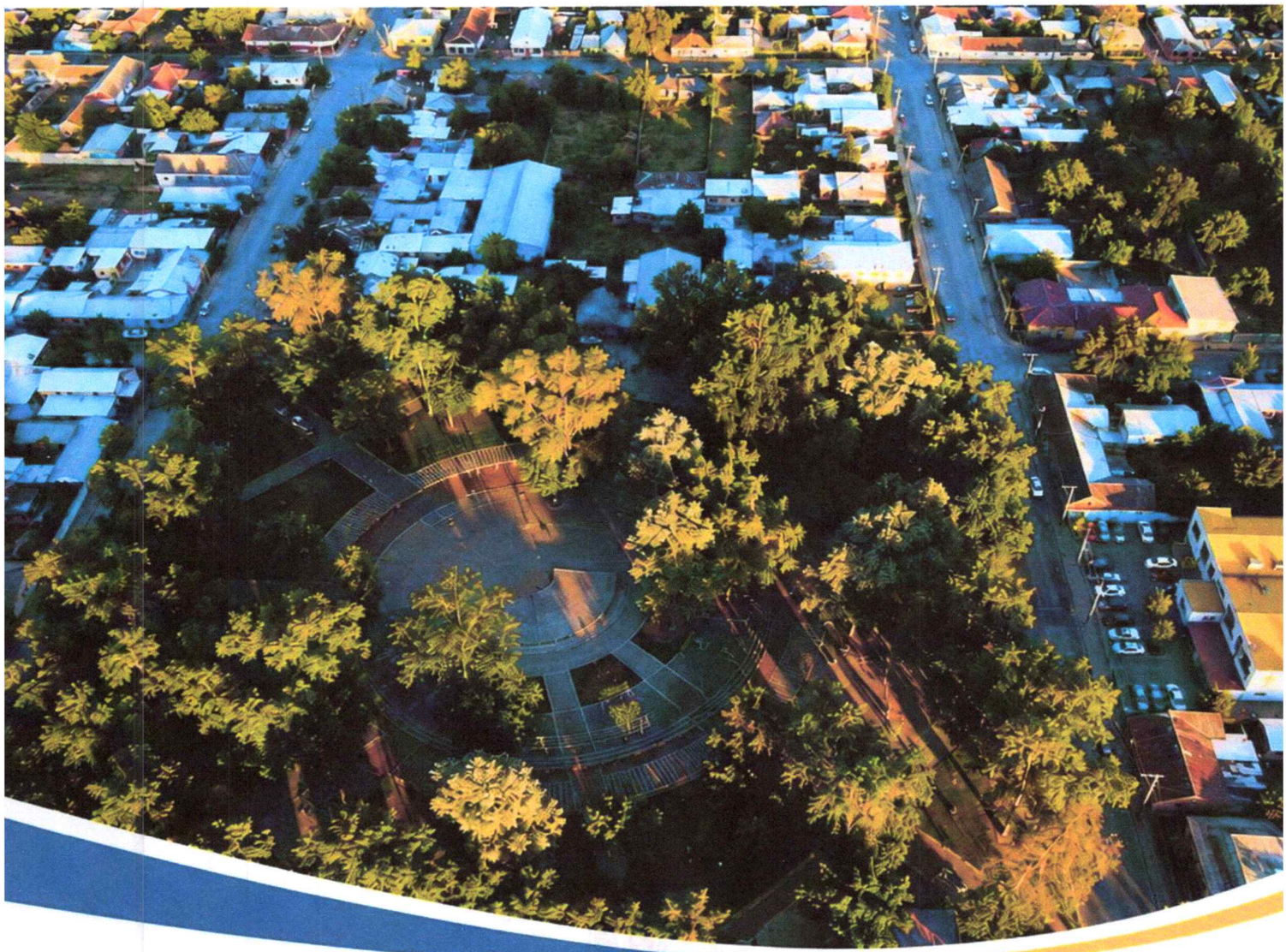


Plan de Acción

Comunal de Cambio Climático

(PACCC)

Comuna de El Carmen

Municipalidad de
EL CARMEN
Junto a ti

Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC)

Comuna de El Carmen

Mayo 2026

Elaborado por Departamento de Medio Ambiente Municipalidad de El Carmen

Municipalidad de
EL CARMEN
Junto a ti

PALABRAS DEL ALCALDE



Queridas vecinas y vecinos de El Carmen:

Con mucho compromiso y esperanza, quiero compartir con ustedes el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de nuestra comuna, una herramienta pensada para enfrentar uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo: el cambio climático y sus impactos en nuestro territorio. Este plan refleja la necesidad de avanzar hacia un desarrollo más sostenible, fortaleciendo la capacidad de nuestra comuna para enfrentar problemáticas como la escasez hídrica, las altas temperaturas, los incendios forestales, los eventos climáticos extremos y la afectación de nuestros ecosistemas y actividades productivas. Como municipio, entendemos que el cambio climático ya está afectando la vida cotidiana de las personas y que debemos prepararnos para construir una comuna más resiliente, sostenible y segura para las futuras generaciones. Por ello, este PACCC establece medidas concretas de adaptación y mitigación orientadas al cuidado del agua, la protección ambiental, la gestión de residuos, la arborización, la educación ambiental y el fortalecimiento comunitario. Tenemos importantes desafíos por delante, pero también una gran oportunidad de avanzar juntos hacia un El Carmen más sustentable, consciente y preparado frente al cambio climático. Estoy convencido de que, con trabajo colaborativo y compromiso comunitario, podremos proteger nuestro entorno y mejorar la calidad de vida de todas y todos.

Con afecto y compromiso,

Renán Cabezas Arroyo

Alcalde Municipalidad de El Carmen

ÍNDICE

1. Introducción. 1
2. Cambio Climático: Contexto Global, Nacional y Regional. 4
2.1. Cambio climático y efecto invernadero. 4
2.2. Impactos del cambio climático en Chile y la Región de Ñuble. 7
2.3. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile. 8
2.4. Ley Marco de Cambio Climático. 10
2.5. Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP). 11
2.6. Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Ñuble (PARCC Ñuble). 11
3. Aspectos Metodológicos para la Confección del PACCC 12
3.1. Organización y Preparación del proceso de desarrollo del PACCC. 12
3.2. Diagnóstico de vulnerabilidad. 12
3.3. Taller de medidas de adaptación y mitigación. 13
4. Metodología de Elaboración del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC). 13
4.1. Talleres de diagnóstico de vulnerabilidad. 14
4.2. Talleres medidas de adaptación y mitigación 16
5. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL Y CLIMÁTICA 18
5.1. Caracterización física-natural, social y ambiental de la comuna 19
5.2. Crecimiento Poblacional. 22
6. Caracterización Climática y Tendencias 29
7. Riesgos e Impactos del Cambio Climático en la Comuna de El Carmen 41
7.1. Metodología para el análisis de riesgos climáticos 41
7.2. Riesgo asociado al déficit hídrico y escasez de agua. 44
7.3. Riesgo asociado al aumento de temperaturas y olas de calor. 44
7.4. Riesgo de incendios forestales. 44
7.4.1. Comportamiento histórico de incendios forestales en la comuna de El Carmen. 46
7.5. Impactos sobre ecosistemas y biodiversidad. 48
8. Visión y Objetivos 48

8.1. Objetivos. 49
9. Enfoque de género y grupos en situación de vulnerabilidad 49
9.1. Principio de Priorización 50
9.1.1. Indicadores de seguimiento del enfoque de género y grupos en situación de vulnerabilidad 50
9.2. Principio de Gobernanza 51
9.2.1. Indicadores de gobernanza 51
10. Hoja de Ruta Climática Comunal. 52
10.1. Ejes Estratégicos de Acción Climática. 53
10.2. Principios de Implementación. 54
10.3. Implementación y Seguimiento. 55
10.4. Horizonte de Implementación. 56
11. Medios de Implementación, Monitoreo y Evaluación del PACCC. 56
11.1. Propósito del sistema de evaluación y monitoreo. 57
11.2. Gobernanza para llevar a cabo el PACCC 58
11.3. Métodos para implementar el PACCC. 60
11.4. Financiamiento para la implementación de proyectos 61
11.5. Sistema de seguimiento del PACCC 62
11.6. Periodicidad de la supervisión. 63
11.7. Estados de progreso de las acciones 64
11.8. Monitoreo y evaluación del PACCC 65
11.9. Fortalecimiento y actualización del PACCC. 65
12. Medidas de Adaptación y Mitigación de la Comuna de El Carmen. 66
13. Indicadores 68
14. Fichas Medidas 72
15. Bibliografía. 94
16. Glosario, Acrónimos y Siglas 96
16.1. Acrónimos y Siglas 96
16.2. Glosario 97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación del efecto invernadero terrestre y el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera. 4
Figura 2. Componentes de la NDC 2020. 9
Figura 3. Taller de diagnóstico de vulnerabilidad con el grupo de adultos mayores de la comuna, integrado por personas provenientes de sectores urbanos y rurales. 15
Figura 4. Taller de medidas de mitigación y adaptación realizado en el segundo piso de la biblioteca municipal. 18
Figura 5. Mapa de localización de la comuna de El Carmen, Región de Ñuble. 21
Figura 6. Presenta la localización de la comuna de El Carmen a distintas escalas territoriales, incluyendo su ubicación a nivel nacional, regional y comunal. 28
Figura 7. Evolución de la temperatura en la zona de referencia de El Carmen, 1950 – 2025. 30
Figura 8. Evolución proyectada de la temperatura ambiente para la comuna de El Carmen bajo distintos escenarios climáticos futuros.. 32
Figura 9. Detalle ampliado de la proyección de temperatura presentada en la Figura 8 para la comuna de El Carmen. 33
Figura 10. Cambio de Temperatura Media (°C) proyectada a mediados de siglo para la comuna de El Carmen, bajo el escenario más pesimista de cambio climático RCP 8.5..... 34
Figura 11. Proyección de cambios en las precipitaciones para la comuna de El Carmen bajo distintos escenarios climáticos futuros. 36
Figura 12. Detalle ampliado de la proyección de precipitaciones presentada para la comuna de El Carmen. 37
Figura 13. Proyección del cambio en la precipitación acumulada para la comuna de El Carmen hacia mediados de siglo bajo el escenario climático RCP8.5, considerado el escenario más crítico de cambio climático. 38
Figura 14. Proyección de la escorrentía para la comuna de El Carmen bajo distintos escenarios climáticos futuros. 40

Figura 15. Detalle ampliado de la proyección de escorrentía para la comuna de El Carmen. 41
Figura 16. Metodología de evaluación del riesgo climático. 43
Figura 17. Distribución espacial de incendios forestales reportados en la comuna de El Carmen (2020–2025)Fuente: Elaboración propia en base a registros de CONAF, 2026. 45

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.Principales gases contribuyentes al cambio climático y sus fuentes. 6
Tabla 2. Principios orientadores para la implementación del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de la comuna de El Carmen. 55
Tabla 3.Metas concretas del sistema de monitoreo y seguimiento del PACCC en la comuna de El Carmen. 57
Tabla 4. Actores e instituciones encargadas de la puesta en marcha y la supervisión del PACCC en El Carmen. 58
Tabla 5. Medios de aplicación que se tienen en cuenta para llevar a cabo el PACCC en la comuna de El Carmen 60
Tabla 6. Principales fuentes de financiamiento para la implementación del PACCC de la comuna de El Carmen 61
Tabla 7. Elementos considerados para el monitoreo y seguimiento de las medidas del PACCC de la comuna de El Carmen. 63
Tabla 8.Frecuencia y personas a cargo de la evaluación y supervisión del PACCC en la localidad de El Carmen. 63
Tabla 9. Estados de avance para el seguimiento y evaluación de las medidas del PACCC de la comuna de El Carmen. 64
Tabla 10. Responsabilidades y métodos para verificar el seguimiento del PACCC. 65
Tabla 11. Elementos tomados en cuenta para la renovación del PACCC. 66
Tabla 12. Indicadores de seguimiento de las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático. 68

Tabla 13. Priorización de las medidas propuestas Comuna de El Carmen. Se destaca en negrita las medidas con mayor priorización. 70
Tabla 14. Ficha descripción de medida M1 comuna de El Carmen. 72
Tabla 15. Ficha descripción de medida M2 comuna de El Carmen. 74
Tabla 16. Ficha descripción de medida M3 comuna de El Carmen. 76
Tabla 17. Ficha descripción de medida M4 comuna de El Carmen. 78
Tabla 18. Ficha descripción de medida M5 comuna de El Carmen. 80
Tabla 19. Ficha descripción de medida M6 comuna de El Carmen. 82
Tabla 20.Ficha descripción de medida M7 comuna de El Carmen 84
Tabla 21. Ficha descripción de medida M8 comuna de El Carmen. 86
Tabla 22: Ficha descripción de medida M9 comuna de El Carmen 88
Tabla 23: Ficha descripción de medida M10 comuna de El Carmen 89
Tabla 24: Ficha descripción de medida M11 comuna de El Carmen 92

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. Población censal de El Carmen. 23
Gráfico 2. Distribución etaria 2002-2017-2024 en El Carmen. 24
Gráfico 3. Cantidad de incendios forestales registrados por temporada en la comuna de El Carmen (2020–2025). 46
Gráfico 4. Superficie afectada por incendios forestales según rango de hectáreas en la comuna de El Carmen periodo 2020-2025. 46

1. Introducción.

El cambio climático es uno de los principales problemas ambientales, económicos y sociales del siglo XXI porque tiene efectos cada vez más grandes en la vida humana, los ecosistemas y las áreas geográficas (IPCC, 2023). La necesidad de avanzar hacia modelos de desarrollo más sostenibles, resilientes y adaptativos a nivel global ha quedado demostrada debido al aumento constante de la temperatura media del planeta (IPCC, 2021), las alteraciones en los patrones de lluvias, los eventos extremos del clima y el deterioro de los ecosistemas, contexto en el que los gobiernos locales tienen una función esencial, porque la mayor parte de las consecuencias del cambio climático se manifiestan directamente en los territorios que las comunas comparten, impactando, por ejemplo, a varios sistemas productivos o al acceso seguro a los recursos naturales e infraestructura para la salud humana o la administración de servicios elementales (Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2022). La Ley N.º 21.455, llamada Ley Marco de Cambio Climático (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022), fue aprobada en Chile y establece un marco institucional origina, también incluye la aspiración de ser neutros en carbono y resilientes ante el clima para 2050, además de instrumentos para gestionar el clima a nivel nacional, regional y comunal (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2022). Los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) son uno de estos instrumentos, con el objetivo de orientar la planificación local intersectorial, identificando medidas de riesgo, vulnerabilidad y adaptación o mitigación frente al cambio climático en un territorio determinado (MMA, 2022). Con base en este enfoque, la municipalidad de El Carmen ha promovido, a través de su Departamento de Medio Ambiente, la creación del Plan de Acción Comunal para el Cambio Climático (PACCC). El propósito es fortalecer la resiliencia de las áreas, optimizar las condiciones locales de riesgo y promover un desarrollo comunitario más sostenible en términos de los efectos presentes y futuros del cambio climático, la estrategia actual se desarrolla teniendo en cuenta las particularidades físicas, sociales, medioambientales y productivas de la comuna, también incorpora lo que la comunidad ofrece acerca de su experiencia y percepción sobre las amenazas climáticas que impactan al territorio. La comuna de El Carmen, situada en la Región de Ñuble, Provincia de Diguillín, tiene rasgos territoriales y socioambientales que la vuelven especialmente

vulnerable a los impactos del cambio climático, la situación de ser principalmente rural, tener una población dispersa territorialmente, dependiente de actividades silvoagropecuarias y contar con sectores precordilleranos y cordilleranos da lugar a un panorama expuesto a peligros tales como olas de calor, sequías, heladas, nevadas, incendios, déficit hídrico e inundaciones (Gobierno Regional de Ñuble, 2025). En los años recientes, la comuna ha sufrido alteraciones graduales en las condiciones del clima, notándose un alza continua de las temperaturas, una baja en las precipitaciones y una frecuencia más alta de sucesos extremos. Estas circunstancias han comenzado a tener repercusiones sobre la disponibilidad de agua para el consumo humano y los trabajos productivos, el deterioro de los ecosistemas, la intensificación del riesgo de incendios forestales, el impacto sobre los sistemas de Agua Potable Rural (APR) y un incremento en las condiciones de vulnerabilidad para segmentos poblacionales sensibles, particularmente personas mayores, niños y niñas, familias dedicadas a actividades agrícolas y áreas rurales remotas (ARCLIM, 2024; CR2, 2023). Además, la estructura territorial de El Carmen presenta importantes retos en cuanto a la adaptación al clima. La gestión territorial frente a desastres y eventos climáticos extremos se vuelve más compleja debido a la amplia extensión de la superficie comunal, el distanciamiento entre los asentamientos humanos y las deficiencias en infraestructura y conectividad. Asimismo, la dependencia elevada de recursos naturales y de acciones productivas vinculadas al clima también eleva la sensibilidad del territorio ante cambios climáticos y eventos meteorológicos. Sin embargo, la comuna también tiene importantes capacidades y oportunidades para progresar hacia un desarrollo sostenible y resiliente. Para robustecer las estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático, son componentes esenciales la existencia de organizaciones comunitarias activas, el conocimiento territorial de los habitantes rurales, las redes locales de apoyo, el potencial para restaurar el medio ambiente y la riqueza paisajística y natural del área. En este escenario, es especialmente importante para el futuro de la comuna desarrollar iniciativas relacionadas con el manejo sostenible del agua, la arborización, la educación sobre medio ambiente, la economía circular, la gestión de desechos, la protección de ecosistemas y una mayor diversidad en términos productivos (PNUD & ACHM 2023). Este PACCC ha sido diseñado desde un enfoque participativo y territorial, con base en la evidencia técnica, incluye datos oficiales sobre el clima, pronósticos de cambio climático y la

opinión de los actores locales acerca de las vulnerabilidades y amenazas más significativas para la comunidad. Con Ese fin, se realizaron talleres participativos con diferentes grupos comunitarios, instancias de trabajo con el Equipo Gestor Comunal y espacio de socialización con el Honorable Concejo Municipal. Esto posibilitó la creación de un instrumento que sea representativo y consistente con la realidad territorial de El Carmen. Además, el plan actual se enlaza con los instrumentos más relevantes de gestión y planificación territorial actuales, que incluyen la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV), el Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Ñuble (PARCC Ñuble), la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) y el PLADECO 2026-2029, entre otros, Estos están relacionados con la administración ambiental a nivel local y el desarrollo sostenible (MMA, 2021; Gobierno Regional de Ñuble, 2025). En este sentido, el PACCC de El Carmen no solo es una herramienta técnica para lidiar con el cambio climático, sino que además representa una oportunidad para progresar hacia un modelo de desarrollo comunitario más equitativo, sostenible y resistente, al reforzar las habilidades locales, fomentar la participación ciudadana y proteger el bienestar de las generaciones actuales y venideras. Este instrumento, en última instancia, tiene como objetivo guiar las de la comunidad a corto, medio y largo plazo frente a los retos climáticos presentes y futuros. Se trata de impulsar medidas específicas de adaptación y mitigación que hagan posible disminuir riesgos, robustecer la resiliencia del territorio y salvar los sistemas naturales y sociales de la comuna. Así, el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de El Carmen se muestra como un instrumento estratégico para abordar las consecuencias del cambio climático desde un enfoque territorial, participativo y sostenible, lo cual colabora con el crecimiento global de la comuna y con la edificación de un territorio más capacitado ante los retos medioambientales que vendrán.

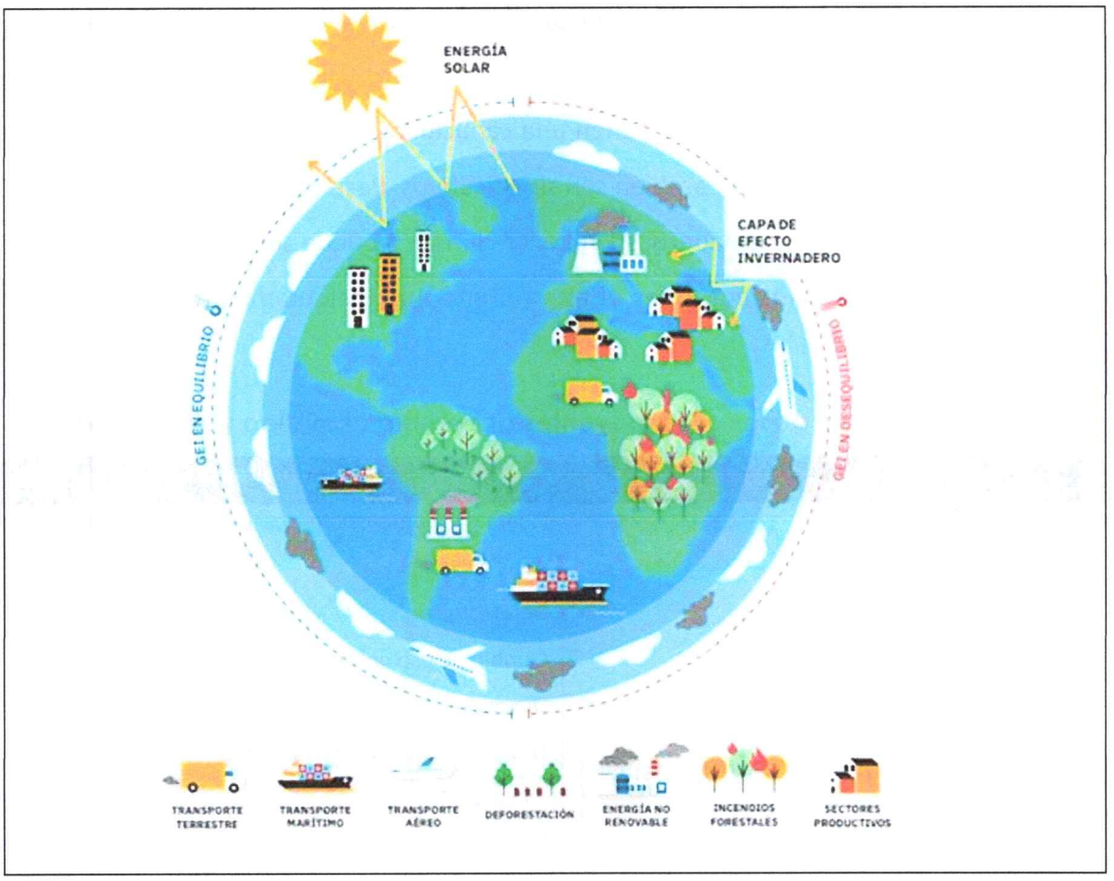
2. Cambio Climático: Contexto Global, Nacional y Regional.

2.1. Cambio climático y efecto invernadero.

El cambio climático se refiere a una modificación importante y prolongada de las condiciones climáticas del mundo, la cual se debe mayormente al incremento de gases de efecto invernadero liberados por el ser humano, algunas de las razones más relevantes son la deforestación, el transporte, ciertas técnicas productivas que están vinculadas con la ganadería y la agricultura intensiva, así como la quema de combustibles fósiles (IPCC, 2021). Por supuesto, la atmósfera de la Tierra contiene gases que facilitan la retención de una parte del calor emitido por la radiación solar; este suceso se conoce como efecto invernadero (figura 1) (PNUD & ACHM, 2023). Para conservar temperaturas apropiadas para la vida en el planeta Tierra, este proceso es esencial, sin embargo, la elevación desmedida de gases de efecto invernadero como el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el dióxido de carbono (CO_2) ha agravado este fenómeno, lo que ha ocasionado un incremento paulatino de la temperatura media a nivel mundial (IPCC, 2023). Según los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, el calentamiento global ha causado cambios significativos en los sistemas climáticos, como la pérdida de biodiversidad, el aumento del nivel del mar y la mayor frecuencia e intensidad de eventos extremos, así como la fusión de glaciares y las variaciones en los patrones de precipitación (IPCC, 2021). Estos cambios tienen un impacto directo en la salud de las personas, los ecosistemas, la producción alimentaria, la infraestructura y el suministro de agua. En las últimas décadas, a nivel global se han vuelto más notorios los impactos del cambio climático, incluyendo sucesos como sequías prolongadas (MMA, 2017), incendios de bosques muy grandes, olas de calor extremas, tormentas más fuertes y anegaciones. Estos Los impactos tienen un efecto particular en las áreas que poseen los niveles más altos de vulnerabilidad económica, social y medioambiental, donde la capacidad de adaptación es más restringida. En este marco, la comunidad global ha promovido varios compromisos y pactos destinados a afrontar el cambio climático y reducir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. El Acuerdo de París, que fue adoptado dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992), es uno de los acuerdos más destacados. Este acuerdo busca, ante todo, limitar el incremento de la

temperatura a nivel mundial y robustecer la habilidad de adaptación y resiliencia de los territorios ante las consecuencias del cambio climático.

Figura 1. Representación del efecto invernadero terrestre y el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera.



Fuente: Adaptado de PNUD, 2023.

Los gases más relevantes que participan en el invernadero efecto son el ozono (O_3), el metano (CH_4), el dióxido de carbono (CO_2), el vapor de agua (H_2O) y el óxido nitroso (N_2O) (IPCC, 2021). Estos gases están presentes de forma natural en la atmósfera y tienen un papel esencial para la vida en el planeta, pues posibilitan que parte del calor que viene del sol se mantenga, conservando una temperatura apropiada tanto para los ecosistemas como para las actividades de los seres humanos. Sin embargo, el fenómeno del efecto invernadero se ha agudizado debido al incremento desmesurado de su concentración, lo que ha colaborado con el cambio climático y

el calentamiento global, la deforestación, la agricultura intensiva, la ganadería, la quema de combustibles fósiles y varios procesos industriales son algunos ejemplos de actividades humanas que contribuyen a este aumento. Los halocarbonos y las sustancias que contienen bromo y cloro son compuestos generados casi únicamente por el ser humano, además de los gases naturales. Estos compuestos se utilizan sobre todo en procesos industriales, aerosoles y sistemas de refrigeración. Los gases fluorados, como los hidrofluorocarbonos (HFC), el hexafluoruro de azufre (SF_6) y los perfluorocarbonos (PFC), que tienen una capacidad para captar calor en la atmósfera más alta que el dióxido de carbono, también son significativos. Pese a que su presencia es inferior a la de otros gases de efecto invernadero, su impacto climático puede ser muy importante por su larga permanencia en la atmósfera y por el alto potencial de calentamiento global que tiene (CIIFEN, 2016).

Tabla 1.Principales gases contribuyentes al cambio climático y sus fuentes.

Gases	Fuentes
Dióxido de Carbono CO_2	Quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) Deforestación Cambio de uso del suelo Quema de bosques Transporte y generación térmica Forestal Agricultura Incendios Forestales
Metano CH_4	Ganadería Botaderos de basura Excrementos de animales Gas natural Descomposición de desechos orgánicos Petrolera
Óxido Nitroso N_2O	Combustión de automóviles Fertilizantes Alimento de ganado

	Fertilización nitrogenada Estiércol Desechos sólidos
Carburos Hidrofluorados (HFC) y Carbonos Perfluorados (PFC)	Sistemas de refrigeración Industria frigorífica
Clorofluorocarbonos (CFC)	Sistemas de refrigeración Plástica Aerosoles Electrónica Sector Industrial
Hexafluoruro de azufre (SF_6)	Aislante, eléctrico y estabilizante Interruptores eléctricos (breakers) Transformadores Sistema interconectado de redes eléctricas Extintores de incendios

Fuente: CIIFEN, 2016.

2.2. Impactos del cambio climático en Chile y la Región de Ñuble.

Por su situación climática, geográfica y socioambiental, Chile se estimación uno de los países más expuestos al cambio climático a escala global (MMA, 2020). El país satisface siete de los nueve requisitos de vulnerabilidad que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (MMA, 2020) lo han definido. Algunos de estos son: tener regiones áridas y semiáridas, ecosistemas en montañas, espacios propensos a sequías y desertificación, áreas con riesgo de catástrofes naturales y zonas urbanas con dificultades relacionadas con la contaminación del aire. En las pasadas décadas, Chile ha atravesado transformaciones significativas en sus condiciones climáticas; entre ellas, el incremento constante de la temperatura media, la reducción de las lluvias y una mayor regularidad de sucesos extremos. Uno de los fenómenos más importantes ha sido la llamada megasequía (CR2, 2023), que ha tenido un impacto en gran parte del territorio centro-sur de la nación, afectando la disponibilidad de agua para el consumo humano, la agricultura, los ecosistemas y la producción de energía. El país también se ha enfrentado a incendios forestales de escalada grande, olas de calor más seguidas e intensas, desglaciación, disminución de la biodiversidad y mayor peligro relacionado con inundaciones, remociones en masa y escasez de agua. La infraestructura, la calidad de vida de los habitantes, las actividades productivas y las comunidades se ven directamente afectadas por estos efectos.

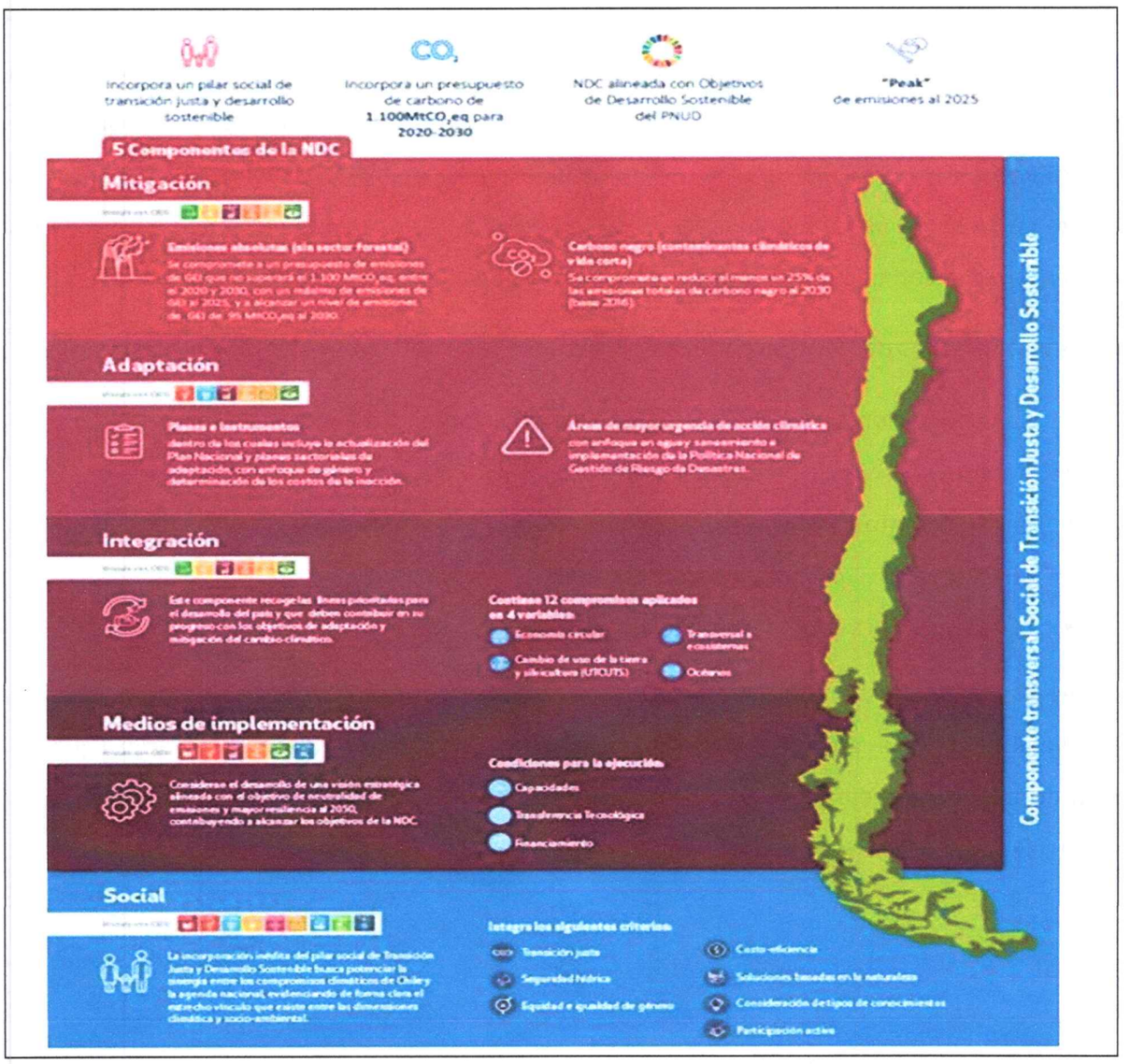
Los impactos del cambio climático en la región de Ñuble se evidencian, sobre todo, por medio de la escasez de agua, el incremento de las temperaturas, la reducción de las precipitaciones, los incendios forestales y una mayor frecuencia de olas de calor. Estas situaciones tienen un impacto particular en las comunas rurales que dependen mucho de las actividades silvoagropecuarias, como ocurre con El Carmen. La zona muestra también una vulnerabilidad significativa ante eventos vinculados con la falta de agua, provocada por la dependencia en sistemas de Agua Potable Rural (APR), las fluctuaciones en los caudales y la presión ejercida sobre los recursos hídricos. Asimismo, el riesgo de incendios forestales y deterioro de ecosistemas aumenta cuando hay grandes extensiones de plantaciones boscosas y períodos largos con temperaturas elevadas. Se prevén modificaciones en la disponibilidad de agua y en los patrones de nevadas en las zonas precordilleranas y cordilleranas de Ñuble. Esto tiene el potencial de impactar la regulación natural del agua en la región y elevar el riesgo frente al cambio climático.

2.3. Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile.

Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés) son los compromisos que las naciones han tomado para afrontar el cambio climático y disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, según el Acuerdo de París. Después de que se adoptara y ratificara el Acuerdo de París, en 2015 Chile mostró su primera Contribución Nacional Determinada (MMA, 2020). Uno de los métodos internacionales más relevantes para seguir y valorar el progreso que han tenido las naciones en cuanto a adaptación y mitigación climática son estas aportaciones de que se adoptara y ratificara el Acuerdo de París, en 2015 Chile mostró su primera Contribución Nacional Determinada. Después, el país comenzó a actualizar sus compromisos climáticos y, en los años posteriores, fue intensificando sus objetivos y directrices de acción climática. Por lo tanto, se actualizó la NDC de Chile en 2020, agregando compromisos relacionados con la adaptación al cambio climático, el fortalecimiento de capacidades, la mitigación de gases de efecto invernadero, la protección de los ecosistemas, una transición equitativa y el financiamiento climático. En este escenario, los gobiernos municipales y regionales desempeñan un papel esencial en la ejecución de medidas locales para mitigar y adaptarse, utilizando herramientas como los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

Además, la NDC de Chile establece objetivos para lograr la neutralidad de carbono y la resiliencia climática para 2050 (MMA, 2020). Al hacerlo, busca promover una administración territorial más sostenible y reforzar la inclusión del cambio climático en los diferentes niveles de planificación pública, los gobiernos municipales y regionales desempeñan un papel esencial en la ejecución de medidas locales para mitigar y adaptarse, utilizando herramientas como los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

Figura 2. Componentes de la NDC 2020.



Fuente: MMA, 2020.

2.4. Ley Marco de Cambio Climático.

La Ley Marco de Cambio Climático, o Ley N° 21.455, fue promulgada en Chile en el año 2022 y es la principal herramienta normativa del país para afrontar el cambio climático (MMA, 2022). Esta Ley promueve un crecimiento con bajas emisiones y enfocada en reducir las condiciones de vulnerabilidad del territorio, con el objetivo de lograr la neutralidad de carbono y la resiliencia climática para 2050 (MMA, 2022). La ley establece principios, herramientas de gestión y obligaciones para los diferentes entes públicos, incluyendo la acción climática como una política estatal. Los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC), los Planes Sectoriales de Mitigación y Adaptación, los Planes de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC) y la Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) son algunas de sus principales herramientas. Específicamente, El artículo 12 de la Ley Marco dice que las municipalidades tienen la obligación de crear Planes de Acción Comunal de Cambio Climático. Estos deben ser congruentes con los Planes Regionales de Cambio Climático y con la Estrategia Climática de Largo Plazo.

Estos instrumentos deben incluir, como mínimo:

- Caracterización de los impactos y las vulnerabilidades.
- Acciones de mitigación y adaptación.
- Procedimientos de ejecución.
- Indicadores de vigilancia y seguimiento.
- Estrategias para la gobernanza y financiación climática.

La Ley Marco de Cambio Climático también destaca el papel esencial de los gobiernos locales en la administración climática a nivel territorial, fomentando que la ciudadanía participe, que las instituciones se coordinen entre sí y que se incluya el cambio climático en los procesos de desarrollo y planificación comunal.

2.5. Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP).

La Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP) es la herramienta principal que guía las políticas climáticas nacionales a medio y largo plazo, definiendo objetivos y directrices para progresar hacia un desarrollo resiliente y neutral en carbono para el año 2050 (MMA, 2021). Su objetivo es Incorporar el cambio climático en las diversas áreas productivas, territoriales e institucionales de la nación, fomentando tanto la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero como el fortalecimiento de las habilidades para adaptarse a los impactos del cambio climático. La ECLP trata temas vinculados a la gestión sostenible del agua, el fortalecimiento de la gobernanza climática, la economía circular, la protección de los ecosistemas, la gestión del riesgo de desastres y la transición energética; además incluye el involucramiento ciudadano como un factor esencial en la planificación territorial. Además, este instrumento define objetivos territoriales y sectoriales que deben tenerse en cuenta en las diversas herramientas de planificación climática a nivel regional y comunal, entre ellas los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

2.6. Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Ñuble (PARCC Ñuble).

El Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Ñuble (PARCC Ñuble) constituye el principal instrumento regional de planificación climática, orientado a abordar las principales amenazas y vulnerabilidades climáticas presentes en el territorio regional. Este instrumento detecta los peligros relacionados con la escasez de agua, las olas de calor, los incendios forestales, la pérdida de biodiversidad, la degradación de ecosistemas y el impacto en actividades productivas. Sugiere acciones de mitigación y adaptación para afrontar en la región las consecuencias del cambio climático. Además, el PARCC Ñuble fomenta la cooperación entre entidades públicas, gobiernos municipales, empresas privadas y comunidades locales, lo que refuerza la gobernanza climática a nivel regional y la ejecución de acciones en el territorio. Dentro de este marco, el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de El Carmen se desarrolla en concordancia con los lineamientos y objetivos establecidos por el PARCC Ñuble. Este plan incluye acciones con el propósito de optimizar la administración sostenible de los recursos naturales, robustecer la resiliencia territorial y reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático. El PACCC de El Carmen, al

interactuar con las herramientas de gestión climática nacional y regional, hace posible que se refuerce la planificación territorial y que se progrese hacia un desarrollo comunal capaz de adaptarse a los retos medioambientales presentes y venideros, así como más sustentable y resistente.

3. Aspectos Metodológicos para la Confección del PACCC

El método sugerido por la Guía Metodológica "¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático?", desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Asociación Chilena de Municipalidades (ACHM), fue empleado para crear el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) en El Carmen (PNUD, 2023). Esta La guía tiene en cuenta un método participativo y territorial, que se divide en cinco fases y una vez pasos, los cuales facilitan la dirección del proceso de diagnóstico, planificación y priorización de acciones locales para afrontar el cambio climático. La evolución del PACCC de El Carmen se ha organizado en base a tres etapas principales, las cuales se detallan a continuación:

3.1. Organización y Preparación del proceso de desarrollo del PACCC.

Esto abarca la formación del Equipo Gestor (los directores de los departamentos municipales), la cooperación entre departamentos para reunir información esencial para reconocer a los actores clave de la comuna y el diseño de talleres participativos. Durante esta etapa se desarrolló el equipo interno de trabajo bajo el departamento de Medio Ambiente, con la colaboración de otras unidades del municipio.

3.2. Diagnóstico de vulnerabilidad.

Se determinarán los riesgos y vulnerabilidades climáticas más importantes de la comuna de El Carmen, así como las condiciones geográficas, económicas y sociales. Además, se llevaron a cabo talleres participativos para diagnosticar la vulnerabilidad en la comuna, que estaban destinados a diferentes grupos de personas (adultos mayores, adolescentes, niños y público general) y que usaron cartografía participativa del área urbana y rural de El Carmen. Provocando fenómenos climáticos como incendios forestales, nevadas, sequías, olas de calor y otros.

3.3. Taller de medidas de adaptación y mitigación.

En la comuna de El Carmen se llevó a cabo un procedimiento técnico y participativo para determinar y priorizar las acciones de mitigación y adaptación ante el cambio climático. Para ello, se llevaron a cabo talleres con el equipo gestor comunal y la comunidad. Las propuestas fueron evaluadas mediante una matriz de priorización, lo que permitió analizar su factibilidad e impacto y, con ello, ordenar y seleccionar las acciones más pertinentes para el período 2026-2029. Este procedimiento facilitó la validación y el fortalecimiento del Plan de Acción Comunal para el Cambio Climático, garantizando una perspectiva que incluía a todos los participantes y que era coherente con la realidad local.

4. Metodología de Elaboración del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

El Pan de Acción Comunal en Cambio Climático (PACCC) fue desarrollado a través de un método basado en evidencia, territorial y participativo, que combinó datos climáticos oficiales con la percepción comunitaria local. Fue liderado por el departamento de Medio Ambiente de la municipalidad de El Carmen, que tuvo la cooperación de varios participantes fundamentales a nivel comunal. En el proceso de diagnóstico de vulnerabilidad, se llevaron a cabo talleres participativos en varios sectores de la comuna con el objetivo de determinar los impactos más relevantes del cambio climático que la población experimentó. En estas ocasiones, las proyecciones comunitarias de cambio climático se generaron utilizando la plataforma ARCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/), y se examinaron en conjunto las posibles cadenas de impacto para guiarla priorización de medidas de mitigación y adaptación. Se aplicó la metodología de cartografía participativa, mediante la cual los asistentes identificaron en mapas comunales los territorios más afectados por distintos fenómenos climáticos, destacando las olas de calor y el aumento de temperaturas durante el verano, que impactan especialmente a niños, niñas y personas mayores; las nevadas y heladas en invierno, que han generado aislamiento temporal y cortes de suministro básico; las inundaciones en sectores asociados al río Diguillín, particularmente en el sector de Zarzal Norte; la presencia de extensas plantaciones forestales de pino y eucalipto en el área cordillerana, así como cultivos agrícolas intensivos como frambuesas,

arándanos, avellanos europeos y castaños en distintos predios comunales; además de áreas urbanas con escasa cobertura vegetal y baja disponibilidad de parques, donde se concentran zonas vulnerables frente al calor extremo y con limitada resiliencia ambiental; junto con sectores que han sido afectados por incendios forestales recientes, los cuales han generado impactos socioambientales significativos en la comuna.

Asimismo, se llevaron a cabo entrevistas con actores locales importantes para enriquecer los datos recogidos en el campo, incluyendo sus puntos de vista acerca de las amenazas, habilidades y necesidades comunitarias en relación al cambio climático. El responsable del departamento de Medio Ambiente de la comuna fue quien procesó, examinó y sistematizó toda la información recolectada, incorporando las observaciones de los ciudadanos, los antecedentes técnicos y las directrices de la Ley Marco de Cambio Climático (Ley N° 21.455), así como también el Plan de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC Ñuble) y la Estrategia Climática a Largo Plazo (ECLP).

4.1. Talleres de diagnóstico de vulnerabilidad.

Talleres colaborativos de evaluación de vulnerabilidad se llevaron a cabo en diferentes zonas y con varios participantes de la comuna de El Carmen durante el proceso del PACCC. Esto puede verse en la Figura 3, que muestra los talleres realizados para el diagnóstico de vulnerabilidad. Estas circunstancias posibilitaron la recolección de la percepción local acerca de los impactos más relevantes del cambio climático en el territorio. A continuación, se describen los grupos y las fechas de cada uno de los talleres realizados:

- El primer taller presencial tuvo lugar en el Liceo Juvenal Hernández Jaque, el 28 de agosto de 2025, como parte del proceso de diagnóstico de vulnerabilidad comunal. Esta actividad estuvo destinada a los alumnos y se centró en los riesgos fundamentales y los problemas relacionados con el cambio climático, fomentando que los jóvenes participen activamente e identifiquen las amenazas desde un punto de vista territorial y juvenil.
- El martes 2 de septiembre del año 2025, se llevó a cabo una reunión y taller presencial con el equipo gestor. Este estuvo orientado a diagnosticar la vulnerabilidad y organizar el proceso, lo que posibilitó coordinar lineamientos, corroborar las metodologías de trabajo

y reforzar la articulación entre los diversos participantes implicados en la creación del instrumento.

- El martes 9 de septiembre de 2025, se realizó un taller presencial con los concejales de la comuna de El Carmen. En este taller, se expuso el diagnóstico inicial sobre vulnerabilidad y se creó un ambiente para dialogar e incluir comentarios, contribuciones técnicas y reflexiones desde la perspectiva institucional del cuerpo colegiado.
- Por último, el martes 23 de septiembre de 2025 se llevó a cabo un taller en persona con el grupo de adultos mayores en El Carmen. Este evento sirvió para obtener información importante basada en la experiencia y el conocimiento histórico del área, identificando cambios ambientales, acontecimientos climáticos notables y situaciones de vulnerabilidad, lo que brindó una perspectiva intergeneracional al proceso.

Figura 3. Taller de diagnóstico de vulnerabilidad con el grupo de adultos mayores de la comuna, integrado por personas provenientes de sectores urbanos y rurales.



4.2. Talleres medidas de adaptación y mitigación

Dentro del contexto de la elaboración del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) para El Carmen, se llevó a cabo un procedimiento técnico y participativo con el objetivo de reconocer, formular y priorizar acciones mitigadoras y adaptativas frente al cambio climático, teniendo en cuenta las particularidades ambientales, sociales y territoriales de la comuna. El objetivo de esta fase fue establecer acciones específicas que fortalezcan la resiliencia a nivel comunitario ante las amenazas climáticas detectadas durante el diagnóstico, fomentando simultáneamente estrategias de mitigación que ayuden a disminuir las emisiones y progresar hacia un desarrollo local más sustentable. En el procedimiento se incluyó momentos de colaboración con actores comunitarios y municipales, lo que permitió integrar perspectivas territoriales y técnicas en la elaboración del instrumento. En primera instancia, se llevó a cabo un taller presencial en la Biblioteca Municipal de El Carmen el miércoles 19 de noviembre del 2025, con la participación del Equipo Gestor Comunal. El taller tuvo como objetivo analizar los resultados del diagnóstico climático de la comuna y elaborar sugerencias para medidas de mitigación y adaptación en diversos sectores y áreas estratégicas. En el transcurso de la jornada, se tratan temas relacionados con gestión de residuos, arborización, educación en cuestiones ambientales, fortalecimiento de habilidades locales, gestión de riesgos y defensa de ecosistemas, entre otros asuntos relacionados con el cambio climático.

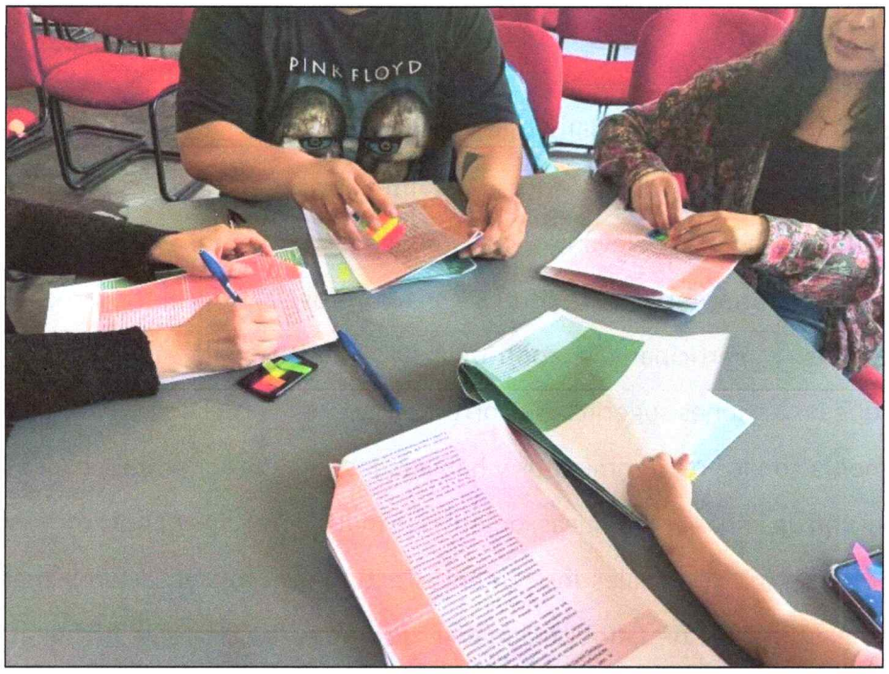
Luego, las propuestas fueron organizadas en una matriz de trabajo creada en Excel. Con esta herramienta se logró clasificar y organizar los proyectos según sus objetivos, la categoría de mitigación o adaptación a la que pertenecen, las actividades relacionadas, el horizonte de implementación e indicadores preliminares.

Además, se llevó a cabo una reunión técnica con el Equipo Gestor Comunal para examinar y evaluar las medidas halladas. Se utilizó en esta fase una Matriz de Evaluación de Medidas de Adaptación y Mitigación, que posibilitó examinar cada propuesta según criterios de viabilidad técnica, impacto regional, adecuación local, aportación al clima y horizonte para su implementación. Esta metodología posibilitó definir un orden de prioridad para las medidas a tomar durante el período 2026-2029, brindando apoyo técnico al proceso de toma de decisiones

y simplificando la definición de acciones estratégicas para el corto y mediano plazo. El 20 de noviembre de 2025, también se llevó a cabo un taller presencial de participación ciudadana en la Biblioteca Municipal de El Carmen. Esta actividad tenía como objetivo difundir las medidas que se habían definido previamente y recoger comentarios, sugerencias y observaciones por parte de la comunidad. Esta actividad posibilitó robustecer el enfoque participativo del instrumento, incluyendo la percepción territorial de los habitantes locales en relación a las problemáticas ambientales y climáticas más relevantes que impactan a la comuna, además de potenciales soluciones y acciones prioritarias para afrontar estos retos. La información recolectada en las instancias técnicas y participativas contribuyó a robustecer la elaboración del PACCC, garantizando que las acciones sugeridas se correspondan con la realidad territorial de El Carmen y estén en armonía con los requerimientos y habilidades locales. Por último, esta etapa tiene en cuenta la definición de líneas estratégicas, objetivos e indicadores de adaptación y mitigación que sean coherentes con los principales instrumentos actuales de planificación y política pública, como la Estrategia Regional de Cambio Climático de Ñuble, la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), la Estrategia Nacional de Recursos Vegetacionales y Cambio Climático (ENCCRV), el PLADECO 2026-2029 y la Ordenanza Ambiental Comunal.

En este marco, el actual PACCC se enlaza particularmente con las directrices de desarrollo sostenible, justicia territorial y robustecimiento del medio rural que figuran en el PLADECO comunal. Así se fomenta una planificación climática integrada y congruente con el progreso venidero de la comuna de El Carmen.

Figura 4. Taller de medidas de mitigación y adaptación realizado en el segundo piso de la biblioteca municipal.



5. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL Y CLIMÁTICA

La comuna de El Carmen tiene un clima templado con estacionalidad bien definida, que ha mostrado indicios de alteraciones en años recientes, vinculados al cambio climático. Una de las tendencias más destacadas es el incremento gradual de la temperatura en el ambiente, sobre todo en la estación estival. Esto ha hecho que las olas de calor sean más frecuentes, lo cual tiene un impacto específico en los niños y las niñas, los ancianos y las personas con enfermedades crónicas. Simultáneamente, la cantidad de precipitaciones anuales ha disminuido y la variabilidad interanual se ha hecho más grande. Además, los períodos de sequía y déficit hídrico han aumentado, lo que afecta el suministro de agua, los ecosistemas y las labores productivas a nivel local. Durante El invierno, ocurren nevadas y heladas que han causado en algunas áreas rurales situaciones de aislamiento temporal, así como problemas con la conectividad y los servicios básicos. También se localizan áreas susceptibles una inundación, en particular en las zonas relacionadas con el río Diguillín, como Zarzal Norte, donde los desbordamientos tienen un

impacto importante en el medio ambiente y la sociedad. La sequía, las altas temperaturas y la existencia de plantaciones forestales de eucalipto y pino se combinan en las zonas periurbanas y cordilleranas, lo que incrementa el peligro de incendios forestales, un fenómeno que ha estado ocurriendo en esta comuna en los años recientes. La escasa cobertura vegetal y la falta de zonas verdes en las urbes hacen que se generen islas de calor, lo que provoca que la percepción térmica aumente y la capacidad del territorio para adaptarse ambientalmente disminuya. En suma, estas circunstancias crean un ambiente climático complicado que demanda la puesta en marcha de acciones de mitigación y adaptación dirigidas a salvaguardar los sistemas socioecológicos y proteger a la gente de El Carmen.

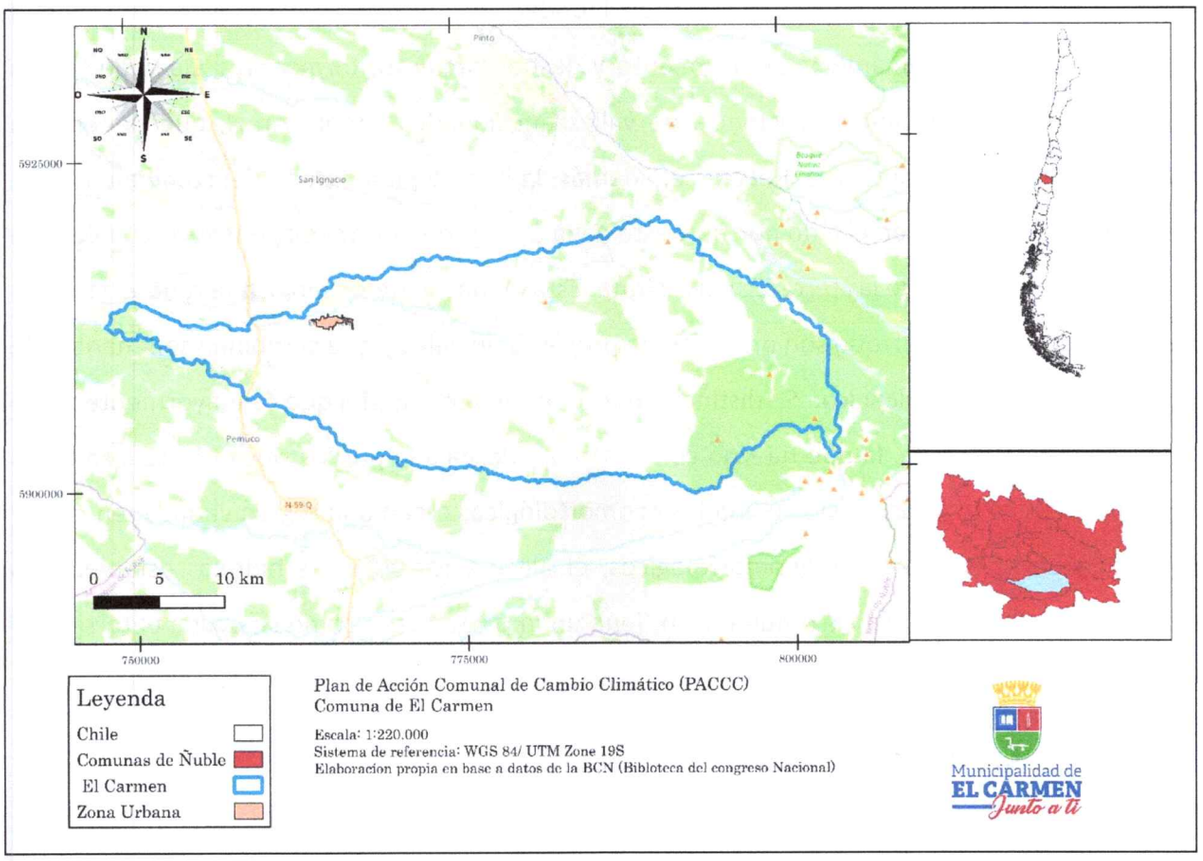
5.1. Caracterización física-natural, social y ambiental de la comuna

El Carmen es una comuna de la provincia de Diguillín, en la región chilena de Ñuble. Es una de las 21 comunas que conforman esa región. Se extiende desde áreas de la cordillera y precordillera al valle central, lo que le confiere una notable variedad paisajística y geográfica. La superficie aproximada es de 664,3 km². Su territorio se desarrolla también en la zona de Rinconada, donde confluyen los ríos Diguillín y Pal Pal, creando un sistema hídrico significativo para las actividades recreativas y productivas, así como para el suministro de agua. En cuanto a la administración, la comuna tiene como vecinos al noreste y al este a Pinto, al sur a Pemuco, al norte y noroeste a San Ignacio y al oeste a Bulnes. El Carmen, situada a unos 44 kilómetros al sureste de Chillán, la capital de Ñuble, es la cabecera comunal. Esto hace que se trate de un territorio principalmente rural con conexiones funcionales hacia el centro urbano más importante de la región. La comuna se ubica en un territorio con una gran diversidad físico-natural, gracias a su ubicación geográfica en la zona centro-sur de Chile y a su desarrollo longitudinal desde regiones más altas hasta áreas de valle. Esta circunstancia crea una estructura geográfica compleja, que se distingue por la existencia de numerosas unidades ambientales que tienen un impacto directo en las dinámicas territoriales, productivas y sociales de la comuna. La presencia simultánea de sectores de precordillera, valles interiores, sistemas montañosos y zonas de transición da lugar a un territorio diverso, tanto en lo que respeta al relieve como a las condiciones del uso del suelo. Esto determina la manera en que se ocupa el espacio para los seres humanos, las actividades

económicas más comunes y cómo está distribuida la población. La posibilidad de acceder a recursos naturales está fuertemente relacionada con la estructura física del territorio comunal, siendo el recurso hídrico uno de los componentes más relevantes para estructurar el paisaje y fomentar el desarrollo local. La existencia de ríos, esteros y canales de agua pequeños no solo define el sistema natural de la comuna, sino que además respalda las actividades turísticas, forestales y agrícolas, propiciando posibilidades para el crecimiento productivo. A la vez, esta red hidrográfica tiene un impacto tanto en la ubicación de los asentamientos humanos como en la formación del territorio rural, donde una buena parte de los pobladores se distribuye en localidades pequeñas. Además, la variedad geomorfológica del territorio sugiere que existen diferentes capacidades para utilizar el suelo. Las áreas de valle y las zonas más planas tienen condiciones propicias para el desarrollo agrícola, en tanto que en las regiones con mayor inclinación o elevación se encuentran restricciones con mayor inclinación o elevación se encuentran restricciones que dirigen el uso del suelo hacia actividades de conservación que forestales dirigen el uso del suelo hacia actividades de conservación o forestales. Esta distinción territorial ha dado lugar a un mosaico productivo que mezcla actividades forestales con sistemas agrícolas tradicionales, lo cual evidencia la interacción entre las circunstancias naturales y las acciones humanas. Además, esta diversidad físico-natural implica la existencia de diversas dinámicas medioambientales que deben tenerse en cuenta en los procesos de planificación. Se pueden identificar entre ellas sucesos relacionados con la disponibilidad desigual de agua, cambios estacionales en el clima, procesos de deterioro del suelo y exposición a eventos naturales; todos estos factores afectan la vulnerabilidad territorial frente al cambio climático. Estas circunstancias enfatizan la importancia de adoptar una perspectiva de gestión territorial sostenible que haga posible conciliar el desarrollo productivo con la preservación de los recursos naturales. En resumen, la comuna de El Carmen se distingue por tener un territorio que es diverso y complicado en términos físico-naturales, donde la interacción entre el relieve, los recursos hídricos y el uso del suelo constituyen un sistema territorial dinámico. Esta base natural es un componente esencial para entender las posibilidades y restricciones del desarrollo comunal, además de guiar el planeamiento estratégico en relación con la gestión del riesgo y el cambio climático.

La figura 5 muestra el límite comunal de El Carmen resaltado en azul, y lo sitúa dentro del territorio nacional chileno y la Región de Ñuble.

Figura 5. Mapa de localización de la comuna de El Carmen, Región de Ñuble.



Fuente: Elaboración propia, datos Biblioteca del Congreso Nacional (BCN)

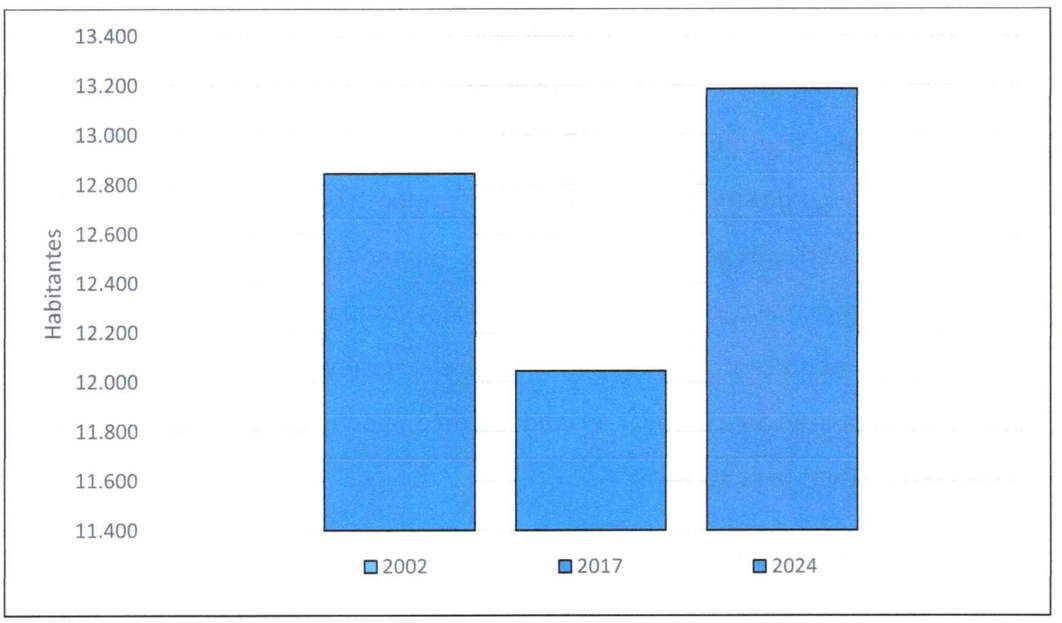
La comuna de El Carmen se encuentra situada geográficamente en una zona de cambio entre el valle central y las áreas precordilleranas de la cordillera de los Andes, lo que le confiere una disposición espacial variada y compleja. existencia de varias unidades geomorfológicas que organizan el territorio y establecen sus rasgos físicos y ambientales se debe a esta condición. la comuna está conformada, en términos geográficos, por cinco unidades geomorfológicas fundamentales. La parte más occidental se encuentra la depresión intermedia, que se distingue por tener depósitos fluvioglaciovolcánicos. Estos depósitos dan lugar a suelos de origen mixto, relacionados con antiguos procesos volcánicos, glaciares y fluviales. unidad de la precordillera se encuentra en el centro del territorio comunal; Esta funciona como una zona intermedia entre la

cordillera y el valle, mostrando una topografía con más accidentes geográficos y altitudes medianas. Cordillera de los Andes, que se sitúa en el sector oriental de la comuna, tiene una altura mayor y retención nival, esto afecta directamente a los sistemas hídricos del área. El extremo superior del oeste se encuentra el lecho de inundación fluvial del río Diguillín, una unidad vinculada a procesos dinámicos escurrimiento y desbordamiento, formando zonas que tienen propensión las inundaciones, existencia de valles encajonados cordilleranos, que tienen una forma más abrupta y confinada. Reconoce, además, la llanura piemontana del complejo Ñuble-Itata, que se encuentra en el lado nor-noroeste de la depresión intermedia, entre la cordillera de la Costa y el límite este de las terrazas del río Itata. Esta unidad geomorfológica se refiere a formas de origen depositacional, que son producto de procesos fluviales y que combinan sedimentos de procedencia glacial y volcánica. Se distingue por tener una topografía que es mayormente plana o ligeramente ondulada, la que ha sido conformada y desgajada por los ríos que crearon estos depósitos. En su totalidad, estas unidades geomorfológicas crean una región variada, en la que el vínculo entre los procesos geomorfológicos, el alivio y los sistemas hídricos establece las condiciones geográficas de la comuna. Esto tiene un impacto sobre cómo se ocupa el territorio, cómo se utiliza la tierra y hasta qué punto se está expuesto a diferentes procesos naturales.

5.2. Crecimiento Poblacional.

La comuna de El Carmen, situada en la provincia de Diguillín, dentro de la región de Ñuble, destaca por su carácter mayoritariamente rural y por una distribución poblacional dispersa. Según el Censo 2024 (INE, 2024), cuenta con un total de 13.186 habitantes. Su tamaño poblacional la ubica en el grupo de las comunas más pequeñas de la región, que en total cuentan con 512.289 habitantes (INE, 2024), lo cual indica una densidad poblacional baja si se compara con los centros urbanos más grandes.

Gráfico 1. Población censal de El Carmen.

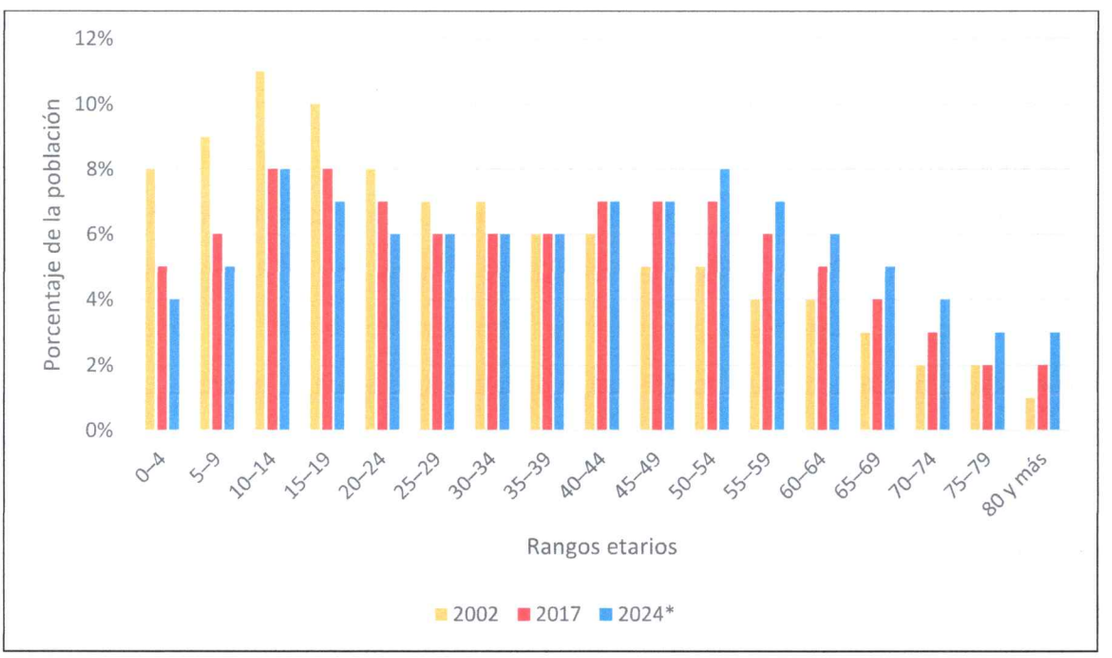


Fuente: Elaboración propia con BCN con datos INE.

Esta situación significa que el territorio está ocupado en varios sectores rurales, con muchas comunidades y juntas de vecinos, lo cual tiene un impacto directo en las dinámicas sociales y económicas y en el acceso a servicios esenciales. En la comuna, los habitantes están conectados con actividades productivas de silvoagricultura y se encuentran ubicados en zonas distantes del núcleo urbano comunal. La estructura territorial de la comuna sigue un modelo rural tradicional. Además, esta circunstancia afecta la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, ya que el aislamiento y la distancia obstaculizan la capacidad de reaccionar a tiempo frente a situaciones de peligro. Esta La dispersión territorial produce desafíos significativos en cuanto a la conectividad, el acceso a los servicios de educación, salud, transporte y respuesta ante emergencias, así como costos más altos para proveer los servicios públicos, circunstancia que afecta la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, ya que el aislamiento y la distancia obstaculizan la capacidad de reaccionar a tiempo frente a situaciones de peligro. La comuna tiene una estructura demográfica que se alinea con la tendencia regional de envejecimiento progresivo. Según datos del INE (2024), a nivel regional, el 17% de los habitantes tiene menos de 14 años, el 66,3% está en edad económicamente activa y el 16,6% supera los 65 años; Esto evidencia una

transición demográfica avanzada. Según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2024), el índice regional de envejecimiento es de 97,6. Esto sugiere que hay casi un adulto mayor por cada niño menor de 15 años. Este fenómeno se ve acentuado por la migración de personas jóvenes a áreas urbanas en zonas rurales como El Carmen. Esto tiene un gran impacto en la disponibilidad de mano de obra, la demanda de servicios sociales y el incremento de la vulnerabilidad ante sucesos climáticos, sobre todo entre los grupos más viejos. En términos de la composición por género, la región muestra una ligera mayoría de mujeres (51,9%) en comparación con los hombres (48,1%) (INE, 2024). Este fenómeno se observa también en áreas rurales, donde las mujeres juegan un papel crucial en la organización del hogar, el cuidado de personas dependientes y el desempeño de actividades productivas para subsistir.

Gráfico 2. Distribución etaria 2002-2017-2024 en El Carmen.



Fuente: Elaboración propia con BCN con datos INE.

En cuanto a los hogares, el promedio regional es de 2,7 personas por vivienda (INE, 2024), lo cual refleja una reducción en la dimensión de los hogares. Esto está relacionado con transformaciones en la estructura familiar, un incremento de las viviendas unipersonales y una esperanza de vida más alta en la población. En este marco, se nota que hay más adultos mayores viviendo solos, lo

cual hace que aumenten las políticas de cuidado y las redes de apoyo comunitario. En cuanto a las viviendas, el 99,9% son particulares, y de estas, el 83,6% están ocupadas (INE, 2024). Esto muestra que el territorio es rural y que hay casas sin ocupantes que probablemente están vinculadas a procesos migratorios o de uso estacional. Estas circunstancias reflejan cambios en la ocupación del territorio y presentan retos en lo que respeta a la planificación territorial y el acceso a los servicios. En términos económicos, la comuna de El Carmen tiene una matriz productiva que se fundamenta, sobre todo, en actividades silvoagropecuarias. La agricultura es la principal fuente de ingresos económicos, incluyendo en ella la producción de frutas a pequeña escala y cultivos tradicionales como el maíz, el trigo y la avena. Estas actividades, en su mayoría, se llevan a cabo bajo esquemas de agricultura familiar campesina. En estos casos, el grado de tecnificación es variado y existe una gran dependencia de las condiciones climáticas. La ganadería, por su parte, se lleva a cabo a escala pequeña y mediana, con un enfoque tanto hacia el consumo propio como hacia los mercados locales. En cambio, en las zonas precordilleranas tienen lugar actividades forestales que han ganado importancia en décadas recientes. Una parte considerable de la población aumenta sus ingresos mediante el trabajo externo, trasladándose a comunas cercanas como Chillán o San Carlos, donde hay más posibilidades de empleo en campos como el comercio, los servicios y el sector público. Esta dinámica produce un vínculo funcional de dependencia con las áreas urbanas más grandes, lo que afecta tanto a la economía local como a los patrones de movilidad. Igualmente, se reconocen actividades económicas en desarrollo, como los proyectos energéticos, los servicios territoriales y las iniciativas empresariales pequeñas en el ámbito rural. A pesar de que todavía tienen un nivel inicial de consolidación, constituyen posibilidades para diversificar la economía. La comuna de El Carmen tiene un gran potencial en términos de desarrollo turístico, gracias a sus atributos naturales, paisajísticos y culturales. Estos elementos crean un entorno propicio para el crecimiento del turismo rural y de intereses especiales. El paisaje de la zona incluye paisajes relacionados con la precordillera andina, zonas rurales tradicionales, ríos y áreas que tienen valor natural y que son parte de la identidad local. A esto se añade una notable riqueza cultural, la cual se manifiesta en costumbres de los campesinos, artesanías, prácticas culturales y patrimonio inmaterial (Plan Municipal de Cultura El Carmen, 2024). Estos componentes mejoran su atractivo como destino turístico con identidad territorial.

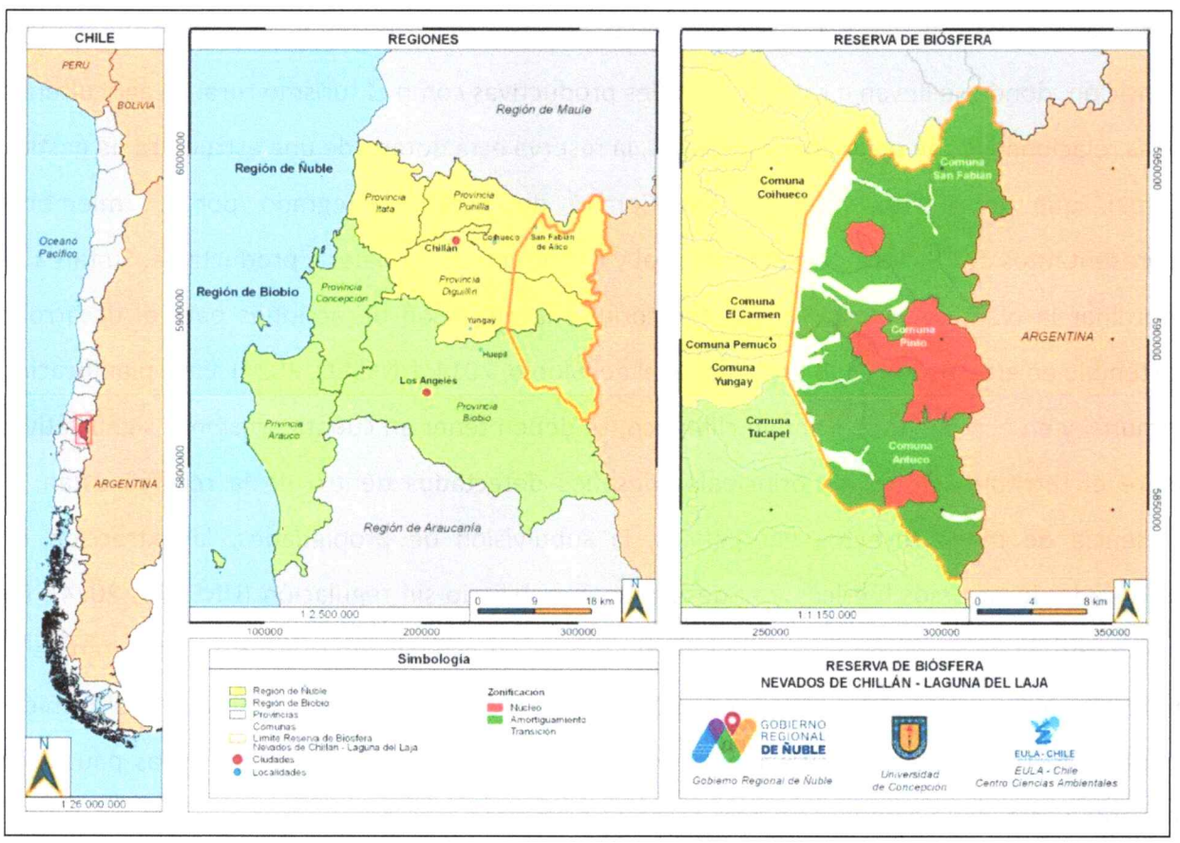
Sin embargo, el turismo en la comuna está en una fase de desarrollo inicial, que se distingue por una escasa consolidación de los servicios turísticos formales, una infraestructura insuficiente y una débil coordinación entre los actores locales. Sin embargo, hay proyectos emergentes relacionados con el turismo rural y las vivencias asociadas a la vida de campo que constituyen oportunidades concretas para diversificar la economía local y crear nuevas vías de ingreso para los habitantes. En este contexto, el turismo se establece como una opción estratégica para disminuir la dependencia de las actividades productivas tradicionales y contribuir al desarrollo local. La comuna tiene características típicas de áreas rurales, como la dispersión poblacional, el envejecimiento demográfico, la migración de los jóvenes y las restricciones en el acceso a servicios especializados. La comuna tiene una infraestructura sanitaria que incluye un hospital en la zona urbana y 10 postas rurales. Estos servicios permiten atender a los habitantes repartidos por el territorio, estimándose que alrededor de 5.000 personas son atendidas en estas instalaciones de salud primaria. Por del otro lado, la comuna cuenta con 28 sistemas de Agua Potable Rural (APR) en total; de estos, 8 están funcionando en este momento y 16 están en diversas fases de desarrollo, que incluyen el diseño, la construcción o los trámites administrativos. Además, hay cuatro sistemas que están inactivos o en proceso de reactivación, lo que muestra la cobertura y consolidación de este servicio básico en áreas rurales. Estas circunstancias evidencian lo crucial que es robustecer la infraestructura sanitaria y de salud en la comuna, particularmente si se tiene en cuenta su naturaleza rural y su distribución territorial, elementos que influyen directamente en cómo se accede a los servicios, su calidad y la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia. Las condiciones descritas crean un panorama de vulnerabilidad para la comuna de El Carmen, en el marco del cambio climático. La producción y los medios de vida de la población se ven impactados directamente por la variabilidad climática, las olas de calor, las heladas, la escasez hídrica y otros sucesos extremos, debido a la gran dependencia que existe en actividades silvoagropecuarias. Además, el envejecimiento de la población y la dispersión territorial aumenta la exposición y disminuyen la capacidad de reacción frente a situaciones de emergencia. No obstante, lo anterior, la comuna cuenta con considerables habilidades de adaptación, como el conocimiento que tienen sus residentes sobre el territorio, la experiencia en prácticas agrícolas, la organización comunitaria y la existencia de programas estatales de apoyo.

En esta situación, es especialmente importante desarrollar actividades como el turismo sustentable porque fomenta el uso responsable de los recursos naturales, mejora la identidad territorial y crea economías locales con mayor capacidad de resiliencia.

La Reserva de la Biósfera Corredor Biológico Nevados de Chillán Laguna del Laja, que fue reconocida como parte de la Red Mundial de Reservas de Biosfera por la UNESCO en 2011, está ubicada dentro del territorio donde se ubica la comuna de El Carmen. Esta la reserva tiene una extensión de 565.807 hectáreas, las cuales se distribuyen en la zona montañosa de las regiones del Ñuble y Biobío. Es un territorio de gran importancia ecológica a nivel nacional (UNESCO, 2024). La reserva de la biosfera incluye áreas pobladas, con cerca de 8.651 personas distribuidas sobre todo en zonas rurales; esto evidencia que las actividades humanas y la preservación de ecosistemas pueden coexistir (UNESCO, 2024). En este escenario, la comuna de El Carmen es parte del área de influencia de esta reserva, especialmente en las áreas de amortiguamiento y transición, donde se llevan a cabo actividades productivas como el turismo rural, la agricultura y otras relacionadas con el territorio. Además, la reserva está dotada de una estructura de gestión formal, que se efectúa mediante un Comité de Gestión integrado por 15 miembros representantes del sector público, municipal y de los actores sociales y productivos. Su tarea es coordinar la planificación, el análisis territorial y la ejecución de acciones para el desarrollo sostenible en el territorio (Gobierno Regional del Biobío, 2014; UNESCO, 2024). En la planificación comunal y en el manejo del cambio climático, se deben tener en cuenta presiones significativas sobre el territorio. Entre los principales desafíos detectados dentro de la reserva están: la presencia de megaproyectos energéticos, la subdivisión de propiedades, la extracción no autorizada de recursos hídricos y el desarrollo inmobiliario sin regulación (UNESCO, 2024). De este modo, la inclusión de la comuna de El Carmen en este sistema territorial con gran valor ambiental fortalece su papel en preservar la biodiversidad, proporcionar servicios ecosistémicos y aplicar tácticas para adaptarse y mitigar el cambio climático, de acuerdo con las pautas de desarrollo sostenible definidas para las reservas biológicas.

La ubicación de la comuna de El Carmen a nivel nacional, regional y comunal se presenta en la Figura 6. También incluye su vinculación territorial con la Reserva de la Biósfera Nevados de Chillán Laguna del Laja. La representación engloba la delimitación de las áreas núcleo, de amortiguación y de transición que se encuentran establecidas en esta reserva. La importancia ambiental de la zona y su conexión con ecosistemas estratégicos y corredores biológicos para preservar la biodiversidad, regular el agua y adaptarse al cambio climático se pone en evidencia porque la comuna está cerca de este sistema. En este contexto, la comuna de El Carmen juega un papel importante en promover una gestión territorial sostenible y proteger los recursos naturales que se encuentran en su entorno.

Figura 6.Presenta la localización de la comuna de El Carmen a distintas escalas territoriales, incluyendo su ubicación a nivel nacional, regional y comunal.



Fuente: Reserva de Biosfera "Corredor Biológico Nevados de Chillan-Laguna del Laja" Gobierno Regional de Ñuble, Universidad de Concepción y Centro EULA-Chile

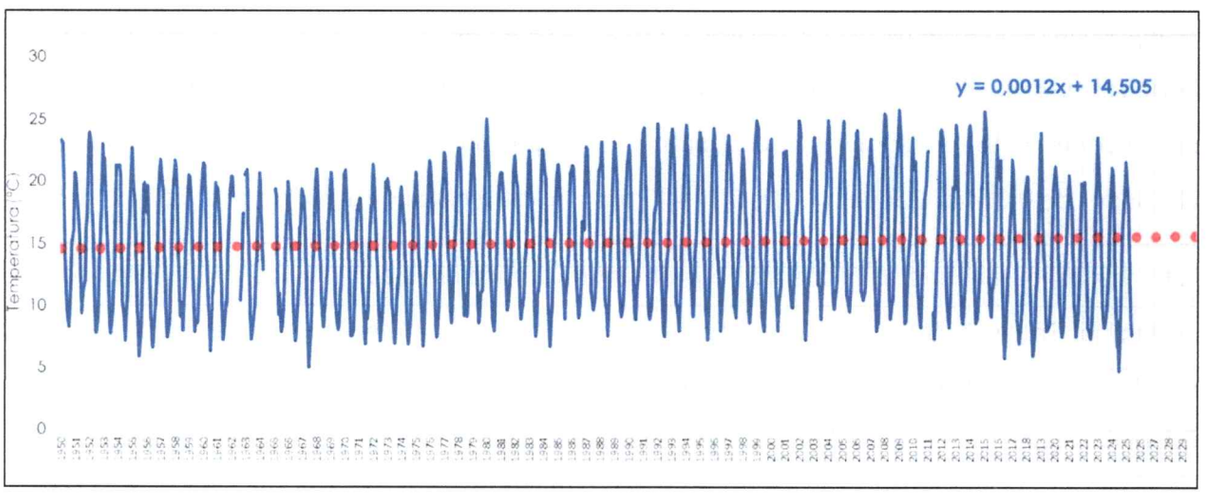
6. Caracterización Climática y Tendencias

Los datos de la estación meteorológica General Bernardo O'Higgins, que corresponden a la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), fueron utilizados para llevar a cabo el análisis histórico del desarrollo de la temperatura, Chillán (código DMC 360011), que es la estación de referencia climática más próxima y cuenta con datos continuos y verificados para la comuna de El Carmen. Se emplearon series históricos de temperatura media mensual para el análisis, lo que posibilitó examinar la conducta térmica a largo plazo y descubrir tendencias relacionadas con la modificación del clima en el área. Los resultados muestran un patrón marcado por una gran variabilidad interanual, la cual se puede ver en las oscilaciones constantes de la temperatura durante toda la serie. Esta fluctuación se debe sobre todo a la conducta estacional del clima en el centro sur de Chile, donde las temperaturas son notablemente más altas en los meses de verano y disminuyen considerablemente durante los meses de invierno. Esta dinámica se presenta en el gráfico a través de la línea azul, que ilustra las variaciones mensuales de temperatura a lo largo de todo el periodo estudiado. Sin embargo, el estudio estadístico demuestra que, más allá de las oscilaciones habituales del sistema climático, existe una tendencia constante tendencia a la elevación de la temperatura a largo plazo. La línea de tendencia lineal, que aparece en el gráfico en color rojo, tiene una pendiente positiva y se representa con la ecuación: $y = 0{,}0012x + 14{,}505$. El aumento medio de la temperatura por cada unidad de tiempo analizada, en meses, se refleja en la pendiente de esta ecuación (0,0012). A pesar de que el valor pueda parecer bajo en periodos breves, al proyectarse a escalas temporales más largas se puede observar un proceso de calentamiento progresivo y acumulativo. Este patrón se traduce en un incremento de alrededor de 0.0144 °C anualmente, 0.144 °C por década y cerca de 1.44 °C por siglo.

Estos hallazgos evidencian que el comportamiento térmico de la zona ha ido evolucionando con el tiempo. En las Décadas más remotas, se presentaban más a menudo temperaturas mínimas más bajas y sucesos de frío intenso. En cambio, en los tiempos recientes ha aumentado tanto la frecuencia como la intensidad de las temperaturas altas y de los eventos extremos de calor. Esto muestra un cambio paulatino del sistema climático local, en el que las condiciones de calor empiezan a repetirse y mantenerse con más frecuencia. En términos metodológicos, los datos

empleados son registros diarios de temperaturas mínimas y máximas que la estación meteorológica obtiene. Con base en esos valores, se determina una temperatura media diaria, la cual luego se organiza en promedios mensuales para crear una serie histórica continua. Esta técnica posibilita el uso de instrumentos estadísticos para examinar tendencias, lo que hace más fácil determinar que la conducta observada en la serie de Chillán es congruente con las tendencias de calentamiento locales y nacionales registradas por la Dirección Meteorológica de Chile y varios estudios sobre el cambio climático. En este escenario, el incremento sostenido de la temperatura es un precedente significativo para la comuna de El Carmen, pues tiene la capacidad de agravar las problemáticas territoriales y ambientales relacionadas con el descenso en la disponibilidad de agua, el aumento del estrés hídrico en áreas rurales, una mayor frecuencia de incendios forestales y los efectos sobre las actividades agrícolas y silvoagropecuarias. Este fenómeno también tiene la capacidad de provocar cambios en los ecosistemas locales y de hacer que los peligros para la salud de las personas aumentan, sobre todo en situaciones con temperaturas elevadas y con olas de calor. Por tanto, la tendencia que se ha notado es una señal clara de cambio climático para el territorio comunal y subraya la urgencia de reforzar las locales de adaptación, capacidad de medidas de recuperación climática y planificación territorial dentro del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC).

Figura 7. Evolución de la temperatura en la zona de referencia de El Carmen, 1950 – 2025.



Fuente: Elaboración propia en base a registros DMC.

Para Estudiar las potenciales consecuencias del cambio climático en la comuna de El Carmen, se emplearon proyecciones adquiridas a partir de la Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (https://simulaciones.cr2.cl/) (CR2), que posibilitan observar cómo podrían cambiar las condiciones climáticas en las décadas venideras. La del desarrollo proyección de la temperatura media para la comuna, bajo diferentes escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, se muestra en la Figura 8 La temperatura histórica queda reflejada en el gráfico a través de las líneas azules; los puntos negros y la línea morada, en cambio, se relacionan con datos observados y evaluativos que sirven para validar las proyecciones climáticas. Se Presentan a partir de 2020 dos posibles escenarios para el futuro. Las líneas verdes representan el escenario RCP2.6, que está vinculado a un contexto más propicio en el que se reducen las emisiones globales y se llevan a cabo acciones de mitigación contra el cambio climático. Por otra parte, las líneas rojas reflejan el escenario RCP8.5, que es el más crítico y en el que las emisiones siguen creciendo de forma constante. El promedio de los diferentes modelos climáticos que se emplearon está representado por las líneas gruesas de cada color. El gráfico también segmenta las proyecciones en diversos horizontes temporales: futuro próximo (2020-2044), futuro a mediano plazo (2045-2069) y futuro distante (2070-2094), lo que posibilita ver cómo la temperatura cambia con el tiempo. Según Las estimaciones, la comuna de El Carmen sufrirá un incremento gradual de las temperaturas medias a lo largo del siglo actual. En el peor de los casos, el aumento podría sobrepasar los 3 °C hacia finales del siglo en comparación con las condiciones históricas. En oposición, en un contexto de medidas de mitigación más amplias, la temperatura se estabilizaría alrededor del 1 °C hacia la mitad del siglo. Estas proyecciones muestran un claro patrón de calentamiento del clima, lo que podría exacerbar fenómenos tales como el estrés hídrico, las sequías, las olas de calor, la mayor probabilidad de incendios forestales y los impactos sobre la agricultura, los ecosistemas y el bienestar de la población local.

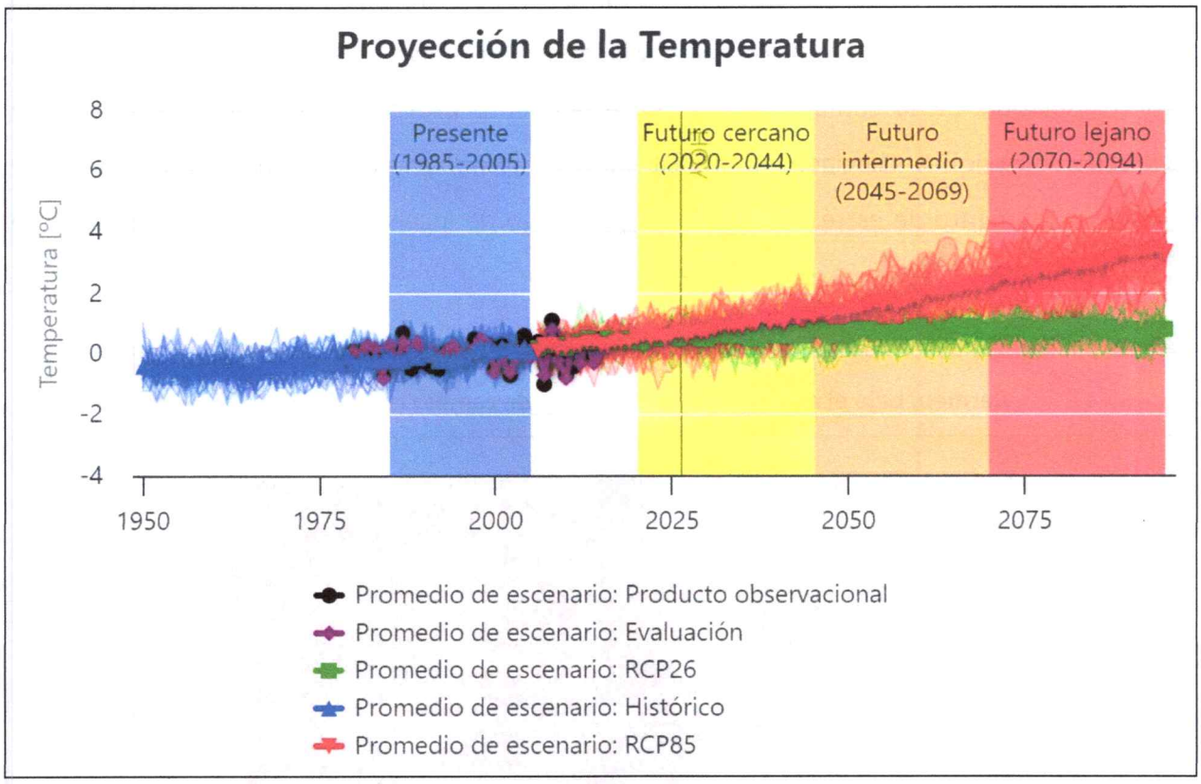
Figura 8. Evolución proyectada de la temperatura ambiente para la comuna de El Carmen bajo distintos escenarios climáticos futuros.



Fuente: Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)

La Figura 9 presenta un detalle ampliado de la proyección de temperatura para la comuna de El Carmen, permitiendo visualizar con mayor claridad la evolución de las proyecciones climáticas en distintos horizontes temporales. Esta representación complementa la Figura 8, enfocándose específicamente en el comportamiento de los modelos climáticos utilizados para estimar los cambios de temperatura proyectados para el territorio comunal.

Figura 9. Detalle ampliado de la proyección de temperatura presentada en la Figura 8 para la comuna de El Carmen.

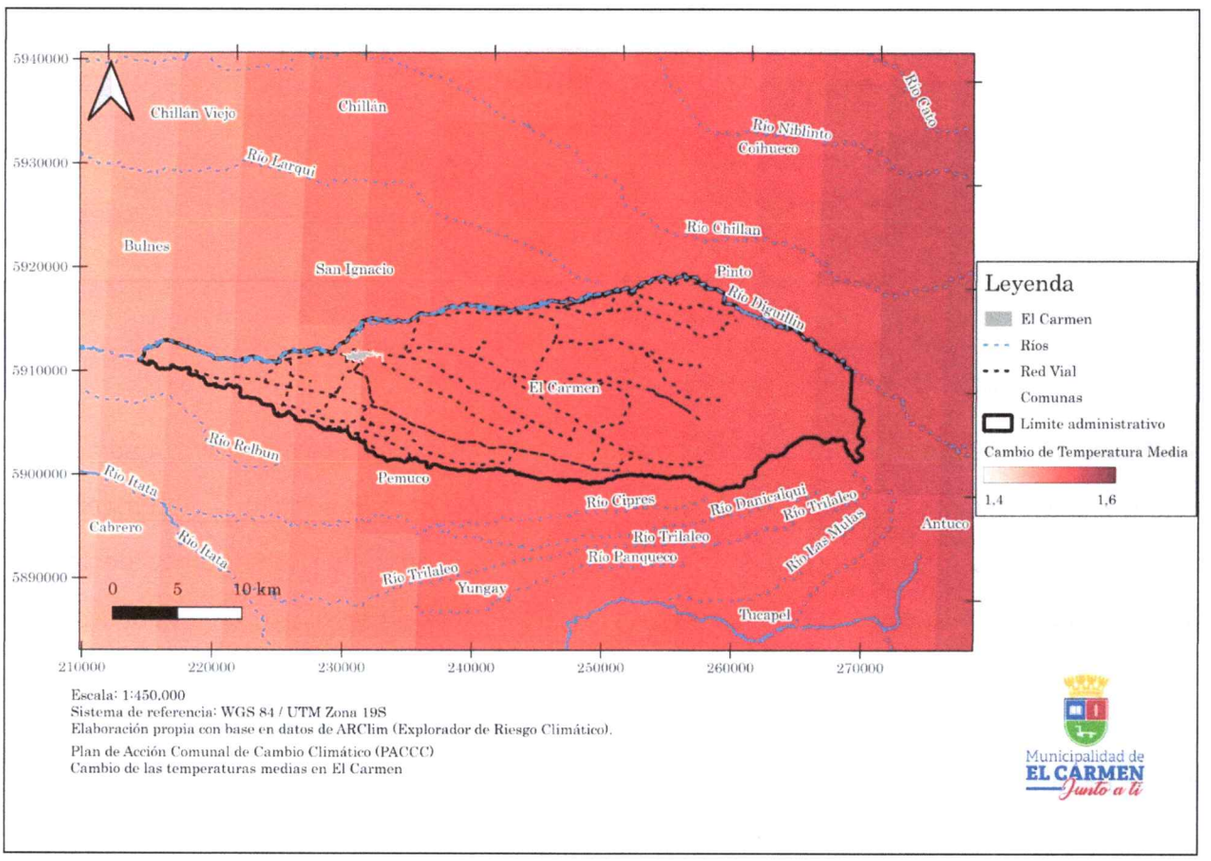


Fuente: Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR[2])

La Figura 10 muestra la proyección espacial de cómo cambiará la temperatura media en la comuna de El Carmen. En este caso, los tonos más claros simbolizan aumentos de temperatura más moderados y los tonos rojos más oscuros reflejan incrementos proyectados de mayor tamaño en comparación con el período histórico de referencia. Desde el punto de vista espacial, la comuna muestra disparidades territoriales en las previsiones de incremento de la temperatura media. Las zonas precordilleranas, orientales y cordilleranas de la comuna muestran proyecciones de temperatura más altas; por el contrario, los sectores localizados hacia el poniente y las áreas con menor altitud presentan aumentos más moderados. Esta distribución espacial posibilita que se reconozca un gradiente térmico progresivo al interior del territorio de la comuna, en el cual las variaciones estimadas van creciendo conforme el territorio se aproxima a zonas con una altitud más alta. Asimismo, los ecosistemas de montaña y las áreas próximas a la cordillera podrían estar expuestos en mayor medida a las variaciones de temperatura vinculadas con el cambio climático.

Estas variaciones podrían generar efectos relevantes sobre la disponibilidad hídrica, la regulación natural de ecosistemas, la vegetación nativa y las actividades silvoagropecuarias desarrolladas en distintos sectores de la comuna. Asimismo, el aumento proyectado de temperatura podría favorecer condiciones asociadas a déficit hídrico, disminución de humedad en suelos y vegetación, aumento de estrés térmico y mayor riesgo de incendios forestales, especialmente durante períodos estivales y eventos extremos de calor.

Figura 10. Cambio de Temperatura Media (°C) proyectada a mediados de siglo para la comuna de El Carmen, bajo el escenario más pesimista de cambio climático RCP 8.5.



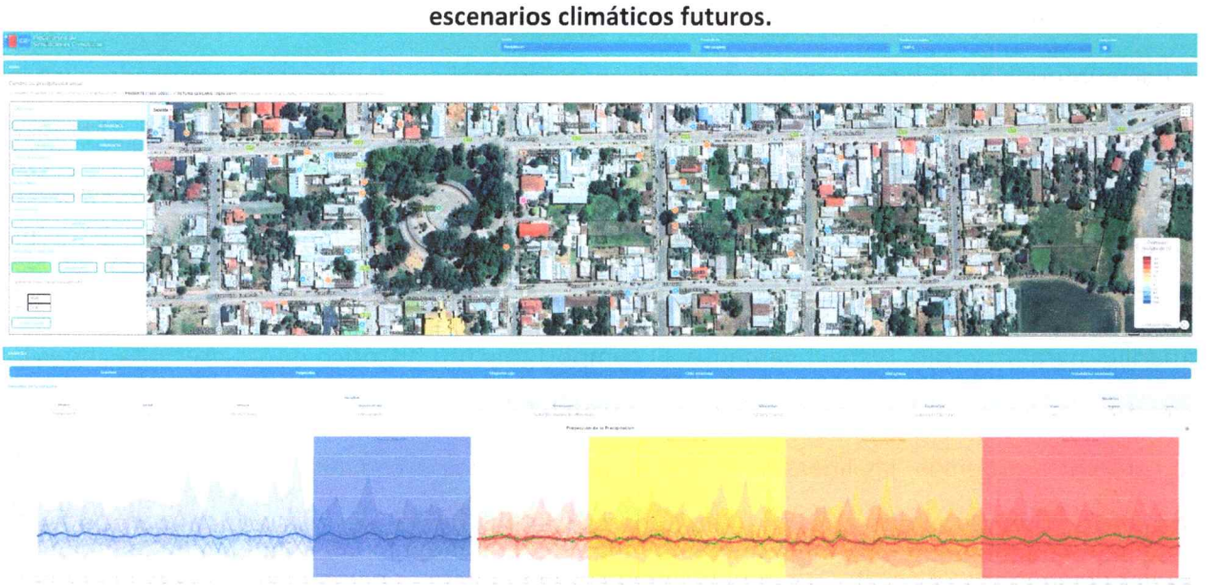
Fuente: Elaboración propia a partir de ARCLIM.

La proyección de precipitaciones para la comuna de El Carmen bajo diferentes escenarios climáticos futuros se muestra en la Figura 11, lo que posibilita observar cómo se prevé que varíen

las lluvias en el área comunal al compararlas con el periodo histórico de referencia. La imagen se basa en los resultados obtenidos a partir de modelos climáticos globales que se aplicaron a la comuna, y se combinaron utilizando la plataforma del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). El comportamiento proyectado de las precipitaciones a lo largo del tiempo se muestra en la parte inferior de la figura, mientras que el punto geográfico de referencia empleado para la simulación climática dentro del territorio comunal se puede ver en la parte superior. El gráfico incluye el período histórico de referencia 1985–2005, que se muestra con fondo violeta. También contiene las proyecciones climáticas futuras para el horizonte cercano (2020–2044), el intermedio (2045–2069) y el lejano (2070–2094), los cuales se indican con fondos de diferentes colores: amarillo, naranja y rojo, respectivamente. El comportamiento histórico de las precipitaciones lo muestran las líneas azules, y así se puede ver la variabilidad del clima que ha habido en el periodo de referencia. Además, las líneas verdes y rojas ilustran los escenarios climáticos futuros. Las líneas rojas simbolizan el escenario RCP8.5, que se estima uno de los más críticos porque tiene niveles de emisiones más altos y cambios climáticos más drásticos hacia el fin del siglo; las verdes, en cambio, representan al escenario RCP2.6, que está relacionado con condiciones de mitigación climática y fluctuaciones menos extremas en las precipitaciones. Asimismo, las líneas gruesas simbolizan el promedio global de los diferentes modelos climáticos que se han tenido en cuenta en la simulación, lo cual facilita la identificación de tendencias generales del comportamiento de las precipitaciones en la comuna de El Carmen. Las proyecciones climáticas, en términos generales, muestran que la comuna tiende a tener menos precipitaciones, sobre todo bajo el escenario RCP8.5 y en los horizontes a largo plazo. Aunque los modelos evidencian variaciones entre años y la presencia de años con más lluvias, el comportamiento medio proyectado muestra una disminución progresiva de las precipitaciones en comparación con el período histórico de referencia. Estas alteraciones podrían tener efectos considerables en la disponibilidad de agua en la comuna, lo que perjudicaría a los sistemas de Agua Potable Rural (APR), las actividades silvoagropecuarias, la recarga de napas subterráneas, los caudales superficiales y los ecosistemas naturales que dependen del recurso hídrico. Además, la reducción anticipada de las lluvias podría aumentar la vulnerabilidad ante sequías duraderas, estrés hídrico y mayor peligro de incendios en diversas áreas del territorio comunal. Las previsiones de lluvias, en esta situación, son un

insumo importante para determinar las acciones de adaptación al cambio climático y para planificar el territorio en la comuna de El Carmen.

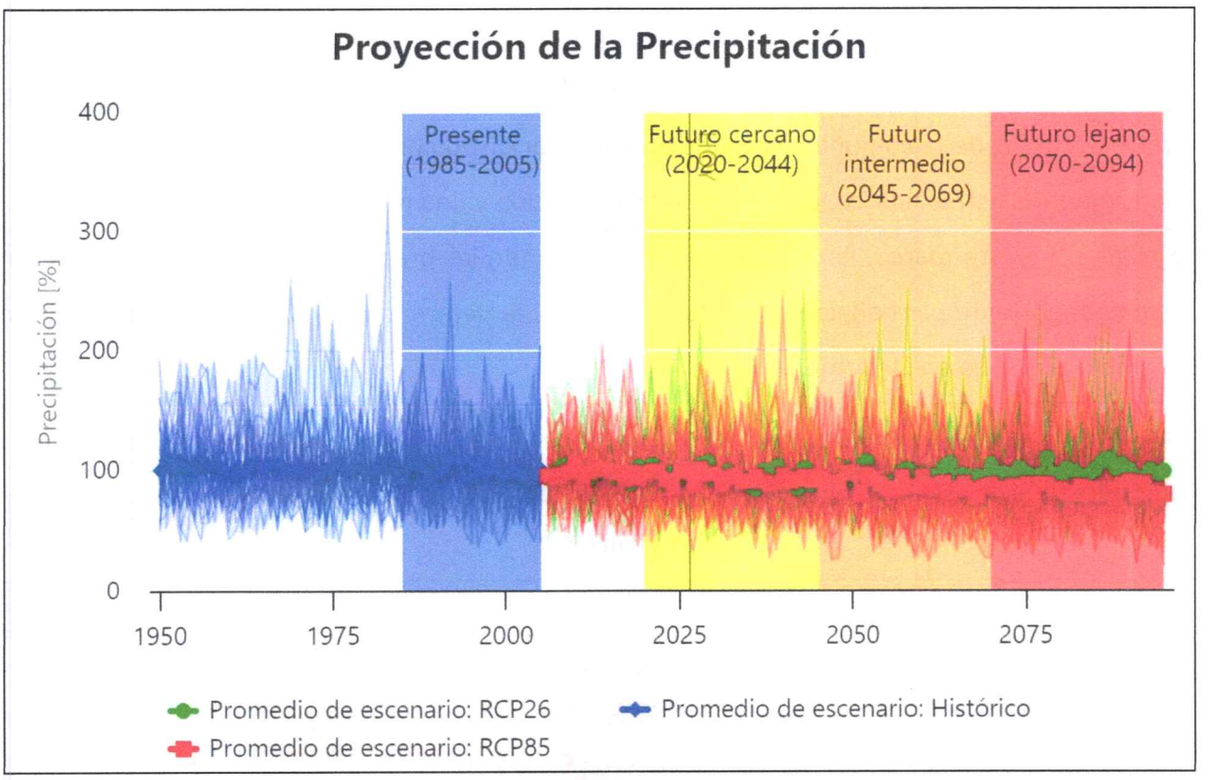
Figura 11. Proyección de cambios en las precipitaciones para la comuna de El Carmen bajo distintos escenarios climáticos futuros.



Fuente: Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)

La Figura 12 presenta un detalle ampliado de la proyección de precipitaciones para la comuna de El Carmen, permitiendo visualizar con mayor claridad el comportamiento de las lluvias proyectadas en distintos horizontes temporales y bajo diferentes escenarios de cambio climático. Esta representación complementa la Figura 11, enfocándose específicamente en la evolución temporal de las precipitaciones proyectadas para el territorio comunal.

Figura 12. Detalle ampliado de la proyección de precipitaciones presentada para la comuna de El Carmen.

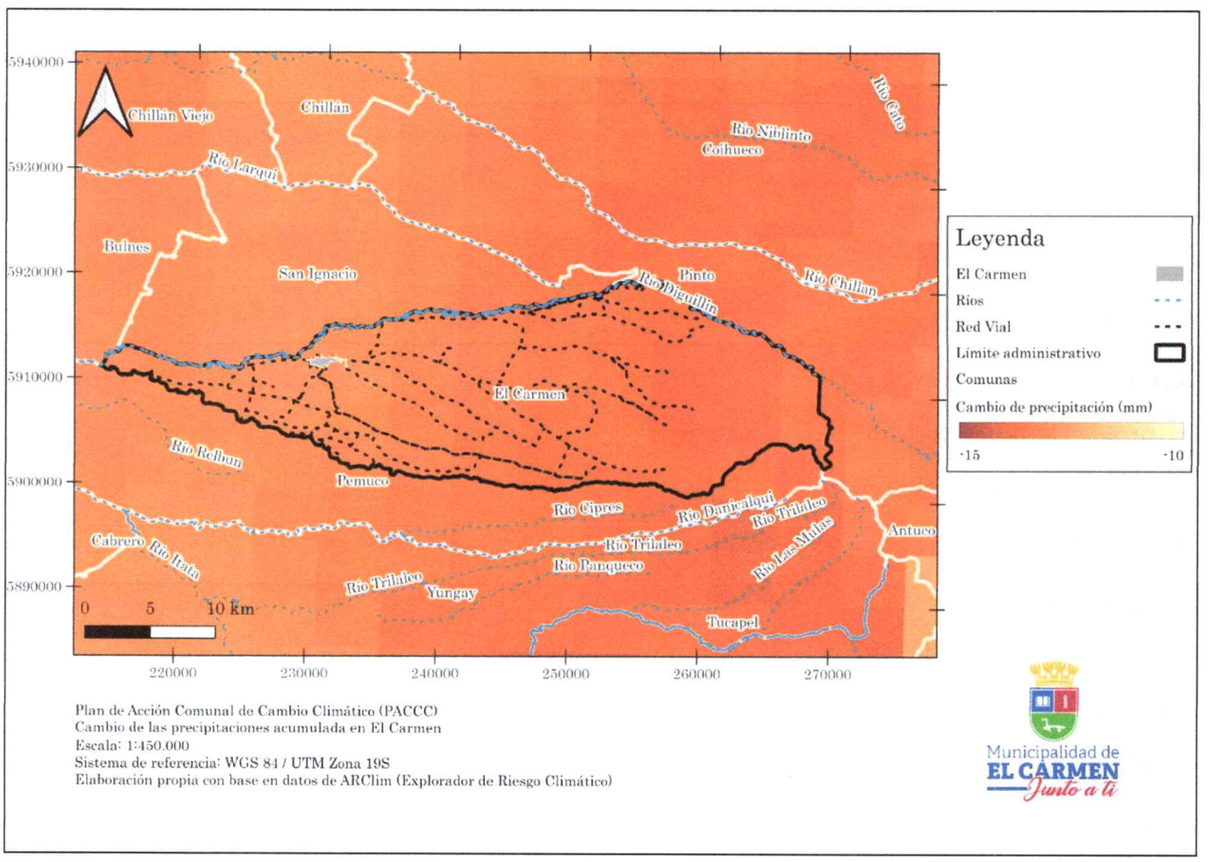


Fuente: Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2).

La proyección espacial de la alteración en la precipitación acumulada para la comuna de El Carmen, en el contexto del RCP 8.5, se muestra en la Figura 13. Desde un punto de vista territorial, las proyecciones muestran una reducción en general de las precipitaciones acumuladas en la mayor parte de la comuna de El Carmen. Las modificaciones más notables se encuentran principalmente en áreas de bajos ingresos y zonas del valle, donde los tonos más fuertes indican una disminución más significativa de las lluvias pronosticadas para mediados de siglo. En cambio, las zonas cercanas a las áreas precordilleranas muestran reducciones relativamente menores, pero aun así significativas si se comparan con las condiciones históricas que se han visto en el territorio. La tendencia de la distribución espacial que se muestra en el mapa señala una inclinación hacia condiciones cada vez más secas dentro de la comuna. Esta circunstancia podría tener efectos significativos sobre el caudal superficial, la recarga de las napas subterráneas, la

disponibilidad del agua y el funcionamiento de los ecosistemas que dependen del recurso hídrico. Además, la reducción esperada de las precipitaciones podría tener un impacto directo en los sistemas de Agua Potable Rural (APR), en las actividades silvoagropecuarias y en las áreas rurales que dependen mucho del agua para el consumo humano y la producción local. Asimismo, en diferentes áreas de la comuna, escenarios con menor disponibilidad de agua podrían propiciar condiciones de estrés hídrico, deterioro de la vegetación y una mayor probabilidad de incendios forestales. En este marco, la representación espacial de las precipitaciones proyectadas es un recurso importante para el planeamiento territorial y la determinación de acciones adaptativas al cambio climático en El Carmen.

Figura 13. Proyección del cambio en la precipitación acumulada para la comuna de El Carmen hacia mediados de siglo bajo el escenario climático RCP8.5, considerado el escenario más crítico de cambio climático.

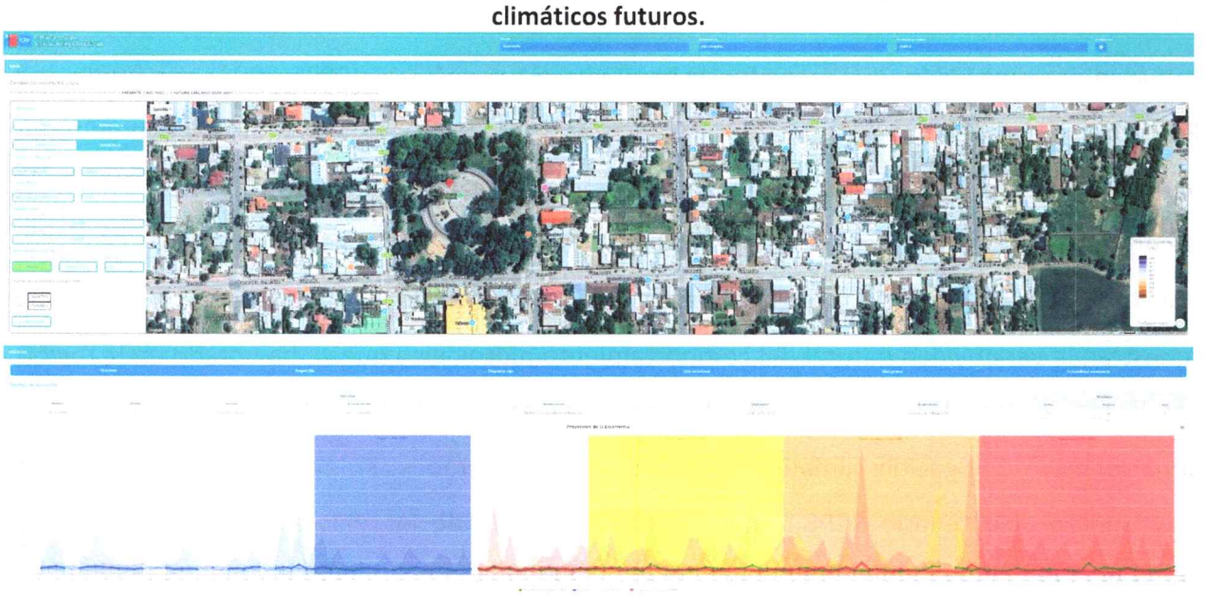


Fuente: Elaboración propia a partir de ARCLIM.

La Figura 14 muestra la proyección de la escorrentía para la comuna de El Carmen en diferentes escenarios climáticos futuros, lo que hace posible observar cómo podrían cambiar los procesos de acumulación y movimiento superficial del agua en el territorio comunal en las próximas décadas. La imagen se basa en los resultados que se lograron utilizando modelos climáticos globales implementados en la comuna a través de la plataforma del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). El punto geográfico de referencia empleado para la simulación climática en la comuna de El Carmen es visible en la parte superior del gráfico; por su parte, el desarrollo a lo largo del tiempo de la escorrentía proyectada bajo diversos escenarios de cambio climático se muestra en la sección inferior. Los horizontes futuros de la imagen, que están representados por colores de fondo diferentes, son el futuro cercano (2020-2044), que tiene un fondo amarillo; el futuro intermedio (2045-2069), con fondo naranja; y el futuro lejano (2070-2094), con fondo rojo. Por otro lado, el periodo histórico de referencia es 1985-2005, que está indicado con un fondo violeta. Esta división temporal facilita la comparación visual de la evolución pronosticada de la escorrentía a través del tiempo. Las condiciones históricas de escorrentía que han sido documentadas en el periodo de referencia están representadas por las líneas azules; estas muestran la variabilidad natural del comportamiento hidrológico que se ha notado en la región. Las líneas verdes, del mismo modo, ilustran el escenario climático RCP2.6, relacionado con situaciones de mitigación climática y cambios más moderados; en contraste, las líneas rojas representan el escenario RCP8.5, que se considera uno de los más críticos por sus niveles superiores de emisiones y condiciones climáticas extremas hacia finales de siglo. Asimismo, las líneas gruesas simbolizan el promedio general de los diversos modelos climáticos que se han tenido en cuenta en la simulación; esto posibilita reconocer tendencias promedias en la conducta pronosticada de la escorrentía para la comuna de El Carmen. Los pronósticos del clima muestran que las precipitaciones totales en la zona comunal irán disminuyendo con el tiempo, pero también indican una transformación en cómo sucederán las lluvias en las décadas siguientes. En este escenario, se espera una mayor concentración de sucesos de lluvia intensa en intervalos más cortos, circunstancia que podría provocar un incremento repentino del escurrimiento superficial en diversas áreas de la comuna. Como consecuencia de las características del terreno en El Carmen, así como la existencia de quebradas, esteros, cauces naturales y áreas rurales próximas

a cuerpos de agua, estas circunstancias podrían aumentar los peligros relacionados con desbordes, deterioro de suelos, daño a rutas rurales y rápida acumulación de aguas pluviales en regiones vulnerables. Además, la infraestructura, los sistemas de Agua Potable Rural (APR), las actividades silvoagropecuarias y las casas ubicadas en zonas próximas a drenajes naturales o áreas con una mayor exposición a sucesos extremos relacionados con el clima podrían verse afectadas por eventos de escorrentía más intensos. En este marco, las previsiones de escorrentía son un recurso importante para la planificación territorial y el establecimiento de medidas para adaptarse al cambio climático en El Carmen.

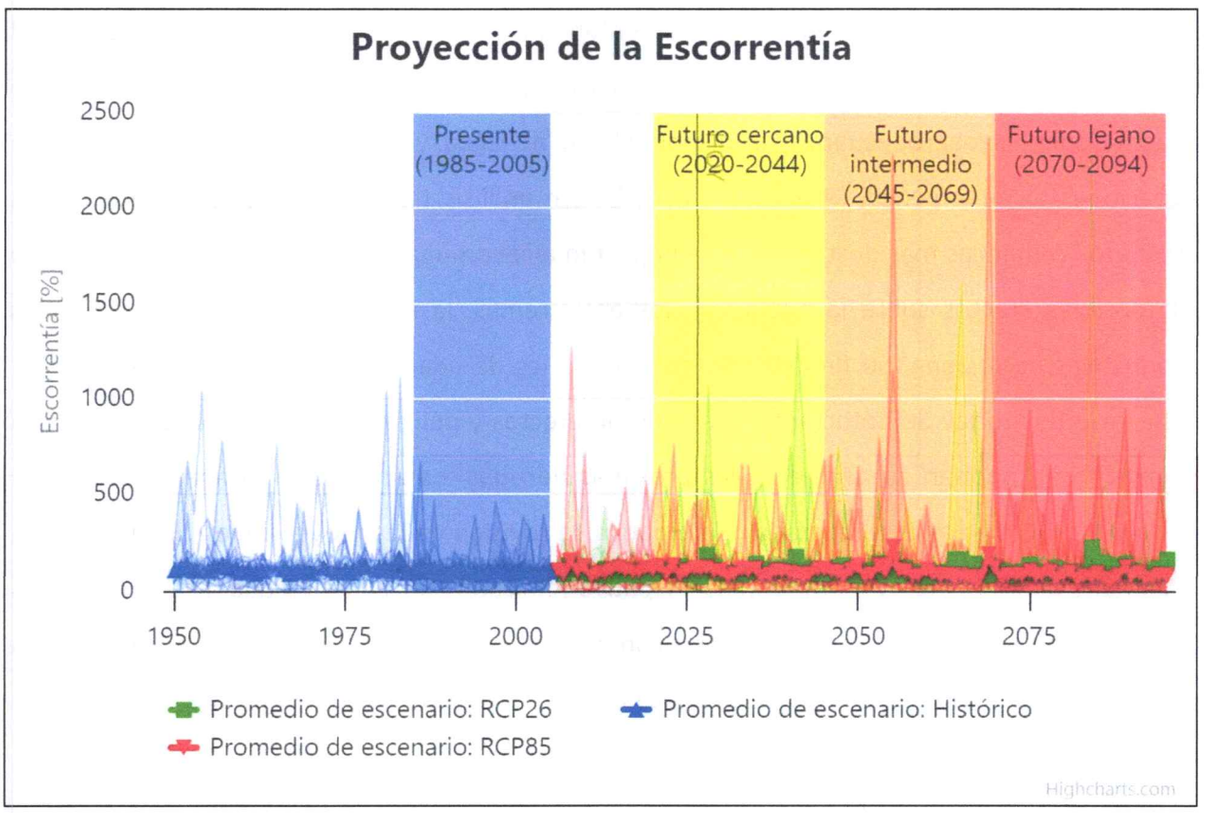
Figura 14. Proyección de la escorrentía para la comuna de El Carmen bajo distintos escenarios climáticos futuros.



Fuente: Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2).

La Figura 15 presenta un detalle ampliado de la proyección de escorrentía para la comuna de El Carmen, permitiendo visualizar con mayor claridad el comportamiento proyectado de la escorrentía superficial y su evolución en los distintos horizontes temporales considerados dentro de la simulación climática desarrollada mediante la plataforma del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2).

Figura 15. Detalle ampliado de la proyección de escorrentía para la comuna de El Carmen.



Fuente: Plataforma de Simulaciones Climáticas del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2)

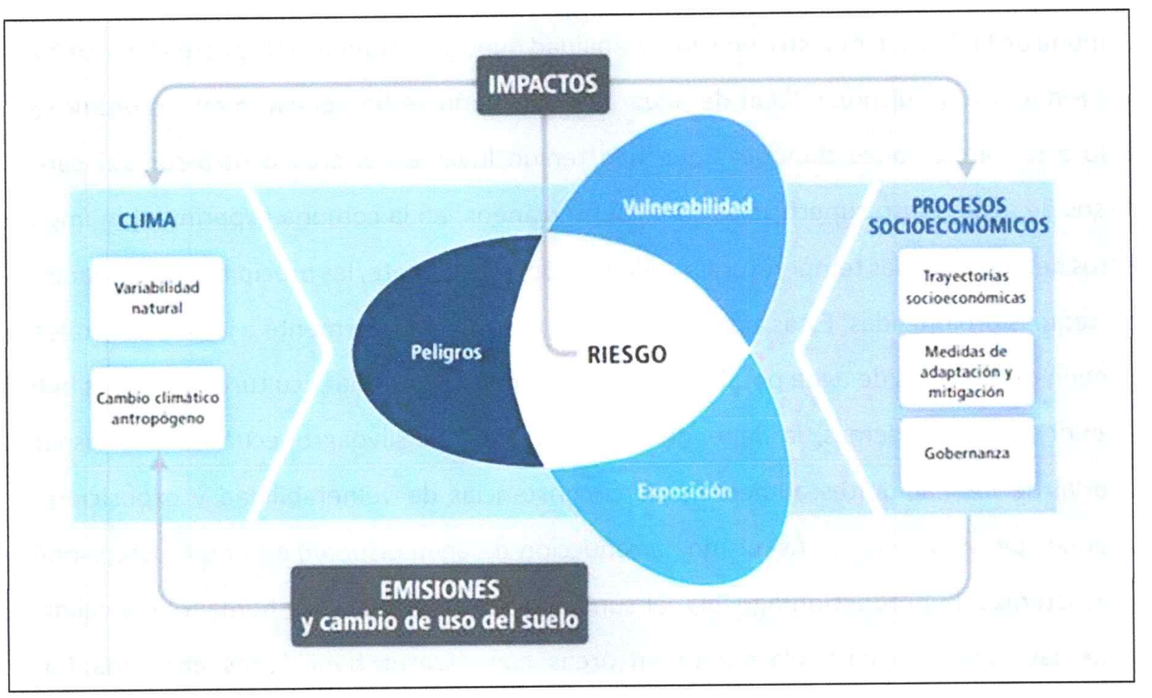
7. Riesgos e Impactos del Cambio Climático en la Comuna de El Carmen

7.1. Metodología para el análisis de riesgos climáticos

El estudio de los riesgos e impactos relacionados con el cambio climático en la comuna de El Carmen se llevó a cabo siguiendo el enfoque metodológico sugerido por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2014). Este establece que el riesgo climático se origina a partir de la interacción entre las amenazas climáticas, la exposición geográfica y la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos. Las amenazas en este contexto son sucesos climáticos o ambientales que tienen el potencial de impactar negativamente en el territorio, por ejemplo: sequías, incendios forestales, déficit de agua, precipitaciones fuertes, olas de calor y eventos extremos. La exposición, por otro lado, está relacionada con la existencia de población, infraestructura, ecosistemas, actividades productivas y servicios que podrían ser impactados por

estos fenómenos. Además, la vulnerabilidad tiene en cuenta las condiciones económicas, sociales, territoriales y ambientales que aumentan la propensión del territorio a los efectos del cambio climático, entre las que se encuentran: la ruralidad, la dispersión de la población, el apego a actividades silvoagropecuarias, la disponibilidad de agua y la capacidad de reacción ante situaciones de emergencia (PNUD, 2023). Así, este análisis tiene como objetivo detectar las amenazas climáticas más destacadas que impactan a la comuna de El Carmen. Para ello, evalúa sus posibles efectos sobre la población, los ecosistemas, la infraestructura y las actividades productivas de la zona. Su finalidad es guiar acciones de adaptación y robustecimiento de la resiliencia territorial. Se detectaron una serie de efectos y peligros relacionados con el cambio climático que podrían aumentar en las próximas décadas, basándose en el análisis territorial llevado a cabo mediante cartografía participativa, la revisión de las proyecciones climáticas para la comuna de El Carmen y el proceso participativo realizado con la comunidad. Estos resultados se obtuvieron a partir de talleres realizados con diferentes actores locales, antecedentes técnicos y evaluaciones sobre proyecciones climáticas que se llevaron a cabo utilizando ARCLIM y la plataforma del CR2.

Figura 16. Metodología de evaluación del riesgo climático.



Fuente: IPCC, 2014

Así, la vulnerabilidad al cambio climático está vinculada con las condiciones sociales, territoriales y ambientales que tienen el potencial de incrementar los impactos adversos de las amenazas climáticas en la comuna. Cuando un territorio tiene una alta sensibilidad frente a fenómenos como sequías, incendios forestales, olas de calor o escasez de agua, y al mismo tiempo tiene menos habilidades para responder, adaptarse y recuperarse ante estos acontecimientos (PNUD, 2023), se considera que presenta mayores grados de vulnerabilidad. En la comuna de El Carmen, la presión que se ejerce sobre los recursos hídricos, la dependencia de actividades silvoagropecuarias, la dispersión territorial de sus habitantes y su ruralidad predominante crean circunstancias que aumentan la vulnerabilidad y riesgo frente a las consecuencias del cambio climático. También se ha puesto de manifiesto que es necesario reforzar la resiliencia territorial y las habilidades locales para adaptarse a estas amenazas debido a la presencia de acontecimientos extremos en años recientes.

7.2. Riesgo asociado al déficit hídrico y escasez de agua.

La comuna de El Carmen muestra una vulnerabilidad que va en aumento respecto al déficit hídrico y a la reducción de disponibilidad de agua. Esta situación se ha agravado en los últimos años debido a las alteraciones climáticas que han tenido lugar en el área centro-sur del país. Los recursos de agua, tanto superficiales como subterráneos, en la comuna experimentan impactos directos debido a que las temperaturas se elevan constantemente, las precipitaciones disminuyen y hay sequías prolongadas. Estas circunstancias impactan particularmente a las zonas rurales que dependen de sistemas de agua potable rural (APR), actividades de agricultura y recursos hídricos de menor tamaño. Además, la dependencia de actividades silvoagropecuarias y la dispersión territorial de los habitantes aumentan las circunstancias de vulnerabilidad y exposición ante situaciones de falta de agua. Asimismo, la reducción de agua disponible tiene repercusiones en los ecosistemas, la producción agrícola, el suministro para el consumo humano y la calidad de vida de las personas, particularmente en áreas con escasas habilidades para adaptarse a situaciones climáticas extremas.

7.3. Riesgo asociado al aumento de temperaturas y olas de calor.

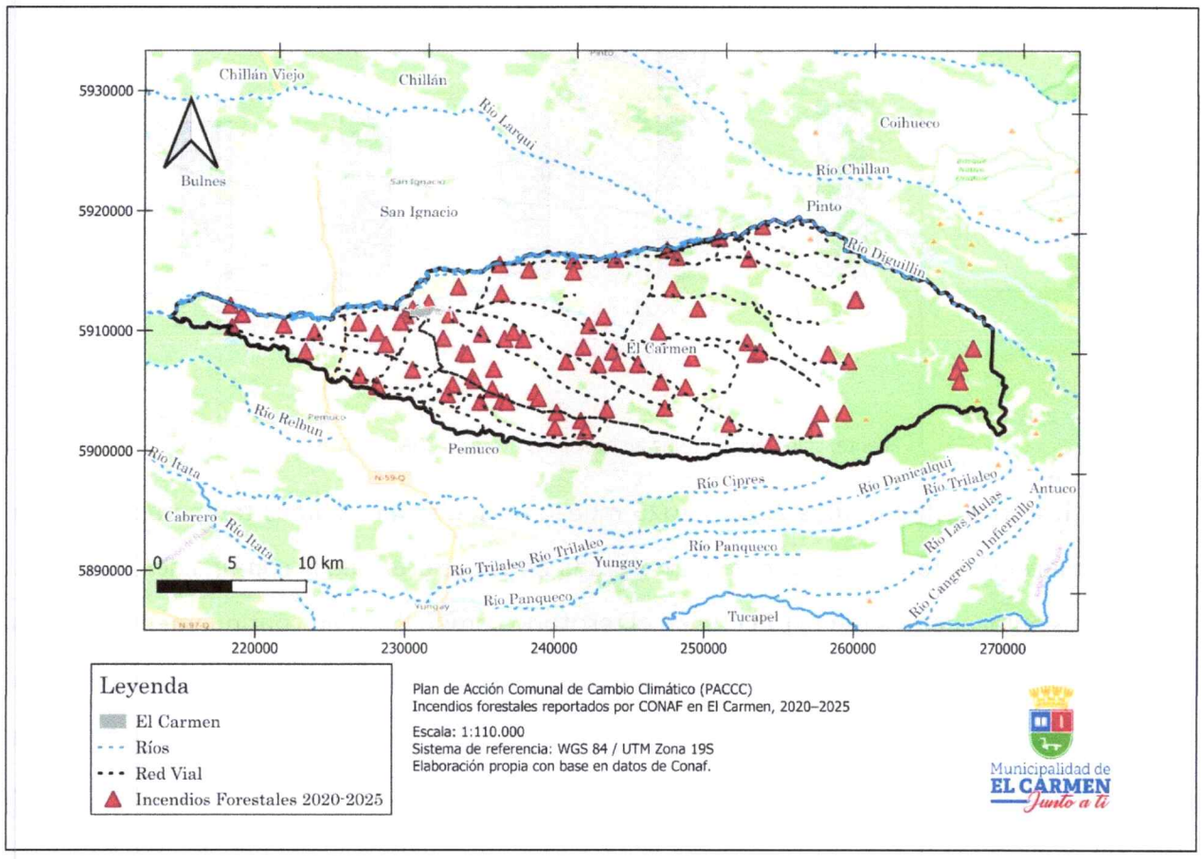
Una de las más serias amenazas climáticas para la comuna de El Carmen es el incremento constante de las temperaturas y la mayor frecuencia de olas de calor. Estas circunstancias tienen efectos en la salud de los ciudadanos, particularmente en colectivos vulnerables como son las personas adultas mayores, los niños y las niñas, los individuos con enfermedades crónicas y los residentes de áreas rurales que se enfrentan a un acceso más complicado a servicios e infraestructura. Igualmente, el incremento de las temperaturas propicia que la humedad en la vegetación y los suelos se reduzca, que la evapotranspiración aumente y que sistemas naturales y productivos experimenten más condiciones de estrés hídrico. De manera similar, el aumento de las temperaturas favorece que se produzcan y se propaguen incendios forestales, lo cual eleva los niveles de riesgo en zonas rurales y en áreas donde hay vegetación combustible.

7.4. Riesgo de incendios forestales.

La comuna de El Carmen tiene un alto riesgo de incendios forestales por causas relacionadas con el cambio climático, como el aumento de las temperaturas, la reducción de lluvias y la extensión

de los períodos secos. La propagación del fuego, sobre todo durante la temporada de verano, se ve incrementada por estas circunstancias que propician la acumulación de material vegetal combustible. La existencia de amplios sectores rurales, cobertura vegetal, actividades forestales y zonas de intersección entre lo urbano y lo rural aumenta las condiciones de vulnerabilidad ante este tipo de riesgos. Esto puede tener efectos en la infraestructura, los hogares, la calidad medioambiental del territorio comunal, los ecosistemas y las actividades productivas. Según los antecedentes históricos documentados en la comuna, se ha constatado que durante varias estaciones se producen repetidamente incendios forestales y que la superficie de vegetación se ve afectada, lo que pone de manifiesto el aumento de presión sobre el territorio y la urgencia de reforzar las medidas preventivas y adaptativas ante este tipo de situaciones.

Figura 17. Distribución espacial de incendios forestales reportados en la comuna de El Carmen (2020–2025)

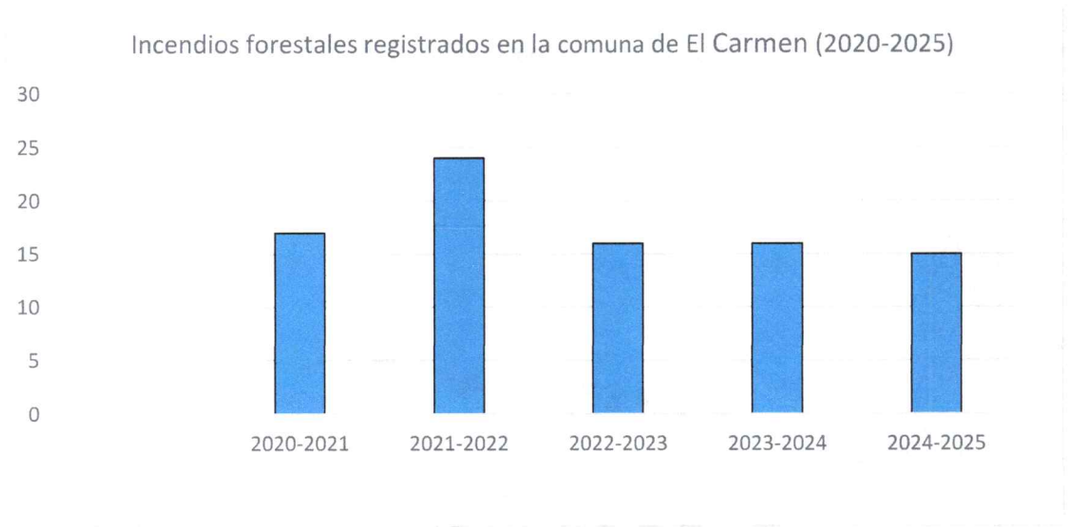


Fuente: Elaboración propia en base a registros de CONAF, 2026.

La distribución geográfica de incendios forestales ocurridos entre 2020 y 2025 revela que en diferentes zonas de la comuna de El Carmen se repiten con frecuencia estos sucesos, siendo más comunes en las áreas rurales y en los sectores donde hay vegetación y actividades silvoagropecuarias. Esta circunstancia demuestra la gran vulnerabilidad del territorio ante los incendios forestales y la importancia de reforzar las estrategias de prevención, gestión del riesgo y adaptación climática.

7.4.1. Comportamiento histórico de incendios forestales en la comuna de El Carmen.

Gráfico 3. Cantidad de incendios forestales registrados por temporada en la comuna de El Carmen (2020–2025).

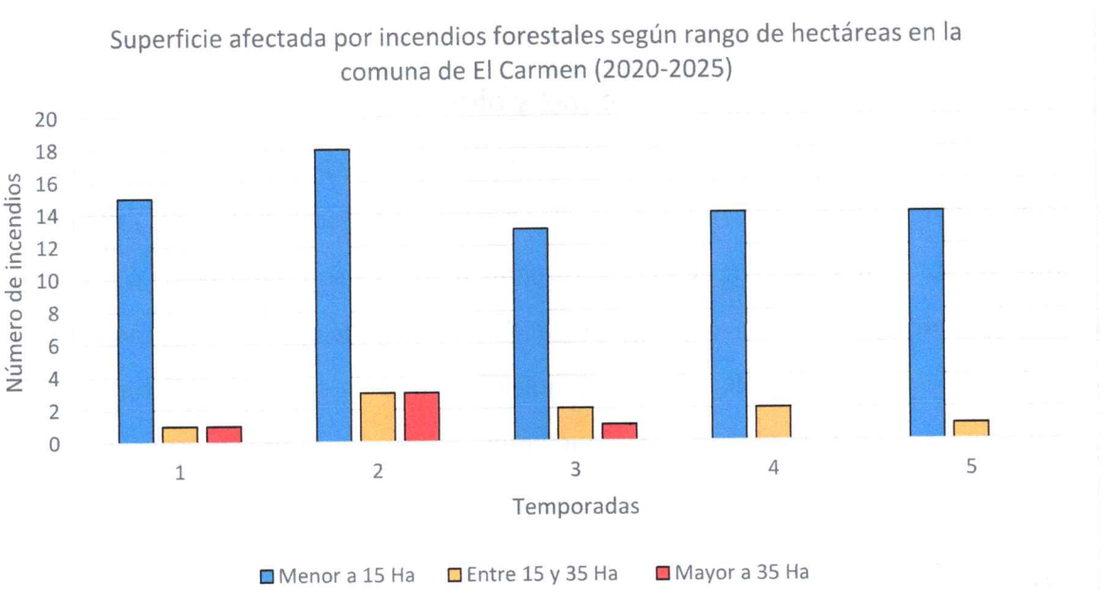


Fuente: Elaboración propia en base a registros de CONAF, 2026.

Los datos históricos de los años 2020 a 2025 muestran que en las últimas temporadas se han producido incendios forestales de manera reiterada en varias áreas de la comuna de El Carmen. Además, los antecedentes muestran que en el territorio comunal se dan continuamente sucesos de este tipo, sobre todo en zonas rurales y regiones con vegetación. Estas circunstancias están vinculadas con elementos relacionados al cambio climático, como las altas temperaturas, la escasez de agua y la reducción de humedad en las plantas. Estos factores tienen el potencial de propiciar la propagación del fuego y elevar los niveles de riesgo ante incendios forestales.

Gráfico 4. Superficie afectada por incendios forestales según rango de hectáreas en la comuna de El

Carmen periodo 2020-2025.



Fuente: Elaboración propia en base a registros de CONAF, 2026.

En lo que se refiere a la superficie afectada, se vio que durante el periodo de análisis ocurrieron incendios forestales de diversas escalas, siendo los de menor superficie afectada los más frecuentes. Sin embargo, también se han detectado incendios de mayor envergadura, lo que demuestra el posible efecto que estas amenazas pueden tener sobre la cobertura vegetal, los sectores rurales de la comuna y los ecosistemas. Asimismo, los incendios forestales producen impactos significativos en el medio ambiente y en el territorio, como la erosión del suelo, la disminución de la biodiversidad, el deterioro de los ecosistemas, la alteración de la calidad del aire y las amenazas a la población e infraestructura rural.

Los datos históricos hacen posible detectar cambios en la ocurrencia de incendios forestales a través de las temporadas más recientes, lo que muestra épocas con un mayor grado de afectación y áreas comprometidas. Estas circunstancias están vinculadas con el incremento de las temperaturas, la escasez de agua y la acumulación de materia vegetal combustible, elementos que elevan el peligro de que los incendios se expandan en la comuna. Además, los incendios forestales tienen efectos significativos a nivel territorial y ambiental, como la destrucción de

ecosistemas, el daño a los suelos, el riesgo para la población e infraestructura rural, la reducción de la biodiversidad y la disminución de cobertura vegetal.

7.5. Impactos sobre ecosistemas y biodiversidad.

La transformación del clima produce consecuencias graduales en los recursos naturales y ecosistemas de la comuna de El Carmen. Los cambios en el medio ambiente, la pérdida de la cobertura vegetal y la alteración de los ecosistemas naturales son impulsados por el hecho de que las temperaturas aumentan, la precipitación disminuye y los eventos extremos ocurren con más frecuencia. Además, los peligros como sequías, carencia de agua y fuegos forestales tienen un impacto en la biodiversidad local, lo que incrementa la presión sobre las especies autóctonas, los recursos hídricos y las zonas con valor ecológico que se encuentran en el territorio comunal.

8. Visión y Objetivos

El Carmen es una comuna que combina áreas rurales y urbanas y que tiene la capacidad de recuperarse ante el cambio climático, con poblaciones organizadas, ecosistemas restaurados y protegidos, una administración del agua segura y un modelo de desarrollo territorial centrado en salvaguardar la vida, la biodiversidad y el bienestar humano. La comuna aborda de forma proactiva los efectos del cambio climático, como las sequías, los incendios forestales, las olas de calor, las heladas y los fenómenos meteorológicos extremos a través de la gobernanza ambiental, la participación ciudadana, la planificación y la inversión pública. El territorio ha pasado de un modelo que era frágil, dependía de actividades extractivas y estaba muy expuesto a riesgos climáticos, a uno de desarrollo fundamentado en la naturaleza, la eficacia en el empleo de los recursos, la diversificación productiva y la energía limpia. Las decisiones en torno a la planificación comunal, la inversión y el ordenamiento del territorio incluyen criterios de adaptación y mitigación, para garantizar que el desarrollo de la comuna no incremente su vulnerabilidad ante los cambios climáticos. Los sectores rurales tienen acceso a agua segura, infraestructura adecuada para el clima, suelos protegidos y sistemas de producción agrícola y forestal que son más sostenibles, diversos y resilientes. Las zonas urbanas aportan áreas públicas que cuentan con sombra, cobertura vegetal y confort térmico, además de barrios concebidos para hacer frente a

la falta de agua, las temperaturas elevadas y los acontecimientos extremos, lo cual mejora la calidad de vida de sus habitantes. El Carmen se establece como una comuna ejemplar en la región en términos de adaptación y mitigación climática, gracias a un sistema de vigilancia climática local, planes para gestionar riesgos, brigadas comunitarias operativas y una población comprometida e informada. La acción climática a nivel local se sustenta en la educación medioambiental, la colaboración de la comunidad y el trabajo conjunto entre los servicios públicos, las entidades sociales, el municipio y el sector productivo. El municipio dirige su labor con los hechos, disminuyendo sus propias emisiones, fomentando la economía circular, la administración sostenible de residuos y la eficiencia energética; además, incorpora el cambio climático en todos sus planes, políticas y proyectos. El cambio climático ya no es únicamente una amenaza; es, además, una oportunidad para actualizar el territorio, mejorar la unidad social, salvaguardar los ecosistemas y edificar un municipio más equitativo, seguro, ecológico y listo para lo que viene.

8.1. Objetivos.

- Objetivo1: Aumentar la resiliencia territorial y comunitaria frente al cambio climático.
- Objetivo 2: Proteger y restaurar los ecosistemas como base de la adaptación climática.
- Objetivo 3: Reducir las emisiones y transformar el modelo de desarrollo local.
- Objetivo 4: Fortalecer la gobernanza climática, el conocimiento y la participación ciudadana.

9. Enfoque de género y grupos en situación de vulnerabilidad

Se fijan principios orientadores para permitir la correcta implementación, seguimiento y evaluación con el propósito de integrar la inclusión de grupos vulnerables y la perspectiva de género en las acciones de mitigación y adaptación del Plan de Acción Comunal frente al Cambio Climático. Estos principios intentan garantizar que las actividades del plan tengan en cuenta las diversas realidades sociales de la zona y ayuden a disminuir las disparidades existentes. Para esto, se han establecido dos ejes fundamentales: a) Gobernanza y b) Priorización.

9.1. Principio de Priorización

La finalidad de este criterio es determinar y describir los diversos grupos poblacionales que existen en la comuna, para así dar prioridad a las medidas que aborden la inclusión social y el enfoque de género. Para este propósito, se emplearán los datos oficiales del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), específicamente los resultados del Censo de Población y Vivienda 2024. Estos datos posibilitan el análisis de variables como la presencia de grupos en riesgo, la distribución por edad y género, así como la composición familiar. En este contexto, se prestará particular atención a grupos como las mujeres, los hombres mayores, los adolescentes y los niños y niñas, así como a la población que vive en sectores rurales diseminados, ya que son quienes tienen niveles de vulnerabilidad más altos ante el impacto del cambio climático. Si se priorizan estos grupos, se podrán dirigir las acciones hacia una mayor equidad social y territorial. Además, se prevé la creación de informes regulares que faciliten el análisis de la inclusión efectiva de estos criterios en la ejecución del plan, garantizando así su cumplimiento y posibilitando ajustes según los resultados alcanzados.

9.1.1. Indicadores de seguimiento del enfoque de género y grupos en situación de vulnerabilidad

Para garantizar que el enfoque de género y la inclusión sean aplicados correctamente en la implementación del Plan de Acción Comunal para el Cambio Climático, se definen los indicadores de monitoreo y evaluación que siguen:

Descripción de la población.

Para determinar y analizar los grupos prioritarios dentro de la comuna, se toman en cuenta los indicadores siguientes:

- Acceso a recursos y nivel educativo de mujeres, personas de edad avanzada y, si corresponde, comunidades indígenas presentes en la comuna.
- Estado y condición de salud de las mujeres y los ancianos, tomando en cuenta su acceso a la atención médica y a los servicios sanitarios.
- La composición del hogar, que incluye la detección de las mujeres que son jefas de familia.

- Cantidad de mujeres que realizan tareas de cuidado no pagadas en el hogar.
- Análisis económico de las mujeres y los ancianos, teniendo en cuenta su situación laboral (cesantía, empleo dependiente o independiente o cualquier otra circunstancia).
- Localización de individuos con discapacidad mental o física que se encuentren en el territorio de la comuna.

Supervisión de la aplicación

- Preparación de informes anuales que reflejen la implementación del enfoque de género y la inclusión en las medidas del PACCC.
- Registro de la cantidad de individuos que se benefician de las medidas, diferenciados por: sexo, edad (particularmente personas mayores) y condición de discapacidad.
- Determinación de la cantidad de personas que están informadas, son candidatas o se benefician de programas, acciones o iniciativas relacionadas con el plan.

9.2. Principio de Gobernanza

Se fomentarán espacios de diálogo territorial y participación ciudadana para garantizar que los residentes de la comuna de El Carmen puedan participar equitativa e inclusivamente en la ejecución de las estrategias de mitigación y adaptación del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático. Con el propósito de reforzar la toma de decisiones informadas, estas instancias se enfocarán en tomar en cuenta la diversidad social del área y garantizar que se incluya el enfoque de género y los grupos vulnerables. En este escenario, el plan se sustentará en procesos participativos que faciliten la representación de diferentes actores locales, como organizaciones sociales, comunidades rurales y grupos prioritarios, con el objetivo de progresar hacia una administración climática más representativa e inclusiva.

9.2.1. Indicadores de gobernanza

- Creación de espacios de diálogo y participación (capacitaciones, talleres y/o reuniones), establecidos con criterios de enfoque de género e inclusión.
- Impulsar la igualdad de género en los espacios de toma de decisiones, a través de la participación equilibrada de hombres y mujeres en actividades relacionadas con el PACCC.

- La inclusión de grupos vulnerables en los procedimientos participativos, como por ejemplo personas con discapacidad, adultos mayores y otros sectores importantes dentro del territorio comunal.
- Como parte de la actualización de herramientas para planificar el territorio que incluyan el componente del cambio climático, es necesario garantizar la realización de instancias participativas con representación equitativa y variada, asegurando así la inclusión de los diferentes grupos poblacionales.

10. Hoja de Ruta Climática Comunal.

La Hoja de Ruta Climática Comunal que está vigente define las guías más relevantes para la ejecución del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) en El Carmen entre los años 2026 y 2029. Se trata de una herramienta estratégica que busca potenciar la habilidad del territorio para adaptarse y ser resiliente ante las consecuencias del cambio climático. Su objetivo es guiar el desarrollo continuo de acciones de mitigación y adaptación, fomentando una administración comunal más integrada, preventiva y sostenible con los principales mecanismos de planificación nacional y regional en lo que se refiere al medio ambiente y al clima. En este sentido, la hoja de ruta posibilita la transición del diagnóstico territorial y climático hacia la puesta en marcha real de acciones comunales, teniendo en cuenta los rasgos rurales de la comuna, el esparcimiento geográfico de la población, la dependencia de las actividades silvoagropecuarias y las necesidades detectadas durante el proceso participativo que se realizó con los actores locales y la comunidad. Esta planificación también se basa en una perspectiva territorial, participativa y fundamentada en pruebas técnicas, incorporando criterios de sostenibilidad medioambiental, prevención y el fortalecimiento de habilidades locales. De igual manera, incorpora una visión orientada a disminuir las condiciones de vulnerabilidad presentes en el territorio, promoviendo acciones que contribuyan al bienestar de la población y a la protección de los recursos naturales de la comuna. Teniendo en cuenta las proyecciones para la región centro-sur del país y el clima actual, este instrumento tiene como objetivo potenciar la habilidad adaptativa de la comuna ante peligros como las sequías extensas, los incendios forestales, el incremento de temperaturas, las olas de calor, los fenómenos climáticos extremos, la escasez de agua y la degradación

medioambiental de los ecosistemas. Por lo tanto, se sugiere progresar en proyectos relacionados con la gestión sostenible del agua, la educación sobre el medio ambiente, la plantación de árboles, el manejo de desechos, la protección del entorno y el empoderamiento de las comunidades. Además, para llevar a cabo esta hoja de ruta, es necesario que el municipio, los servicios públicos, las entidades comunitarias, las instituciones educativas y otros actores territoriales colaboren continuamente. De esta manera se impulsará una gobernanza climática local que posibilite coordinar esfuerzos y robustecer la respuesta de la comunidad ante los retos relacionados con el cambio climático. En este escenario, las acciones del PACCC se organizan en torno a varias líneas estratégicas con el objetivo de consolidar la adaptación y la mitigación climática en la comuna. Estas medidas se enfocan en áreas prioritarias para el territorio y posibilitan planificar actividades de corto, mediano y largo plazo que beneficien a las generaciones actuales y venideras.

10.1. Ejes Estratégicos de Acción Climática.

Para efectos de implementación, el PACCC de la comuna de El Carmen se organiza en los siguientes ejes estratégicos:

- Gestión hídrica y resiliencia frente a la escasez de agua: Orientado a fortalecer la seguridad hídrica comunal mediante acciones de apoyo a sistemas APR, educación sobre uso eficiente del agua, promoción de soluciones sostenibles de abastecimiento y fortalecimiento de capacidades locales frente al déficit hídrico.
- Gestión ambiental y economía circular: Busca fortalecer la prevención y valorización de residuos mediante programas de reciclaje, educación ambiental, reducción de residuos domiciliarios y promoción de prácticas de economía circular en sectores urbanos y rurales.
- Protección y restauración ambiental: Considera iniciativas de arborización, recuperación de espacios degradados, fortalecimiento de áreas verdes, protección de ecosistemas y promoción de soluciones basadas en la naturaleza para aumentar la resiliencia territorial.
- Educación ambiental y fortalecimiento comunitario: Promueve el desarrollo de capacidades locales mediante actividades de educación ambiental, sensibilización climática y participación comunitaria, fortaleciendo el rol de la ciudadanía frente al cambio climático.

- Gestión del riesgo climático y fortalecimiento institucional: Busca fortalecer la preparación comunal frente a emergencias y eventos climáticos extremos mediante coordinación institucional, apoyo territorial, difusión preventiva y fortalecimiento de herramientas de gestión municipal.

10.2. Principios de Implementación.

La ejecución del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) en la comuna de El Carmen se llevará a cabo con base en principios que posibiliten el fortalecimiento de una gestión territorial más resiliente, sostenible y participativa ante las consecuencias del cambio climático. En este contexto, las medidas sugeridas tendrán en cuenta los rasgos urbanos y rurales de la comuna, dando prioridad a las áreas con niveles más altos de vulnerabilidad socioambiental y climática. Además, el procedimiento de implementación fomentará la implicación activa de entidades comunitarias, consejos de vecinos, instituciones educativas y diversos agentes territoriales, valorando lo relevante que es trabajar en colaboración y tener conocimiento local para afrontar los retos climáticos de la comuna. Las acciones que se impulsan también buscarán ayudar a reducir las brechas sociales y territoriales, enfocándose en fortalecer la resiliencia de los grupos y sectores más vulnerables a las consecuencias del cambio climático. Además, el PACCC dará prioridad a proyectos enfocados en la sostenibilidad del medio ambiente, fomentando soluciones que ayuden a conservar los ecosistemas, los recursos naturales y la calidad ambiental de la zona comunal. Por último, para poner en práctica esta hoja de ruta será necesario que diversas entidades municipales, servicios públicos e instituciones externas colaboren de forma continua. Esto favorecerá la gobernanza climática a nivel local y permitirá avanzar de manera articulada y eficaz en el cumplimiento de los objetivos propuestos en este instrumento.

Tabla 2. Principios orientadores para la implementación del Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) de la comuna de El Carmen.

Principio	Descripción
Enfoque territorial	Las medidas consideran las características urbanas y rurales de la comuna, priorizando sectores con mayor vulnerabilidad climática y socioambiental.
Participación ciudadana	Se promoverá la participación activa de organizaciones comunitarias, juntas de vecinos, establecimientos educacionales y actores territoriales.
Equidad territorial y social	Las acciones buscarán disminuir brechas territoriales y fortalecer la resiliencia de grupos y sectores más vulnerables.
Sustentabilidad ambiental	El PACCC priorizará iniciativas orientadas a la protección de ecosistemas y recursos naturales de la comuna.
Coordinación interinstitucional	La implementación requerirá articulación entre unidades municipales, servicios públicos e instituciones externas.

Fuente: Elaboración propia.

10.3. Implementación y Seguimiento.

La puesta en marcha del PACCC se llevará a cabo bajo la dirección de la Municipalidad de El Carmen, mediante el Departamento de Medio Ambiente, y en colaboración con varias unidades municipales y actores territoriales significativos. Se llevará a cabo el seguimiento de las medidas con indicadores de cumplimiento y monitoreo establecidos en este instrumento, lo que posibilitará la evaluación regular del progreso de las acciones comprometidas para el periodo 2026-2029. Además, se impulsará la búsqueda de financiación a nivel regional, nacional y extranjero para reforzar la implementación de iniciativas climáticas a nivel local. Se tendrán en cuenta los fondos públicos, los programas sectoriales y los instrumentos de apoyo disponibles para las autoridades locales.

10.4. Horizonte de Implementación.

Las medidas sugeridas en el presente PACCC contemplan un horizonte inicial de implementación que abarca desde 2026 hasta 2029, aunque existe la posibilidad de extenderlo y actualizarlo según:

- Requerimientos territoriales novedosos.
- Accesibilidad a financiación.
- Actualización de instrumentos para el clima.
- Análisis de progreso y cumplimiento.
- Nuevos contextos de riesgo relacionados con el clima.
- En este sentido, la Hoja de Ruta Climática Comunal aspira a convertirse en una herramienta flexible y orientativa para robustecer la capacidad de respuesta territorial de El Carmen ante los retos presentes y futuros que plantea el cambio climático.

11. Medios de Implementación, Monitoreo y Evaluación del PACCC.

Para garantizar el progreso continuo de las acciones de adaptación y mitigación definidas para el periodo 2026-2029, es necesario instaurar procedimientos precisos de gestión, coordinación, financiamiento, seguimiento y evaluación para implementar el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático en la comuna de El Carmen. En este contexto, se entiende por medios de implementación la serie de condiciones técnicas, comunitarias, operativas, financieras e institucionales requeridas para implementar las medidas sugeridas en el presente plan. Estos medios hacen posible que las acciones planificadas se conviertan en iniciativas específicas, teniendo en cuenta la colaboración entre sectores, la implicación de los ciudadanos, las habilidades municipales y la búsqueda de fondos externos. La vigilancia y evaluación del PACCC también son etapas esenciales para constatar si las medidas se han cumplido, detectar avances, identificar obstáculos y hacer modificaciones a tiempo durante la fase de implementación. Para alcanzar esto, cada acción del plan tiene indicadores, objetivos, responsables, plazos y medios de verificación que harán posible evaluar el nivel de cumplimiento y guiar la toma de decisiones en el municipio. Este sistema de seguimiento está relacionado con lo dispuesto en la Ley Marco de Cambio Climático, que establece que los Planes de Acción Comunal para el Cambio Climático

deben incluir medidas para adaptarse, mitigar, implementar, así como plazos, responsables e indicadores para monitorear, reportar y verificar.

11.1. Propósito del sistema de evaluación y monitoreo.

El objetivo principal del sistema de monitoreo y evaluación del PACCC es hacer un seguimiento a la aplicación de las medidas de mitigación y adaptación establecidas para la comuna de El Carmen, lo cual permite apreciar su progreso, eficacia, obstáculos en su implementación y aporte a la resistencia climática comunal tabla 3.

Este sistema tiene como objetivo, en particular:

Tabla 3.Metas concretas del sistema de monitoreo y seguimiento del PACCC en la comuna de El Carmen.

Descripción	Objetivo específico de la supervisión
Comprobar el progreso de las medidas	Inspeccionar regularmente la realización de los indicadores, metas, plazos y actividades fijados en cada ficha de medida
Mejorar la administración municipal	Proveer información valiosa para que el municipio y el equipo encargado de implementar el PACCC puedan tomar decisiones.
Detectar brechas y dificultades	Identificar problemas relacionados con las finanzas, la administración, el territorio o la técnica que obstaculicen la implementación de las medidas.
Perfeccionar la planificación climática a nivel local	Modificar o renovar las acciones según lo requiera, en función de los resultados logrados y las transformaciones en el entorno comunitario.
Hacer más accesible la rendición de cuentas	Tener a disposición medios de verificación que apoyen el progreso del plan frente a las autoridades, la comunidad y las instituciones colaboradoras.

Fuentes: Elaboración propia.

11.2. Gobernanza para llevar a cabo el PACCC

La Dirección de Medio Ambiente, perteneciente a la Municipalidad de El Carmen, será la encargada de llevar a cabo la implementación del PACCC en colaboración con las diversas unidades municipales tabla 4, relacionadas con el manejo territorial, social, ambiental, productivo y de emergencias.

El Departamento de Medio Ambiente desempeñará una función de coordinación, supervisando la implementación de las acciones, la recolección de los medios verificativos y la creación de informes internos sobre el progreso. No obstante, llevar a cabo el plan requiere una coordinación transversal entre diferentes entidades municipales, organizaciones comunitarias, instituciones del gobierno y actores locales.

Tabla 4. Actores e instituciones encargadas de la puesta en marcha y la supervisión del PACCC en El Carmen.

Actor o institución	Función en la puesta en marcha del PACCC
Departamento de Medio Ambiente / DIMAO	Coordinar el despliegue general del PACCC, rastrear indicadores, sistematizar progresos y respaldar la aplicación de medidas medioambientales.
Alcaldía	Proporcionar apoyo institucional y político para la puesta en marcha del plan, así como respaldar la administración de recursos.
Concejo Municipal	Familiarizarse con los progresos del plan, respaldar la priorización de las acciones y reforzar la integración del cambio climático en el manejo comunal.
SECPLAN	Colaborar en la elaboración de proyectos, en la búsqueda de financiación y en el vínculo entre el PACCC y los instrumentos de planificación comunal.
DOM	Cooperar en acciones relacionadas con la infraestructura, los riesgos, los espacios públicos, la planificación del territorio y las obras.
DIDECO	Fomentar la conexión con juntas de vecinos, grupos vulnerables, mujeres, niños y adultos mayores

Unidad de Emergencia Municipal	Coordinar acciones relacionadas con la prevención de riesgos y la respuesta a emergencias, así como con eventos climáticos extremos.
DAEM	Respaldar iniciativas para educar en materia ambiental, tomar conciencia sobre el clima y promover la participación de las comunidades escolares.
Departamento de Salud Municipal	Cooperar en acciones relacionadas con las olas de calor, la salud a nivel comunitario, la población en situación de vulnerabilidad y la prevención de riesgos sanitarios.
Asociaciones comunitarias y juntas de vecinos	Colaborar en la implementación, validación territorial y monitoreo a nivel comunitario de las disposiciones locales.
Entidades públicas regionales	Colaborar en la búsqueda de financiación, asistencia técnica y puesta en marcha de programas sectoriales, así como proporcionar soporte técnico.

Fuente: Elaboración propia.

11.3. Métodos para implementar el PACCC.

Los medios de implementación del PACCC se estructuran en cinco áreas fundamentales: técnico, financiero, institucional, comunitaria e informativa, tabla 5. Estos campos posibilitan la identificación de las condiciones requeridas para implementar con coordinación y progresivamente las medidas establecidas en el plan.

Tabla 5. Medios de aplicación que se tienen en cuenta para llevar a cabo el PACCC en la comuna de El Carmen

Medio de implementación	Descripción	Ejemplos que se pueden aplicar al PACCC de El Carmen
Institucional	Se refiere a la coordinación interna del municipio y a la colaboración con entidades externas.	Coordinaciones municipales, trabajo con la SEREMI, CONAF, GORE, SUBDERE, MMA, INDAP, DOH y DGA.
Financiero	Considera la identificación y gestión de recursos para ejecutar medidas.	Solicitud para el FNDR, SUBDERE, Fondo de Protección Ambiental, fondo de reciclaje, iniciativas sectoriales, fondos a nivel regional y recursos a nivel municipal.
Técnico	Comprende capacidades profesionales, estudios, información territorial, diagnósticos y asistencia especializada.	Empleo de ARCLIM, CR2, información DMC, cartografía, asesoría en términos técnicos, reportes municipales, catastros territoriales y diagnósticos a nivel comunitario.
Comunitario	Tiene en cuenta la intervención activa de la comunidad en el seguimiento y ejecución de las medidas.	Actividades de participación ciudadana, educación ambiental, juntas vecinales, escuelas, adultos mayores y organizaciones rurales.
Información y seguimiento	Se refiere a la evaluación, sistematización y registro de los progresos en intervalos regulares.	Listas de asistencia, actas, informes, bases de datos, reportes anuales y actualización de indicadores.

Fuente: Elaboración propia.

11.4. Financiamiento para la implementación de proyectos

La implementación del PACCC estará determinada por una combinación de fondos sectoriales, recursos municipales, programas públicos, fondos regionales y colaboraciones estratégicas con entidades públicas, privadas, académicas y comunitarias.

No todas las medidas necesitarán una financiación directa costosa. Algunas se podrán llevar a cabo mediante la gestión municipal, la colaboración entre instituciones, la educación en temas ambientales, el trabajo comunitario o los recursos humanos existentes. No obstante, otras acciones exigirán la creación de proyectos, la inversión en infraestructura, el equipamiento, la contratación de servicios o la asistencia técnica especializada.

Tabla 6. Principales fuentes de financiamiento para la implementación del PACCC de la comuna de El Carmen

Posible fuente de financiación	Tipo de medida que podría financiar	Entidad asociada
Presupuesto municipal	Tareas de gestión, educación del medio ambiente, coordinación, divulgación y actividades de menor tamaño.	Alcaldía de El Carmen
Fondo Nacional de Desarrollo Regional, FNDR	Proyectos relacionados con la infraestructura, los espacios públicos, el equipamiento, la gestión del agua, los residuos o las áreas verdes.	Gobierno Regional de Ñuble
SUBDERE	Proyectos de infraestructura menor, saneamiento sanitario, equipamiento comunal y urbanismo.	Secretaría de Desarrollo Regional
Fondo de Protección Ambiental (FPA)	proyectos a nivel local, biodiversidad, residuos, restauración, participación de la comunidad y educación en cuestiones ambientales.	Ministerio de Medio Ambiente
Fondo para el Reciclaje (FPR)	Administración de desechos, reciclaje, economía circular, puntos ecológicos y enseñanza ambiental.	Ministerio de Medio Ambiente

Programas CONAF	Restauración, arborización, manejo de vegetación y prevención de fuegos forestales.	CONAF
Proyectos INDAP	Prácticas sostenibles, adaptación de la producción, eficiencia del agua y agricultura familiar campesina	INDAP
Programas de eficiencia energética	Educación en materia de energía, recambio de tecnología, eficiencia energética a nivel municipal y energía	Agencia de Sostenibilidad Energética / Ministerio de Energía
Acuerdos con universidades	Análisis, recopilación de datos, cartografía, diagnósticos y soporte técnico.	Instituciones académicas y universidades
Alianzas entre el sector público y el privado	Apoyo logístico, donaciones, equipamiento, campañas y acciones a nivel comunitario.	Compañías, entidades y organizaciones colaboradoras

Fuente: Elaboración propia.

11.5. Sistema de seguimiento del PACCC

El seguimiento del PACCC se llevará a cabo a través de la evaluación regular del progreso de cada medida, teniendo en cuenta los indicadores establecidos, las metas previstas, los métodos de verificación y el tiempo de ejecución, tabla 7. El Departamento de Medio Ambiente tendrá la responsabilidad de organizar este proceso, pidiendo datos a las instituciones colaboradoras y a las unidades municipales cuando sea necesario. En este sentido, se aconseja hacer uso de un registro anual que posibilite documentar el progreso de cada medida y conservar evidencia documental de las acciones llevadas a cabo.

Tabla 7. Elementos considerados para el monitoreo y seguimiento de las medidas del PACCC de la comuna de El Carmen.

Elemento de supervisión	Descripción
Medida evaluada	Título de la medida de adaptación o mitigación que está incluida en el PACCC.
Actividades ejecutadas	Acciones específicas llevadas a cabo a lo largo del periodo evaluado.
Indicador relacionado	Indicador establecido para evaluar el progreso de la medida.
Meta esperada	Resultado que se prevé obtener durante el tiempo de implementación.
Medio de verificación	Documento, imagen, registro, acta, informe u otra evidencia que muestre el progreso.
Responsable	La entidad municipal o institución que tiene la responsabilidad de implementar o reportar la medida.
Estado de progreso	Grado de cumplimiento de la medida.
Observaciones	Dificultades, adaptaciones requeridas o sugerencias para el próximo período.

Fuente: Elaboración propia.

11.6. Periodicidad de la supervisión.

Cada año, se llevará a cabo el seguimiento del PACCC con un análisis general de cómo han progresado las medidas en el último trimestre, tabla 8. Esta revisión posibilitará detectar progresos, brechas, necesidades de financiamiento y modificaciones para el año siguiente.

Tabla 8. Frecuencia y personas a cargo de la evaluación y supervisión del PACCC en la localidad de El Carmen.

Tipo de seguimiento	Frecuencia	Responsable principal	Registro esperado
Vigilancia interna de actividades	Semestral	Unidades municipales / Departamento de Medio Ambiente	Registro interno de progresos y obstáculos.
Evaluación anual del PACCC	Una vez al año	Departamento de Medio Ambiente	Reporte de progreso anual del PACCC.
Revisión de indicadores	Cada año	Departamento de Medio Ambiente y unidades encargadas	Renovación de matriz de indicadores.

Informe de progreso	Anual o según se necesite	Alcaldía / Municipio / Concejo Municipal	Presentación o informe de progreso.
Actualización del plan	Al finalizar el periodo o cuando sea requerido	Municipalidad de El Carmen	Modificaciones o renovación del PACCC.

Fuente: Elaboración propia.

11.7. Estados de progreso de las acciones

Con el fin de simplificar la evaluación del cumplimiento del PACCC, se sugiere clasificar el estado de progreso de cada medida en cinco categorías. Esta categorización permitirá tener una perspectiva clara del avance del plan y dar prioridad a las acciones que necesiten más apoyo financiero o técnico vistos en la tabla 9.

Tabla 9. Estados de avance para el seguimiento y evaluación de las medidas del PACCC de la comuna de El Carmen.

Estado de progreso	Explicación	Criterio general
No iniciada	La medida todavía no tiene actividades realizadas.	No hay acciones, gestiones o métodos de verificación relacionados.
En planificación	La medida incluye gestiones iniciales, diseño, coordinación o búsqueda de financiación.	Hay encuentros, sugerencias, elaboración de proyectos o coordinación inicial.
En ejecución	La medida está llevando a cabo actividades específicas.	Hay acciones que se han ejecutado, fotografías, registros, informes o actividades que están sucediendo.
Progreso notable	La medida muestra un cumplimiento parcial significativo en relación con sus objetivos	Se han realizado diversas actividades y hay pruebas que se pueden verificar.
Cumplida	La medida llegó a la meta establecida para el periodo evaluado.	Existen suficientes medios de verificación que evidencian la realización.

Fuente: Elaboración propia.

11.8. Monitoreo y evaluación del PACCC

El Departamento de Medio Ambiente (DIMAO), junto con las diversas unidades municipales y las entidades colaboradoras que participan en la ejecución de las medidas, se encargarán de supervisar el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) del municipio de El Carmen, tabla 10. Esta serie de procedimientos posibilitará la evaluación del progreso de las acciones sugeridas, el reconocimiento de obstáculos y la comprobación del cumplimiento de los objetivos establecidos para el período 2026-2029. El PACCC será evaluado anualmente, tomando en cuenta la revisión de indicadores, las actividades llevadas a cabo y los métodos de verificación vinculados a cada medida. Con ese fin, será posible emplear diferentes registros técnicos y administrativos que posibiliten una evaluación objetiva del progreso de las acciones implementadas.

Tabla 10. Responsabilidades y métodos para verificar el seguimiento del PACCC.

Aspecto	Descripción
Coordinación general	DIMAO/ Departamento de Medio Ambiente.
Implementación de medidas	Las unidades municipales a cargo, según cada medida.
Asistencia técnica	instituciones públicas, universidades y entidades especializadas.
Apoyo de la comunidad	Juntas vecinales, organizaciones comunitarias y actores locales.
Medios de verificación Registros de actividades	listas de asistencia, fotografías, actas y reportes.
Evaluación del progreso	Revisión anual de los indicadores, las medidas y los objetivos alcanzados.

Fuente: Elaboración propia.

11.9. Fortalecimiento y actualización del PACCC.

El PACCC debe ser considerado como una herramienta ágil y adaptable, que tiene la capacidad de actualizarse dependiendo de nuevos datos técnicos, transformaciones territoriales, disponibilidad de financiamiento o alteraciones en los instrumentos regionales y nacionales vinculados con el cambio climático. Al actualizarse el plan, se podrá modificar los indicadores, las medidas, los responsables y los objetivos si es preciso; de esta manera, se robustecerá la capacidad de respuesta de la comuna ante los retos climáticos actuales y futuros.

Tabla 11. Elementos tomados en cuenta para la renovación del PACCC.

Elemento a actualizar	Criterio
Diagnóstico climático	Adición de proyecciones climáticas, nuevos datos o investigaciones.
Medidas	Adaptaciones a nuevas prioridades comunales o necesidades territoriales.
Indicadores	Mejoras en los métodos de evaluación y seguimiento.
Objetivos	Ajustes de acuerdo con los recursos existentes y las capacidades municipales.
Responsables	Modificaciones en la estructura municipal o incorporación de nuevas entidades colaboradoras.
Financiamiento	Programas públicos disponibles o nuevas posibilidades de financiamiento.

Fuente: Elaboración propia.

12. Medidas de Adaptación y Mitigación de la Comuna de El Carmen.

El Plan de Acción Comunal de Cambio Climático de la comuna de El Carmen incluye 11 medidas en total, las cuales están enfocadas en tratar los retos climáticos más importantes del área, tanto desde el punto de vista adaptativo como desde el mitigador. Siete de estas medidas se concentran en la adaptación, orientadas a reducir la vulnerabilidad de las personas y del área frente a las consecuencias del cambio climático, como son los fenómenos extremos, la escasez de agua y situaciones de riesgo. Cinco de las medidas, por otro lado, están relacionadas con la mitigación, ya que buscan disminuir la emisión de gases de efecto invernadero a través de acciones centradas en la gestión de residuos, el uso eficiente de la energía y las prácticas sostenibles.

En la Tabla 12 se muestran las medidas sugeridas para ser aplicadas entre los años 2026 y 2029, según su aportación a la adaptación o mitigación, de forma resumida.

Tabla 12. Medidas comunales de adaptación y mitigación frente al cambio climático.

Objetivo	Medidas	Orientación
Aumentar la resiliencia territorial y comunitaria frente al cambio climático.	**M1)** Impulsar una gestión local y sostenible del agua, fortaleciendo sistemas APR y soluciones de abastecimiento hídrico.	Adaptación
	M2) Disminuir el riesgo de incendios forestales mediante acciones preventivas, silvicultura y fortalecimiento comunitario.	Adaptación
	M3) Fortalecer la capacidad de respuesta comunal ante eventos climáticos extremos.	Adaptación
Proteger y restaurar los ecosistemas como base de la adaptación climática	**M4)** Restaurar ecosistemas mediante reforestación con especies nativas y conservación de áreas degradadas.	Adaptación
	M5) Proteger y gestionar sustentablemente ríos y esteros de la comuna.	Adaptación
	M6) Implementar infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza en espacios urbanos y rurales.	Adaptación
Reducir las emisiones y transformar el modelo de desarrollo local	**M7)** Impulsar el uso de energías renovables y eficiencia energética en la comuna.	Mitigación.
	M8) Fortalecer el manejo de residuos orgánicos mediante compostaje y valorización.	Mitigación.
	M9) Implementación de sistemas de captación subterránea para riego eficiente y apoyo a emergencias en espacios públicos urbanos	Adaptación y Mitigación.
	M10) Ampliar la red de puntos limpios en sectores urbanos y rurales de la comuna, con el objetivo de alcanzar al menos 15 puntos limpios operativos.	Mitigación.
Fortalecer la gobernanza climática, el conocimiento y la participación ciudadana	**M11)** Desarrollar un programa comunal de educación y sensibilización climática, mediante talleres, charlas y campañas dirigidas a la comunidad, orientadas a informar sobre los efectos del cambio climático y promover prácticas de adaptación y mitigación a nivel local.	Adaptación y Mitigación

Fuente: Elaboración propia

13. Indicadores

La Tabla 13 presenta en detalle los indicadores que se han establecido para monitorear las acciones de mitigación y adaptación incluidas en el Plan de Acción Comunal del Cambio Climático de la comuna de El Carmen. Estos posibilitan analizar el nivel de progreso en la aplicación de las acciones sugeridas y su aporte a que la resiliencia se haga más fuerte y a que las emisiones locales disminuyan. Las metas vinculadas a cada indicador se han determinado tomando en cuenta las capacidades de las comunidades y las condiciones del territorio, contemplando su realización dentro de un plazo de cinco años, es decir, entre 2026 y 2029.

Tabla 13. Indicadores de seguimiento de las medidas de adaptación y mitigación del cambio climático.

Medidas	Indicadores	Metas
M1) Impulsar una gestión local y sostenible del agua, fortaleciendo sistemas APR y soluciones de abastecimiento hídrico.	Número de iniciativas implementadas	Implementar al menos 1 iniciativa de gestión hídrica al quinto año.
M2) Disminuir el riesgo de incendios forestales mediante acciones preventivas, silvicultura y fortalecimiento comunitario.	Número de acciones implementadas por año	Ejecutar al menos 1 acción anual de prevención o control de incendios forestales.
M3) Fortalecer la capacidad de respuesta comunal ante eventos climáticos extremos.	Número de acciones implementadas por año	Ejecutar al menos 1 acción anual de preparación o respuesta ante eventos climáticos extremos.
M4) Restaurar ecosistemas mediante reforestación con especies nativas y conservación de áreas degradadas.	Número de árboles nativos plantados y mantenidos en sectores rurales; número de espacios intervenidos	Implementar acciones de restauración mediante la plantación y mantención de al menos 100 árboles nativos en un periodo de 5 años, junto con la intervención de al menos 5 espacios degradados en sectores rurales de la comuna.

M5) Proteger y gestionar sustentablemente ríos y esteros de la comuna.	Número de acciones implementadas por año	Ejecutar al menos 1 acción anual de protección y gestión de ríos y esteros.
M6) Implementar infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza en espacios urbanos y rurales.	Número de iniciativas implementadas	Implementar al menos 1 intervención de infraestructura verde durante el período del plan.
M7) Impulsar el uso de energías renovables y eficiencia energética en la comuna.	Número de iniciativas implementadas	Implementar al menos 1 iniciativa de energías renovables o eficiencia energética al quinto año.
M8) Fortalecer el manejo de residuos orgánicos mediante compostaje y valorización.	Número de programas implementados	Implementar al menos 1 programa de manejo de residuos orgánicos durante el período del plan.
M9) Implementación de sistemas de captación subterránea para riego eficiente y apoyo a emergencias en espacios públicos urbanos.	Número de sistemas de captación subterránea implementados.	Avanzar en la implementación de sistemas de captación subterránea para riego y apoyo a emergencias en espacios públicos urbanos de la comuna durante el período de ejecución del PACCC.
M10) Ampliar la red de puntos limpios en sectores urbanos y rurales de la comuna, con el objetivo de alcanzar al menos 15 puntos limpios operativos.	Número de puntos limpios operativos	Alcanzar al menos 15 puntos limpios operativos al quinto año.
M11) Desarrollar un programa comunal de educación y sensibilización climática, mediante talleres, charlas y campañas dirigidas a la comunidad, orientadas a informar sobre los efectos del cambio climático y promover prácticas de adaptación y mitigación a nivel local.	Número de actividades realizadas por año	Ejecutar al menos 1 actividad anual de educación y sensibilización climática.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 14 muestra las medidas de adaptación y mitigación que se propusieron para la comuna de El Carmen, con base en los criterios de factibilidad de ejecución, costo e impacto previsto en el logro de las metas del plan. Este análisis ayuda a guiar la toma de decisiones, ya que hace más fácil identificar las medidas que tienen una mayor eficacia y viabilidad a nivel comunitario. Las acciones estratégicas para llevar a cabo el Plan de Acción Comunal de Cambio Climático se representan mediante aquellas medidas que obtienen una puntuación más alta en la priorización.

Tabla 14. Priorización de las medidas propuestas Comuna de El Carmen. Se destaca en negrita las medidas con mayor priorización.

Medidas	Costo	Factibilidad	Impacto	Priorización
M1) Impulsar una gestión local y sostenible del agua, fortaleciendo sistemas APR y soluciones de abastecimiento hídrico.	Alto	Media	Alto	4,2
M2) Disminuir el riesgo de incendios forestales mediante acciones preventivas, silvicultura y fortalecimiento comunitario.	Alto	Alta	Alto	4,4
M3) Fortalecer la capacidad de respuesta comunal ante eventos climáticos extremos.	Medio	Alta	Alto	4,4
M4) Restaurar ecosistemas mediante reforestación con especies nativas y conservación de áreas degradadas.	**Alto**	**Alta**	**Alto**	**5,0**
M5) Proteger y gestionar sustentablemente ríos y esteros de la comuna.	**Medio**	**Alta**	**Alto**	**5,0**
M6) Implementar infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza en espacios urbanos y rurales.	**Medio**	**Alto**	**Alto**	**5,0**
M7) Impulsar el uso de energías renovables y eficiencia energética en la comuna.	Medio	Alta	Alto	4,0
M8) Fortalecer el manejo de residuos orgánicos mediante compostaje y valorización.	**Alto**	**Alto**	**Al to**	**5,0**
M9) Implementación de sistemas de captación subterránea para riego eficiente y apoyo a emergencias en espacios públicos urbanos.	Alto	Media	Alto	4,0

M10) Ampliar la red de puntos limpios en sectores urbanos y rurales de la comuna, con el objetivo de alcanzar al menos 15 puntos limpios operativos.	**Medio**	**Alta**	**Alto**	**5,0**
M11) Desarrollar un programa comunal de educación y sensibilización climática, mediante talleres, charlas y campañas dirigidas a la comunidad, orientadas a informar sobre los efectos del cambio climático y promover prácticas de adaptación y mitigación a nivel local.	**Bajo**	**Alta**	**Alto**	**5,0**

Fuente: Elaboración propia.

14. Fichas Medidas

Tabla 15. Ficha descripción de medida M1 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Impulsar una gestión local y sostenible del agua, fortaleciendo sistemas APR y soluciones de abastecimiento hídrico					
Objetivo específico a que obedece	Aumentar la resiliencia territorial y comunitaria frente al cambio climático.					
Categoría de la medida	Adaptación.					
Descripción de la medida	Esta iniciativa tiene como objetivo consolidar la administración local de los recursos hídricos, teniendo en cuenta la presión cada vez mayor que el cambio climático ejerce sobre la disponibilidad de agua en áreas rurales. Su objetivo es fomentar una administración local que sea más articulada, preventiva y sostenible, lo cual facilitará el avance en la identificación de necesidades de abastecimiento, el apoyo a sistemas APR, la colaboración con instituciones competentes y la promoción de soluciones que ayuden a disminuir la vulnerabilidad hídrica del municipio. La medida contempla tanto acciones de diagnóstico como de gestión y articulación institucional, con el fin de afrontar más eficientemente situaciones de sequía, escasez de agua o limitaciones en el acceso al agua.					
Metas o resultados esperados	Implementar al menos 1 iniciativa de gestión hídrica al quinto año.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Realizar un diagnóstico comunal de necesidades de abastecimiento hídrico y principales brechas en sectores priorizados	50%	100%				Diagnóstico elaborado
Actividad 2: Gestionar coordinaciones y	20%	40%	60%	80%	100%	Número de coordinaciones y oficios realizados

oficios con APR e instituciones competentes para identificar alternativas de solución						
Actividad 3: Apoyar la formulación, gestión o implementación de al menos una iniciativa de fortalecimiento hídrico		20%	40%	60%	100%	Número de iniciativas gestionadas o implementadas
Unidad Responsable	DIMAO, en coordinación con SECPLA.					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	Comités y cooperativas de APR, DOH, DGA, Gobierno Regional, Delegación Presidencial, SEREMI de Medio Ambiente, organizaciones comunitarias y servicios públicos competentes.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Contribuye a mejorar la seguridad hídrica, fortalecer la salud y el bienestar de la población, aumentar la resiliencia de comunidades rurales y apoyar actividades productivas dependientes del agua.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, SUBDERE, Gobierno Regional, DOH y fondos asociados a infraestructura hídrica y adaptación climática.					
Instrumentos relacionados	PACCC, PLADECO, ERCC Ñuble, instrumentos de planificación hídrica, planes APR, Ordenanza Ambiental Comunal.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Ficha descripción de medida M2 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Disminuir el riesgo de incendios forestales mediante acciones preventivas, silvicultura y fortalecimiento comunitario.					
Objetivo específico a que obedece	Aumentar la resiliencia territorial y comunitaria frente al cambio climático.					
Categoría de la medida	Adaptación.					
Descripción de la medida	Esta medida tiene como objetivo disminuir la probabilidad de incendios forestales e interfase a través del desarrollo de acciones preventivas, educativas y de coordinación entre instituciones y comunidades. Piensa en la sensibilización de la población sobre comportamientos de riesgo y medidas preventivas, en el fortalecimiento de las capacidades locales, en la colaboración con agencias especializadas y en impulsar prácticas para gestionar la vegetación de forma preventiva. Se enfoca en reducir la vulnerabilidad del territorio ante fuegos cada vez más frecuentes o de mayor intensidad, relacionados con el incremento de las temperaturas, la disminución de precipitaciones y el acúmulo de materia inflamable.					
Metas o resultados esperados	Ejecutar al menos 1 acción anual de prevención o control de incendios forestales.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Desarrollar campañas de educación y sensibilización sobre prevención de incendios forestales	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Número de campañas realizadas por año
Actividad 2: Coordinar acciones preventivas con CONAF, Bomberos, SENAPRED y	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Número de coordinaciones realizadas

comunidades locales						
Actividad 3: Promover o ejecutar acciones de manejo preventivo de vegetación y reducción de material combustible en sectores de riesgo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Número de acciones implementadas
Unidad Responsable	DIMAO, en coordinación con la unidad de gestión del riesgo o emergencia comunal.					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	CONAF, Bomberos, SENAPRED, juntas de vecinos, establecimientos educacionales, Carabineros y comunidad local, COGRID					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Protege ecosistemas, viviendas e infraestructura crítica, disminuye pérdidas ambientales y materiales, y fortalece la preparación comunitaria.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, CONAF, SENAPRED, SUBDERE y fondos asociados a prevención de riesgos y adaptación climática.					
Instrumentos relacionados	Plan Regional de Acción Regional de Cambio Climático (PARCC), ERCC Ñuble, Plan Comunal de Emergencia, Estrategia Climática de Largo Plazo, Plan Nacional de Adaptación, Plan Sectorial Infraestructura (MOP), Plan Sectorial Recursos Hídricos (MOP), Plan Sectorial Agricultura (MINAGRI), Plan Regional de Reducción de Riesgo de Desastres, Estrategia Regional de Desarrollo de Ñuble 2030.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Ficha descripción de medida M3 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Fortalecer la capacidad de respuesta comunal ante eventos climáticos extremos.					
Objetivo específico a que obedece	Aumentar la resiliencia territorial y comunitaria frente al cambio climático.					
Categoría de la medida	Adaptación.					
Descripción de la medida	La intención de la medida es robustecer la preparación y capacidad de reacción del municipio y de la comunidad ante sucesos climáticos extremos, como inundaciones, lluvias torrenciales, vientos intensos, olas de calor o cualquier otra emergencia vinculada al cambio climático. Con el objetivo de reducir los efectos sobre las personas, la infraestructura, los servicios y las actividades a nivel local, toma en cuenta acciones como la preparación, prevención, difusión comunitaria, fortalecimiento de protocolos e intercoordinación entre instituciones.					
Metas o resultados esperados	Ejecutar al menos 1 acción anual de preparación o respuesta ante eventos climáticos extremos.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Actividad Identificar amenazas climáticas y sectores críticos de la comuna	100%					Diagnóstico o catastro elaborado
Actividad 2: Coordinar acciones preventivas y de respuesta con unidades municipales e instituciones externas	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Número de coordinaciones realizadas por año
Actividad 3: Implementar	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Número de acciones ejecutadas por año

acciones anuales de preparación, difusión o apoyo frente a eventos extremos						
Unidad Responsable	Municipalidad, a través de la unidad de emergencia o gestión del riesgo, con apoyo de DIMAO.					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	SENAPRED, Bomberos, DIDECO, Salud, Carabineros, juntas de vecinos, establecimientos educacionales y otras unidades municipales.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Reduce riesgos para la población, mejora la coordinación institucional y fortalece la resiliencia territorial y comunitaria.					
Nivel de transversalización de género	Sensible al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, SENAPRED, SUBDERE, Gobierno Regional y fondos asociados a gestión del riesgo y adaptación climática.					
Instrumentos relacionados	PARCC, ERCC Ñuble, PLADECO, Plan Comunal de Emergencia, instrumentos de gestión del riesgo de desastres.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Ficha descripción de medida M4 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Restaurar ecosistemas mediante reforestación con especies nativas y conservación de áreas degradadas.					
Objetivo específico a que obedece	Proteger y restaurar los ecosistemas como base de la adaptación climática.					
Categoría de la medida	Adaptación.					
Descripción de la medida	El objetivo de esta medida es fomentar la restauración ecológica gradual en la comuna, a través de actividades de reforestación con especies autóctonas, preservación de zonas deterioradas y rehabilitación de espacios con valor ambiental. Se propone de manera gradual y realista, teniendo en cuenta la capacidad de mantenimiento, la disponibilidad de recursos y plantas, enfocándose primero en las zonas rurales o espacios deteriorados donde estas intervenciones puedan tener un impacto ambiental positivo. La medida abarca, además de la siembra, la conservación, el resguardo y el monitoreo de los árboles plantados, así como la recuperación de áreas que estén en un estado ambiental deteriorado.					
Metas o resultados esperados	Implementar acciones de restauración mediante la plantación y mantención de al menos 100 árboles nativos en un periodo de 5 años, junto con la intervención de al menos 5 espacios degradados en sectores rurales de la comuna.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Identificar sectores o espacios degradados prioritarios para acciones de restauración.	50%	50%				Número de espacios identificados
Actividad 2: Gestionar especies nativas, insumos y apoyos para	20%	40%	60%	80%	100%	Número de gestiones realizadas

plantación y mantención						
Actividad 3: Ejecutar jornadas de plantación, mantención y recuperación de espacios degradados		20%	40%	60%	100%	Número de árboles plantados y espacios intervenidos
Unidad Responsable	DIMAO.					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	CONAF, juntas de vecinos, establecimientos educacionales, organizaciones comunitarias, PRODESAL, voluntariado y otros servicios públicos.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Favorece la biodiversidad, mejora la infiltración de agua, reduce erosión, aporta sombra y regulación térmica, captura carbono y fortalece la educación ambiental.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, CONAF, Gobierno Regional, fondos ambientales y programas de restauración ecológica.					
Instrumentos relacionados	PARCC, ERCC Ñuble, ENCCRV, PLADECO, instrumentos regionales y comunales de conservación.					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Ficha descripción de medida M5 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Proteger y gestionar sustentablemente ríos y esteros de la comuna.					
Objetivo específico a que obedece	Proteger y restaurar los ecosistemas como base de la adaptación climática.					
Categoría de la medida	Adaptación.					
Descripción de la medida	El objetivo de la medida es proteger los ríos y esteros de la comuna a través de acciones enfocadas en su vigilancia, gestión sostenible, recuperación y conservación. Se centra en evitar su degradación, respaldar la disminución de los efectos relacionados con la contaminación o la intervención inapropiada y reforzar el conocimiento local acerca de su relevancia en términos sociales, territoriales y ambientales. Además, toma en cuenta la coordinación con actores comunitarios e instituciones competentes para progresar en las acciones de cuidado y restauración de estos ecosistemas.					
Metas o resultados esperados	Ejecutar al menos 1 acción anual de protección y gestión de ríos y esteros.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Identificar sectores prioritarios de ríos y esteros que requieran protección, seguimiento o intervención		50%	100%			Catastro elaborado
Actividad 2: Coordinar acciones con instituciones competentes y actores locales para su protección y gestión		20%	60%	80%	100%	Número de coordinaciones realizadas

Actividad 3: Ejecutar acciones anuales de limpieza, educación, difusión o recuperación de cauces	20%	40%	60%	80%	100%	Número de acciones implementadas por año
Unidad Responsable	DIMAO.					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	DGA, DOH, SEREMI de Medio Ambiente, juntas de vecinos, establecimientos educacionales, organizaciones territoriales y servicios públicos pertinentes.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Aporta a la conservación de biodiversidad, mejora la calidad ambiental, reduce focos de contaminación y fortalece la conciencia territorial.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, Gobierno Regional, fondos ambientales y programas asociados a conservación y gestión hídrica.					
Instrumentos relacionados	ERCC Ñuble, Ordenanza Ambiental, instrumentos de gestión hídrica y conservación comunal.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Ficha descripción de medida M6 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Implementar infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza en espacios urbanos y rurales.					
Objetivo específico a que obedece	Proteger y restaurar los ecosistemas como base de la adaptación climática.					
Categoría de la medida	Adaptación.					
Descripción de la medida	La medida sugiere aplicar de manera progresiva soluciones basadas en la naturaleza y una infraestructura verde en áreas urbanas y rurales para optimizar la adaptación local al cambio climático. Esto puede abarcar la revegetación, el manejo de aguas lluvias, la mejora de espacios públicos, barreras vegetales, sombreadores naturales, recuperación de áreas verdes o cualquier otra intervención con poco impacto que ayude a fortalecer la resiliencia del territorio. Se dará prioridad a las acciones que sean viables y se adapten a la realidad local.					
Metas o resultados esperados	Implementar al menos 1 intervención de infraestructura verde durante el período del plan.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Identificar espacios prioritarios para intervenciones de infraestructura verde	50%	50%				Catastro de espacios elaborado
Actividad 2: Diseñar, formular o gestionar una iniciativa de infraestructura verde		40%	60%	80%	100%	Número de iniciativas formuladas o gestionadas
Actividad 3: Implementar al menos una intervención de			30%	50%	100%	Número de intervenciones implementadas

infraestructura verde en la comuna						
Unidad Responsable	DIMAO, SECPLAN y DOM					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	CONAF, juntas de vecinos, establecimientos educacionales, Gobierno Regional, organizaciones locales y otras unidades municipales					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Mejora el paisaje urbano, aporta sombra, confort térmico, infiltración de agua, biodiversidad y bienestar comunitario.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, CONAF, SUBDERE, Gobierno Regional y fondos asociados a infraestructura verde y adaptación climática.					
Instrumentos relacionados	PACCC, PLADECO, ERCC Ñuble.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Ficha descripción de medida M7 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Impulsar el uso de energías renovables y eficiencia energética en la comuna.					
Objetivo específico a que obedece	Reducir las emisiones y transformar el modelo de desarrollo local.					
Categoría de la medida	Mitigación.					
Descripción de la medida	Esta medida tiene como objetivo impulsar la eficiencia energética y el empleo de energías renovables a nivel local, promoviendo una transición gradual hacia prácticas más sostenibles y con menores emisiones. Ten en cuenta la identificación de oportunidades, la articulación con programas públicos o privados y el apoyo a iniciativas que faciliten el uso más eficiente de la energía o la incorporación de tecnologías renovables en proyectos locales, instalaciones o equipos.					
Metas o resultados esperados	Implementar al menos 1 iniciativa de energías renovables o eficiencia energética al quinto año.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Identificar oportunidades comunales para eficiencia energética y energías renovables		100%				Diagnóstico elaborado
Actividad 2: Gestionar apoyo técnico o institucional para la formulación de iniciativas		30%	60%	80%	100%	Número de gestiones realizadas
Actividad 3: Implementar al menos una iniciativa			20%	60%	100%	Número de iniciativas implementadas

de eficiencia energética o energía renovable						
Unidad Responsable	DIMAO y SECPLAN.					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	Ministerio de Energía, Agencia de Sostenibilidad Energética, Gobierno Regional, establecimientos públicos y otros actores institucionales.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Reduce emisiones, disminuye costos energéticos, moderniza infraestructura y favorece una cultura local más sostenible.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, Agencia de Sostenibilidad Energética, SUBDERE, Gobierno Regional y fondos asociados a energía y cambio climático.					
Instrumentos relacionados	PACCC, ERCC Ñuble, políticas energéticas y ambientales vigentes.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Ficha descripción de medida M8 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Fortalecer el manejo de residuos orgánicos mediante compostaje y valorización.					
Objetivo específico a que obedece	Reducir las emisiones y transformar el modelo de desarrollo local.					
Categoría de la medida	Mitigación.					
Descripción de la medida	La medida tiene como objetivo robustecer la administración de residuos orgánicos en el municipio a través de acciones educativas, de compostaje y valorización ambiental, fomentando así una disminución gradual del componente orgánico enviado a disposición final. Piensa en crear y llevar a cabo un programa comunitario o acciones similares que faciliten la separación desde el origen, la utilización de desechos biodegradables y el desarrollo de habilidades locales relacionadas con la economía circular.					
Metas o resultados esperados	Implementar al menos 1 programa de manejo de residuos orgánicos durante el período del plan.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Diagnosticar oportunidades y condiciones para compostaje y valorización orgánica en la comuna	20%	50%	100%			Diagnóstico y oportunidades identificadas.
Actividad 2: Gestionar e implementar acciones o programas de compostaje y valorización de residuos orgánicos.		40%	60%	80%	100%	Número de programas o acciones implementadas.

Actividad 3: Desarrollar actividades de educación ambiental y seguimiento asociadas al manejo de residuos orgánicos.		20%	50%	80%	100%	Actividades de educación y seguimiento realizadas.
Unidad Responsable	DIMAO					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	Establecimientos educacionales, organizaciones comunitarias, recicladores de base y organismos públicos asociados.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Disminución de residuos enviados a disposición final, reducción de emisiones, fortalecimiento de economía circular y promoción de educación ambiental.					
Nivel de transversalización de género	Sensible al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, SUBDERE, Gobierno Regional, fondos ambientales y programas asociados a residuos orgánicos y economía circular.					
Instrumentos relacionados	PACCC, PLADECO 2026–2029, Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), PARCC Ñuble y Ley Marco de Cambio Climático.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Ficha descripción de medida M9 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Implementación de sistemas de captación subterránea para riego eficiente y apoyo a emergencias en espacios públicos urbanos.					
Objetivo específico a que obedece	Promover una gestión hídrica sostenible y resiliente, contribuyendo a la adaptación frente al cambio climático y al uso eficiente de los recursos en el territorio comunal.					
Categoría de la medida	Adaptación con contribución a mitigación.					
Descripción de la medida	La medida actual tiene como objetivo fomentar la instalación de sistemas para recolectar agua subterránea, como punteras o mecanismos parecidos, que se emplean para aprovisionar agua con el fin de regar zonas verdes y espacios públicos urbanos de la comuna. La meta de esta iniciativa es reducir el empleo de agua potable en las tareas de riego, lo cual propicia una administración más eficaz y sustentable del recurso hídrico ante situaciones de escasez de agua, incremento térmico y olas de calor vinculadas al cambio climático. Además, estos sistemas podrán ser de ayuda adicional en situaciones de emergencia, ya que posibilitarán tener agua disponible para contener los primeros indicios de incendios estructurales u otras circunstancias que necesiten un suministro adicional de agua.					
Metas o resultados esperados	Avanzar en la implementación de sistemas de captación subterránea para riego y apoyo a emergencias en espacios públicos urbanos de la comuna durante el período de ejecución del PACCC.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Actividad 1: Evaluar factibilidad técnica para la implementación de sistemas de captación subterránea	50%	75%	100%			Diagnóstico técnico y sectores priorizados identificados.
Actividad 2: Gestionar recursos y ejecutar la		30%	70%	100%		Número de sistemas implementados.

implementación de sistemas de captación subterránea para riego y apoyo a emergencias.						
Actividad 3: Realizar seguimiento, mantención y monitoreo básico de los sistemas implementados.				50%	100%	Mantenciones y seguimiento realizados.
Unidad Responsable	DIMAO					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	Área Verde, Unidad de Emergencia, SECPLAN, Bomberos de El Carmen.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Disminución del uso de agua potable para riego, fortalecimiento de áreas verdes urbanas, apoyo ante emergencias, adaptación frente a olas de calor y fortalecimiento de la resiliencia hídrica comunal.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, SUBDERE, Gobierno Regional de Ñuble y fondos asociados a gestión hídrica y adaptación climática.					
Instrumentos relacionados	PACCC, PLADECO 2026–2029, Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), PARCC Ñuble y Ley Marco de Cambio Climático.					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Ficha descripción de medida M10 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Ampliar la red de puntos limpios en sectores urbanos y rurales de la comuna, con el objetivo de alcanzar al menos 15 puntos limpios operativos.
Objetivo específico a que obedece	Reducir las emisiones y transformar el modelo de desarrollo local.

Categoría de la medida	Mitigación.					
Descripción de la medida	La ampliación gradual de la red de puntos limpios en áreas rurales y urbanas de El Carmen es el objetivo de esta medida, que tiene como propósito robustecer la administración sostenible de residuos reciclables a nivel doméstico. La iniciativa incluye la creación y apertura de nuevas áreas para el almacenaje y segregación de materiales reciclables, fomentando así la valorización de residuos y reduciendo el volumen de desechos destinados a disposición final. Además, la acción tiene como objetivo reforzar la educación ecológica y la participación de la comunidad, promoviendo prácticas sostenibles relacionadas con la economía circular y disminuyendo las emisiones asociadas con el manejo de residuos, así como facilitando a la gente el acceso a infraestructura para reciclar.					
Metas o resultados esperados	Alcanzar al menos 15 puntos limpios operativos durante el período de implementación del PACCC.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Identificar sectores prioritarios y evaluar necesidades para la ampliación de puntos limpios.	500%	75%	100%			Sectores priorizados y evaluación realizada.
Actividad 2: Gestionar recursos e implementar nuevos puntos limpios en sectores urbanos y rurales.		20%	40%	80%	100%	Número de puntos limpios implementados.
Actividad 3: Desarrollar acciones de difusión, educación ambiental y seguimiento del		30%	60%	80%	100%	Actividades de difusión y seguimiento realizadas.

funcionamiento de los puntos limpios.						
Unidad Responsable	DIMAO					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	Juntas de Vecinos, establecimientos educacionales, recicladores de base y organismos públicos asociados.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Disminución de residuos enviados a disposición final, fortalecimiento de la economía circular, reducción de microbasurales, educación ambiental y aumento de la participación comunitaria.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género.					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, SUBDERE, Gobierno Regional de Ñuble, fondos ambientales y programas asociados a reciclaje y economía circular.					
Instrumentos relacionados	PACCC, PLADECO 2026–2029, Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), Ley REP y Ordenanza Ambiental Comunal.					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Ficha descripción de medida M11 comuna de El Carmen.

Nombre de la Medida	Desarrollar un programa comunal de educación y sensibilización climática, mediante talleres, charlas y campañas dirigidas a la comunidad, orientadas a informar sobre los efectos del cambio climático y promover prácticas de adaptación y mitigación a nivel local.					
Objetivo específico a que obedece	Fortalecer las capacidades locales y promover una cultura ambiental y climática en la comuna de El Carmen.					
Categoría de la medida	Adaptación y mitigación.					
Descripción de la medida	La acción tiene como objetivo robustecer la educación sobre el medio ambiente y el clima a nivel de la comunidad, a través de llevar a cabo actividades de sensibilización, capacitación y divulgación para diferentes grupos comunitarios. Piensa en llevar a cabo talleres, charlas, campañas de información y actividades educativas enfocadas en dar a conocer las consecuencias del cambio climático, impulsar prácticas sostenibles y reforzar las habilidades locales para la adaptación y atenuación del clima. La propuesta también tiene como objetivo promover la participación de los ciudadanos, el compromiso a nivel de comunidad y la adopción de prácticas ambientales adecuadas en lo que se refiere a cuidar el agua, reciclar, utilizar energía de manera eficiente, plantar árboles, proteger los ecosistemas locales y prevenir incendios.					
Metas o resultados esperados	Ejecutar al menos 1 actividad anual de educación y sensibilización climática durante el período de implementación del PACCC.					
Actividades						
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Indicador de progreso de la actividad
Actividad 1: Diseñar y planificar actividades de educación y sensibilización climática dirigidas a distintos actores de la comuna.	50%	100%				Programa y actividades planificadas.
Actividad 2: Ejecutar talleres, charlas,		40%	70%	90%	100%	Número de actividades ejecutadas por año.

campañas y actividades de educación ambiental y climática en la comuna.						
Actividad 3: Realizar seguimiento y fortalecimiento de acciones de difusión y participación comunitaria en materia climática.	10%	20%	50%	80%	100%	Actividades de seguimiento y participación realizadas.
Unidad Responsable	DIMAO					
Unidades o Instituciones Colaboradoras	Establecimientos educacionales, Juntas de Vecinos, organizaciones comunitarias, ONG e instituciones públicas relacionadas.					
Sinergia o cobeneficios de la medida	Fortalecimiento de capacidades locales, aumento de la participación ciudadana, promoción de prácticas sostenibles y fortalecimiento de la resiliencia comunitaria frente al cambio climático.					
Nivel de transversalización de género	Ciega al género					
Posibles fuentes de financiamiento	Recursos municipales, fondos ambientales, programas de educación ambiental, Gobierno Regional y convenios institucionales.					
Instrumentos relacionados	PACCC, PLADECO 2026–2029, Estrategia Climática de Largo Plazo (ECLP), PARCC Ñuble y Ordenanza Ambiental Comunal.					

Fuente: Elaboración propia.

15. Bibliografía.

1. ARCLIM. (2024). Plataforma de visualización de riesgos climáticos para Chile. Ministerio del Medio Ambiente, Chile.
2. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s.f.). Reportes comunales: El Carmen.
3. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2023). Plataforma de simulaciones climáticas y proyecciones para Chile.
4. CIIFEN. (2016). Cambio climático y gestión del riesgo. Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño.
5. CMNUCC. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Naciones Unidas.
6. CONAF. (2026). Registros históricos de incendios forestales comuna de El Carmen.
7. Dirección Meteorológica de Chile (DMC). (2025). Datos históricos climáticos estación Chillán.
8. Fong, W. K., Sotos, M., Doust, M., Schultz, S., Marques, A., & Deng-Beck, C. (2022). Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria. World Resources Institute; C40 Cities; ICLEI.
9. Gobierno Regional de Ñuble & SEREMI del Medio Ambiente. (2025). Plan de Acción Regional de Cambio Climático de Ñuble (PARCC Ñuble).
10. Ilustre Municipalidad de El Carmen. (2010). Plan Regulador Comunal de El Carmen: Memoria Explicativa.
11. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024). Censo de Población y Vivienda 2024: Región de Ñuble.
12. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2025). Resultados Nacionales Censo 2024. Santiago, Chile. Disponible en: https://censo2024.ine.gob.cl/resultados/
13. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). Global Warming of 1.5°C.
14. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Sixth Assessment Report (AR6).

15. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report.
16. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2017). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático.
17. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Chile.
18. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020). Atlas de Riesgo Climático para Chile (ARCLIM).
19. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2021). Estrategia Climática de Largo Plazo de Chile (ECLP).
20. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2022). Ley Marco de Cambio Climático.
21. Municipalidad de El Carmen. (2024). Plan Municipal de Cultura El Carmen 2024–2028.
22. Municipalidad de El Carmen & Asociación Chilena de Municipalidades. (2026). Plan de Desarrollo Comunal de El Carmen 2026–2029 (PLADECO).
23. Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR/UNSDR). (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres.
24. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) & Asociación Chilena de Municipalidades (ACHM). (2023). ¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático?: Guía metodológica para su formulación paso a paso.
25. UNESCO. (2024). Evaluación Periódica Reserva de la Biósfera Corredor Biológico Nevados de Chillán – Laguna del Laja.
26. Umaña Hermosilla, B., Acuña Hormazábal, Á., Fawaz Yissi, M. J., Herrera Cofré, R., Rebolledo Villagra, J., & Romo Muñoz, R. (2015). Caracterización de la Provincia de Ñuble y una propuesta estratégica para el desarrollo del territorio. Universidad del Bío-Bío.

16. Glosario, Acrónimos y Siglas

16.1. Acrónimos y Siglas

ACHM: Asociación Chilena de Municipalidades.

APR: Agua Potable Rural.

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

CONAF: Corporación Nacional Forestal.

COP: Conferencia de las Partes.

CR2: Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia.

DIMAO: Departamento de Medio Ambiente.

DMC: Dirección Meteorológica de Chile.

ECLP: Estrategia Climática de Largo Plazo.

ENCCRV: Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales.

ENRO: Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos.

GEI: Gases de Efecto Invernadero.

IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

JJVV: Juntas de Vecinos.

LMCC: Ley Marco de Cambio Climático.

MMA: Ministerio del Medio Ambiente.

NDC: Contribución Determinada a Nivel Nacional (por sus siglas en inglés)

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

PACCC: Plan de Acción Comunal de Cambio Climático.

PARCC: Plan de Acción Regional de Cambio Climático.

PLADECO: Plan de Desarrollo Comunal.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

RCP: Trayectorias de Concentración Representativa (Representative Concentration Pathways).

RESPEL: Residuos Peligrosos.

SEA: Servicio de Evaluación Ambiental.

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

SIDREP: Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos.

SUBDERE: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.

16.2. Glosario

1. Adaptación: Acción, medida o proceso de ajuste al clima actual o proyectado, o a sus efectos en sistemas humanos o naturales, con el fin de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas (Ley Marco de Cambio Climático).
2. Amenaza (A): Impactos potenciales del cambio climático sobre elementos de valor que resultan de la interacción entre la amenaza, exposición y vulnerabilidad (Basado en IPCC, 2014). La amenaza, en el contexto de los riesgos del cambio climático, corresponde a una condición climática -ya sea evento o tendencia- cuya potencial ocurrencia puede resultar en impactos negativos para un elemento (físico, económico, social o ambiental) de valor.
3. Cambio Climático: Es la variación que se está registrando en el clima del planeta, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, y que altera la composición de la atmósfera. Se manifiesta en un aumento de las temperaturas medias y una alteración del clima a escala mundial, haciendo más común eventos climáticos extremos (MMA 2020).
4. Capacidad de adaptación (CA): Es la habilidad de personas, instituciones, organizaciones o sistemas naturales para sobrellevar condiciones adversas a corto o mediano plazo, así como prepararse frente a potenciales daños y/o aprovechar las oportunidades del cambio climático (Basado en IPCC 2014).
5. Exposición (E): Es el conjunto de elementos de valor que se encuentran presentes en lugares y entornos que podrían verse afectados por una amenaza (Basado en IPCC, 2014).
6. 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 (Ley Marco de Cambio Climático).

7. Gestión del cambio climático: conjunto de políticas, planes, programas, regulaciones, normas, actos administrativos, instrumentos, medidas o actividades relacionadas con la mitigación o adaptación al cambio climático, a nivel nacional, regional y local. La gestión del cambio climático comprenderá, entre otras, las medidas que tengan por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del cambio climático, prevenir los riesgos asociados a éste, así como aprovechar las oportunidades beneficiosas y aumentar la resiliencia climática (Ley Marco de Cambio Climático).
8. Impactos: Efectos sobre los sistemas naturales y humanos de episodios meteorológicos y climáticos extremos y del cambio climático. Los impactos generalmente se refieren a efectos en las vidas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los cambios climáticos o fenómenos climáticos peligrosos que ocurren en un lapso de tiempo específico y a la vulnerabilidad de las sociedades o los sistemas expuestos a ellos. Los impactos también se denominan consecuencias y resultados (MMA 2020).
9. Mitigación: acción, medida o proceso orientado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros forzantes climáticos, o restringir el uso de dichos gases como refrigerantes, aislantes o en procesos industriales, entre otros, o a incrementar, evitar el deterioro o mejorar el estado de los sumideros de dichos gases, con el fin de limitar los efectos adversos del cambio climático (Ley Marco de Cambio Climático).
10. Pérdidas y daños: los impactos causados por el cambio climático a los que se encuentra expuesto un territorio y sus habitantes, pueden ser de carácter económico, social o ambiental. En el caso en que estos sean irreversibles se llaman pérdidas y aquellos que son reversibles a priori se designan como daños. Se identifican tres tipos de pérdidas y daños:
11. evitadas: impactos que pueden ser mitigados o adaptados.

12. no evitadas: las que pudiendo ser evitadas, pero debido a la no implementación de medidas de adaptación o mitigación, causan impacto.
13. inevitables: ningún esfuerzo puede impedir el impacto (Ley Marco de Cambio Climático).
14. Riesgo (R): Impactos potenciales del cambio climático sobre elementos de valor que resultan de la interacción entre la amenaza, exposición y vulnerabilidad (Basado en IPCC 2014).
15. RCPs: Las Trayectorias de Concentración Representativas (Representative Concentration Pathways) son escenarios que abarcan series temporales de emisiones y concentraciones de la gama completa de gases de efecto invernadero y aerosoles y gases químicamente activos, así como el uso del suelo y la cubierta terrestre. Las RCPs, que hacen referencia a la parte de la trayectoria de concentración hasta el año 2100, son: RCP2.6: Trayectoria en la que el forzamiento radiativo alcanza el valor máximo a aproximadamente 3 [W/m^2] antes de 2100 y posteriormente disminuye, RCP4.5 y RCP6.0: Trayectorias intermedias en las cuales el forzamiento radiativo se estabiliza a aproximadamente 4,5 [W/m^2] y 6,0 [W/m^2] después de 2100, RCP8.5: Trayectoria alta para la cual el forzamiento radiativo alcanza valores mayores a 8,5 [W/m^2] en 2100 y sigue aumentando durante un lapso de tiempo (IPCC 2014).
16. 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 (Ley Marco de Cambio Climático).
17. Seguridad hídrica: posibilidad de acceso al agua en cantidad y calidad adecuadas, considerando las particularidades naturales de cada cuenca, para su sustento y aprovechamiento en el tiempo para consumo humano, la salud, subsistencia, desarrollo socioeconómico, conservación y preservación de los ecosistemas, promoviendo la resiliencia frente a amenazas asociadas a sequías y crecidas y la prevención de la contaminación (Ley Marco de Cambio Climático).
18. Sumidero: reservorio de origen natural o producto de la actividad humana, en suelos, océanos o plantas, que absorbe una mayor cantidad de gas de efecto invernadero, un

aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero que la cantidad que emite, lo que debe ser contabilizado considerando todos los insumos del proceso (Ley Marco de Cambio Climático).

19. Variabilidad climática: Denota las variaciones del estado medio, y otras características estadísticas como la desviación estándar y sucesos extremos, del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático, o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (Basado en IPCC, 2014).
20. Vulnerabilidad (V): Vulnerabilidad al cambio climático: propensión o predisposición a ser afectado negativamente por los efectos adversos del cambio climático. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación de los ecosistemas, comunidades, territorios o sectores (Ley Marco de Cambio Climático).