

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



INFORME DE VULNERABILIDAD PARA PLAN DE ACCIÓN COMUNAL

DE CAMBIO CLIMÁTICO (PACCC)

EMILIA JOSEFA REYMAN TRAUTMANN

HABILITACIÓN PROFESIONAL
PRESENTADA A LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN,
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

CHILLÁN-CHILE

2024

**INFORME DE VULNERABILIDAD PARA PLAN DE ACCIÓN COMUNAL
DE CAMBIO CLIMÁTICO (PACCC)**

Aprobado por:

José Luis Arumí R.
Ingeniero Civil, Ph. D.
Profesor Titular

Profesor Guía

Valentina Villouta B.
Ingeniero Ambiental
Evaluador Externo

Profesor Co-Guía

Gaston Merlet V.
Ingeniero Civil en Química, Dr
Profesor Asistente

Profesor Asesor

José Luis Arumí R.
Ingeniero Civil, Ph. D.
Profesor Titular

Director de Departamento

María Eugenia Gonzales Rodríguez
Ingeniero Agrónomo, Ph D.
Profesor Asociado

Decana

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos quienes me apoyaron de alguna manera, aunque fuera la más mínima, no tan solo en mi proyecto de tesis si no en todo el recorrido de esta carrera intensa y bella, agradecerles por la motivación, la confianza y los consejos que me impulsaban cada día a seguir.

Reconocer el apoyo del Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM), en darme la posibilidad de ser becario del proyecto **ANID/FONDAP/1523A0001**.

Agradecer la mentoría y sugerencias de mi querido profesor José Luis Arumí que con mucha paciencia y hizo que mi tesis concluyera exitosamente.

Agradecer al Ministerio del Medio Ambiente por haber aceptado ser participe en las asesoría y recomendaciones otorgadas para realizar mejor mi tesis, dándome la idea de realizar este proyecto para contribuir a proyectos futuros.

Quiero agradecer a mi mama que me contuvo y motivo en mis días de incertidumbre Y especialmente a mi papa, que fue el impulsor que estudiara esta carrera que hoy me llena de orgullo.

ÍNDICE DE MATERIAS

RESUMEN.....	1
SUMMARY	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETIVOS.....	5
2.1. OBJETIVO GENERAL:.....	5
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
3. ANTECEDENTES GENERALES	6
3.1. Contexto Legislativo	6
3.2. Contexto Histórico de la Comuna	10
4. METODOLOGÍA	12
4.1. Amenazas Climáticas Actuales y Proyectadas.....	12
4.2. Exposición de Elementos y Sistemas Clave.....	12
4.3. Factores de Sensibilidad	13
4.4. Capacidad de Adaptación	13
4.5. Dimensión Física.....	14
4.6. Dimensión Social.....	14
4.7. Dimensión Económica.....	14
4.8. Dimensión Ambiental.....	15
5. RESULTADOS Y DISCUSION	16
5.1. Cambio Climático	16
5.1.1. Chile y el Cambio Climático	16
5.1.2. Incendios Forestales.....	18
5.1.3. Inundaciones	20
5.1.4. Sequía	21
5.2. Características físicas	22

5.3.	Características Ambientales.....	25
5.3.1.	Recursos Ecológicos	28
5.4.	Características Demográficas	30
5.5.	Características socioculturales.....	32
5.5.1.	Patrimonio.....	33
5.6.	Características económicas	33
5.7.	Caracterización Climática de la Comuna.....	34
5.7.1.	Precipitaciones	35
5.7.2.	Precipitaciones máximas anuales en 24 horas	37
5.7.3.	Temperaturas	39
5.8.	Perfil de Amenaza Climática	40
5.8.1.	Riesgo de Inundaciones en la Comuna	41
5.8.2.	Riesgo de Incendio en la Comuna.....	43
5.8.3.	Riesgo de Sequía en la Comuna	45
6.	CONCLUSIONES	52
7.	LITERATURA CITADA.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Vinculación de los instrumentos de gestión ambiental.....	7
Figura 2.	Ciclo de etapas y pasos del PACCC	10
Figura 3.	Ñuble: emisiones y absorciones de GEI (kt CO ₂ eq) de alcance por sector, 1990-2020.....	19
Figura 4.	Ubicación Geográfica de Chillán Viejo y sus pueblos.....	23
Figura 5.	Mapa de usos de suelo en Chillán Viejo.....	28
Figura 6.	Precipitaciones medias históricas por décadas (1980-2009)	36
Figura 7.	Precipitaciones medias mensuales en el periodo de (2014-2022)	37
Figura 8.	Cartografía de PRC de las zonas de riesgo por anegamiento...	42
Figura 9.	Cartografía de PRC de las zonas de riesgo por anegamiento...	43
Figura 10.	Cartografía de áreas de incendios forestales en el periodo 2022-2023.....	45
Figura 11.	Representación cartografiada de sequía en la comuna de Chillán Viejo en el periodo Octubre- diciembre de año 2022.....	48
Figura 12.	Representación cartografiada de sequía en la comuna de Chillán Viejo en el periodo Octubre- diciembre de año 2023.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto	Página
Tabla 1. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas, Estación Chillán Viejo, periodo consultado: 01/01/1999 - 01/01/2023.....	37
Tabla 2. Promedio de temperaturas y precipitaciones con Línea Base (1980 - 2010) – Escenario 2050.....	39
Tabla 3. Categoría de Sequía de una zona.....	47

INFORME DE VULNERABILIDAD PARA PLAN DE ACCIÓN COMUNAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (PACCC)

Palabras Claves: Vulnerabilidades, Impactos, Riesgos climáticos, Cambio climático, Incendios forestales, Inundaciones, Sequías

RESUMEN

La tesis presentada aborda la evaluación de vulnerabilidades, impactos y riesgos climáticos en la comuna de Chillán Viejo, destacando cómo el cambio climático exacerba los desafíos ambientales, económicos y sociales de la región. A través de un enfoque multidimensional, se realizó un análisis exhaustivo que incluye la caracterización física, social, económica y ambiental de la comuna. Este análisis permitió identificar los principales factores que influyen en la susceptibilidad de la comuna ante incendios forestales, inundaciones y sequías, fenómenos cada vez más frecuentes y severos debido al cambio climático.

SUMMARY

Keywords: Vulnerabilities, Impacts, Climate risk, Climate change, Forest fire, Floods, Droughts.

The presented thesis addresses the assessment of vulnerabilities, impacts, and climate risks in the municipality of Chillán Viejo, highlighting how climate change exacerbates the environmental, economic, and social challenges of the region. Through a multidimensional approach, an exhaustive analysis was conducted, including the physical, social, economic, and environmental characterization of the municipality. This analysis allowed the identification of the main factors influencing the susceptibility of the municipality to forest fires, floods, and droughts, phenomena that are becoming more frequent and severe due to climate change.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los mayores desafíos a los que se debe enfrentar la humanidad y para abordarlo es necesaria la participación de todos los actores y en todos los niveles: internacional, nacional, regional y comunal. (MMA, 2023)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, se define al cambio climático como el: "... atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables." (Zamora. M., 2015).

La ciencia del cambio climático ha proyectado para Chile impactos significativos derivados, principalmente, del cambio de los patrones de temperatura y precipitaciones durante las próximas décadas (MMA, 2023).

La creación de un Plan de Acción de Cambio Climático para una comuna, en concordancia con la Ley Marco de Cambio Climático (LMCC), se debe regir por la metodología establecida por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) a través de un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC) considerando un detallado esquema de etapas y metodologías a seguir para llevar a cabo este proceso y que está definido por una guía elaborada por MMA (2023).

La comuna seleccionada para realizar este proyecto es Chillán Viejo, porque ya cuenta con un Plan Local de Cambio Climático, que debe adecuarse al Plan de acción de cambio climático comunal que solicita la LMCC.

La creación de un Plan Acción Comunal de Cambio Climático, Chillán Viejo adecua las medidas para mitigar el cambio climático a nivel local considerando la singularidad de las características físicas, sociales, demográficas, económicas y ambientales de la comuna.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar las vulnerabilidades, impactos y riesgos en la comuna de Chillán Viejo frente al cambio climático

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Sintetizar literatura sobre riesgos asociados a incendios forestales, sequías e inundaciones
- Caracterizar física, social, económica ambiental y climáticamente la comuna.
- Analizar riesgo a inundaciones, incendios y sequía en la comuna de Chillán Viejo

3. ANTECEDENTES GENERALES

3.1. Contexto Legislativo

La ley de marco climático publicada el 22 de junio de 2022, establece las bases legales y técnicas para la gestión y mitigación del cambio climático en el país, y se enfoca en la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y la adaptación a los impactos del cambio climático a largo plazo para así cumplir con los acuerdos internacionales como el Acuerdo de París. (MMA,2023)

Dentro de las metas la ley establece que a más tardar en el 2050 se deben neutralizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Dicha meta debe ser revisada cada cinco años por el Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo con los instrumentos de gestión establecidos por la ley.

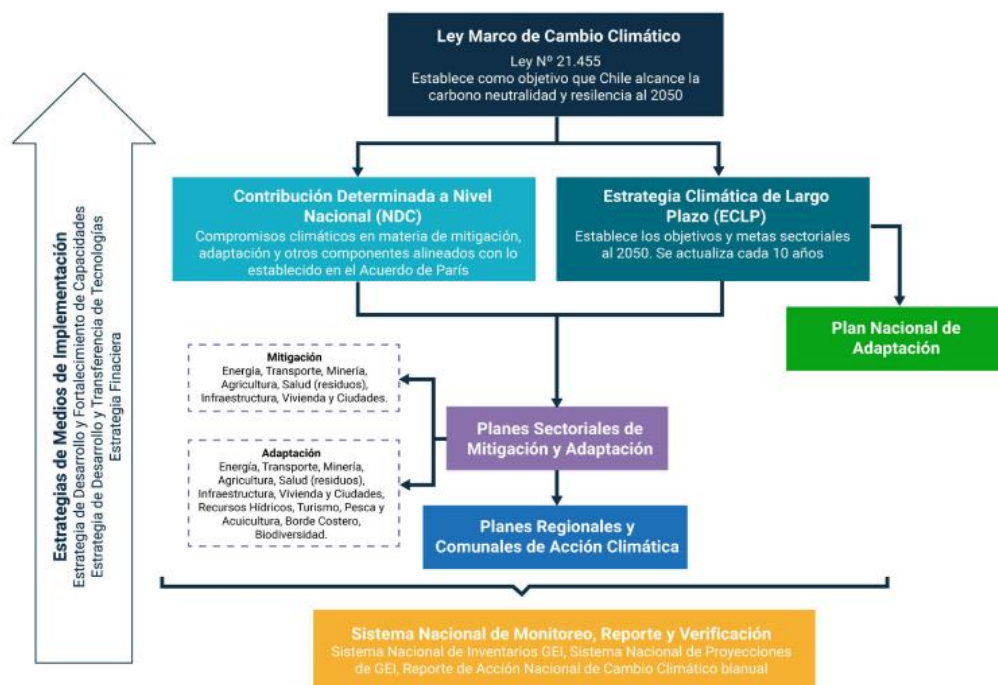


Figura 1. Vinculación de los instrumentos de gestión ambiental.

De los instrumentos de gestión a nivel nacional se encuentran: la Estrategia climática a Largo Plazo, reconocido por el Acuerdo de París es el documento que establece los planes generales a seguir a lo largo de 30 años en el país de manera integral y coordinada para abordar los desafíos planteados por el cambio climático. Su enfoque principal es la transición hacia un desarrollo que genere bajas emisiones de gases de efecto invernadero, con el objetivo último de lograr y mantener un equilibrio entre las emisiones y su absorción. Además, busca disminuir la susceptibilidad y aumentar la capacidad de adaptación a los impactos negativos del cambio climático. Todo esto está alineado con los compromisos internacionales que Chile ha adquirido en esta área. La

Estrategia Climática de Largo Plazo se configura como una guía que establece los hitos a cumplir para lograr estas metas antes del año 2050.

La Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC en inglés) representa un paso crucial hacia un desarrollo sostenible y equitativo. Estas contribuciones desempeñan un papel fundamental al dirigir los esfuerzos para frenar el aumento de la temperatura global, fortalecer la capacidad de resistencia del planeta y canalizar inversiones tanto públicas como privadas hacia un crecimiento que tenga en cuenta de manera equilibrada los aspectos ambientales, sociales y económicos. En esencia, las NDCs son los principales instrumentos que orientan las acciones emprendidas para abordar el cambio climático y avanzar en la dirección de un futuro sostenible.

A nivel local, la ley estipula los Planes de Acción Comunal de Cambio Climático a lo que se enfocará este informe establece que las municipalidades tendrán que elaborar dichos planes, los que serán consistentes con las directrices generales establecidas en la Estrategia Climática de Largo Plazo y en los planes de acción regional de cambio climático (BCN, 2022).

En el enfoque metodológico propuesto por MMA (2023), se fusionan dos perspectivas complementarias: la planificación estratégica y la participación ciudadana. El primero, busca garantizar que el plan sea altamente efectivo en sus acciones, permitiendo a la entidad municipal, responsable de administrar y promover el desarrollo comunal, tomar decisiones óptimas en la gestión local del cambio climático dentro del marco de desarrollo comunitario. Por otro lado,

el segundo enfoque busca asegurar la consideración e integración de los intereses de los actores locales en todas las fases de la planificación.

Es imperativo destacar que la planificación relacionada al cambio climático debe ser incorporada de forma transversal en todas las políticas, planes y procesos de desarrollo comunal. Esto se debe a la naturaleza multidimensional de los impactos del cambio climático, los cuales pueden afectar profundamente la vida y las actividades cotidianas de la comunidad.

La metodología de planificación se estructura en un ciclo compuesto por 5 etapas y 11 pasos, cada uno de los cuales involucra un conjunto específico de actividades para su implementación. Para este proyecto se trabajará la etapa 3, paso 3: Diagnóstico de vulnerabilidad (MMA, 2023).



Figura 2. Ciclo de etapas y pasos del PACCC

3.2. Contexto Histórico de la Comuna

Chillán Viejo es una comuna que se conoce por ser la cuna de Bernardo O'Higgins Riquelme, padre de la patria, pero su historia se remonta años atrás, la comuna es el casco urbano más antiguo de la región de Ñuble. Fue fundada en 1580 por Martín Ruíz de Gamboa, en la ribera del río Chillán junto al fuerte San Bartolomé, nombrándola San Bartolomé de Chillán. Nombre relacionado al pueblo indígena los Chiquillanes que habitaban la zona cordillerana de la zona central de Chile.

Esta ciudad ha tenido varias fundaciones debido a diversos fenómenos como ataques indígenas en donde destruyeron lo que actualmente se denomina "El Bajo" en 1655. Casi un siglo después, en 1751 un terremoto azotó la ciudad,

la cual quedó reducida a escombros. Los impactos fueron tales que hasta se cambió el curso del Río Chillán casi quince cuadras ocasionando que los habitantes se trasladaran al sector Alto de la Horca y Viña Moscatel; zona que se decretó como el nuevo emplazamiento de Chillán, actualmente Chillán Viejo.

En 1835 otro terremoto provocó un nuevo desplazamiento de la ciudad a los fundos “Huadún”, “Tejar” y “Huambalí” quedando dividido el Chillán Nuevo y el pueblo viejo. Desde entonces, ambos sectores tuvieron un desarrollo independiente. De hecho, en 1880 Chillán Viejo fue declarada comuna, pero en 1915 volvió a formar parte de Chillán Nuevo debido a una mala administración. Finalmente, en 1996 Chillán Viejo recuperó el título de comuna.

Actualmente, se percibe la historia de los emplazamientos en la ciudad a través de su patrimonio urbano, arquitectónico y ambiental fortaleciendo la memoria histórica comunal.

4. METODOLOGÍA

Se añadió información bibliográfica sobre el cambio climático en la zona centro sur de Chile y de eventos ambientales que han azotado al país durante estos últimos años entre los que se destacan incendios forestales, inundaciones y sequías hídricas. Con esta descripción se puede entender los efectos del cambio climático a nivel local.

La evaluación de las vulnerabilidades, impactos y riesgos climáticos de la comuna de Chillán Viejo se realizó siguiendo las directrices establecidas por el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, según lo propuesto por la Guía Plan de Acción Comunal de Cambio Climático (PACCC). La metodología incluye los siguientes componentes clave:

4.1. Amenazas Climáticas Actuales y Proyectadas

Efectuar un análisis exhaustivo de las amenazas climáticas que actualmente afectan a la comuna de Chillán Viejo, así como de las proyecciones futuras. Este análisis incluirá la evaluación de eventos climáticos extremos, cambios en los patrones climáticos y diferentes escenarios de cambio climático.

4.2. Exposición de Elementos y Sistemas Clave

Evaluar la exposición de los elementos críticos dentro del territorio comunal, tales como la infraestructura, recursos naturales, población y sistemas de

servicios. Se identificarán aquellos elementos y sistemas más vulnerables a los impactos del cambio climático.

4.3. Factores de Sensibilidad

Analizar los factores que aumentan la sensibilidad de la comunidad al cambio climático, considerando aspectos socioeconómicos, demográficos, culturales y ambientales. Esta evaluación permitió identificar las características que hacen a la población y sus recursos más vulnerables.

4.4. Capacidad de Adaptación

Examinar los recursos, capacidades y estrategias disponibles tanto por parte de la población como del municipio de Chillán Viejo para enfrentar y adaptarse a los impactos del cambio climático. Se identificarán las fortalezas y debilidades en la capacidad de preparación y respuesta ante posibles riesgos.

El objetivo de estas actividades es proporcionar un análisis integral de los posibles impactos del cambio climático en Chillán Viejo, identificando los principales factores que afectan a la población, infraestructura y servicios, y evaluando los recursos y capacidades disponibles para prepararse y responder de manera efectiva a los riesgos identificados. Este análisis permite desarrollar estrategias de adaptación y mitigación adecuadas para el desarrollo sostenible y la resiliencia de la comuna (MMA, 2023).

Se utilizará la información disponible en otros instrumentos de planificación comunal, intercomunal o regional, como el Plan Local de Cambio Climático de Chillán Viejo, Plan de Desarrollo Comunal, Plan Regulador Intercomunal, datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), entre otras fuentes científicas. La caracterización abarcará las siguientes dimensiones:

4.5. Dimensión Física

Se incluyó información sobre la ubicación geográfica, extensión territorial, sistema hídrico, clima, uso de suelo.

4.6. Dimensión Social

Se analizó la distribución y composición de la población, densidad poblacional, tendencias demográficas, movimientos migratorios, proporción de población urbana y rural, estructura etaria y niveles de pobreza, utilizando datos del INE.

4.7. Dimensión Económica

Se examinó las principales actividades económicas de la comuna y los bienes y servicios producidos localmente.

4.8. Dimensión Ambiental

Se proporcionó información sobre el estado del ambiente en Chillán Viejo, incluyendo clima, temperatura, humedad, relieve, ocupación humana y características del suelo.

Además, se describirán los eventos climáticos problemáticos que ha sufrido la comuna para mejorar la planificación de adaptación al cambio climático. Se incluirá información cartográfica, utilizando programas de información geográfica como QGIS o ArcGIS, con datos del IDE Minagri y el SISSA.

Se utilizaron datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente a través de la plataforma ARCLim, que incluye datos climáticos históricos y proyecciones futuras bajo un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero (RCP8.5) (CR2, 2021). Estos mapas proporcionan información para entender el riesgo a nivel comunal.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Cambio Climático

El cambio climático es una de las dificultades de la modernidad de mayor interés público a escala global (Aguirre, G, et al., 2022). La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) define el "cambio climático" como un cambio en el clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos comparables.

Este fenómeno no sólo afecta aspectos ambientales, sino que también tiene repercusiones económicas, políticas, culturales y sociales. No es una problemática del futuro, ya que hoy se ven y se viven sus efectos, los cuales tienen graves repercusiones en diversos ámbitos de la vida de las personas, comunidades y ecosistemas. Los impactos ya son perceptibles, como el aumento de la temperatura global de 0,85 °C, el incremento del nivel del mar, el progresivo deshielo de las masas polares en el Ártico, así como daños en las cosechas, riesgos en la salud y fenómenos extremos como tormentas, huracanes y principalmente sequías.

5.1.1. Chile y el Cambio Climático

Chile es un país particularmente vulnerable al cambio climático debido a su geomorfología, riqueza ecológica y dependencia económica de los recursos

hídricos (Bobadilla, A., 2023), presenta 7 de las 9 características que la CMNUCC ha destacado como de especial preocupación:

1. Zonas costeras bajas.
2. Áreas áridas, semiáridas o boscosas.
3. Áreas propensas a desastres debido a peligros naturales.
4. Áreas sujetas a sequía y desertificación.
5. Áreas urbanas con alta contaminación atmosférica.
6. Áreas con ecosistemas frágiles.
7. Economías dependientes de productos intensivos en energía (Palmeiro. Y, et al., 2020).

La región de Ñuble ha sufrido cambios significativos debido al cambio climático, la variación en las precipitaciones y el riesgo de erosión de terrenos cultivables, lo que lleva a pensar en una reorganización de las actividades productivas regionales, la construcción de una macro región forestal en Chile. Esto ha llevado a la convivencia de conocimientos tradicionales con un contexto de cambio climático y ha generado problemáticas que han impulsado movimientos de defensa del territorio, principalmente relacionados con la temática hídrica (Silva, P., 2019).

Riesgos como incendios forestales, sequía e inundaciones sacuden a Ñuble como a Chillán Viejo.

5.1.2. Incendios Forestales

La exposición a incendios forestales en Chile se ha casi triplicado al comparar los períodos 2001-2004 y 2015-2018, aumentando el riesgo de ocurrencia de eventos negativos en salud, tanto directos como indirectos (Yasna K, et al., 2020). Estos incendios no solo destruyen grandes extensiones de bosques, sino que también generan importantes emisiones de gases de efecto invernadero y afectan la calidad del aire.

El cambio climático ha tenido un impacto significativo en la región de Ñuble, especialmente en relación con los incendios forestales. La sistematización de datos históricos sobre incendios forestales en Chile comenzó en 1964, y desde entonces, se ha observado un aumento constante en el número de incendios. Entre 1964 y 2019, se registraron 248,002 incendios forestales con un promedio anual de 4,429 incendios, afectando más de tres millones de hectáreas. La tendencia de aumento en el número de incendios se atribuye al uso intensivo de recursos naturales renovables (CIOCCA, V., 2021).

En particular, la temporada de incendios 2016-2017 fue la más severa registrada en los últimos 40 años, con más de 580,000 hectáreas quemadas (CIOCCA, V., 2021).

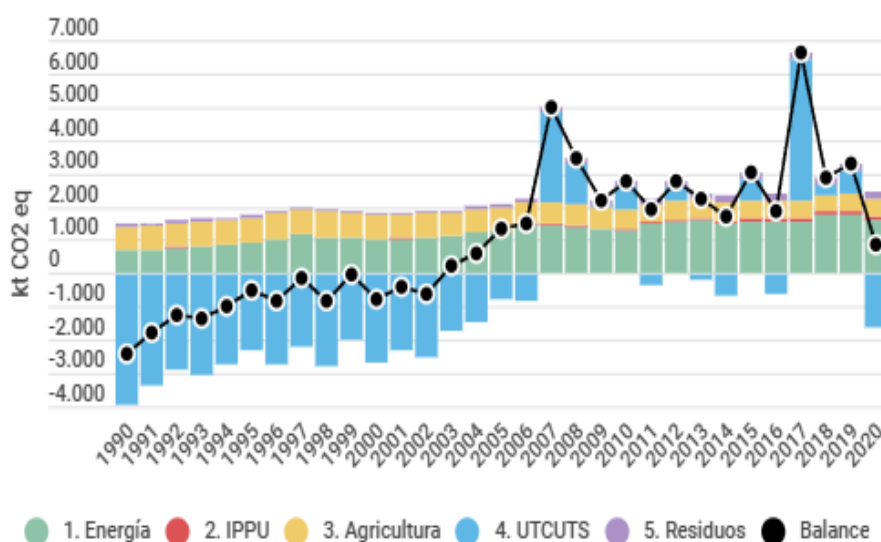


Figura 3. Ñuble: emisiones y absorciones de GEI (kt CO2 eq) de alcance por sector, 1990-2020

A nivel nacional, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) totales han aumentado en un 429 % desde 1990 y han disminuido en un 4 % desde 2018. En la región de Ñuble, se observa un incremento del 136 % en las emisiones desde 1990, seguido de una reducción del 69 % desde 2018. En general, la tendencia, excluyendo el sector de suelos, refleja un aumento significativo en las emisiones relacionadas con Energía, Residuos e IPPU, combinado con una disminución en el sector Agrícola, que incluye el manejo de estiércol, responsable de las emisiones de metano, y el uso de fertilizantes nitrogenados.

Por otro lado, el sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) absorbió un total de 1.569 kt CO2 eq en 2020, lo que representa el 2,81 % del sector a nivel nacional. La tendencia de este sector

muestra una disminución en la capacidad de captura debido al aumento de la cosecha y de los incendios forestales (MMA, 2020).

Además, el cambio climático ha contribuido a la homogeneización del peligro de incendios en la región, lo que podría aumentar la probabilidad de ocurrencia de megaincendios en el futuro (CIOCCA, V., 2021).

Los incendios forestales representan una amenaza considerable, no solo por la destrucción directa de la vegetación, sino también por las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes que afectan la salud humana y cancelan los beneficios ecosistémicos que proporcionaban los bosques antes de ser quemados (CIOCCA, V., 2021).

5.1.3. Inundaciones

En Chile, las inundaciones han sido causadas por cinco factores principales: precipitaciones intensas y persistentes, procesos volcánicos, procesos nivoglaciares, deslizamientos e intervenciones antropogénicas. Entre 1574 y 2012, se estudiaron 227 eventos de inundaciones fluviales en Chile, identificando estas causas como determinantes. En particular, las precipitaciones intensas y persistentes, incluyendo procesos convectivos y orográficos, así como frentes cálidos o fríos, son la principal causa de inundaciones. Otros factores incluyen la actividad volcánica, que puede provocar obstrucción de cauces y deshielos, y los procesos nivoglaciares como las crecidas estacionales y los desbordes de lagos glaciares. Además, los deslizamientos de tierra y la intervención humana, como la rotura de

estructuras hidráulicas o el mal manejo de obras hidráulicas, también contribuyen a las inundaciones (Valdebenito, M., 2018).

Ñuble, y particularmente en Chillán, han tenido efectos significativos. Un ejemplo notable es la precipitación extrema en julio de 2006 que afectó fuertemente la zona centro-sur de Chile, incluida la región del Biobío. Este evento causó graves inundaciones, deslizamientos de tierras y desbordes de cauces, lo que llevó a las autoridades a declarar la región como "Zona de Catástrofe". Las áreas más afectadas en Chillán fueron el estero Las Toscas y los canales que cruzan la ciudad, que colapsaron e inundaron grandes sectores urbanos, afectando el sistema de evacuación de aguas lluvias (Valdebenito, M., 2018).

5.1.4. Sequía

Chile está enfrentando la peor sequía de su historia, con cinco regiones del país, que comprenden 104 comunas, bajo la categoría de "emergencia hídrica". Aunque las sequías de uno o dos años han sido comunes en el clima de Chile Central, la última década ha experimentado un periodo seco de mayor duración y extensión territorial registrado, acumulando 12 años de sequía. Esta "mega sequía" ocurre durante la década más cálida registrada en Chile central, lo que aumenta la pérdida de agua por evaporación y agrava el déficit hídrico. Las sequías en Chile suelen ser provocadas por los fenómenos de La Niña y El Niño o la oscilación decadal, pero la sequía prolongada de la última década está más dominada por una tendencia de cambio climático.

Durante los años de la mega sequía, las condiciones fueron neutras en el Pacífico ecuatorial, sin un enfriamiento significativo del Pacífico tropical, excepto en 2010, que fue un evento de La Niña. Se estima que al menos un 25% del déficit de precipitación durante la mega sequía es atribuible al cambio climático antrópico. Esto sugiere que durante el siglo XXI habrá una aridificación progresiva de la zona centro y sur de Chile, incrementando las sequías extensas y prolongadas como la actual.

Además, algunas zonas del sur del país también han mostrado limitaciones hídricas, lo que era impensado dado el clima históricamente predominante en esa parte del territorio. Las regiones al norte del río Maule y el río Ñuble se encuentran bajo estrés hídrico alto, mientras que las regiones de la Araucanía y Biobío tienen un estrés medio alto. La región de Ñuble se ha convertido en el epicentro de la sequía en los últimos años, afectando gravemente la productividad agrícola de la zona debido a la disminución de precipitaciones y al aumento de temperaturas en la década más cálida de los últimos 100 años, exacerbando el déficit hídrico con la evaporación de lagos, embalses y cultivos. En febrero de 2020, se declaró zona de emergencia agrícola a ocho comunas de la región de Ñuble (Zapata, N., 2021).

5.2. Características físicas

La comuna de Chillán Viejo se encuentra en la Provincia de Diguillín, en el Valle Central de la Región de Ñuble, específicamente, en las coordenadas 36°36'39" a los 36°44'41" de Latitud Sur y 72°3'19" a los 72°21'28" de Longitud

Oeste. Limita al norte, este y oeste con Chillán, y al sur con Bulnes y San Ignacio (Municipalidad de Chillán Viejo, 2023).

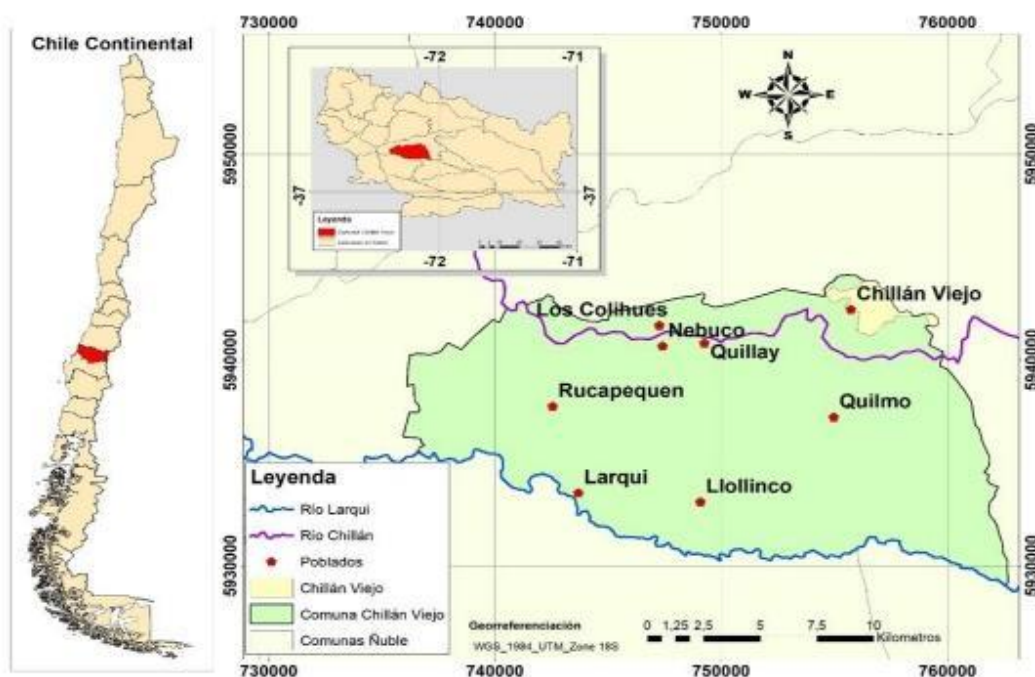


Figura 4. Ubicación Geográfica de Chillán Viejo y sus pueblos.

El principal centro poblado de la comuna es el centro urbano de Chillán Viejo, y dentro de los poblados se destacan pueblos como Rucapequén, Los Colihues, El Quillay, Santa Elisa, Nebuco y Lollinco. Cada uno con sus características y atractivos únicos, como la artesanía, la naturaleza o la historia (INE, 2024).

La comuna tiene 802,8 km de red vial de los cuales 177,9 km pavimentados correspondiente al 22,2% y 247,2 km sin pavimentar (30,8%), además de 377,8 km de huella (47,1%). Su contribución a las ciclovías es de 6,4 km lo

que equivale al 0,8% de la red vial. Al año 2023, el centro urbano de Chillán Viejo cuenta con un 94,8% de pavimentación, aunque existen calles que no se encuentran pavimentadas (Fuente) La principal falta de pavimentación se presenta en el sector rural de la comuna y en las localidades definidas por el PRC, donde Rucapequén y Los Colihues presentan los mayores déficits con solo un 34,1% y un 45,9% de su red vial pavimentada (Municipalidad de Chillán Viejo, 2023).

Chillán Viejo tiene una alta cobertura de los servicios básicos con un 89,9% de las viviendas conectadas a la red de agua potable. Sin embargo, en zonas rurales se utilizan fosas sépticas y pozos absorbentes, lo que representa una amenaza a los acuíferos.

Por otro lado, la telefonía y conectividad digital es alta cobertura en la zona urbana, con el 100% de las manzanas urbanas a menos de 1 km de una antena de telecomunicaciones (Municipalidad de Chillán Viejo, 2023).

La población de Chillán y Chillán Viejo ha tenido un incremento sostenido en las últimas décadas por lo que la expansión urbana de Chillán Viejo ha tendido hacia el norte y este de la ciudad (Municipalidad de Chillán Viejo, 2021), con nuevos barrios residenciales, equipamientos públicos y áreas comerciales. Lo que, traducido en números Chillán Viejo ha experimentado un 60,2% de crecimiento de viviendas y 17,1% de población (Deficitcero, 2022).

La comuna de Chillán Viejo tiene un total de 11.276 viviendas de las cuales en un gran porcentaje es de casas, seguido por departamentos, medias aguas.

En porcentajes menores se encuentran casas tradicionales indígenas o rukas, Pieza en casa antigua o en conventillo y Móvil (carpa, casa rodante o similar).

En la evaluación de la materialidad de las viviendas, se determinó que un 83% se encuentra en condición aceptable, un 16% es recuperable y un 1% es considerado irrecuperable. Este último índice, que representa el porcentaje de viviendas particulares ocupadas con moradores presentes, se clasifica como irrecuperable cuando se constata que las paredes exteriores, la cubierta del techo o el piso de la vivienda presentan condiciones severas. Específicamente, las paredes exteriores se consideran irrecuperables si están hechas de materiales precarios como lata, cartón, plástico u otros similares. De igual manera, la cubierta del techo se clasifica como irrecuperable si está hecha de materiales precarios o si carece de una cubierta sólida. Por último, un piso se considera irrecuperable si está compuesto de tierra. Estos criterios determinan la clasificación de las viviendas en cuanto a su materialidad y la necesidad de intervención o reemplazo (INE, 2017).

5.3. Características Ambientales

Chillán Viejo se encuentra en la Depresión Intermedia, una llanura con una leve ondulación hacia el sur. Su topografía es plana, a excepción de los faldeos de la Cordillera de la Costa. Su superficie es de 292 km² aproximadamente (Municipalidad de Chillán Viejo, 2010).

La comuna se caracteriza por un clima templado mediterráneo con estación seca y lluviosa semejante con veranos cálidos y secos, con temperaturas medias que oscilan entre los 18°C y 20°C. Las temperaturas máximas absolutas pueden superar los 34°C a la sombra e inviernos fríos y húmedos, con temperaturas medias que rondan los 1°C y 5°C. Las heladas son frecuentes, especialmente en las noches y madrugadas.

Las precipitaciones se concentran principalmente en los meses de invierno, con un promedio anual de 1.058 mm. La nieve cae ocasionalmente en los sectores más altos de la comuna. Los vientos predominantes provienen del suroeste y del noreste.

Los suelos en la región de Ñuble, de acuerdo con el Instituto Geográfico Militar (1984), se distinguen por su pH, que generalmente es neutro o ligeramente ácido, manteniendo un valor igual o superior a siete. Estos suelos exhiben una baja presencia de materia orgánica, aproximadamente un 1.5%. La mayor parte de los suelos del Valle Central tienen un origen aluvial, lo que les otorga un buen sistema de drenaje y mayormente una textura liviana. Sin embargo, también se encuentran diferentes tipos de texturas, clasificadas según el PLADECO (2011). Este último indica que los suelos de la comuna pueden dividirse en dos tipos: aquellos de textura liviana y aquellos de textura gruesa.

Los suelos de textura liviana abarcan una gran extensión en Chillán y se destacan por cualidades inigualables en términos de productividad.

Entre sus principales características se encuentran su idoneidad para la horticultura y fruticultura, además de un nivel de fertilidad adecuado. Según el Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM), las áreas agrícolas representan un 60.58% de la superficie total de la comuna, con importantes porcentajes de praderas, matorrales y áreas boscosas.

Por otro lado, los suelos de textura gruesa, principalmente arenosos, se localizan en las orillas del Río Itata, extendiéndose hacia el sur. Esta clasificación de suelos resulta fundamental al determinar los diversos usos que se les asignan en la región (Loyola, C., et al, 2014).

Con relación al uso de suelo, un 28% de la comuna es suelo urbano, mientras que el 72% es suelo rural. La vocación de la comuna se orienta principalmente a los usos habitacional, comercial y agrícola, especialmente en su área rural (Municipalidad de Chillán Viejo, 2019).



Figura 5. Mapa de usos de suelo en Chillán Viejo

5.3.1. Recursos Ecológicos

Se reconocen en la comuna recursos naturales de valor productivo, como lo son el suelo y agua en donde del último se está presente el Estero Las Lechuzas: afluente del estero Las Toscas, recibe aportes de aguas lluvias y canales de riego.

Por otro lado, existen con valor paisajístico y de regulación ecosistémica como el Humedal Maipú de O'Higgins reconocido como humedal urbano ubicado en la salida sur de Chillán Viejo donde su protección, conservación y preservación

dependen de las ordenanzas de la Municipalidad y del Plan Regulador Comunal.

También, dentro de los recursos naturales de valor productivo se encuentran los que están asociados a la presencia de bosques como pastos, especies arbóreas, arbustivas, nativas, exóticas, desechos agrícolas o forestales, etc que pueden usarse de combustible. Su manejo previo a un incendio forestal es fundamental (MINVU, 2023).

La red hidrográfica está compuesta por diversos cursos de agua, contribuyendo a la gran cuenca del río Itata. Ríos como el Ñuble, Cato y Chillán, de origen pluvionival, se caracterizan por sus caudales significativos durante los meses de invierno (Contreras. F., 2012).

El río Chillán, un afluente en este sistema, es vital para la región. Con una extensión de 105 km, nace en la vertiente poniente del volcán Nevados de Chillán, a unos 2,300 msnm, desembocando en el río Ñuble, principal afluente del río Itata, a una altitud de 75 msnm en la depresión intermedia. Este río alimenta canales de riego esenciales para la región y concentra áreas pobladas importantes.

En cuanto al relieve, la cuenca se extiende desde la cordillera de los Andes hasta el valle central. La disposición física ha favorecido la ocupación humana en la región, con ciudades ubicadas en la llamada Depresión Intermedia, una

llanura suavemente ondulada formada por materiales fluviales, glaciares y volcánicos depositados por los ríos Ñuble e Itata (Loyola, C., et al, 2014).

5.4. Características Demográficas

La población de Chillán Viejo se caracteriza por concentrar su población en el centro de la comuna. La densidad poblacional va disminuyendo hacia las zonas periféricas especialmente rurales.

Dentro de la composición poblacional en esta predomina la presencia de población femenina con un 53% aproximadamente y la presencia de niños, jóvenes y adultos, representa casi el 87% del total de habitantes de Chillán Viejo. Esto refleja una población relativamente joven y dinámica, con un alto potencial de crecimiento y desarrollo.

Respecto a la población masculina esta representa un 47,2% y la población de 65 años o más representa un 13, 8% (INE, 2017).

La población total de Chillán Viejo es de 30.907 habitantes y tiene una superficie de 291.8 km² con la fórmula dada por el INE en donde la densidad poblacional es la división del total de población de una unidad geográfica o administrativa entre la cantidad total de superficie se obtiene que esta corresponde a 105,9 Hab/km² inferior al promedio nacional (INE, 2017).

A nivel nacional estamos experimentando un crecimiento poblacional y Chillán Viejo no es una excepción de este fenómeno, por lo que para el 2024 se espera

que la población de esta comuna sea de 35.580 con un 15,1% de variación superiores al promedio nacional de 14,3% de tasa de crecimiento

De acuerdo con la información obtenida en el sistema estadístico ADIS del Ministerio de Desarrollo Social, la población migrante en la comuna presenta un crecimiento sostenido que prácticamente se ha duplicado entre el año 2018 a agosto de 2019. Cabe señalar que estas cifras corresponden solo a las personas que se han incorporado al Registro Social de Hogares, con un número de migrantes de 175 al 2019 (Municipalidad de Chillán Viejo, 2021).

Pueblos originarios: 3,6% de la población se declara perteneciente a algún pueblo originario (mayormente mapuche) (BCN, 2024).

Según lo proyectado por el Instituto Nacional de Estadísticas al 2024, la comuna de Chillán Viejo contaría con una población urbana de 32.208 habitantes y una población rural de 3.372 habitantes. Con un 89% de su población viviendo en zonas urbanas y un 11% en zonas rurales (BCN, 2024).

Según la encuesta CASEN (2022), se ha visto que los niveles de pobreza en Chillán Viejo son relativamente menores a los de la Región de Ñuble, ya que según los indicadores de Pobreza por ingresos correspondería 8,5%, el cual es mucho menor a la tasa de pobreza por ingresos de la región que corresponde al 12,1%. Por otro lado, con la tasa de Pobreza multidimensional, Chillán Viejo mantiene una tasa parecida a la de la región de 15,2% a nivel comunal y de 15,5% a nivel regional.

Según datos del INE (2020), la tasa de desocupación en Chillán y Chillán Viejo es del 8,4%. El ingreso promedio del hogar, según el INE 2018, es de \$1.193.456, y el promedio de años de escolaridad es de 11,8. De acuerdo con el MINEDUC, en la comuna de Chillán Viejo hay un total de 4700 estudiantes, una disminución significativa en comparación con 2014, cuando la matrícula era de 5471 alumnos (Municipalidad de Chillán Viejo, 2021). Además, el 99,8% de los hogares tiene acceso a vivienda propia o arrendada.

5.5. Características socioculturales

La comuna de Chillán Viejo se destaca por su diversidad cultural, contando con una amplia gama de organizaciones sociales y culturales que realizan actividades folclóricas, artísticas, educativas y de artesanía. La identidad local se ve fortalecida por la conmemoración del natalicio de Bernardo O'Higgins, una celebración significativa para la comunidad chillanvejina. Además, el municipio brinda apoyo y asesoría a las organizaciones comunitarias, fomentando su desarrollo y participación (Municipalidad de Chillán Viejo, 2021).

Durante las últimas elecciones realizadas el 2023 Chillán Viejo se ha destacado por su participación ya que esta fue alta con un 92,43% (BCN, 2024).

5.5.1. Patrimonio

La comuna de Chillán Viejo cuenta con importantes patrimonios que destacan por su valor histórico y cultural. Entre ellos se encuentra el Parque Monumental Bernardo O'Higgins, inaugurado en 1974. Situado frente al costado norte de la Plaza Isabel Riquelme, este parque es un sitio de gran relevancia histórica y cultural para la comuna.

Además, la Biblioteca Municipal Francisco de Miranda, ubicada dentro de la infraestructura de la Casa de la Cultura, es un recurso valioso para la comunidad, proporcionando acceso a la información y fomentando el aprendizaje. Estos patrimonios reflejan la rica herencia cultural de Chillán Viejo y su compromiso con la preservación de su historia y la promoción del conocimiento (Municipalidad de Chillán Viejo, 2021).

5.6. Características económicas

El panorama económico de Chillán Viejo, caracterizado por un comercio vibrante y diversificado, también está relacionado con la existencia del relleno sanitario en la comuna. El comercio es el sector más relevante, con un 23,4% de la población económicamente activa dedicada a esta actividad, y se concentra principalmente en la Avenida O'Higgins y la Avenida Baquedano (Arias. P, Quezada. R., 2012). Sin embargo, la economía de Chillán Viejo también se apoya en la industria manufacturera (13,6%) y la agricultura (10,6%) (Municipalidad de Chillán Viejo, 2019).

La instalación del relleno sanitario en Chillán Viejo ha tenido un impacto significativo en la economía local, particularmente en términos de gasto público y uso del suelo. La inversión inicial de aproximadamente 300.000 USD para la construcción del relleno y los elevados costos de recolección y disposición de residuos han influido en los presupuestos municipales y, por extensión, en las finanzas de la comuna (Ramos Morales, F., & Rivas Maldonado, J. 2016).

Asimismo, la ubicación del relleno en una zona con limitaciones agrícolas ha llevado a un cambio en el uso del suelo, priorizando el uso forestal. Este ajuste en el uso de la tierra demuestra cómo la economía local, que incluye una notable actividad agrícola y forestal, se ha adaptado a la presencia del relleno sanitario (Ramos Morales, F., & Rivas Maldonado, J. 2016).

Además, según el PLADECO de Chillán Viejo (2023), la concentración económica en pocos sectores, como el comercio, transporte, construcción, industria manufacturera y agricultura, podría verse afectada por la gestión de residuos en la comuna. La presencia del relleno sanitario puede influir en la toma de decisiones relacionadas con la inversión y desarrollo de estos sectores, destacando la interconexión entre la gestión de residuos y las características económicas de Chillán Viejo.

5.7. Caracterización Climática de la Comuna

En particular, tanto la región de Ñuble como Chillán Viejo, se ha convertido en el epicentro de esta sequía debido a la disminución de lluvias que afecta a toda

la zona central del país desde hace más de una década. Este fenómeno climático se ve exacerbado por la década más cálida en un siglo, lo que intensifica la escasez de agua al acelerar la evaporación de lagos, embalses y cultivos (Márquez. NZ, 2022).

El Ministerio de Medio Ambiente destaca que la región de Ñuble debe prepararse para un futuro marcado por temperaturas elevadas, escasas precipitaciones (Brizuela. E, 2021).

La siguiente información proporcionan datos que describen cómo se ve el escenario actual y futuro de la comuna de Chillán Viejo

5.7.1. Precipitaciones

El concepto central de la hidrología es el ciclo hidrológico, entendiéndose por tal proceso completo de circulación y distribución de agua en la atmósfera, mar y tierra, siendo uno de los componentes de este ciclo las precipitaciones. Las características pluviométricas de mayor interés ecológico son: la magnitud de la precipitación medida en mm, duración de la lluvia; la intensidad, medida en mm/h y finalmente la frecuencia.

Se obtuvieron datos desde la estación meteorológica Chillán Viejo a cargo del Ministerio de Obras Públicas, ubicada en Chillán Viejo en 36° 37' 55" LS y 72° 07'36" de longitud oeste, representando datos de precipitaciones de la comuna.

Las grandes precipitaciones históricas nos indican que la década con mayor pluviometría corresponde al período 1980- 1989 tiempo en que se registraron precipitaciones promedio de 1.094 mm de agua caída, mientras que, si desglosamos las precipitaciones por año, se obtuvo que los años que registran mayores precipitaciones corresponden a los años, 1982, 1984, 1986, 1987 1992, 1997 y 2005.

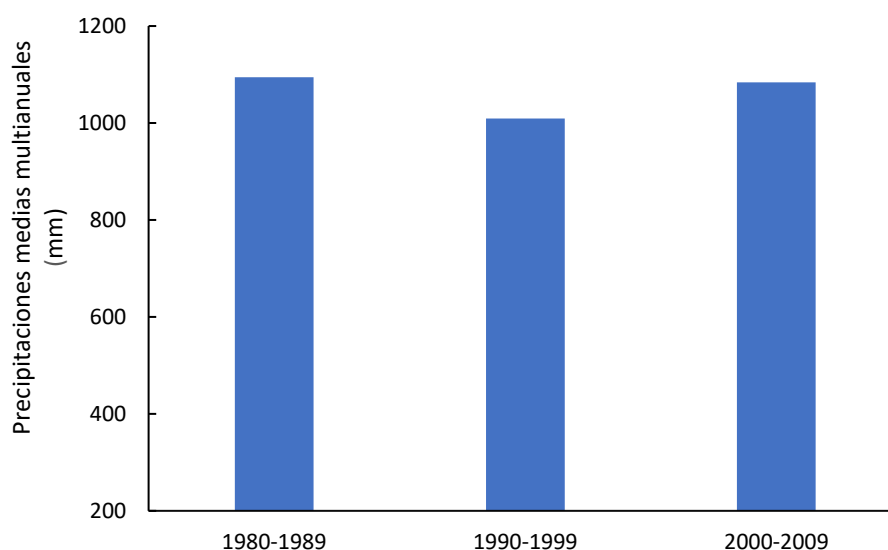


Figura 6. Precipitaciones medias históricas por décadas (1980-2009)

Revisando los datos de la cantidad de agua caída mensual, se observa que los meses que concentran mayor cantidad de precipitaciones son los meses invernales de mayo a agosto, deduciendo que la ocurrencia potencial de mayores inundaciones estaría localizada durante estos meses de invierno. Los regímenes pluviométricos anuales de la cuenca son predominantemente bimodales, concentrando los máximos montos de pluviosidad en los meses de

mayo a Julio, siendo este último el mes más lluvioso. Las menores precipitaciones se manifiestan generalmente de diciembre a marzo, destacando enero como el mes más seco (Henríquez, 1990).

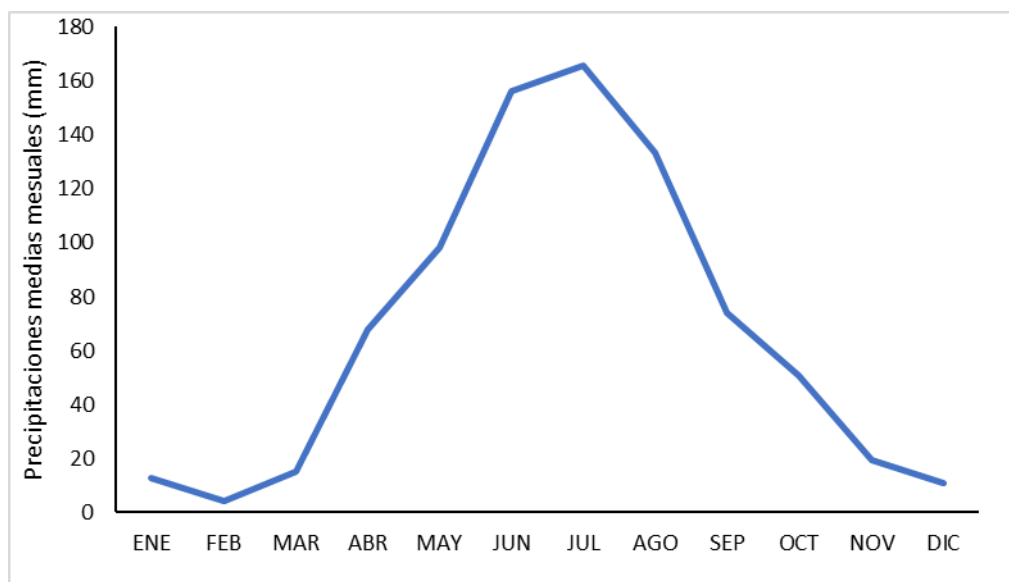


Figura 7. Precipitaciones medias mensuales en el periodo de (2014-2022)

5.7.2. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas

La estación Chillán Viejo presenta registros a contar del año 1997. En esos 22 años destaca 14 registros sobre los 60 mm en 24 h, considerados como de riesgos de acumulación de aguas lluvias, ocurrido en el año 1999, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2012, 2013, 2014, 2015, 2019 y 2021.

Tabla 1. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas, Estación Chillán Viejo, periodo consultado: 01/01/1999 - 01/01/2023.

MAXIMA EN 24 HS.		
AÑO	FECHA	PRECIPITACION (mm)

1999	02/05	86,00
2000	29/06	52,00
2001	16/07	87,00
2002	26/02	136,00
2003	21/05	58,00
2004	11/04	82,00
2005	26/06	116,00
2006	11/07	102,00
2007	16/07	52,00
2008	19/05	97,00
2009	17/06	112,00
2010	17/06	47,00
2011	18/06	58,00
2012	08/11	60,30
2013	27/06	63,80
2014	30/04	64,00
2015	11/07	63,00
2016	25/05	47,50
2017	24/06	49,00
2018	28/05	54,00
2019	28/06	100,00
2020	18/06	59,00

2021	08/07	205,90
2022	09/07	32,6
2023	10/09	51,8

Fuente: DGA

5.7.3. Temperaturas

Tabla 2. Promedio de temperaturas y precipitaciones con Línea Base (1980 - 2010) – Escenario 2050

LINEA BASE (1980 - 2010)										ESCENARIO 2050								
COMU NA	TX E	TN E	TX J	TN J	Tem ed	Tjm ed	PP A	PP A MI N	PP A MA X	TX E 50	TN E 50	TX J 50	TN J 50	Tem ed 50	Tjm ed 50	PP A 50	PP A 50 MI N	PP A 50 MA X
Chillán Viejo	27,7	11,7	12,5	3,9	18,7	7,8	1019	918	1206	30	13,6	14	5,3	20,7	9,2	862	776	1020
TXE: Temperatura máxima estival (Máxima media del mes más cálido, ENERO).																		
TNE: Temperatura mínima estival (Mínima media del mes más cálido, ENERO).																		
TXJ: Temperatura máxima invernal (Máxima media del mes más frío, JULIO).																		
TNJ: Temperatura mínima invernal (Mínima media del mes más frío, JULIO).																		
Temed: Temperatura media del período estival (diciembre - enero - febrero).																		
Tjmed: Temperatura media del período invernal (junio - Julio - agosto).																		
PPA: Precipitación normal anual.																		
PPA MIN: Precipitación anual más baja en cada subcomuna.																		
PPA MAX: Precipitación anual más alta en cada subcomuna.																		

De acuerdo con los resultados de la temperatura en la comuna se observa un aumento de la temperatura máxima y media anual mayor a 2° Celsius respecto de la proyección del escenario del año 2050. Respecto de los resultados de

las precipitaciones en la Intercomuna, se observa una disminución de la precipitación normal anual mayor a 100 mm respecto de la proyección del escenario del año 2050, como se puede observar en la siguiente tabla.

Fuente: MMA.

De acuerdo con los antecedentes recopilados, se evidencia el efecto del cambio climático en el área intercomunal. Esto se ve reflejado en una disminución paulatina de las precipitaciones total anual, que según la proyección realizada al año 2050 esta disminuiría aproximadamente a 800 mm, 200 mm menos que el promedio de los últimos 10 años. Sin embargo, de acuerdo con la estadística de las precipitaciones máximas en 24 hrs, seguirán existiendo concentración de precipitaciones en 24 hrs con valores sobre 60mm, considerados como de riesgo (inundación, anegamiento y/o rodados y aluviones). Respecto de las temperaturas, estas aumentarían en 2° Celsius tanto en época estival como invernal. La relación entre la proyección de precipitaciones y temperatura genera un escenario climático similar al de la zona central.

5.8. Perfil de Riesgo Climático

Una amenaza es una condición climática que, de producirse, puede generar daño en comunidades y ecosistemas, como la pérdida de vidas humanas, daño en infraestructura, impactos en la provisión de servicios, en la salud de las personas o en la disponibilidad de recursos naturales. Así, una amenaza

climática puede convertirse en un riesgo climático, dado factores particulares de vulnerabilidad y exposición, que es necesario abordar.

Según la información recopilada se identifican como amenazas el aumento de la intensidad de precipitaciones, el aumento de temperaturas y la disminución de precipitaciones totales anuales, estos factores pueden afectar a la comuna traducidos en inundaciones, incendios forestales y sequía.

5.8.1. Riesgo de Inundaciones en la Comuna

Según el MINVU (2023) Chillán Viejo, las áreas de inundación fueron determinadas en el Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias elaborado por INDEGESA en 2002. Este estudio identificó dos importantes áreas inundables: el sistema Estero Río Viejo y el sistema Estero Las Toscas, ambos ubicados en el sector sur de la conurbación. Las inundaciones se calcularon con tasas de retorno de 100, 25, 10, 5 y 2 años, mostrando las áreas afectadas por el desborde de cauces naturales. Además, se menciona que algunas de estas áreas de inundación han sido mitigadas con obras de encauzamiento.

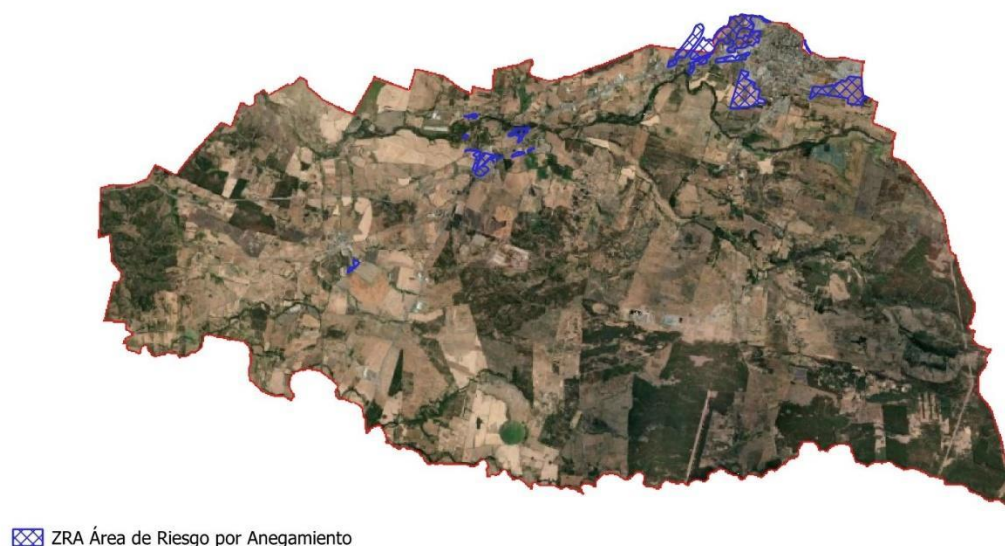


Figura 8. Cartografía de PRC de las zonas de riesgo por anegamiento.

En el plan regular comunal de Chillán Viejo se definen las áreas de riesgo por anegamiento a zona cercanas al Estero Las Toscas, Rio Chillán Y Estero Maipo.

El análisis de inundaciones fluviales en la zona periurbana de Chillán y Chillán Viejo realizado por Valdebenito (2018) en donde se emplearon modelos hidráulicos y análisis hidrológicos, permitiendo la identificación de áreas de peligro y la validación de las áreas de peligro de inundación fluvial definidas en el instrumento de planificación local.

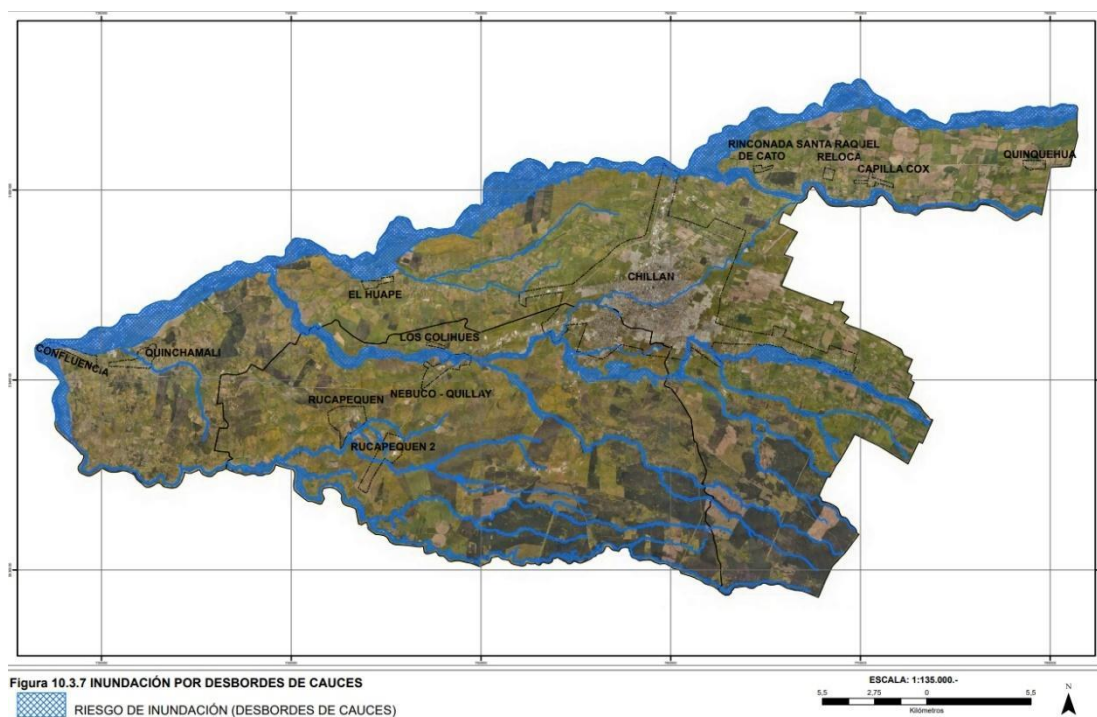


Figura 9. Cartografía de riesgo de inundaciones fluviales en la comuna de Chillán Viejo.

5.8.2. Riesgo de Incendio en la Comuna

De acuerdo con la información extraída de ARCLIM Chillán Viejo enfrenta un riesgo significativo de incendios forestales debido a varios factores clave. La amenaza actual de incendios es alta (0.5424) y se incrementará en un clima futuro (0.8587). La región también muestra una alta exposición (0.4353) y sensibilidad (1) a incendios, con un riesgo que se duplicará en el futuro (de 1 a 2.0507).

Factores de sensibilidad incluyen una alta cobertura de vegetación inflamable: 3% de bosques nativos, 32% de plantaciones forestales, 41% de matorrales, y otras coberturas como cultivos (9%) y praderas (15%). La densidad

poblacional y de viviendas también es alta, lo que aumenta la probabilidad de incendios. La proximidad a ciudades y caminos facilita el acceso humano, contribuyendo a posibles igniciones.

El historial de incendios muestra varios eventos causados por quema de desechos, actividades humanas y condiciones intencionales. La región sur del río Chillán es particularmente vulnerable debido a la concentración de vegetación inflamable y accesibilidad.

En el año 2023, la región de Ñuble experimentó incendios forestales que afectaron significativamente la superficie de la región. En ese mismo año comuna de Chillán Viejo el Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres decretó alerta roja por dos incendios forestales en el sector de Quilmo y otro en Caserío Linares 2 el incendio consumió 130 hectáreas. (CNN, 2023)

CONAF registró la magnitud de los incendios en el periodo 2022- 2023 en donde la magnitud fue de 2828.76 hectáreas de origen humano según los datos obtenidos de los shapes de IDE Minagri.

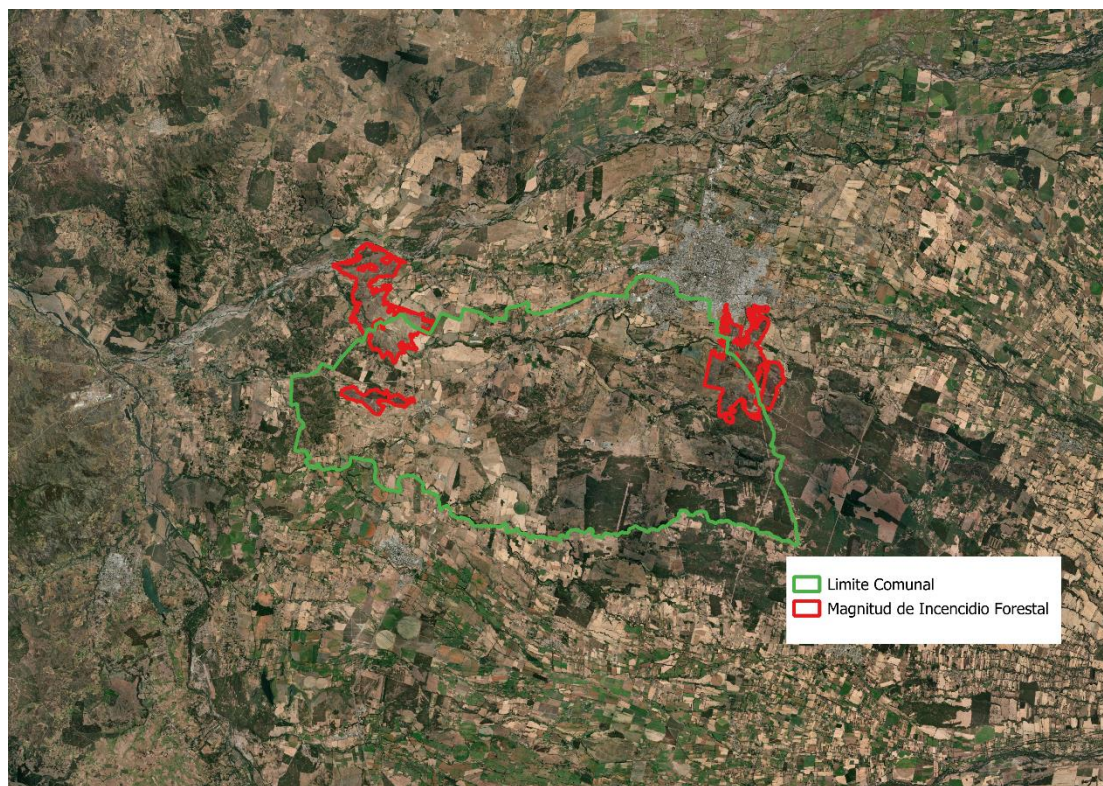


Figura 10. Cartografía de áreas de incendios forestales en el periodo 2022-2023.

5.8.3. Riesgo de Sequía en la Comuna

De acuerdo con los datos proporcionados por ARCLIM, Chillán Viejo, se proyecta un aumento significativo en la amenaza de sequías en el futuro. La probabilidad de enfrentar sequías severas sube de 0.125 a 0.75, y para sequías muy severas, el aumento es similar, pasando también de 0.125 a 0.75. La amenaza combinada de todos los tipos de sequías aumenta drásticamente de 0.063 a 1. Esto indica que la región podría enfrentar condiciones de sequía mucho más extremas en los próximos años.

Actualmente, la exposición de la población y los sistemas de Chillán Viejo a la sequía es moderada, con un valor de 0.3527, y la vulnerabilidad es de 0.4641. Estos valores muestran que la región tiene un cierto grado de riesgo frente a las sequías, aunque no es extremadamente alto.

En términos de riesgo, bajo el clima actual, el riesgo de sequías severas y muy severas es de 0.2526, mientras que el riesgo combinado es de 0.1951. Sin embargo, en un escenario de clima futuro, estos valores aumentan a 0.4825 para sequías severas y muy severas, y a 0.534 para el riesgo combinado. El cambio en el riesgo es notable, con aumentos de 0.9103 para ambos tipos de sequías y de 1 para el riesgo combinado.

El informe técnico sobre el estado actual de la sequía basado en el producto CHIRPS (Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Stations) proporciona estimaciones de precipitación desde 1981 hasta la actualidad. CHIRPS utiliza datos de climatologías de precipitación, observaciones satelitales y estaciones meteorológicas para calcular anomalías de precipitación y clasificar las condiciones de sequía en diversas regiones.

Los datos están disponibles en resoluciones espaciales de 0.05° y temporales de péntadas (períodos de cinco días), mensuales, y escalas de 3, 6 y 12 meses. Se calculan percentiles de precipitación acumulada y se asignan categorías de sequía basadas en los percentiles según las especificaciones del United States Drought Monitor. Estas categorías varían desde

"anormalmente seco" hasta "sequía excepcional" como se muestra en la siguiente tabla: (SISSA, s.f.)

Tabla 3. Categoría de Sequía de una zona.

Categoría Sequia	Percentil
No seco	Mayor o igual que 30
Anormal	Mayor o igual a 20 y menor a 30
Moderada	Mayor o igual a 10 y menor a 20
Severa	Mayor o igual a 5 y menor a 10
Extrema	Mayor o igual a 2 y menor a 5
Excepcional	Menor a 2

Fuente: SISSA

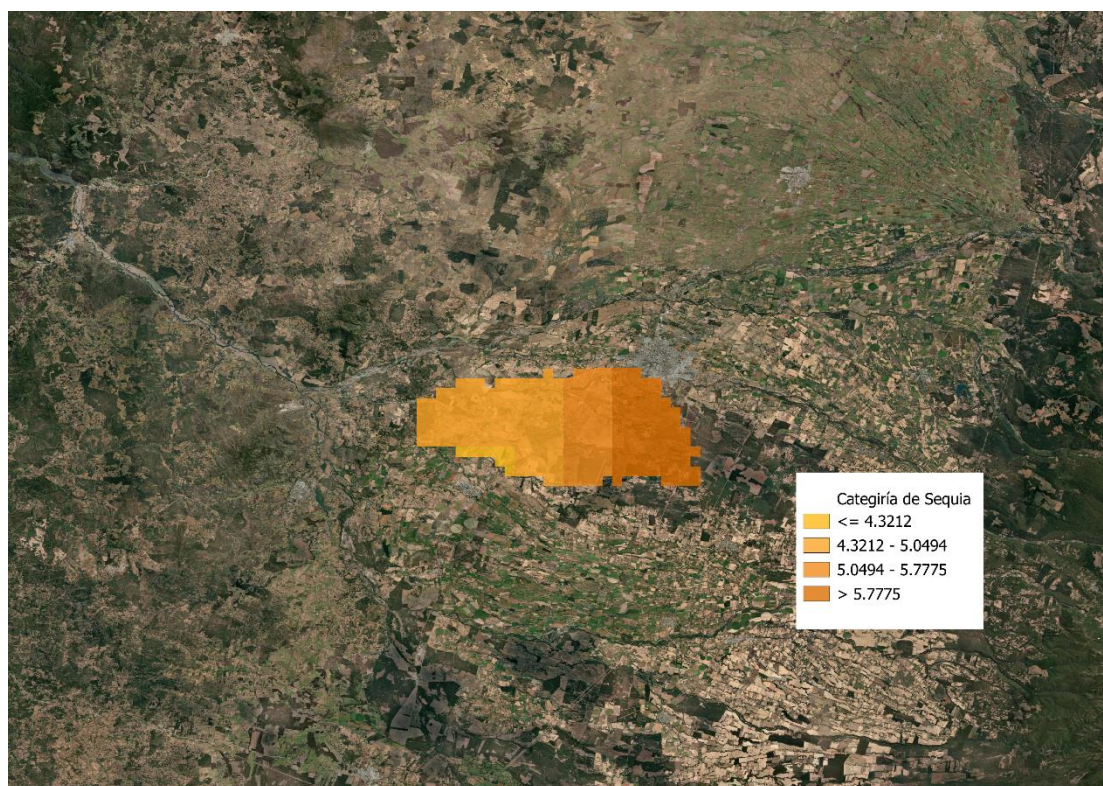


Figura 11. Representación cartografiada de sequía en la comuna de Chillán Viejo en el periodo Octubre- diciembre de año 2022.

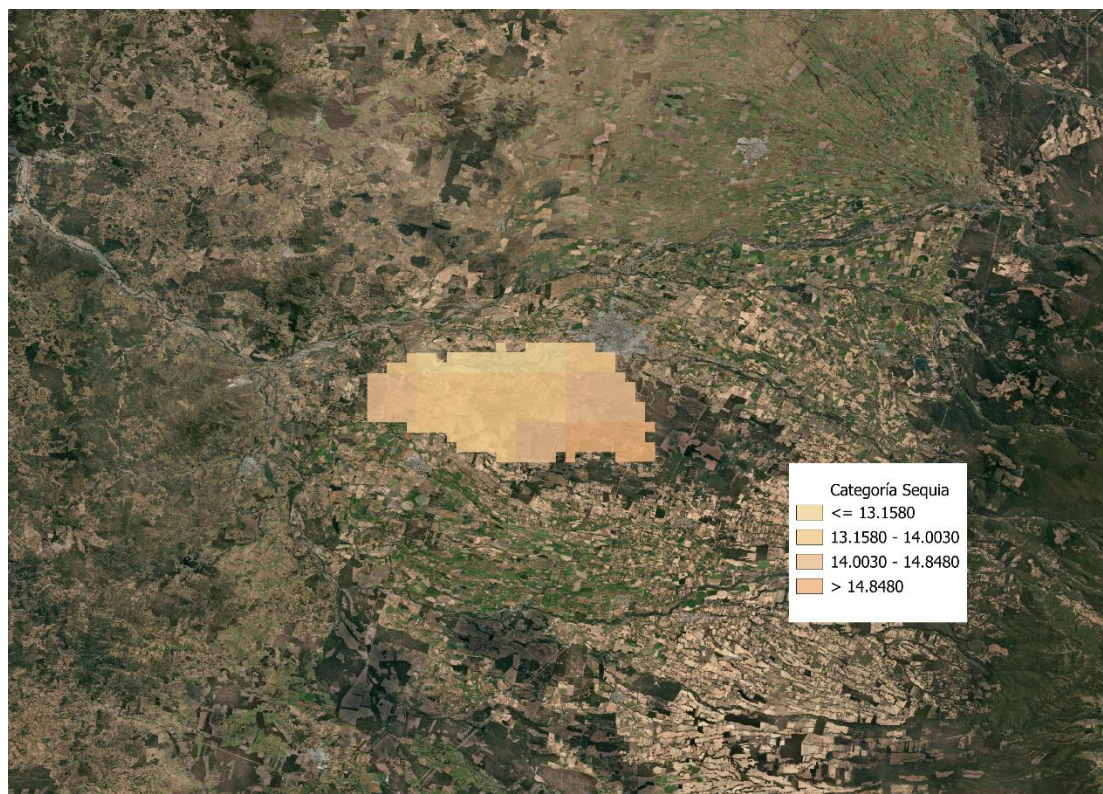


Figura 12. Representación cartografiada de sequía en la comuna de Chillán Viejo en el periodo Octubre- diciembre de año 2023.

Los resultados obtenidos en este estudio destacan la complejidad y magnitud de los desafíos climáticos que enfrenta la comuna de Chillán Viejo. Se identificaron varias amenazas climáticas, incluyendo incendios forestales, inundaciones y sequías, que afectan de manera significativa tanto al entorno natural como a la infraestructura y la población.

En cuanto a los incendios forestales, se observó un incremento en su frecuencia e intensidad, lo cual se correlaciona con el aumento de las temperaturas y la disminución de la humedad en la región. Este fenómeno está en línea con las proyecciones de cambio climático para la zona central de

Chile, donde se anticipa un incremento en la aridez y la frecuencia de eventos extremos. Este hallazgo subraya la necesidad de fortalecer las capacidades locales de prevención y respuesta ante incendios, así como de implementar estrategias de manejo forestal sostenible que reduzcan la vulnerabilidad de las áreas más afectadas.

Por otro lado, las inundaciones se identificaron como otra amenaza crítica, particularmente en las áreas urbanas de la comuna. La infraestructura existente no está completamente preparada para manejar los volúmenes de agua que se prevén bajo escenarios climáticos futuros, lo que podría llevar a daños significativos en propiedades y afectar gravemente la vida de los residentes. La planificación urbana y la mejora de la infraestructura de drenaje se presentan como imperativos para mitigar estos riesgos.

La sequía, un problema recurrente en la región, se intensifica debido al cambio climático, afectando no solo la disponibilidad de agua para consumo humano y agrícola, sino también la salud de los ecosistemas locales. Los resultados sugieren que las políticas de manejo de recursos hídricos deben ser reevaluadas y adaptadas para enfrentar este desafío de manera eficaz, incorporando tecnologías de riego más eficientes y promoviendo la conservación del agua a nivel comunitario.

Además, se observó una alta sensibilidad en las dimensiones sociales y económicas, donde las comunidades vulnerables se ven desproporcionadamente afectadas por los impactos del cambio climático. La

capacidad de adaptación de estas comunidades es limitada, lo que refuerza la necesidad de políticas que promuevan la equidad social y el fortalecimiento de las redes de apoyo comunitario para mejorar la resiliencia.

En la actualidad, la mera existencia de un Plan Local de Cambio Climático resulta insuficiente para respaldar una toma de decisiones efectiva. A pesar de su importancia como instrumento de planificación, dichos planes suelen ofrecer una caracterización demasiado generalizada de la comuna y, en muchos casos, su información se encuentra desactualizada. La velocidad y la intensidad con la que se han manifestado los impactos del cambio climático, afectando de manera significativa a toda la población, subrayan la necesidad de contar con datos precisos, específicos y actualizados.

El cambio climático es un fenómeno dinámico y acelerado, cuyas repercusiones no solo varían con el tiempo, sino también con las particularidades locales. Por tanto, es crucial que los planes de acción locales reflejen fielmente estas variaciones para poder implementar estrategias que realmente mitiguen los riesgos y maximicen la resiliencia de las comunidades. Un plan basado en datos obsoletos o genéricos puede llevar a decisiones ineficaces, dejando a la población vulnerable ante eventos climáticos extremos.

6. CONCLUSIONES

La evaluación de las vulnerabilidades, impactos y riesgos climáticos en la comuna de Chillán Viejo ha permitido identificar los desafíos específicos que enfrenta la región en el contexto del cambio climático. A través de la revisión de literatura y el análisis de datos, se ha constatado que la comuna es particularmente vulnerable a los incendios forestales, inundaciones y sequías. Estos riesgos climáticos, exacerbados por los efectos del cambio climático, presentan riesgos significativos para la infraestructura, la población y los recursos naturales de la comuna.

La caracterización física, social, económica y ambiental de Chillán Viejo ha proporcionado una visión integral de los factores que influyen en la susceptibilidad de la comuna frente a estos riesgos. La historia de la región, su ubicación geográfica, la composición demográfica, y la estructura económica, todos contribuyen a la complejidad de la adaptación y mitigación de los impactos del cambio climático.

A través de este estudio, se ha resaltado la importancia de un enfoque proactivo y multidimensional para abordar los desafíos del cambio climático. La comuna debe fortalecer su capacidad de adaptación mediante el desarrollo de estrategias de gestión de riesgos que sean inclusivas y efectivas. Esto incluye la integración de políticas climáticas en todos los niveles de planificación comunal y la participación de la comunidad en la toma de decisiones.

El cambio climático plantea desafíos complejos que requieren una respuesta coordinada y adaptativa. En el caso de Chillán Viejo, la combinación de riesgos climáticos como incendios forestales, inundaciones y sequías pone de relieve la necesidad de una planificación estratégica robusta. La metodología utilizada en esta evaluación, basada en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC y la Guía Plan de Acción Comunal de Cambio Climático, ha sido fundamental para identificar y analizar los riesgos específicos de la comuna.

Es imperativo que las autoridades locales y la comunidad trabajen conjuntamente para desarrollar e implementar medidas de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad y aumenten la resiliencia frente a los impactos del cambio climático. Esto incluye la mejora de la infraestructura para la gestión de aguas, la creación de cortafuegos para prevenir la propagación de incendios, y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles que sean resilientes a la sequía.

7. LITERATURA CITADA

- Arias. P., Quezada. C. (2012) *Diagnóstico de la Realidad Económica de la Comuna de Chillán Viejo y Elaboración del Perfil para el Plan de Fomento Productivo y Turístico*. Obtenido de: <https://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/856/1/Arias%20Ehijos%20C%20Paulina.pdf>
- BCN (2022) *LEY 21455 /LEY MARCO DE CAMBIO CLIMÁTICO*. Obtenido de: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1177286>
- BCN (2024) *Reporte Comunal 2024 Chillán Viejo*. Obtenido de: https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?idcom=16103
- Ciocca, I. (2021) *“Estimación del peligro de incendios forestales en la Zona Centro-Sur de Chile (32°-38°S) para el siglo XXI ante el escenario RCP 8.5”*. [Tesis de magister]. Universidad de Concepción Obtenido de: [Estimación del peligro de incendios forestales en la Zona Centro-Sur de Chile \(32°-38°S\) para el siglo XXI ante el escenario RCP 8.5 \(udec.cl\)](https://repositorio.udec.cl/handle/document/11111)
- CNN Chile. (2023, 2 de febrero). *Alerta roja en Chillán y Chillán Viejo: Se ordena evacuación por incendio forestal*. https://www.cnnchile.com/pais/alerta-roja-chillan-chillan-viejo-evacuacion-incendio-forestal_20230202/
- Contreras, F., Sepúlveda, A., (2012) *“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DEL SUELO DE LA CIUDAD DE CHILLÁN PERÍODO 1990-2012”* [Tesis de Pregrado] Obtenido de: <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/1257>
- CR2 (2021) *“Informe Proyecto ARClím: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile | (CR)2”*. Obtenido de: <https://www.cr2.cl/arclim/>
- DEFICITCERO (2022) *ANÁLISIS TERRITORIAL DEL DÉFICIT HABITACIONAL*. Obtenido de: <https://deficitcero.cl/uploads/estudios/AnalisisTerritorialDeficit.pdf>
- INE (2018) *INFORME DE PRINCIPALES RESULTADOS VIII ENCUESTA DE PRESUPUESTOS FAMILIARES (EPF)*. Obtenido de: [https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/encuesta-de-presupuestos-familiares/publicaciones-y-anuarios/viii-epf---\(julio-2016---junio-2017\)/informe-de-principales-resultados-viii-epf.pdf?sfvrsn=d5bd824f_2](https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/encuesta-de-presupuestos-familiares/publicaciones-y-anuarios/viii-epf---(julio-2016---junio-2017)/informe-de-principales-resultados-viii-epf.pdf?sfvrsn=d5bd824f_2)

- INE (2020) *Documento Metodológico Encuesta Nacional de Empleo (ENE)*. Obtenido de: https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/ocupacion-y-desocupacion/metodologia/disenio/metodologia-ene-2020.pdf?sfvrsn=793380e9_14
- Jaramillo, D. (2023) *“ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE INCENDIOS FORESTALES DEL AÑO 2023 EN LA REGIÓN DE ÑUBLE (CHILE)”* [Trabajo final de máster]. Universidad de Alcalá. Obtenido de: [Estudio de los efectos de incendios forestales del año 2023 en la región de Ñuble \(Chile\) \(uah.es\)](https://www.uah.es/estudio-de-los-efectos-de-incendios-forestales-del-año-2023-en-la-región-de-ñuble-chile)
- Loyola Gómez, Christian, Rivas Maldonado, Juan, & Gacitúa Rojas, María José. (2015). Permeabilidad del suelo de la cuenca del río Chillán, entre Estero Peladillas y río Ñuble, Chile. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 24(1), 73-86
- MINVU (2023) *ESTUDIO FUNDADO DE RIESGO*. Obtenido de: https://goredenuble.cl/wp-content/uploads/2024/02/02_Estudio_Fundado_de_Riesgos.pdf
- MMA (2020) *“Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero”*. Obtenido de: [Ñuble – SNI Chile \(mma.gob.cl\)](https://mma.gob.cl/ñuble-sni-chile)
- MMA (2023) *¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático?*. Obtenido de: <https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2023/06/Guia-PACCC.pdf>
- Municipalidad de Chillán Viejo (2019) *PLAN LOCAL DE CAMBIO CLIMÁTICO COMUNA DE CHILLÁN VIEJO*. Obtenido de: https://transparencia.chillanviejo.cl/docs/decretos/2019/12/DEC_MUNICIPAL_3650_12_12_2019.pdf
- Municipalidad de Chillán Viejo (2021) *Diagnostico Cultural Chillán Viejo*. Obtenido de: <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/06/pmc-chillan-viejo-2021-2024.pdf>
- Municipalidad de Chillan Viejo (2023). *Plan de desarrollo Comunal 2023 – 2028*. Obtenido de: chillanviejo.cl/wp-content/uploads/2024/02/Pladeco-2023-2028-Chillan-Viejo.pdf
- Palmeiro, Y, et al (2020) *“La amenaza del cambio climático a la salud de la población y la necesidad urgente de actuar”*. Obtenido de: [La amenaza del cambio climático a la salud de la población y la necesidad urgente de actuar \(scielo.cl\)](https://scielo.cl/documento/lainformacion/2020/01/la-amenaza-del-cambio-climatico-a-la-salud-de-la-poblacion-y-la-necesidad-urgente-de-actuar)

- Ramos Morales, F., & Rivas Maldonado, J. (2016). Gestión de residuos en la Provincia de Ñuble, Chile. El relleno sanitario Cita Ecobio en Chillán Viejo. *Tiempo Y Espacio*, (37), 24–41. <https://doi.org/10.22320/rte.vi37.3252>
- SISSA (s.f.) “Ficha Técnica: Estado Actual de la Sequía - CHIRPS (Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Stations) – ¿Qué zonas están en sequía?” Obtenido de: [FichaTecnica_estadosequiaCHIRPS_cuantaareacon_sequia_Fp.pdf \(crc-sas.org\)](#)
- Zapata, S. (2021) “NUEVA NORMALIDAD HÍDRICA EN CHILE SEQUÍA METEOROLÓGICA EN LA REGIÓN DE ÑUBLE” [Tesis de Grado] Universidad de Biobío. Obtenido de: [Repositorio Digital - Sistema de Bibliotecas Universidad del Bio-Bio \(SIBUBB\): Nueva normalidad hídrica en Chile: sequía meteorológica en la región de Ñuble \(ubiobio.cl\)](#)