al periodo de tiempo, este será un criterio arbitrario definido por parte de la entidad encargada de desarrollar el inventario, sin embargo, la recomendación de la metodología es considerar la información correspondiente a un año calendario, esto es, desde el 1 de enero al 31 de diciembre.

7.2 Inventario emisiones GEI de la región de Aysén

En ese contexto, a escala de la región de Aysén está el documento *Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Comunas de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo* (MMA 2025), correspondiente al año 2022, siendo elaborado a partir de información confiable y disponible públicamente que permitiera hacer estimaciones de las emisiones correspondientes.

Así, este documento reporta emisiones a escala regional correspondientes a 618,1 kt CO_2e , distribuidas entre 555,6 kt CO_2e asociado al Alcance 1; 58 kt CO_2e al Alcance 2; y 4,5 kt CO_2e al Alcance 3. En mayor detalle, se aprecia que el 44,3% proviene del sector Energía Estacionaria, seguido por Transporte, que aporta el 43,5% de las emisiones, y Residuos con el 12,3% restante (ver Figura 41).

Figura 41: Distribución de emisiones por tipo de fuente en la región de Aysén el año 2022

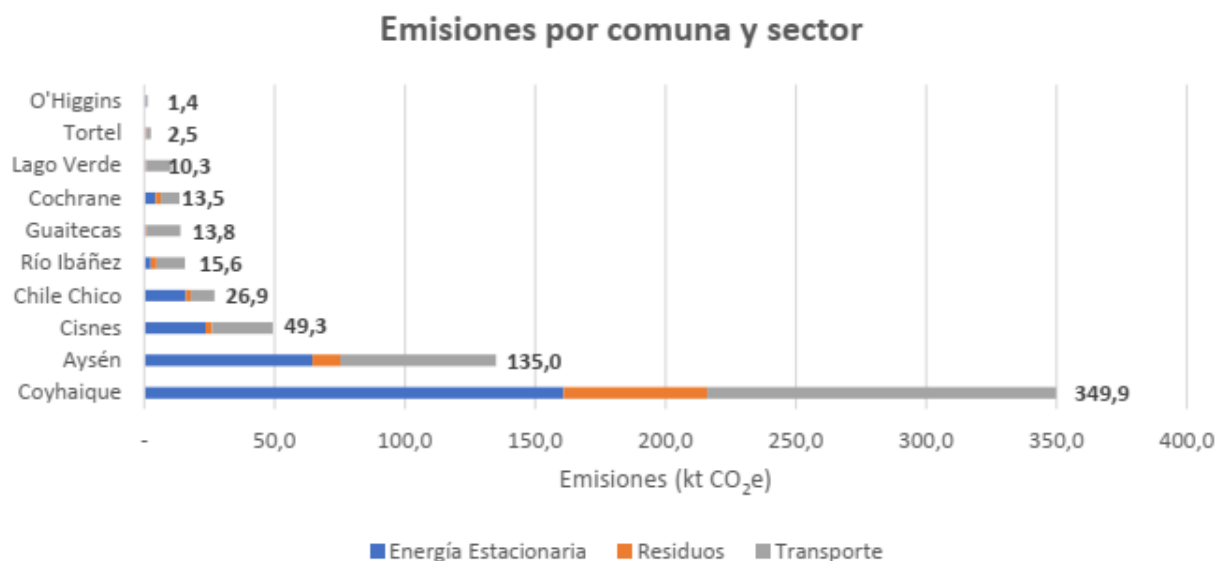


Fuente: Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Comunas de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (MMA 2025).

Desagregando estas cifras por comuna y sector (ver Figura 42), es posible identificar una significativa desproporción entre las emisiones registradas a partir de la capital regional y el resto de las comunas, contrastes que responden tanto a la magnitud poblacional como a las condiciones de conectividad y uso de recursos energéticos en cada territorio.

Coyhaique, como capital regional y principal centro urbano, concentra el mayor volumen de emisiones absolutas, resultado de su densidad demográfica, su rol de nodo administrativo y comercial, y el uso extensivo de leña para calefacción residencial. A pesar de contar con mayor infraestructura y acceso a bienes y servicios, la persistencia de la leña húmeda como matriz energética predominante explica gran parte de las emisiones en el sector Energía Estacionaria. Otras comunas con altos niveles de emisiones son Aysén y Cochrane, donde también incide el peso del transporte asociado a la conectividad marítima y fluvial, sumado a una demanda significativa de energía para calefacción. En contraste, comunas con menor población como O'Higgins o Lago Verde registran valores absolutos bajos, pero en términos relativos a su tamaño, la dependencia de combustibles fósiles importados y la escasa diversificación de la matriz energética las hacen igualmente vulnerables. Este panorama refleja que el volumen total de emisiones está fuertemente asociado a la concentración de habitantes, mientras que la intensidad de emisiones per cápita depende en gran medida de las características energéticas locales.

Figura 42: Emisiones de GEI por comuna y sector, región de Aysén 2022



Fuente: Inventario Comunal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Comunas de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (MMA, 2025).

El análisis sectorial permite identificar patrones comunes y particularidades locales en la generación de emisiones. En todas las comunas, el sector Energía Estacionaria aparece como la principal fuente, debido al uso de leña y, en menor medida, de diésel o gas licuado para calefacción y cocción. Sin embargo, su peso relativo varía: en Coyhaique y Puerto Aysén supera con creces al resto de los sectores, mientras que en comunas más aisladas como Guaitecas y Tortel el transporte adquiere un protagonismo mayor, pues la conectividad depende casi exclusivamente de embarcaciones y, en algunos casos, de vuelos regulares de abastecimiento. El sector Residuos también aporta de forma transversal, pero su impacto es relativamente menor frente a la energía y el transporte, salvo en comunas con sistemas de disposición sin control avanzado de biogás, donde el metano se transforma en un contribuyente significativo. Por otro lado, las emisiones vinculadas a procesos industriales y uso de productos (IPPU) son marginales en la región, dada la ausencia de grandes instalaciones productivas, mientras que la categoría agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU) tiene mayor relevancia en áreas rurales como Lago Verde u O'Higgins, donde la ganadería y el manejo de suelos agrícolas generan emisiones de metano y óxido nitroso. Esta diversidad sectorial confirma que la estructura productiva y la base energética de cada comuna son determinantes en el perfil de emisiones.

Un aspecto clave de la desagregación es la relación entre las emisiones y las características territoriales. Las comunas más urbanas, como Coyhaique y Puerto Aysén,



concentran la mayor parte de las emisiones absolutas debido a su población, pero también cuentan con mayor potencial de mitigación a través de políticas de eficiencia energética, mejoramiento de viviendas y gestión avanzada de residuos. En cambio, las comunas más aisladas, como Tortel, O'Higgins o Guaitecas, aunque muestran volúmenes absolutos bajos, presentan altos desafíos por la dependencia de combustibles fósiles transportados desde otras regiones y la falta de alternativas energéticas locales. Asimismo, comunas como Lago Verde, con menor densidad y fuerte componente agropecuario, muestran un perfil en que las emisiones agrícolas pesan más que en el promedio regional, lo que sugiere la necesidad de estrategias diferenciadas para zonas rurales.

Respecto de la comuna de Tortel, los resultados de este inventario indican un volumen de emisiones de 2,5 ktCO₂e para el año 2022, siendo la segunda comuna con menos emisiones a escala regional. Asimismo, se evidencia un perfil de emisiones particular, marcado por la interacción de su aislamiento geográfico, su reducida población y sus necesidades energéticas intensivas en combustibles fósiles. A diferencia de comunas urbanas como Coyhaique, donde la leña predomina como fuente emisora, en Tortel el transporte ocupa un lugar central debido a la dependencia casi total de embarcaciones marítimas y vuelos regulares para la conexión con el resto de la región. Estos medios, imprescindibles para la movilidad de personas y el abastecimiento de bienes, explican una proporción elevada de emisiones asociadas a combustibles líquidos, lo que refleja la condición de poblado aislado, como es Caleta Tortel. En el ámbito de la Energía Estacionaria, el consumo de leña continúa siendo relevante, ya que el clima frío y húmedo obliga a una fuerte demanda de calefacción residencial; sin embargo, a diferencia de otras comunas, la necesidad de importar la totalidad de los combustibles acentúa la dependencia externa. Por su parte, las emisiones provenientes de Residuos Sólidos Domiciliarios, aunque menores en volumen, también constituyen un desafío, pues la gestión actual se basa en disposición sin captación de biogás, lo que genera emisiones de metano que, en proporción a la población, son significativas.

En conjunto, Tortel presenta un nivel de emisiones absolutas reducido frente a centros más grandes, pero su intensidad relativa y la vulnerabilidad asociada a la falta de alternativas energéticas lo convierten en un caso crítico dentro de la región. El análisis comunal de este inventario regional sugiere que las estrategias de mitigación deben enfocarse en mejorar la eficiencia del transporte marítimo y aéreo, avanzar en la diversificación de fuentes energéticas mediante soluciones locales renovables (como micro hidroelectricidad o biomasa certificada), y fortalecer la gestión de residuos para reducir el metano generado. De esta manera, Tortel podría reducir su dependencia de combustibles importados y mejorar su resiliencia climática, contribuyendo desde su escala a las metas regionales y nacionales de reducción de emisiones.



Finalmente, la información aportada por este inventario comunal no solo refleja las fuentes emisoras, sino también las potenciales oportunidades de intervención adaptadas según la geografía, recursos y las dinámicas locales de cada territorio de Aysén. Bajo la perspectiva de análisis de este instrumento de gestión climática, los antecedentes revisados reflejan una vulnerabilidad climática a escala regional, que se agudiza por la limitada infraestructura, la dispersión poblacional y la dificultad de acceso, factores que incrementan la intensidad de emisiones per cápita y reducen la capacidad de implementar soluciones tecnológicas de gran escala.

7.3 Estimación de emisiones de GEI a escala comunal

La unidad territorial utilizada para esta estimación corresponde a la definida por los límites político-administrativos de la comuna de Tortel, usando datos asociados al año 2024, alcanzando una cifra de 912,44 tCO₂e de emisiones totales de GEI a escala comunal. En mayor detalle, estas se encuentran distribuidas en 776,35 tCO₂e asociadas al Alcance 1, que a su vez las concentra entre Energía Estacionaria y Transporte; y en el Alcance 3, registrando 148,19 tCO₂e, con emisiones asociadas a las fuentes Residuos y Transporte (ver Tabla 23). En el caso del Alcance 2, no se identificaron registros de ese tipo de emisiones.

Tabla 23: Estimación de GEI por Alcances y Fuentes de emisión en Tortel

Año 2024	Alcance 1		Alcance 2		Alcance 3	
	Fuente	Volumen emisión (tCO ₂ e)	Fuente	Volumen emisión (tCO ₂ e)	Fuente	Volumen emisión (tCO ₂ e)
	Energía	764,25	Energía	0	Energía	0,00
	Transporte	12,10	Transporte	0	Transporte	26,59
	IPPU	0,00	IPPU	0	IPPU	0,00
	Agricultura	0,00	Agricultura	0	Agricultura	0,00
	AFOLU	0,00	AFOLU	0	AFOLU	0,00
	Residuos	0,00	Residuos	0	Residuos	121,60
	Total	776,35	Total	0	Total	148,19

Fuente: elaboración propia en base a datos de la Municipalidad de Tortel.

A pesar de lo anterior, es importante señalar que estos valores corresponden a una mera aproximación hacia la tarea de estimar las emisiones de GEI a escala comunal, pudiendo existir notorias diferencias respecto de la cuantificación realizada a nivel regional. Las razones de esto son varias, siendo las principales: primero, la limitada existencia de registros para estimar emisiones de GEI a escala local, estando disponible solo la



información de ciertas unidades del Municipio⁵², quedando fuera otros registros clave, como el consumo de leña de los hogares, o el volumen de combustible usado en el transporte de embarcaciones menores, entre otros.

En segundo lugar, los problemas de sistematización de los datos, situación que favoreció incongruencias en los formatos, obligando a que estos valores fueran convertidos hacia un tipo de dato más fácilmente cuantificable antes de realizar la estimación de CO²e. Ejemplo de esto fueron los valores indicados en los decretos de compra de combustible para vehículos municipales, donde no figuraba la cantidad de litros, sino sólo el monto pagado, siendo necesaria la conversión del valor monetario hacia un volumen en litros de combustible, y desde ahí hacia unidades de CO²e.

Finalmente, la estimación del precio de insumos de calefacción para el año 2024, como la leña (adquirida en sacos o por metro) y la parafina, presentó dificultades debido a la alta variabilidad de sus valores tanto a lo largo del año como interanualmente. Ante ello, se optó por utilizar los precios correspondientes a agosto de 2025 como referencia. Sin embargo, esta decisión probablemente generó una subestimación en los volúmenes de compra de dichos insumos, considerando que durante 2024 sus valores eran más bajos, favoreciendo a su vez la subestimación de las emisiones de GEI asociadas a estas fuentes.

8- Conclusiones de la evaluación de elementos del riesgo climático en Tortel

La comuna de Tortel, con su relieve de notable influencia criogenética, su manto extendido de abundantes bosques, matorrales y turba, sus esteros arrojados por valles de ladera escarpada, reunidos en ríos de bravo caudal, y luego fundidos en la llanura de fiordos cercados por enormes y profundas islas, que mueven el horizonte a través de sus canales recovecos hasta el mar; su clima ondeado por el Oeste, de cielo grisáceo lluvioso y nieve coronada en las cumbres, de gélido aliento y pálido brillante sol; y Caleta Tortel, con su aislamiento abisal, corazón de atrevida población, cultura de navegación y madera.

⁵² En este caso se contó con la información del DOM, correspondiente a generación eléctrica y gestión de residuos sólidos domiciliarios; y del DAF, correspondiente a compras de combustible para vehículos municipales (terrestres y marítimos) y para calefacción de edificios municipales.



Este conjunto de características, además de su belleza paisajística incuestionable, albergan también un entramado de vulnerabilidades y amenazas latentes que contribuyen a alimentar un nivel relevante de riesgo para la comunidad, el que no debe ser desestimado, más aún teniendo en vista las consecuencias habidas de eventos climáticos extremos recientes, concordantes con proyecciones que anuncian un comportamiento climático global cambiante.

Como se ha mostrado en los capítulos anteriores, las inclemencias de las condiciones atmosféricas, como los eventos hidrometeorológicos y de congelamiento, las remociones en masa y GLOF, sucesos de la naturaleza convertidos en riesgo debido a la escasa visión planificadora de antaño, a las condiciones de vulnerabilidad social y ambiental, panorama atenuado en el presente por ciertos atisbos de planificación territorial empujados, primero, desde los niveles centrales, y luego, a través de esfuerzos locales, tanto a escala regional como de la misma comuna.

De esa forma, en las siguientes páginas se ordenan los elementos desprendidos del análisis previo, siendo agrupados en distintos lineamientos transversales, en miras a definir marcos temáticos que contengan acciones concretas de adaptación y/o mitigación que puedan posteriormente ser llevadas a la realidad territorial.

1- Comunidad y conciencia ambiental

Si bien en las actividades de relacionamiento comunitario fue posible constatar un nivel base de conocimiento sobre el territorio y clima local, también se identificó una brecha respecto del interés que las temáticas ambientales generan en la comunidad. La existencia de distintas organizaciones o movimientos ciudadanos enfocados en el resguardo ambiental no necesariamente es un indicador de que esta temática está sólidamente instalada en el seno colectivo. En ese sentido, los casos de tala ilegal, donde incluso se han visto afectadas especies protegidas, son un indicio de aquello.

Algunas de las razones que pueden explicar fenómeno son la extensa tradición histórica de extracción maderera, que se funda en una cultura de extracción forestal de larga data a nivel nacional⁵³. Este notable componente cultural, sumado a las condiciones socioeconómicas de alta vulnerabilidad agudizadas por el aislamiento geográfico, baja conectividad, falta de servicios y condiciones ambientales adversas, pueden contribuir en este distanciamiento con la temática.

⁵³ De 1931 data la Ley N°4.363 de Bosques, primera normativa nacional de regulación de extracción maderera en Chile.



A lo anterior también pueden añadirse otros elementos, como la abundancia de la materia forestal presentes en la comuna, que facilita una apreciación de aparente infinitud de este recurso; la limitada diversificación del panorama productivo, donde sólo el turismo se ha logrado instalar de forma más consolidada, sin perjuicio de verse afectado por la estacionalidad, siendo una tendencia que repercute en la mayoría de comunidades turísticas del país (SERNATUR, 2012); o un entendimiento desactualizado o sesgado de las lógicas ambientalistas, que muchas veces no buscan ser prohibitivas, sino regulatorias en un marco de sustentabilidad de los recursos, en miras de asegurarlos para futuras generaciones. En este sentido, resulta fundamental fortalecer las capacidades locales para la gestión climática, generando herramientas que permitan a la comunidad comprender, apropiarse y actuar frente a los desafíos ambientales que ya comienzan a manifestarse en el territorio.

2- Vulnerabilidades en Caleta Tortel

Como se revisó previamente, uno de los asentamientos más importantes de la comuna, como es Caleta Tortel, resalta no solo por la belleza paisajística que rodea al poblado, sino también por la compleja estructura urbana de sus construcciones en madera, donde la red de pasarelas que reemplaza las calles es uno de sus principales atractivos de su configuración. Sin embargo, este desarrollo de su expansión urbana pareciera haberse realizado con un criterio de planificación escaso, según lo que indican los antecedentes recopilados en este informe.

De esta forma, la realidad actual de Caleta Tortel evidencia una alarmante situación habitacional, ya que una porción mayoritaria de las viviendas se encuentra en condición de irregularidad, ya sea por la tenencia de los terrenos donde se emplazan o por la calidad misma de las construcciones. Este escenario refleja una tensión persistente sobre los mecanismos de regulación, los cuales deben fortalecerse para enfrentar el problema, que se agrava con cada nueva construcción irregular que se incorpora al entramado urbano.

De la mano con lo anterior, también la red de suministro de agua potable, de alcantarillado y de energía eléctrica han debido expandir su alcance. Como se revisó previamente, estos servicios son gestionados por Comités locales, contando además con cierto apoyo de otras entidades, como el mismo Municipio de Tortel, o empresas regionales externas a Tortel. Sin embargo, a pesar del evidente progreso en la normalización de estos servicios en la localidad, registros recientes han evidenciado que las capacidades y recursos locales pueden verse sobrepasados ante la ocurrencia de eventos meteorológicos de alta intensidad, impidiendo una respuesta oportuna para su reposición. Esto ha conducido a interferir el normal funcionamiento de la localidad,



traduciéndose en pérdidas económicas, y atentando contra la imagen de Caleta Tortel como destino turístico.

Con todo, en años recientes se han activado ciertos protocolos apuntados a dar respuesta a las situaciones de emergencia producidas por eventos climáticos extremos. Estas son señales positivas que dan luces sobre las capacidades locales y de la optimización de sus procesos en miras de aumentar la eficiencia de los respectivos sistemas. De igual forma, persisten brechas de desconocimiento en aspectos técnicos y ambientales que deben cerrarse, particularmente en la generación de información confiable y sistematizada para una cuantificación más precisa de las emisiones de GEI en la comuna, insumo indispensable para diseñar políticas de mitigación más efectivas. Por lo tanto, queda el desafío pendiente de instaurar otras medidas de ese tenor para dar una respuesta más eficiente y eficaz ante acontecimientos de esas magnitudes.

3- Patrimonio natural amenazado y vulnerable

Como se revisó, la comuna alberga un patrimonio natural excepcional, conformado por una extensa red de fiordos, bosques siempreverdes, humedales, ríos prístinos y la cercanía con los Campos de Hielo Patagónicos. Esta riqueza ecológica no solo representa un valor ambiental de escala global, sino que también constituye la base para la vida de sus comunidades, sustentando actividades como la pesca artesanal, el turismo de naturaleza y la recolección de productos forestales madereros y no madereros. Sin embargo, este patrimonio natural se encuentra hoy en una condición de alta vulnerabilidad debido a los efectos del cambio climático y a diversas presiones antrópicas.

Entre las principales amenazas se encuentran las dinámicas de ablación acelerada de glaciares, que altera la disponibilidad y calidad del recurso hídrico; la variación en los patrones de precipitación, donde se desconoce su potencial grado de impacto en los ecosistemas hídricos y terrestres, y la biodiversidad. No obstante, la gran proporción de superficie del territorio comunal declarada como áreas protegidas se muestra como un aliciente en ese sentido, pues son herramientas de gestión territorial que contribuyen a mitigar cambios abruptos que agudizan la fragilidad ecológica de ciertas especies clasificadas como amenazadas o vulnerables.

En definitiva, la protección del patrimonio natural ha sido fundamental no solo desde una perspectiva ecológica, sino también sociocultural y económica. Su conservación es clave para garantizar la resiliencia del territorio frente al cambio climático, y para sostener sistemas de vida basados en el aprovechamiento de recursos naturales, como la extracción forestal. Fortalecer la gobernanza local, la implementación de planes de



manejo participativos, y la promoción de contenidos de educación ambiental son pasos esenciales para reducir la vulnerabilidad y asegurar su resguardo en favor de generaciones futuras. En particular, se vuelve prioritario establecer medidas de protección y manejo sostenible de ecosistemas estratégicos para la gestión hídrica y la captura de carbono, como son las turberas, cuyo rol en la regulación climática es clave para la resiliencia territorial.

4- Economía local vinculada a patrimonio natural amenazado

La economía local de esta zona ha estado históricamente sustentada en actividades extractivas, como la actividad forestal, y otras de menor impacto, como la pesca artesanal y, más recientemente, el turismo de naturaleza. Esta relación directa entre las comunidades y su entorno convierte al patrimonio natural en un componente esencial no solo para la subsistencia, sino también para la identidad y el desarrollo futuro del territorio.

Sin embargo, este patrimonio natural enfrenta crecientes amenazas producto del cambio climático y de una presión antrópica desregulada. El retroceso de glaciares, la modificación de los regímenes de temperatura y precipitación, el aumento en la intensidad de ciertos eventos extremos –como temporales– y el riesgo de pérdida de biodiversidad de ciertas especies emblemáticas de flora y fauna afectan directamente las condiciones ecológicas que sostienen la imagen de naturaleza prístina existente en Tortel, que es un elemento central en el relato de ciertas actividades económicas locales, como el turismo.

En este escenario, la economía local de Tortel se encuentra en una situación de vulnerabilidad no menor, ya que una porción significativa de su base productiva está estrechamente ligada a ecosistemas que están cambiando a un ritmo alarmante. Esto hace urgente la adopción de medidas que permitan resguardar estos ecosistemas con el fin de asegurar la sostenibilidad de las actividades económicas que se desarrollan en torno a ellos. La regulación de ciertas prácticas asociadas al uso del patrimonio natural puede contribuir no solo a su conservación y perdurabilidad, sino también a elevar los estándares de seguridad para quienes ejecutan o disfrutan estas actividades, especialmente frente al aumento de riesgos derivados de un clima cambiante, que incrementa la fragilidad del entorno natural.



9- Objetivos y metas de adaptación y/o mitigación

En el marco del desarrollo del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de Tortel, se llevó a cabo un proceso diagnóstico que permitió comprender de manera integral las condiciones actuales del territorio y sus desafíos ante los efectos del cambio climático. Este diagnóstico incluyó una caracterización territorial que abordó aspectos físicos, sociales, económicos y ambientales; la identificación del perfil de amenazas climáticas que afectan a la comuna; y un análisis de sensibilidad que consideró las vulnerabilidades de la población y la comuna, el índice de factores subyacentes del riesgo, y las capacidades locales de respuesta.

Este enfoque permitió visualizar las brechas y oportunidades existentes para enfrentar el cambio climático desde una perspectiva territorial. A partir de esta base, se definieron los objetivos y metas del presente plan, orientados a fortalecer la resiliencia socioambiental de Tortel mediante la implementación de estrategias locales de adaptación y mitigación, diseñadas de forma participativa. **Las acciones propuestas se proyectan a un horizonte de cinco años**, buscando generar cambios sostenibles, pertinentes al contexto local y en sintonía con la identidad cultural y los ecosistemas únicos que caracterizan a esta comuna patagónica. A continuación, se otorga el detalle estos objetivos:

Objetivo General:

Desarrollar e implementar estrategias locales de adaptación y mitigación frente al cambio climático en la comuna de Tortel, promoviendo la resiliencia socioambiental del territorio, la protección de sus ecosistemas únicos y el bienestar de sus comunidades, mediante la participación activa de los actores locales y el fortalecimiento de capacidades de la comuna, en armonía con la identidad cultural y el entorno natural del territorio.

Objetivos Específicos:

1. *Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.*
2. *Promover estrategias de adaptación y mitigación que fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los impactos del cambio climático, con énfasis en la gestión de*



servicios básicos domiciliarios (energía y agua), eficiencia energética de las viviendas, y protección de la biodiversidad.

3. *Fortalecer la sostenibilidad y resiliencia climática de los servicios productivos locales (como el turismo) mediante la adopción de prácticas adaptativas y uso sostenible y eficiente de recursos naturales, asegurando la viabilidad de la actividad económica frente a los efectos del cambio climático.*

10- Líneas estratégicas y medidas de adaptación y/o mitigación al CC

En este apartado se indican las líneas de trabajo priorizadas en base a la fase de diagnóstico y al análisis de capacidades locales.

Como se revisó previamente, el perfil de amenazas identificado para la comuna apunta a un mayor impacto de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad, los cuales pueden actuar como detonantes de otras amenazas, como remociones en masa o inundaciones, debido al aumento de saturación del suelo, o de GLOF, a causa del derretimiento de los lagos represados por glaciares. A ello se suma la ocurrencia de eventos de congelamiento y escarcha, que también son destacados como amenazas relevantes para el territorio.

Por su parte, respecto de los factores de sensibilidad identificados para la comuna, la gestión por parte de la comunidad local y municipio de los servicios básicos, como son los suministros de agua y luz; la significativa dependencia en torno al patrimonio natural de alta fragilidad en el quehacer del sector turístico; y los niveles de sobre intervención paradójicamente asociados a bajos niveles de participación comunitaria.

Por otro lado, se identifica que los márgenes de acción a nivel municipal, debido a las condiciones de aislamiento de la comuna y baja población, dependen en gran medida de las capacidades locales, lo que condiciona la implementación de medidas de adaptación debido a la escasez de personal técnico y financiamiento estable.

Estas condicionantes fundamentaron la priorización de lineamientos de acción, sirviendo como base para la definición de medidas de adaptación y de mitigación, y las respectivas acciones orientadas a resolver las brechas identificadas en la fase de diagnóstico.



10.1 Líneas de trabajo y medidas

Líneas de trabajo	Nombre de la medida
1- Vinculación climática comunitaria	1.1 Realizar charlas de concientización en Cambio Climático y reducción del riesgo de desastres con diversas organizaciones de la sociedad civil presentes en la comuna.
	1.2 Realizar charlas de concientización en Cambio Climático y reducción del riesgo de desastres con diversas instituciones del Estado presentes en la comuna.
2- Resiliencia en Infraestructura crítica	2.1 Diseñar un plan de gestión e intervención de elementos de riesgo que amenacen la integridad de las líneas de distribución eléctrica de Caleta Tortel.
	2.2 Diseñar un plan de contingencia frente a cortes de suministro ocasionados por eventos climáticos extremos, que establezca puntos de abastecimiento alternativo de agua potable y electricidad.
3- Sectores productivos	3.1 Realizar un seminario de turismo sustentable centrado en experiencias turísticas vinculadas a patrimonio natural de alta fragilidad.
	3.2 Elaborar protocolo de buenas prácticas para los operadores del turismo de glaciares en Tortel.
4- Vivienda y eficiencia energética	4.1 Elaborar insumo técnico que contribuya a aumentar los niveles de conocimiento de la comunidad sobre eficiencia energética de viviendas y disminución de la contaminación atmosférica de Caleta Tortel.
	4.2 Diseñar e implementar un subsidio piloto destinado al mejoramiento de la materialidad del aislamiento térmico de viviendas de población vulnerable.



5- Fortalecimiento de capacidades locales para la gestión climática	5.1 Mejorar la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios, con enfoque en el tratamiento de residuos orgánicos.
	5.2 Elaborar e implementar la Estrategia Energética Local, con enfoque en reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero.
	5.3 Elaborar e implementar un Plan de Compras Sustentables a nivel Municipal.
	5.4 Adherir al Programa Huella Chile, como parte del compromiso municipal con la mitigación del cambio climático y la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero.
6- Protección de la biodiversidad	6.1 Impulsar la conservación y monitoreo de turberas y otros ecosistemas estratégicos presentes en la comuna, considerando su rol en la regulación hídrica y la captura de carbono.

10.2 Matrices de medios de implementación para las medidas

1- Vinculación climática comunitaria



Línea de trabajo: 1- Vinculación climática comunitaria		Adaptación
Nombre de la medida	1.1 Realizar charlas de concientización en Cambio Climático y Reducción del Riesgo de Desastres con diversas organizaciones de la sociedad civil presentes en la comuna.	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.	
Resumen de la acción:	Realizar jornadas con actividades de concientización enfocadas en Cambio Climático y Reducción del Riesgo de Desastres, dirigidas a organizaciones de la sociedad civil, en paralelo a la elaboración e implementación de un Plan Comunicacional del PACCC hacia la comunidad. El objetivo de estas actividades es aumentar la resiliencia de la comunidad, tanto en jornadas abiertas como en talleres focalizados en instituciones o agrupaciones, al entregar herramientas que otorguen claridad sobre las posibles amenazas naturales que pueden afectar a la comuna, las vulnerabilidades a nivel de población y de infraestructura crítica, y las acciones que pueden realizarse desde la comunidad para saber reaccionar frente a situaciones de emergencia climática.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2026
Principales actores vinculados:	Ud. de Medio Ambiente Aseo y Ornato, Organizaciones de la sociedad civil, como JJ.VV., organizaciones medioambientales, deportivas, del comercio, COSOC, bomberos, establecimientos educacionales (SLEP), agrupaciones de personas mayores y de personas en situación de discapacidad.	
Beneficios asociados:	Aumentar la resiliencia de la comunidad por medio de herramientas teóricas y didácticas de bajo costo que permitan mejorar el nivel de información y preparación de la comunidad y organizaciones de Tortel frente a situaciones de emergencia climática y Cambio Climático.	
Vinculación con otros instrumentos:	Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres; Plan Regional de Cambio Climático; Plan Comunal de Emergencias.	
Criterios e información base necesaria:	Conocimiento de listado de organizaciones vigentes y activas; coordinación previa con directivas o representantes de organizaciones comunitarias.	



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Equipos digitales (notebooks, data); dependencias municipales o comunitarias; apoyo de funcionario/a municipal.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) Falta de personal calificado para realizar estas actividades; b) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; c) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; d) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados.	
Monto estimado (CPL\$)	250.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Jornadas de concientización ambiental; Plan Comunicacional del PACCC.
	Fórmula de cálculo:	Número de jornadas / N°total de organizaciones catastradas
	Medios de verificación:	Fotografías, listas de asistencia
	Unidad Municipal responsable:	Ud. de Medio Ambiente, Aseo y Ornato - Unidad Comunitaria y Organizaciones. Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres, Encargado/a de Comunicaciones.
Meta/ resultados esperados	A finales del año 2026 tener un 100% de alcance en las organizaciones catastradas. A partir del segundo semestre de 2026, se deberá haber dado inicio a la implementación del Plan Comunicacional del PACCC.	

Línea de trabajo: 1- Vinculación climática comunitaria		Adaptación
Nombre de la medida	1.2 Realizar charlas de concientización en Cambio climático y reducción del riesgo de desastres con diversas instituciones del Estado con competencia climática presentes en la comuna.	



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



Objetivo al que se vincula:	Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.	
Resumen de la acción:	Se busca realizar jornadas con actividades de concientización y transferencia de capacidades técnicas enfocadas en Cambio Climático y Reducción de Riesgo de Desastres, dirigidas a organismos del Estado presentes en la comuna. El objetivo de estas actividades es dar claridad sobre las posibles amenazas naturales y vulnerabilidades que pueden afectar a la comuna, tanto a nivel de población como infraestructura crítica, en miras a que las acciones de las instituciones del Estado consideren un enfoque preventivo de intervención en contexto de emergencia climática.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2026
Principales actores vinculados:	Ud. de Medio Ambiente, Aseo y ornato, Instituciones del Estado, como Carabineros, Armada, CONAF, Escuela educación básica, Posta de Salud Rural, Ud. de Gestión del Riesgo de Desastres y Seguridad Pública.	
Beneficios asociados:	Aumentar la resiliencia de los organismos de Estado, mejorando su capacidad de respuesta frente a situaciones de emergencia climática, por medio de herramientas teóricas de bajo costo que permitan mejorar el nivel de preparación de su personal.	
Vinculación con otros instrumentos:	Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres; Plan Regional de Cambio Climático; Plan Comunal de Emergencias.	
Criterios e información base necesaria:	Listado de organismos del Estado con competencia ambiental presentes en la comuna; coordinación previa con encargados/as institucionales; diagnóstico de capacidades locales de instituciones del Estado.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Equipos digitales (notebooks, data); sede comunitaria o dependencias de instituciones; apoyo funcionario/a municipal.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) Falta de personal calificado para realizar estas actividades; b) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; c) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; d) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; f) permisos con CONAF.	
Monto estimado (CPL\$)	\$150.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Presupuesto municipal	



Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Jornadas de concientización ambiental y transferencia de conocimiento técnico
	Fórmula de cálculo:	Número de organismos del Estado alcanzados / Total de organismos del Estado catastrados
	Medios de verificación:	Fotografías, lista de asistencia
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato - Ud. de Gestión del Riesgo de Desastres y Seguridad Pública.
Meta/ resultados esperados	A finales del año 2026 tener un 100% de alcance en los organismos del Estado catastrados.	

2- Resiliencia en infraestructura crítica

Línea de trabajo: 2- Resiliencia en Infraestructura crítica		Mitigación
Nombre de la medida	2.1 Diseñar un plan de gestión e intervención de elementos de riesgo que amenacen la integridad de las líneas de distribución eléctrica de Caleta Tortel.	
Objetivo al que se vincula:	Promover estrategias de adaptación y mitigación que fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los impactos del cambio climático, con énfasis en la gestión de servicios básicos domiciliarios (energía y agua), eficiencia energética de las viviendas, y protección de la biodiversidad.	
Resumen de la acción:	Elaborar un plan de trabajo que permita estandarizar acciones de prevención en miras de resguardar la integridad de las líneas de distribución eléctrica (LMT y LBT ⁵⁴) y asegurar el suministro regular del servicio eléctrico en Tortel; además, se considera un plan de comunicaciones que permita difundir información preventiva relacionada con	Año inicio: 2026
		Año Término: 2030

⁵⁴ Líneas de media tensión y Líneas de baja tensión.



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



	posibles medidas preparatorias de los hogares frente a condiciones climáticas adversas.	
Principales actores vinculados:	Ud. de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Encargado/a Generación, Encargado/a UGRD, Comité de electrificación, Encargado/a de Comunicaciones, JJ.VV.	
Beneficios asociados:	Instaurar en el Municipio un protocolo de índole procedimental que considere acciones preventivas de resguardo de las líneas de distribución del servicio eléctrico, asegurando su entrega adecuada frente a condiciones climáticas adversas, previniendo cortes prolongados, interrupción de los servicios públicos y privados, y minimizando pérdidas económicas.	
Vinculación con otros instrumentos:	PLADECO 2022-2030, Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres; Plan Regional de Cambio Climático; Plan Comunal de Emergencias.	
Criterios e información base necesaria:	Información georreferenciada de LMT y LBT; archivo KMZ levantado por UGRD y Encargado Generación para podas preventivas 2025. Cantidad de horas sin luz anual.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Apoyo funcionarios/as municipales.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de autorización de permisos desde entidades competentes (CONAF).	
Monto estimado (CPL\$)	\$2.000.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Presupuesto municipal - fondos concursables	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Plan de intervención de elementos de riesgo aprobado por alcaldía
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Documento del Plan de intervención de elementos de riesgo
	Unidad Municipal responsable:	Departamento de Obras Municipales - UGRD - Comité de



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



		Electrificación, COGRID.
Meta/ resultados esperados	Reducir en un 50% la cantidad de horas sin suministro eléctrico producidas por malas condiciones climáticas, considerando el año base 2024.	

Línea de trabajo: 2- Resiliencia en Infraestructura crítica		Mitigación
Nombre de la medida	2.2 Diseñar un plan de contingencia frente a cortes de suministro ocasionados por eventos climáticos extremos, que establezca puntos de abastecimiento alternativos de agua potable y electricidad.	
Objetivo al que se vincula:	Promover estrategias de adaptación y mitigación que fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los impactos del cambio climático, con énfasis en la gestión de servicios básicos domiciliarios (energía y agua), eficiencia energética de las viviendas, y protección de la biodiversidad.	
Resumen de la acción:	Elaborar un plan de contingencia que permita habilitar puntos de abastecimiento de agua potable y electricidad para dispositivos básicos durante cortes de suministros por condiciones climáticas adversas. El plan debe asegurar, al menos, la distribución de implementos que faciliten el abastecimiento de agua potable y electricidad a población vulnerable de la comunidad durante la ocurrencia de fenómenos climáticos extremos.	Año inicio: 2026
		Año Término: 2030
Principales actores vinculados:	DOM, DIDECO, Comité de Agua Potable Rural, Comité Eléctrico Tortel, COGRID, Unidad de Personas Mayores, Unidad de Personas con Discapacidad, Municipalidad de Tortel, JJ.VV.	
Beneficios asociados:	Fortalecer la resiliencia comunitaria al garantizar el acceso a puntos de abastecimiento de agua potable y electricidad durante eventos extremos que produzcan cortes, dando certeza a la población sobre los lugares dónde acudir, reduciendo el impacto de las emergencias climáticas en la población.	
Vinculación con otros instrumentos:	PLADECO 2022-2030, Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres; Plan Regional de Cambio Climático; Plan Comunal de Emergencias.	
Criterios e información base necesaria:	Tendencia de consumo mensual y anual de suministro hídrico y eléctrico; datos climáticos y proyecciones; mapeo de riesgos,	



	infraestructura y población afectada; identificación de los grupos más vulnerables de la comunidad; asignar roles, responsabilidades y tiempos de activación; IPT existentes.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Capacitación técnica; equipos digitales (notebooks, data); apoyo de funcionario/as municipales.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento.	
Monto estimado anual (CPL\$)	\$5.000.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Presupuesto municipal, fondos concursables	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Plan de contingencia para abastecimiento de servicios básicos aprobado por alcaldía
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Documento del Plan de contingencia para abastecimiento de servicios básicos elaborado aprobado por jefatura; Plano con puntos de abastecimiento de servicios básicos.
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, DOM, Encargado/a de Comunicaciones.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2026 haber diseñado e implementado un plan de contingencia para asegurar puntos de distribución de insumos básicos (energía y agua) ante eventos climáticos extremos que afecten el suministro.	

3- Sectores productivos



Línea de trabajo: 3- Sectores productivos		Adaptación
Nombre de la medida	3.1 Realizar un seminario de turismo sustentable centrado en experiencias turísticas vinculadas a patrimonio natural de alta fragilidad.	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer la sostenibilidad y resiliencia climática de los servicios productivos locales (como el turismo) mediante la adopción de prácticas adaptativas y uso eficiente de recursos naturales, asegurando la viabilidad de la actividad económica frente a los efectos del cambio climático.	
Resumen de la acción:	Realizar un seminario de turismo con enfoque en los servicios de navegación hacia los glaciares de la comuna, con objeto de sensibilizar a la población y operadores de servicios de navegación sobre la importancia de regular el ejercicio de la actividad, en miras de aumentar la seguridad de los visitantes, operadores, y evitar el deterioro del patrimonio ambiental amenazado por el CC.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2026
Principales actores vinculados:	Camara de Turismo y Comercio de Tortel; servicios turísticos de navegación; Unidad de Turismo y Fomento Productivo Municipalidad Tortel; SEREMI MMA Aysén; SERNATUR, CONAF, SERNAPESCA, Dirección General de Aguas (Unidad de Glaciología y Nieves).	
Beneficios asociados:	Sensibilizar a la comunidad de Tortel y actores del turismo local sobre la importancia de adoptar prácticas más responsables en los ecosistemas de influencia glaciar, en particular de las actividades económicas.	
Vinculación con otros instrumentos:	PLADETUR 2023-2030; PLADECO 2022-2030, Plan de Comunidades Portal para la comuna de Tortel; Plan Regional de Cambio Climático.	
Criterios e información base necesaria:	Antecedentes sobre N° de visitantes totales arribados a Tortel; N° de visitantes trasladados a atractivos de glaciares; impacto económico y social del turismo; catastro de operadores turísticos; experiencias operadores turísticos de la región.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Equipos digitales (notebooks, data); sede comunitaria o dependencias de instituciones; apoyo de funcionarios/as municipales.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento; e) baja participación ciudadana	



Monto estimado (CPL\$)	\$1.500.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Colaboración con entidades públicas y/o privadas; presupuesto municipal; fondos concursables.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Seminario de turismo sustentable y navegación hacia glaciares realizado
	Fórmula de cálculo:	50% operadores turísticos formalizados /N° total de operadores turísticos formalizados
	Medios de verificación:	Lista de asistencia y fotografías
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Unidad de Turismo y Fomento Productivo.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2026 haber realizado al menos una jornada de Seminario de turismo sustentable y navegación hacia glaciares, con un alcance de al menos un 50% de los operadores turísticos formalizados.	

Línea de trabajo: 3- Sectores productivos		Adaptación
Nombre de la medida	3.2 Elaborar protocolo de buenas prácticas para los operadores del turismo de glaciares en Tortel.	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer la sostenibilidad y resiliencia climática de los servicios productivos locales (como el turismo) mediante la adopción de prácticas adaptativas y uso eficiente de recursos naturales, asegurando la viabilidad de la actividad económica frente a los efectos del cambio climático.	
Resumen de la acción:	Fortalecer las capacidades técnicas de operadores turísticos garantizando la preservación de los ecosistemas de influencia glaciar.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2028
Principales actores vinculados:	Camara de Turismo y Comercio de Tortel, SERNATUR, SEREMI de MMA, CONAF, Municipalidad de Tortel.	



Beneficios asociados:	Estabilidad financiera para operadores turísticos a largo plazo; impulso al comercio local; conservación de ecosistemas.	
Vinculación con otros instrumentos:	PLADETUR 2023-2030, Estrategias de Comunidades Portal, PLADECO 2022-2030	
Criterios e información base necesaria:	N° de visitantes trasladados a atractivos de glaciares; catastro de operadores turísticos; antecedentes técnicos de entidades con competencia ambiental (DGA, SERNATUR)	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Equipos digitales (notebooks, data); sede comunitaria o dependencias de instituciones; apoyo funcionario/a municipal.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento.	
Monto estimado (CPL\$)	\$150.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	SEREMI de MMA, SERNATUR, Presupuesto Municipal	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Protocolo de buenas prácticas para los operadores del turismo de glaciares en Tortel.
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Protocolo de buenas prácticas para los operadores del turismo de glaciares en Tortel elaborado y aprobado por jefatura y gremio turístico involucrado.
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato; Unidad de Turismo y Fomento Productivo.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2028 un 50% de los operadores turísticos de navegación formalizados se adhieren al protocolo de buenas prácticas.	

4- Vivienda y eficiencia energética



Línea de trabajo: 4- Vivienda y eficiencia energética		Adaptación
Nombre de la medida	4.1 Elaborar insumo técnico que contribuya a aumentar los niveles de conocimiento de la comunidad sobre eficiencia energética de viviendas y disminución de la contaminación atmosférica de Caleta Tortel.	
Objetivo al que se vincula:	Promover estrategias de adaptación y mitigación que fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los impactos del cambio climático, con énfasis en la gestión de servicios básicos domiciliarios (energía y agua), eficiencia energética de las viviendas, y protección de la biodiversidad.	
Resumen de la acción:	Elaborar un insumo técnico que contribuya a aumentar el nivel de conocimiento por parte de la comunidad respecto de la relación entre eficiencia energética de las viviendas y la disminución en los niveles de descontaminación atmosférica de Tortel asociado al uso de leña en los sistemas de calefacción domiciliarios.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2028
Principales actores vinculados:	Ud. de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Unidad de Vivienda, SECPLAN, MINVU, Seremi de Vivienda y Urbanismo, JJ.VV.	
Beneficios asociados:	Mejora en las condiciones de aislamiento térmico de las viviendas y un consecuente menor consumo de leña para calefacción, contribuyendo a disminuir los niveles de contaminación atmosférica, beneficiando la calidad del aire y un ahorro económico doméstico.	
Vinculación con otros instrumentos:	Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, PARCC.	
Criterios e información base necesaria:	Diagnóstico de situación de vivienda en Tortel; N° total de viviendas en Tortel; N° de viviendas regularizadas en Tortel; información de subsidios de financiamiento de mejoramiento térmico.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Capacitación técnica y financiamiento.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento; e) desarticulación interinstitucional.	
Monto estimado (CPL\$)	\$500.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Fondos concursables GORE, Presupuesto municipal.	



Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Convenios de colaboración firmados entre el Municipio y actores relevantes. Informe técnico socializado con la comunidad.
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Acta de reuniones; registros fotográficos; documento técnico sobre aislamiento térmico de viviendas y calidad de aire.
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato; Unidad de Vivienda; SECPLAN.
Meta/ resultados esperados	A finales del 2026 haber concretado al menos 1 convenio de colaboración con servicios o centros de investigación a escala regional. A finales de 2027, haber presentado al menos 1 informe técnico que aporte como insumo a escala comunal sobre la relación entre mejoramiento en aislamiento térmico de las viviendas y la reducción en niveles de contaminación atmosférica.	

Línea de trabajo: 4- Vivienda y eficiencia energética		Adaptación
Nombre de la medida	4.2 Diseñar e implementar un subsidio piloto destinado al mejoramiento de la materialidad del aislamiento térmico de viviendas de la población vulnerable.	
Objetivo al que se vincula:	Promover estrategias de adaptación y mitigación que fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los impactos del cambio climático, con énfasis en la gestión de servicios básicos domiciliarios (energía y agua), eficiencia energética de las viviendas, y protección de la biodiversidad.	
Resumen de la acción:	Diseñar un subsidio piloto orientado a mejorar la materialidad de aislamiento térmico de las viviendas de la población vulnerable de Tortel.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2030
Principales actores vinculados:	Ud. de Medio Ambiente Aseo y Ornato, DOM, DIDECO, Unidad de Vivienda, SECPLAN, MINVU, Seremi de Vivienda y Urbanismo, JJ.VV.	
Beneficios asociados:	Mejora en las condiciones de aislamiento térmico de las viviendas con objeto de disminuir el consumo de leña para calefacción, contribuyendo a disminuir los niveles de contaminación atmosférica, beneficiando la	



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



	calidad del aire y un ahorro económico doméstico.	
Vinculación con otros instrumentos:	Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, PARCC.	
Criterios e información base necesaria:	Diagnóstico de situación de vivienda en Tortel; N° total de viviendas en Tortel; N° de viviendas regularizadas en Tortel; información de subsidios de financiamiento de mejoramiento térmico.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Capacitación técnica y financiamiento	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento; e) desarticulación interinstitucional.	
Monto estimado (CPL\$) anual	\$6.000.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Fondos concursables GORE, Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Documento de Subsidio para mejoramiento de la materialidad del aislamiento térmico de viviendas de población vulnerable aprobado por la Alcaldía.
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Acta de reuniones; registros fotográficos; documento Subsidio
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato; Unidad de Vivienda; SECPLAN, DIDECO.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2026 haber elaborado el documento piloto del Subsidio para mejoramiento de la materialidad del aislamiento térmico de viviendas de población vulnerable. A finales de 2030 haber beneficiado con el subsidio al menos a un 30% de la población vulnerable de Tortel.	



5- Fortalecimiento de capacidades locales de gestión climática

Línea de trabajo: 5- Fortalecimiento de capacidades locales para la gestión climática		Mitigación
Nombre de la medida	5.1 Mejorar la gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios, con enfoque en el tratamiento de residuos orgánicos.	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.	
Resumen de la acción:	Mejorar la gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios generados a nivel comunal, con énfasis en residuos orgánicos tratados a través de compostaje, en miras de aumentar el número de beneficiarios/as, y de mejorar procesos de sistematización a cargo de la unidad municipal encargada de la gestión de residuos sólidos domiciliarios.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2030
Principales actores vinculados:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Seremi de Medio Ambiente, Comité Ambiental Tortel, JJ.VV , Cámara de turismo y Servicios de Tortel.	
Beneficios asociados:	Aumentar la cantidad de beneficiarios que realiza compostaje en Tortel; aumentar el nivel de conocimiento de beneficiarios/as sobre técnicas de compostaje; mejorar procesos de sistematización a cargo de la unidad municipal encargada de la gestión de residuos sólidos domiciliarios.	
Vinculación con otros instrumentos:	Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, PARCC	
Criterios e información base necesaria:	N° total de viviendas en Tortel; caracterización de RSD, reporte municipal en SINADER	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Capacitación técnica y financiamiento	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento; e) desarticulación interinstitucional.	
Monto estimado (\$CPL)	\$2.500.000	



Potenciales fuentes de financiamiento:	Fondos concursables GORE, Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Reporte anual de gestión de residuos orgánicos.
	Fórmula de cálculo:	-Cantidad de composteras: (Cantidad de composteras activas 2025 * 0.5) / Cantidad de composteras activas 2025 -Talleres de compostaje: (No aplica)
	Medios de verificación:	Reporte sistematizado para la gestión de residuos orgánicos. domiciliarios
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato
Meta/ resultados esperados	Realizar al menos 2 talleres de compostaje con beneficiarios/as al año. A finales de 2030 haber aumentado en un 50% la cantidad de beneficiarios/as que realizan compostaje domiciliario	

Línea de trabajo: 5- Fortalecimiento de capacidades locales para la gestión climática		Adaptación
Nombre de la medida	5.2. Elaborar e implementar la Estrategia Energética Local, con enfoque en reducir la emisión de Gases de Efecto Invernadero	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.	
Resumen de la acción:	Elaborar e implementar la Estrategia Energética Local de Tortel, definiendo una visión de desarrollo energético alineada con las necesidades de la realidad local. Contará con una fase de diagnóstico energético territorial, seguido por el diseño participativo de la estrategia y finalmente su implementación.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2028
Principales actores	Encargado de generación eléctrica municipal, comité de electrificación,	



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



vinculados:	Unidad de medio ambiente, aseo y ornato.	
Beneficios asociados:	Reducción de emisión de gases de efecto invernadero, ahorro y eficiencia energética. Fortalecimiento institucional y comunitario. Planificación estratégica.	
Vinculación con otros instrumentos:	Estrategia Regional de Energía o Política energética Región de Aysén, PARCC, Ley Marco Cambio Climático.	
Criterios e información base necesaria:	Estado de la gestión energética local, patrones de consumo energético.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Apoyo técnico y financiamiento	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento; e) desarticulación interinstitucional.	
Monto estimado (\$CPL)	\$7.120.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Fondos concursables GORE, Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Documento de Estrategia Energética Local aprobado por alcaldía.
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Acta de reuniones; registros fotográficos de actividades; documento de la Estrategia Energética Local.
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato; Encargado de Generación Eléctrica; SECPLAN.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2030 haber elaborado el documento final de la Estrategia Energética Local.	



Línea de trabajo: 5- Fortalecimiento de capacidades locales para la gestión climática		Adaptación
Nombre de la medida	5.3 Elaborar e implementar un Plan de Compras Sustentables a nivel Municipal.	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.	
Resumen de la acción:	Elaborar e implementar un Plan de Compras Sustentables Municipal que incorpore criterios ambientales, sociales y económicos en las adquisiciones de bienes y servicios bajo criterios de sostenibilidad. El plan considerará aspectos como eficiencia energética, reducción de residuos, preferencia por productos reciclados y de bajo impacto ambiental.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2026
Principales actores vinculados:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Departamento de Administración y Finanzas, Comité Ambiental Municipal.	
Beneficios asociados:	Reducción de emisión de gases de efecto invernadero, ahorro y eficiencia energética. Fortalecimiento institucional y comunitario. Planificación estratégica. Fomento al uso de materiales reciclados, reutilizables o biodegradables. Menor impacto ambiental en la gestión de la municipalidad.	
Vinculación con otros instrumentos:	PARCC, Ley Marco Cambio Climático, SCAM, Política Nacional de Compras Públicas Sustentables, Ley de Compras Públicas.	
Criterios e información base necesaria:	Criterios ambientales: Eficiencia energética, uso de materiales reciclados, biodegradables o reutilizables. Bajo nivel de emisiones contaminantes en transporte y producción. Certificaciones ambientales (ISO 14001, FSC, etc.). Información base: Catastro de emisiones GEI Municipal, Patrones de consumo, Ley de Compras Públicas, Política Nacional de Compras Públicas Sustentables, Instructivo de Aplicación de Criterios Sustentables (MMA)	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Capacitación técnica, equipos digitales, técnicos y financiamiento, material de difusión interna.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de	



	financiamiento; e) desarticulación interinstitucional.	
Monto estimado (\$CPL)	\$50.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Documento del Plan de Compras Sustentables aprobado por la alcaldía.
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	N° de funcionarios municipales capacitados en compras sustentables. N° de compras públicas realizadas con criterios de sustentabilidad.
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Departamento de Administración y Finanzas.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2026 haber aprobado el Plan de Compras Sustentable por alcaldía, y con funcionarios/as capacitados/as en compras públicas bajo criterios de sustentabilidad.	

Línea de trabajo: 5- Fortalecimiento de capacidades locales para la gestión climática		Mitigación
Nombre de la medida	5.4 Adherir al Programa Huella Chile, como parte del compromiso municipal con la mitigación del cambio climático y la gestión de emisiones de gases de efecto invernadero.	
Objetivo al que se vincula:	Fortalecer las capacidades locales en gestión climática, a través de procesos de sensibilización en educación ambiental, formación técnica y fortalecimiento institucional.	
Resumen de la acción:	Realizar gestiones para el ingreso del Municipio al Programa Huella Chile, con el objetivo de estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Tortel a través de la sistematización y la cuantificación de fuentes contaminantes, en miras a generar lineamientos para reducir las	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2027



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



	emisiones a escala comunal.	
Principales actores vinculados:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Seremi de Medio Ambiente, Comité Ambiental Tortel, JJ.VV. , DOM, Encargado/a de Generación Eléctrica.	
Beneficios asociados:	Favorecer el ingreso de la comuna de Tortel al Programa Huella Chile, en miras de cuantificar bajo criterios establecidos las emisiones de GEI a escala comunal; generar información base para definir lineamientos que orienten hacia una reducción de las emisiones de GEI a escala comunal.	
Vinculación con otros instrumentos:	Plan Sectorial de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, PARCC	
Criterios e información base necesaria:	Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo; Información municipal sobre compra de combustibles de distintos tipos.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Capacitación técnica y financiamiento	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; b) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; c) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados; d) falta de financiamiento; e) desarticulación interinstitucional.	
Monto estimado (\$CPL)	\$7.120.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Fondos concursables GORE, Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Certificado de ingreso al Programa Huella Chile aprobado por alcaldía.
	Fórmula de cálculo:	No aplica.
	Medios de verificación:	Reporte de gestión para adherencia municipal al Programa Huella Chile; actas de reuniones; fotografías.
	Unidad Municipal responsable:	Departamento de Obras Municipales, Encargado/a de Generación Eléctrica, DOM.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2027, haber realizado gestiones para la adherencia del	



	Municipio al Programa Huella Chile.
--	-------------------------------------

6- Protección de la biodiversidad



Línea de trabajo: 6- Protección de la biodiversidad		Adaptación
Nombre de la medida	6.1 Impulsar la conservación y monitoreo de turberas y otros ecosistemas estratégicos presentes en la comuna, considerando su rol en la regulación hídrica y la captura de carbono.	
Objetivo al que se vincula:	Promover estrategias de adaptación y mitigación que fortalezcan la resiliencia del territorio frente a los impactos del cambio climático, con énfasis en la gestión de servicios básicos domiciliarios (energía y agua), eficiencia energética de las viviendas, y protección de la biodiversidad.	
Resumen de la acción:	Impulsar el monitoreo de ecosistemas estratégicos de la comuna en su rol de regulación hídrica y captura de CO ₂ , como las turberas, estableciendo convenios de colaboración con actores clave, como centros de investigación, organismos del Estado con competencia en gestión ambiental y climática, entre otros; y generando instancias de difusión para resaltar la importancia estratégica y ecológica de estos ecosistemas.	Año de inicio: 2026
		Año de término: 2029
Principales actores vinculados:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Organizaciones de la sociedad civil, como JJ.VV., organizaciones medioambientales, deportivas, del comercio, COSOC, bomberos, establecimientos educacionales y agrupaciones de personas mayores y en situación de discapacidad, centro de investigación, otros organismos del Estado con competencia ambiental y climática.	
Beneficios asociados:	Aumentar la resiliencia de la comunidad por medio de herramientas teóricas de bajo costo que permitan mejorar el nivel de preparación de los distintos grupos humanos en las organizaciones comunitarias de Tortel frente a situaciones de emergencia climática.	
Vinculación con otros instrumentos:	Plan Regional de Cambio Climático; Estrategia Regional de Biodiversidad.	
Criterios e información base necesaria:	Ley 21.660 Sobre Protección Ambiental de las Turberas.	
Tecnología, infraestructura y recursos necesarios:	Equipos digitales (notebooks, data); dependencias municipales o comunitarias; apoyo funcionario/a municipal.	
Potenciales barreras y obstáculos:	a) Falta de personal calificado para realizar estas actividades; b) no consideración de recursos tecnológicos (equipos) de apoyo; c) no seguimiento o sistematización de acciones o pérdida de información; d) falta de voluntad y compromiso de los actores involucrados.	



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030



Monto estimado (\$CPL)	\$300.000	
Potenciales fuentes de financiamiento:	Presupuesto municipal.	
Indicadores de medición y verificación:	Nombre del indicador:	Convenio(s) de colaboración aprobado(s) por alcaldía.
	Fórmula de cálculo:	No aplica
	Medios de verificación:	Documentos de Convenios de colaboración aprobados. Actas de reuniones. N° de instancias de educación ambiental. Fotografías y listas de asistencia.
	Unidad Municipal responsable:	Unidad de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Unidad Comunitaria y Organizaciones, Unidad de Turismo y Fomento Productivo.
Meta/ resultados esperados	A finales de 2029 haber establecido al menos 1 convenio de colaboración con entidades con competencia ambiental y/o climática para la protección de ecosistemas estratégicos en la comuna. Realizar al menos 2 instancias de educación ambiental por año de ejecución de la medida.	



11- Bibliografía

- Becker, G. S. (1964). Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education. University of Chicago Press.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2023). Reporte comunal: Tortel. Sistema de Información Territorial (SIIT). https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2023&idcom=11303
- Bown F, Rivera A, Pętllicki M, Bravo C, Oberreuter J, Moffat C (2019). Recent ice dynamics and mass balance of Jorge Montt Glacier, Southern Patagonia Icefield. *Journal of Glaciology* 65, 732–744. <https://doi.org/10.1017/jog.2019.47>
- Castilla, Armesto & Martínez-Harms (2021). Conservación de la Patagonia chilena, evaluación del conocimiento, oportunidades y desafíos. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Castro, L. R., Soto-Mendoza, S., Riccialdelli, L., Presta, M. L., Barrientos, P., González, H. E., Daneri, G., Gutiérrez, M., Montero, P., Masotti, I., & Díez, B. (2024). Vertically distinct sources modulate stable isotope signatures and distribution of mesozooplankton in central Patagonia: The Golfo de Penas–Baker Channel connection and analogies with the Beagle Channel. *Journal of Marine Systems*, 241, 103892. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2023.103892>
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2023, 4 de febrero). Análisis CR2: El impacto de las plantaciones forestales en los ecosistemas de Chile. CR2. <https://www.cr2.cl/analisis-cr2-el-impacto-de-las-plantaciones-forestales-en-los-ecosistemas-de-chile/>
- Centro de Investigación de Recursos Naturales (2022). Recursos Naturales comuna de Tortel. Agosto 2022.
- Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) (2022). Manual de adaptación al Cambio Climático para la cuenca del río Baker (RECCA). Disponible en; https://www.ciep.cl/wpcontent/uploads/2023/10/Manual_de_adaptacion_RECCA.pdf
- Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) (2024). Análisis del sistema energético de la región de Aysén en el contexto de las transiciones energéticas.
- Centro Sismológico Nacional. (s.f.). *Grandes terremotos en Chile*. Universidad de Chile. Recuperado el 8 de mayo de 2025, de <https://www.csn.uchile.cl/sismologia/grandes-terremotos-en-chile/>
- CITES. (1975). Appendix I: *Pilgerodendron uviferum*. In CITES Appendices. <https://cites.org/eng/app/appendices.php>
- Comité Regional de Cambio Climático (CORECC) de la Región de Aysén; Secretaría Técnica, SEREMI de Medio Ambiente—Región de Aysén. (2025, 17 de mayo). Plan de Acción Regional de Cambio Climático — PARCC Aysén [Resolución Exenta N° 229]. Gobierno Regional de Aysén.
- CONAF. (2024). *Plan de manejo del Parque Nacional Bernardo O'Higgins*. Corporación Nacional Forestal. Recuperado de <https://www.conaf.cl/centro-documental/plan-de-manejo-del-pn-bdo-oh/>
- **Corporación Nacional Forestal (CONAF).** (s.f.). *Catastro Vegetacional*. <https://www.conaf.cl/regulacion/informacion-geografica-o-territorial/catastro-vegetacional/>
- Corporación Nacional Forestal. (2018). *Plan de manejo del Parque Nacional Laguna San Rafael*. CONAF. Recuperado de <https://www.conaf.cl/centro-documental/plan-de-manejo-del-pn-laguna-san-rafael/>
- Corporación Nacional Forestal. (2022). *Catastro de recursos vegetacionales y uso de la tierra de la Región de Aysén* [Conjunto de datos geoespaciales, archivos shapefile]. Sistema de Información Territorial, CONAF. <https://sit.conaf.cl/>



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030

- De Porras, M. E.; Maldonado, A.; Quintana, F. A.; Martel Cea, A.; Reyes, O.; Méndez Melgar, César (2014). Environmental and climatic changes in central Chilean Patagonia since the Late Glacial: Mallín El Embudo, 44°S. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76(3), 389–399. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/122255/Environmental-and-climatic-changes-in-central-Chilean-Patagonia-since-the-Late-Glacial-Mall%C3%ADn-El-Embudo-44S.pdf>
- Denton, G. H., Anderson, R. F., Toggweiler, J. R., Edwards, R. L., Schaefer, J. M., & Putnam, A. E. (2010). The Last Glacial Termination. *Quaternary Science Reviews*, 29(15–16), 1757–1770. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.02.005>
- Díaz, M. F., Larraín, J., Zegers, G., & Tapia, C. (2008). Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 81, 455–468.
- Domínguez, E., Dollenz, O., Aravena, J. C., Villa-Martínez, R., Henríquez, J. M., Galleguillos, C., & Haro, K. (2024). Catálogo de la flora vascular del Parque Nacional Bernardo O'Higgins, Región de Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 52(1), 1–60. <https://doi.org/10.22352/AIP202452006>
- Espinoza O., J., & Amunátegui F., R. (2009). *La ruralidad chilena desde el punto de vista de género*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Recuperado de <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/articulos/la-ruralidad-chilena-desde-el-punto-de-vista-de-genero>
- Estay, S. A., López, D. N., Silva, C. P., Gayo, E. M., McRostie, V., & Lima, M. (2022). A modeling approach to estimate the historical population size of the Patagonian Kawésqar people. *The Holocene*, 32(6), 578-583. <https://doi.org/10.1177/09596836221080761>
- Glaciología.cl. (s.f.). *Lago Cachet II*. Recuperado el 2 de mayo de 2025, de <https://glaciologia.cl/glaciares/zona-austral/lago-cachet-ii/>
- Gobierno Regional de Aysén (2019). Plan de prevención y protección ante situaciones de emergencia y desastres naturales y antrópicos. Departamento de planificación - División de Planificación y Desarrollo Regional. GORE Aysén 2019.
- Gobierno Regional de Aysén; Ministerio de Planificación y Cooperación (SERPLAC). (2005). Atlas Región de Aysén [Atlas]. Gobierno de Chile.
- Gobierno Regional de Aysén; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2023). *Plan de Desarrollo Zonas Rezagadas Provincia de Los Glaciares*. Gobierno de Chile. Recuperado de https://www.goreaysen.cl/wp-content/uploads/2024/02/31_05_2023_Plan_de_Development_Provincia_Glaciares_INFORME_version_aprobada.pdf
- Häussermann, V., Gutstein, C. S., Beddington, M., Cassis, D., Olavarria, C., Dale, A. C., Valenzuela-Toro, A. M., Perez Alvarez, M. J., Sepúlveda, H. H., McConnell, K. M., Horwitz, F. E., & Försterra, G. (2018). Largest baleen whale mass mortality during strong El Niño event is likely related to harmful toxic algal bloom. *Scientific Reports*, 8, 13388. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32091-6>
- Henríquez González, W. I. (2014). *Variaciones de la vegetación y clima en Patagonia Norte y Centro desde el último máximo glacial* [Tesis de Magíster, Universidad de Chile]. Repositorio Académico Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/189967>
- Holz, A., Hart, S. J., Williamson, G. J., Veblen, T. T., & Aravena, J. C. (2018). Radial growth response to climate change along the latitudinal range of the world's southernmost conifer in southern South America. *Journal of Biogeography*, 45(5), 1140–1152. <https://doi.org/10.1111/jbi.13199>
- Hromic, Tatiana (2007). BIODIVERSIDAD Y ECOLOGÍA DEL MICROBENTOS (FORAMINÍFERA: PROTOZOA), ENTRE LA BOCA DEL GUAFO Y GOLFO DE PENAS (43°-46° S), CHILE. *Revista Ciencia y Tecnología del Mar*, Vol. 30 (1) - 2007.



Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030

- Municipalidad de Tortel (2024). *Análisis e implementación de un Plan de Movilidad Integral, comuna de Tortel, Etapa 1*. UTP ARCHIPIÉLAGO + TERRITORIAL.
- Ilustre Municipalidad de Tortel. (2023). Plan de Acción de Comunidades Portal para la vinculación de la comunidad con sus áreas protegidas. Comuna de Tortel, Región de Aysén. 94 páginas.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Resumen para responsables de políticas). Cambridge University Press.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)].
- IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Jorquera, C. 2023. Evaluación por remoción en masa en Caleta Tortel, sector Rincón Bajo, comuna de Tortel, región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Informe Técnico (Inédito), Servicio Nacional de Geología y Minería: 15 p. Santiago.
- Krögh Navarro, S. A. (2012). *Avances en la modelación hidrológica de gran escala en cuencas Patagónicas mediante la incorporación de reanálisis climatológicos: aplicación a la cuenca del Río Baker, Región de Aysén* [Tesis de magíster, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile.
- López, R; Zagal, S; Riquelme, C; Garcés, C (2024) Propuesta: Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Huemul (*Hippocamelus bisulcus*) en los Bosques Templados y Patagonia. 244 pp
- Mattivi, P., Franci, F., Lambertini, A., & others. (2019). TWI computation: A comparison of different open source GISs. *Open Geospatial Data, Software and Standards*, 4(6). <https://doi.org/10.1186/s40965-019-0066-y>
- Mattivi, P., Franci, F., Lambertini, A., & Tiezzi, R. (2019). *TWI computation: A comparison of different open source GISs*. **Open Geospatial Data, Software and Standards**, 4, 6. <https://doi.org/10.1186/s40965-019-0066-y>
- Ministerio de Educación. (2001, 23 de mayo). Decreto N° 282 Exento: Declara Zona Típica al pueblo de Caleta Tortel, comuna de Tortel, Provincia de Capitán Prat, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo [Decreto exento]. Gobierno de Chile.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. (2025). *Reporte de variaciones areales de glaciares relevantes monitoreados en el año 2024* (S.D.T. N° 504). División de Hidrología, Subdivisión de Glaciología y Nieves. <https://snia.mop.gob.cl/PIA/items/65005f51-7e62-4c4d-a41b-d4b8246623f4>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2025). Inventario comunal de emisiones de gases de efecto invernadero: Comunas de la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo (Versión 1, Nivel GPC: Básico). Preparado por I. Donoso, Programa HuellaChile, División de Cambio Climático.
- Osorio, M. (2015). La tragedia obrera de Bajo Pisagua. Río Baker, 1906: Origen del cementerio Isla de los Muertos, comuna de Tortel, Patagonia Occidental. Coyhaique, Chile: Ediciones Ñire Negro.
- Pérez Huilcamán, C. (2013). *Bahía cultural de Tortel. Terrazas programáticas como puntos de encuentro y socialización*. Tesis de pregrado, Universidad de Chile. Repositorio académico de la Universidad de Chile. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130460>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2024). *El desarrollo humano de las comunas de Chile*. Recuperado de: <https://www.undp.org/es/chile/publicaciones/el-desarrollo-humano-de-las-comunas-de-chile>

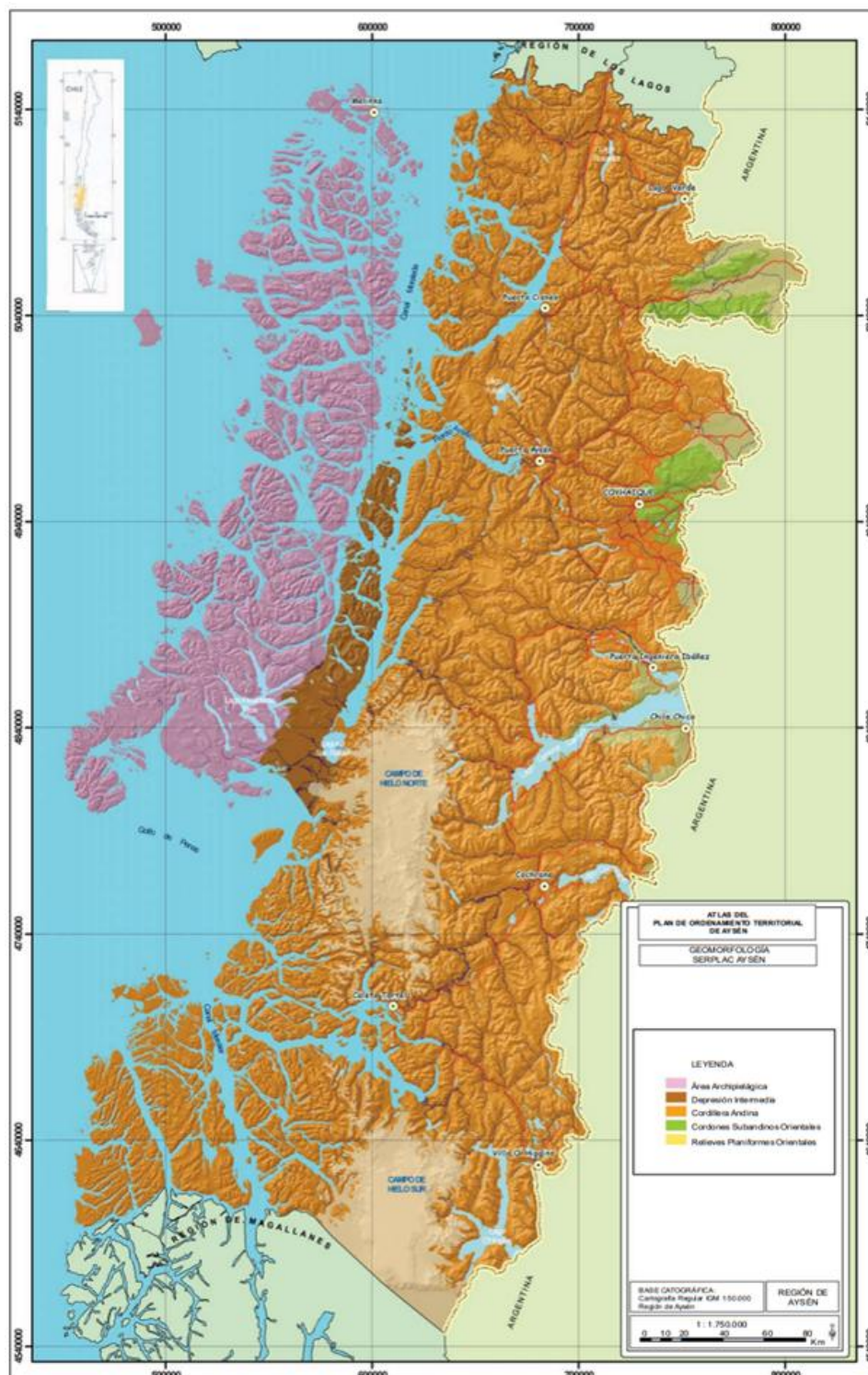


Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de Tortel 2025-2030

- Ramírez, Carlos, San Martín, Cristina, Amigo, Javier, Álvarez, Miguel, Vidal, Osvaldo, Pérez, Yéssica, & Toledo, Gisela. (2021). Humedales turbosos de la Región de Aysén (Patagonia chilena): Clasificación y ordenación de la flora y la vegetación. *Bosque (Valdivia)*, 42(2), 187-204. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002021000200187>
- Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., Fuentes, N., Kiessling, A., Mihoc, M., Pauchard, A., Ruiz, E., Sánchez, P., & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana Botánica*, 75(1), 1–430. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432018000100001>
- Rodríguez, R., O. Matthei & M. Quezada. (1983). Flora Arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. Versión Digital en Internet. URL: http://www.chilebosque.cl/libro_flora_arborea.html
- Salazar, Á., Thatcher, M., Goubanova, K., Bernal, P., Gutiérrez, J., & Squeo, F. (2024). CMIP6 precipitation and temperature projections for Chile. *Climate Dynamics*, 62(3), 2475-2498.
- Salinas Sanhueza, J., Gaudig, G., Krebs, M., Moya Navarro, I., & Silva Labbé, F. (2024). Turberas y cosecha de Sphagnum en la región de Aysén, Chile. *Ciencia & Investigación Forestal*, 30(1), 43–63. <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2024.606>
- Santibáñez, F., Santibáñez, P., & González, P. (2016). Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980 2010) y proyección al año 2050. *Informe final. Julio*, 99.
- Schueftan, A., Sommerhoff, J., & González, A. (2016). Firewood demand and energy policy in south-central Chile: Understanding the drivers of firewood consumption and its implications. *Energy for Sustainable Development*, 33, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.04.004>
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *The American Economic Review*, 51(1), 1–17.
- SEREMI MMA-AYSÉN (2018). Estrategia regional de Biodiversidad 2015-2030, región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. Documento técnico de la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente, región de Aysén, financiado por el Gobierno Regional y su Consejo, bajo el Plan Especial de Zonas Extremas (PEDZE).
- Servicio Nacional de Geología y Minería (2019). Minuta Técnica Sobrevuelo Valle huemules, comuna de Tortel, Provincia de Capitán Prat, Región de Aysén: 08.11.2019. (Informe N.º RM-2019-22). Recuperado de: https://portalgeo.sernageomin.cl/Informes_PDF_Nac/RM-2019-22.pdf
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (s.f.). *¿Qué es el Ranking de Riesgo?* Recuperado el 3 de abril de 2025, de <https://rnvv.sernageomin.cl/que-es-ranking-de-riesgo/>
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). (2012). Política Nacional de Turismo 2012–2020. Gobierno de Chile. <https://www.subturismo.gob.cl/>

12- Anexos

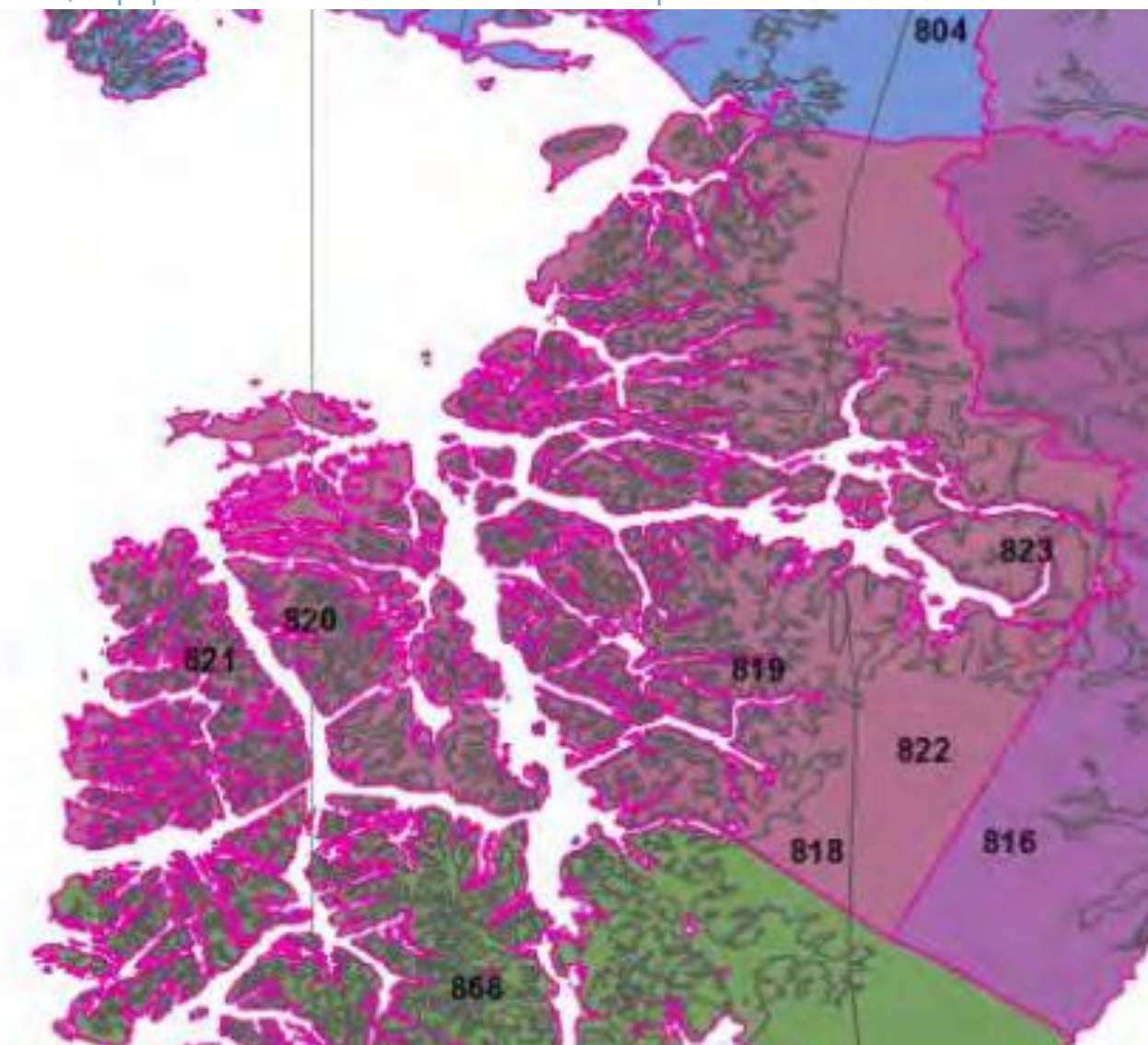
1- Mapa geomorfológico de la región de Aysén (GORE Aysén 2005)





2- Informe Elaboración de una base digital del clima comunal de Chile: línea base (1980-2010) y proyección al año (UNDP 2016)

COMUNA / ZONA	ID	LINEA BASE (1980 - 2010)									ESCENARIO 2050								
		TXE	TNE	TXJ	TNJ	Temed	Timed	PPA	PPA MIN	PPA MAX	TXE 50	TNE 50	TXJ 50	TNJ 50	Temed 50	Timed 50	PPA 50	PPA 50 MIN	PPA 50 MAX
Tortel		14	6,6	5,1	-0,9	9,8	2	2579	2058	3147	15,3	7,7	6,4	0,5	11	3,3	2518	1997	3113
Central	818	14,2	5,6	4	-1,3	9,4	1,3	2307	1792	3222	15,6	6,7	5,3	0,2	10,6	2,6	2238	1705	3175
Central bajo	819	15,7	8,3	6,9	-0,1	11,4	3,2	2569	1912	3328	16,9	9,4	8,1	1,2	12,5	4,4	2501	1817	3277
Occidente	820	13,6	5,9	4,6	1	9,2	2,7	3391	2915	3863	14,6	6,9	5,7	2,2	10,2	3,7	3339	2880	3834
Occidente bajo	821	13,7	7,8	6,7	1,3	10,2	3,8	3485	2978	4044	14,7	8,7	7,8	2,4	11,2	4,8	3429	2945	4029
Oriente	822	10,7	3,4	1,6	-4,2	6,7	-1,2	1825	1209	2228	12,4	4,7	3,1	-2,4	8,1	0,3	1763	1148	2192
Oriente bajo	823	16,1	8,9	7	-2,1	11,9	2,3	1898	1542	2197	17,7	10,1	8,3	-0,5	13,2	3,7	1838	1485	2172

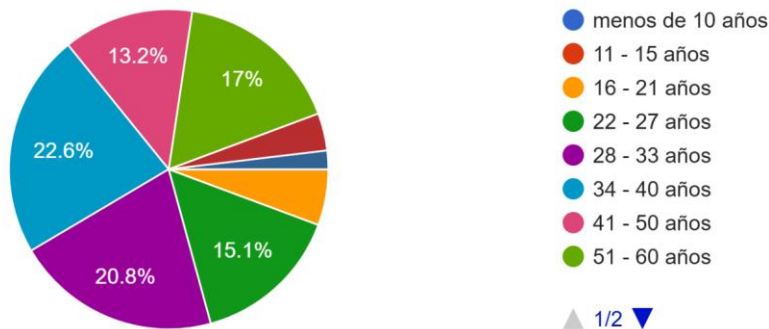




Anexo 3- Resultados Encuesta de Percepción Climática de Tortel

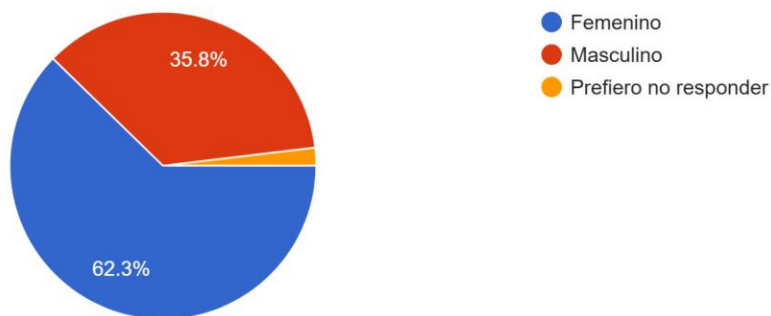
1- Edad de quien responde

53 responses



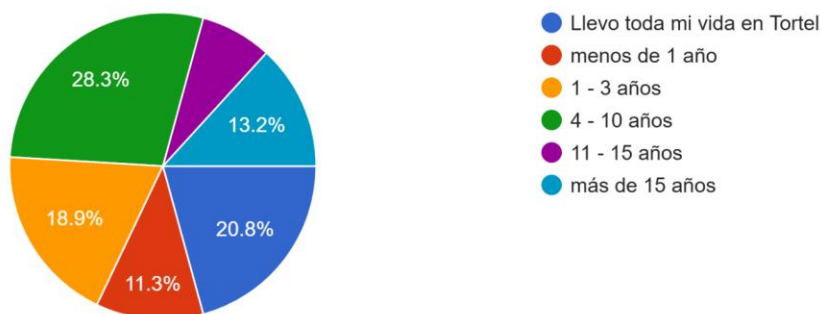
2- Género de quien responde

53 responses



3- ¿Hace cuánto vives en Tortel?

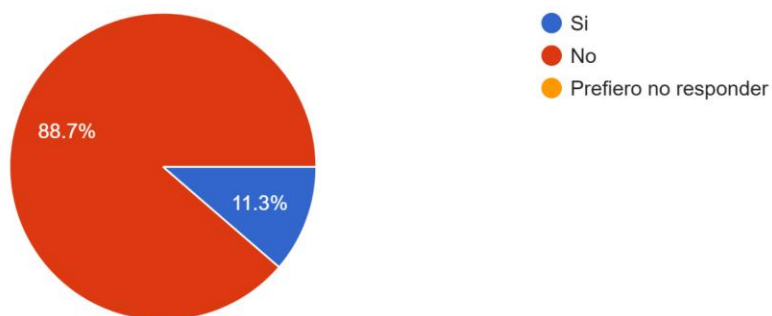
53 responses





4- ¿Cuentas con alguna condición que dificulte tu movilidad de forma libre y autónoma por Tortel?

53 responses



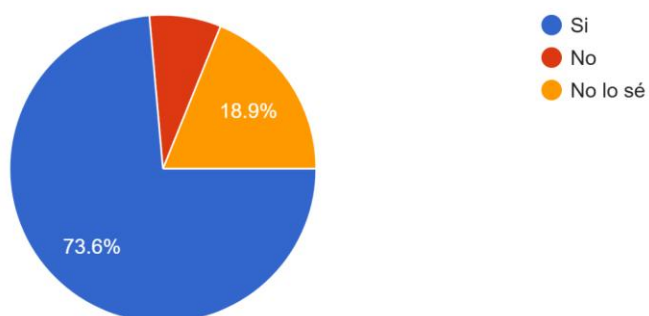
5- ¿Has escuchado el concepto de Cambio Climático?

53 responses



6- ¿Has notado cambios en el clima de Tortel en los últimos años?

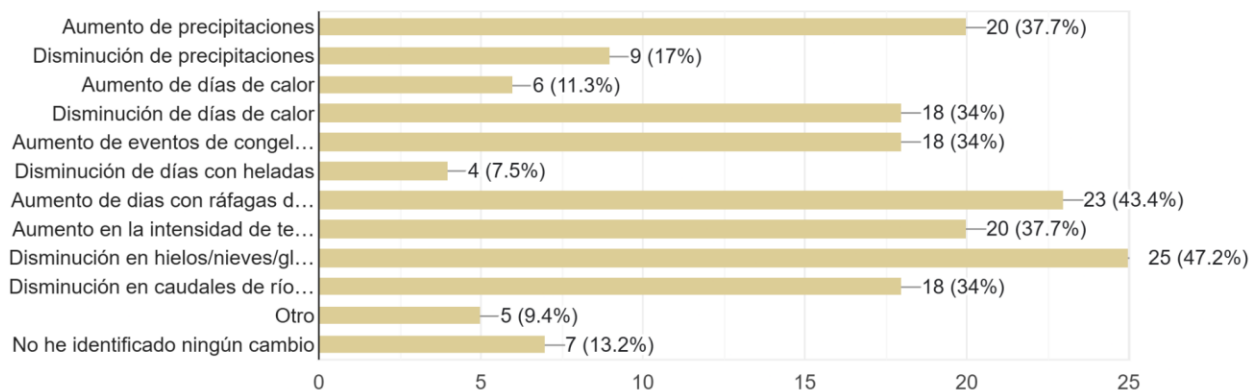
53 responses





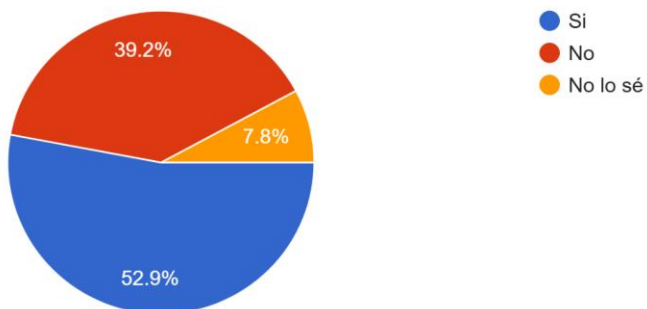
7- Si tu respuesta fue sí, ¿Qué cambios has notado?

53 responses



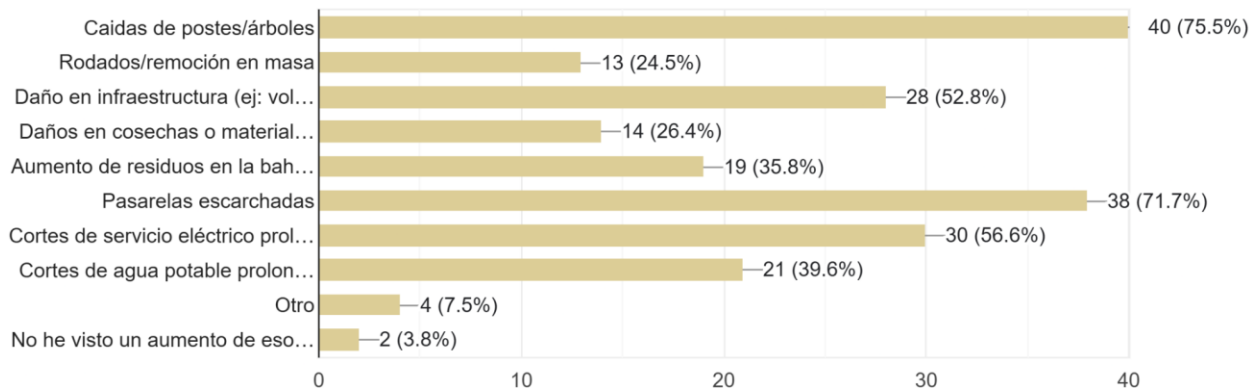
8- Si identificaste algún cambio, ¿Cree que estos han afectado tu calidad de vida?

51 responses



9- ¿Has visto o experimentado alguno de los siguientes efectos asociados a eventos climáticos extremos?

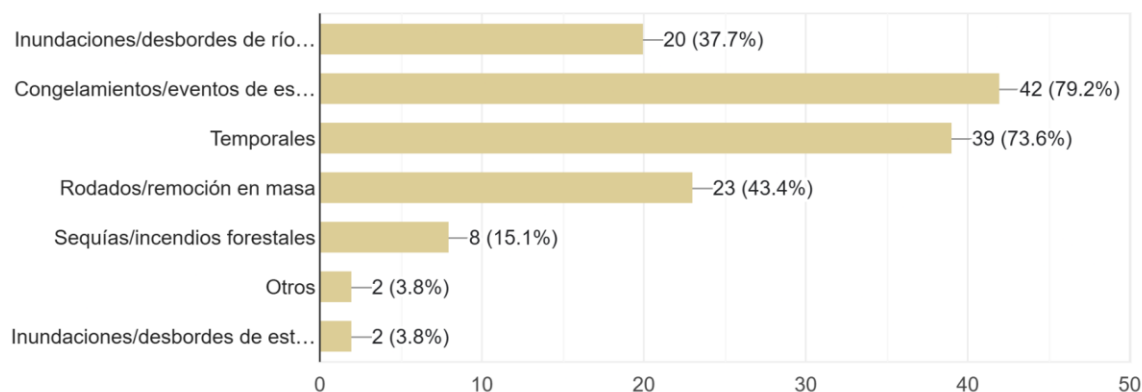
53 responses





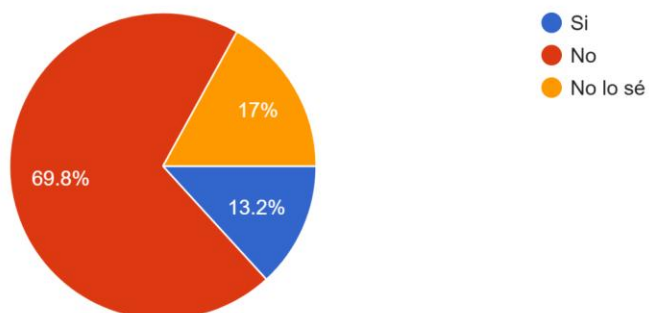
10- ¿Cuáles crees que son los principales riesgos ambientales que pueden afectar a Tortel?

53 responses



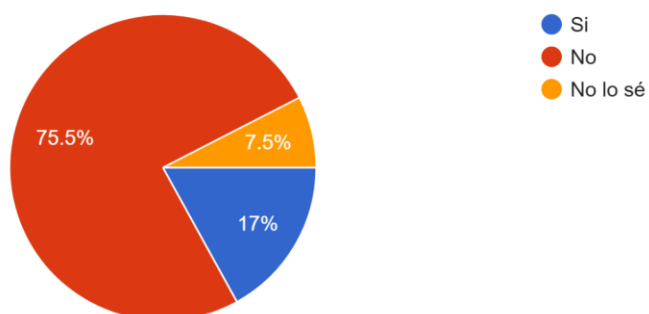
11- ¿Consideras que tu comunidad está preparada para enfrentar eventos climáticos extremos?

53 responses



12- ¿Has recibido instrucciones de alguna institución sobre cómo actuar ante desastres ambientales?

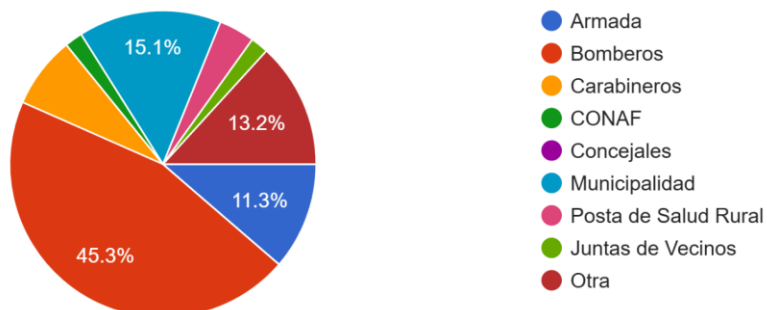
53 responses





13- Ante la ocurrencia de desastres naturales, ¿A qué institución acudirías primero por ayuda o asistencia?

53 responses



Anexo 4- Hipervínculo Informe de Ejecución

<https://drive.google.com/drive/folders/1CXjuFmk6ohH37UbL1JHJ6keR7FkEPhgT?usp=sharing>

