



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias Sociales, Facultad de
Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Programa de Magister en Ciencias Regionales



Karlsruher Institut für Technologie
Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften Institut für
Regionalwissenschaft
M.Sc. Regionalwissenschaft/Raumplanung

La percepción del cambio climático en las comunidades rurales y su impacto en las medidas de adaptación utilizando el ejemplo de la comuna de San Fabián, región de Ñuble, Chile

EMELY FRITZ

Augusto 2025

Karlsruhe, Alemania

Profesor guía: Gerardo Azócar García (UdeC), Facultad de Ciencias Ambientales,
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía

Co-Guía: Marcela Andrea Salgado Vargas (UdeC) Facultad de Ciencias
Ambientales, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía

Guía Alemania: Dr. Marion Hitzeroth (KIT), Institut für Regionalwissenschaft

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento es para las y los habitantes de San Fabián, quienes me recibieron con gran calidez, me abrieron las puertas de su comunidad y compartieron conmigo sus experiencias personales con generosidad. Su apertura y confianza hicieron posible la realización de este trabajo.

Agradezco a mis tutores, el Dr. Gerardo Azócar García y la Dra. Marion Hitzeroth, así como al cuerpo docente en Chile, por brindarme valiosas perspectivas sobre la investigación y la sociedad, y por ampliar mi comprensión del país.

A Pauline le agradezco especialmente su apoyo y su amistad a lo largo de este proceso. También extiendo mi gratitud a todas las demás compañeras y personas que me acompañaron, por los momentos compartidos que enriquecieron profundamente mi experiencia en Chile.

Finalmente, agradezco de corazón a mis padres y a Max por su apoyo continuo y su confianza, que de muchas maneras hicieron posible que pudiera llevar a cabo estos estudios en las mejores condiciones.

Más allá del trabajo académico, esta tesis refleja una experiencia que marcó mi forma de pensar y me acompañará siempre, gracias a todas las personas que formaron parte de mi paso por Chile.

Índice

1. Introducción.....	7
1.1. Presentación del tema	7
1.2. Plantamiento del Problema.....	7
1.3. Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis.....	9
1.4. Estructura del texto.....	10
2. Teoría.....	11
2.1. El contexto del cambio climático en Chile.....	11
2.2. Interacciones de las estructuras económicas extractivistas con el cambio climático en Chile.....	12
2.3. La privatización de un bien común esencial	14
2.4. Las amenazas para las comunidades rurales en Chile	14
2.5. Los impactos del cambio climático en las zonas rurales de Chile	17
2.6. La adaptación como un proceso permanente	18
2.7. La adaptación al cambio climático en Chile	21
2.8. Adaptación local y conocimiento ecológico tradicional	22
2.9. Métodos Co-creativos.....	26
2.10. Percepción de riesgos	26
2.11. Percepción del cambio climático en Chile	28
2.12. Componentes clave de la percepción del cambio climático en comunidades rurales	
30	
2.12.1. Comparación entre pasado y presente	30
2.13. Percepción de las consecuencias	31
2.13.1. Heterogeneidad de la percepción	31
2.14. Medidas de adaptación y obstáculos	32
3. Metodología.....	33
3.1. Área de estudio	33
3.1.1. Historia y población	34
3.1.2. Regiones montañosas y cultura	36
3.1.3. Estructura económica	39
3.1.4. Clasificación climatológica e influencias.....	40
3.2. Objetivo específico 1	44
3.2.1. Integración en la comunidad y puntos de contacto	44
3.2.2. Selección de los Entrevistados	45
3.2.3. Descripción de la muestra	46
3.2.4. Codificación temática.....	53
3.3. Objetivo específico 2.....	55
3.3.1. Preparación y validación de los datos	55
3.4. Objetivo específico 3	60

3.4.1.	Codificación temática.....	60
4.	Análisis	61
4.1.	Objetivo específico 1	61
4.1.1.	Percepción de las precipitaciones.....	61
4.1.2.	Percepción de las temperaturas	65
4.1.3.	Percepción de eventos climáticos extremos o poco habituales.	66
4.1.4.	Percepción de impactos y experiencias relacionadas	67
4.1.5.	Otros factores de cambio	70
1.1.1.	Percepción y conciencia del concepto de cambio climático	71
4.2.	Objetivo específico 2	75
4.2.1.	Vinculación de los datos.....	75
4.2.2.	Temperatura.....	75
4.2.3.	Cambios estacionales	77
4.2.4.	Precipitaciones.....	80
4.2.5.	Similitudes y diferencias entre los datos de percepción y los del modelo	84
4.3.	Objetivo específico 3	91
4.3.1.	Medidas actuales de adaptación promovidas por las personas entrevistadas... 91	
4.3.2.	Medidas promovidas o implementadas por gobiernos locales e instituciones de Estado 93	
4.3.3.	Medidas previstas	95
4.3.4.	Motivaciones para la adaptación	96
4.3.5.	Clasificación de las motivaciones	98
1.1.1.	Obstáculos o limitaciones al proceso adaptativo.....	99
4.3.6.	Resumen de las medidas de adaptación	101
5.	Discusión.....	107
5.1.	Las Percepciones y las experiencias personales.....	107
5.2.	Discrepancia entre datos y percepción	109
5.3.	Diversidad de métodos de adaptación	111
5.4.	Importancia del conocimiento ecológico tradicional (TEK).....	113
5.5.	El Abandono del estado.....	114
5.6.	Reflexión crítica: Metodología y relaciones de poder.....	116
6.	Conclusión y perspectivas.....	118
	Bibliografía.....	121
	Bibliografía de literatura	121
	Bibliografía de Mapas	140
	ANEXO.....	142
	Catálogo de preguntas	142

Tablas

Tabla 1: Perfiles de entrevistados.....	46
Tabla 2: Entrevistados	51
Tabla 3: Codificación temática objetivo específico 1	54
Tabla 4: Correlación, MAE y RMSE Temperatura.....	56
Tabla 5: Correlación, MAE y RMSE Precipitación	58
Tabla 6: Códigos temáticos objetivo específico 3	60
Tabla 7: Percepciones en comparación con los datos del modelo	87
Tabla 8: Medidas de adaptación según categoría	102

Mapas

Mapa 1: Área de estudio: San Fabián.....	34
Mapa 2: Rutas arrieras y veranadas.....	38
Mapa 3: Entidades rurales dentro del área de estudio	38
Mapa 4: Zonas climáticas según Köppen- Geiger.....	40
Mapa 5: Área de estudio con lugares de residencia de los habitantes entrevistados	48
Mapa 6: Mapas detalladas de los lugares de residencia	49
Mapa 7: Residencias afectadas de la zona de inundación de Punilla	50
Mapa 8: Residencias y rutas arrieras	50

Ilustraciones

Ilustración 1: Grupos de edad en San Fabián y Chile nacional.....	35
Ilustración 2: Diagrama climático	41
Ilustración 5: Temperatura Máxima Diaria	57
Ilustración 5: Temperatura Mínima Diaria.....	57
Ilustración 5: Temperatura Media Diaria	57
Ilustración 6: Precipitación Acumulada Diaria	59
Ilustración 7: Tipos de comprensión del cambio climático.....	74
Ilustración 8: Anomalías de temperatura en San Fabián.....	76
Ilustración 9: Número de Días Calurosos en San Fabián	77
Ilustración 10: Heatmaps de Temperatura en periodos diferentes	78
Ilustración 11: Promedio mensual de temperaturas	78
Ilustración 12: Cambios totales de temperatura	79
Ilustración 14: Precipitación anual acumulada.....	80
Ilustración 14: Precipitación acumulada (2010- 2023)	80
Ilustración 15: Promedio mensual de precipitación por período climático.....	82
Ilustración 16: Heatmap de precipitación promedio mensual por período climático.....	82
Ilustración 17: Frecuencia anual de eventos de lluvia intensa	83
Ilustración 18: Duración de los períodos de lluvia en diferentes periodos climáticos	83
Ilustración 19: Motivaciones para la adaptación	98

Lista de Abreviaturas

AFCI = Agricultura Familiar Campesina e Indígena

CCRPM = Modelo de Percepción de Riesgo del Cambio Climático

C3S = Servicio de Cambio Climático Copernicus

DGA = Dirección General de Aguas

EIA = Informe de impacto ambiental

ECMWF = Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Medio Plazo

ERA5 = European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Reanalysis Version 5

FIC = Programa Gestión Ambiental Sustentable de la Reserva de la Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja (Fondo Regional de Innovación para la Competitividad de la Región de Ñuble).

INE = Instituto Nacional de Estadísticas

IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change

MODATIMA = Movimiento de Defensa por el Acceso al Agua, la Tierra y la Protección del Medioambiente

NDC = Nationally Determined Contributions

OCDE = Organisation for Economic Co-operation and Development

ONEMI = Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior

RCP = Representative Concentration Pathway

TEK = Traditional Ecological Knowledge

WMO = World Meteorological Organization

1. Introducción

1.1. Presentación del tema

El cambio climático, y sus impactos locales marcan la vida de las comunidades rurales en todo el mundo. Estos cambios no solo se manifiestan en forma de desafíos físicos como patrones climáticos alterados o escasez de recursos, sino que también influyen en las estructuras sociales, culturales y económicas desarrolladas en las regiones afectadas. Especialmente en países como Chile, que, debido a su diversidad topográfica y climática, presenta una alta vulnerabilidad frente a las consecuencias del cambio climático (IPCC 2019). Las comunidades rurales, en particular, se encuentran en el punto de tensión entre tradición, adaptación y las exigencias de los desarrollos globales (IPCC 2014, Bergramini & Rasse 2022). Regiones como la zona andina de la comuna de San Fabián, en la región de Ñuble, representan de manera ejemplar los desafíos específicos que las áreas rurales deben afrontar en este contexto. Debido a su carácter tradicional y agrícola, estas regiones dependen fuertemente de los recursos naturales, y están con creciente intensidad expuestas a condiciones climáticas cambiantes (Pechan et al., 2023; Roco et al., 2016; Marengo et al., 2014). Al mismo tiempo, las comunidades rurales siempre han tenido que adaptarse a sus condiciones ambientales, especialmente en zonas geográficamente diversos como San Fabián, donde los extremos climáticos han marcado la vida durante generaciones (Hosen et al. 2020). Sin embargo, las experiencias derivadas de ello siguen siendo en gran medida invisibles en el discurso político (Carmona et al., 2023).

El análisis de la percepción del cambio climático y de las medidas de adaptación en la comunidad rural de San Fabián permite una comprensión más profunda de la realidad vivida del cambio climático. Sitúa las perspectivas de la población local en el centro y muestra cómo las comunidades afectadas perciben el cambio climático, cómo estas percepciones se relacionan con los datos climáticos medidos y modelados, y qué estrategias desarrollan para enfrentarlo. Al mismo tiempo, el análisis pone de manifiesto qué problemáticas existen en el ámbito de la adaptación al cambio climático, tanto a nivel estructural y político como en el discurso científico.

1.2. Plantamiento del Problema

San Fabián, una comuna rural en la zona andina de la Región de Ñuble, está caracterizada por pequeños emprendedores, familias campesinas y formas de vida tradicionales. Muchas

personas practican la agricultura de subsistencia, y el turismo también desempeña un papel creciente (Municipalidad de San Fabián 2018, Alarcón Barrueto et al. 2024b). Estas actividades económicas y culturales están estrechamente vinculadas con las condiciones climáticas de la región, lo que evidencia la dependencia de la población local de factores ambientales estables. Las comunidades rurales como San Fabián son particularmente vulnerables a los efectos del cambio climático. Los patrones cambiantes de precipitaciones, los periodos prolongados de sequía y el aumento de las temperaturas no solo representan desafíos ecológicos, sino que también amenazan la estabilidad social y económica de estas regiones (Jamshed et al. 2021, IPCC 2014, Marengo et al 2014). La vulnerabilidad se ve agravada por las desigualdades sociales y las barreras estructurales que limitan el acceso a recursos y medidas de adaptación (Bergramini & Rasse 2022). A nivel nacional y regional, Chile ha desarrollado diversas estrategias para abordar el cambio climático. Estas se centran a menudo en medidas técnicas e infraestructurales, así como en la promoción del desarrollo sostenible (Ministerio del Medio Ambiente 2021a, 2022, 2014). No obstante, se critica con frecuencia que las perspectivas y necesidades locales no se consideren adecuadamente. En particular, en las zonas rurales, falta una integración sistemática del conocimiento tradicional y de las estrategias locales de adaptación (Carmona et al. 2023; Petzold et al 2020). La adaptación a nivel local ha cobrado una creciente relevancia en los últimos años, ya que se basa en las condiciones específicas de cada región (Petzold et al 2020). Es razonable suponer que comunidades rurales como San Fabián, debido a siglos de experiencia en la gestión de las condiciones locales, poseen un profundo conocimiento del medio ambiente, desarrollado a lo largo de generaciones. Este conocimiento puede proporcionar enfoques valiosos para adaptarse a nuevos desafíos climáticos (Hosen et al. 2020; Berkes et al. 2000). Al mismo tiempo, la percepción del cambio climático por parte de los actores locales desempeña un papel decisivo, ya que revela las vulnerabilidades locales y afecta la forma en que pueden planificarse e implementarse las medidas de adaptación (Eakin et al., 2014; Landaverde et al., 2022).

El análisis de la percepción del cambio climático por parte de la población de San Fabián y de sus medidas de adaptación existentes y previstas resulta, por tanto, fundamental para aprovechar el potencial de las estrategias locales en la búsqueda de soluciones orientadas al futuro. La vinculación de estas perspectivas con las tendencias climáticas documentadas permite una comprensión más profunda de la dinámica entre los datos estadísticos y sus impactos locales. Esta investigación aporta así elementos que permiten identificar cómo las estrategias de adaptación en zonas rurales pueden diseñarse de manera más eficaz y sostenible.

1.3. Objetivos, preguntas de investigación e hipótesis

A continuación, se detallan los objetivos de la investigación, así como las preguntas de investigación derivadas y la hipótesis subyacente. El enfoque se centra en el análisis de la percepción del cambio climático en las comunidades rurales de San Fabián, así como su relación con los datos climáticos observados y las medidas de adaptación locales. La hipótesis sirve como base teórica para investigar de manera sistemática las interacciones entre estos aspectos.

Objetivo general: El objetivo principal de este trabajo es investigar la percepción del cambio climático por parte de los habitantes de las comunidades rurales en la zona andina de la comuna de San Fabián, Región de Ñuble, analizar la relación con las tendencias climáticas observadas y examinar las medidas de adaptación existentes y planificadas, incluyendo la pregunta de cómo estas están motivadas o influenciadas por la percepción del cambio climático

Objetivos específicos:

Objetivo específico 1) Investigar cómo perciben los habitantes de las comunidades rurales en la zona andina de la comuna de San Fabián, Región de Ñuble, el cambio climático.

Objetivo específico 2) Relacionar las tendencias climáticas observadas en la zona andina de la comuna de San Fabián con la percepción de la población y las comunidades locales.

Objetivo específico 3) Analizar las medidas de adaptación implementadas o planificadas por las personas entrevistadas e investigar cómo estas están conectada s con su percepción.

Preguntas de investigación:

- ¿Cómo perciben los habitantes de las comunidades rurales en la zona andina de San Fabián el cambio climático?
- ¿Qué relación existe entre las tendencias climáticas registradas y la percepción de las comunidades locales?
- ¿Qué medidas de adaptación se han implementado o están en planificación, y cómo se relacionan estas con la percepción del cambio climático?

Hipótesis:

Se parte de la base de que la población rural en la región andina de San Fabián percibe el cambio climático como una transformación relevante y que ya está implementando medidas propias de

adaptación a las variaciones climáticas. Asimismo, se presume que existe conocimiento ecológico tradicional (TEK) en la región y que este influye en los comportamientos de adaptación observables.

1.4. Estructura del texto

El trabajo comienza con la presentación del marco teórico, que analiza los desarrollos centrales y los impactos del cambio climático en Chile, así como los desafíos específicos que enfrentan las comunidades rurales. Además de los fundamentos teóricos sobre la percepción y la adaptación al cambio climático, se consideran también enfoques relacionados con el conocimiento ecológico tradicional (TEK). A continuación, se presenta el área de estudio San Fabián (Ñuble, Chile). En la metodología se explican los métodos aplicados para la recolección y análisis de datos, incluyendo entrevistas y el uso de datos climáticos. En el quinto capítulo se presentan los resultados de la investigación. Esto incluye tanto las percepciones de la población local como el análisis de los desarrollos climáticos con datos de modelos, la comparación con las percepciones y el análisis de las medidas de adaptación existentes y planificadas. El sexto capítulo discute los resultados y los sitúa en el contexto de los enfoques teóricos y metodológicos. Finalmente, en el capítulo siete se resumen los hallazgos más importantes. El trabajo concluye con una reflexión final que destaca la relevancia de la investigación y plantea posibles enfoques para futuras investigaciones y prácticas.

2. Teoría

2.1. El contexto del cambio climático en Chile

Chile es un país que, debido a su ubicación geográfica y a sus características topográficas, está profundamente afectado por los impactos del cambio climático, lo que hace necesario que sea un enfoque central en la investigación científica. La presencia de regiones costeras de baja altitud, intensas precipitaciones nívicas, numerosos ríos y glaciares, así como amplias zonas forestales, convierte al país en un territorio particularmente vulnerable al aumento de las temperaturas y a la intensificación de eventos meteorológicos extremos (MMA 2017, basado en información de la CMNUCC). En particular, las sequías, los incendios forestales y las inundaciones costeras representan amenazas significativas y Chile enfrenta riesgos relacionados con el aumento de las temperaturas, como olas de calor e incendios forestales, que se ven intensificados por el cambio climático (IPCC 2019). Asimismo, Chile presenta una alta diversidad climática, que abarca desde el clima desértico en el norte hasta climas mediterráneo, oceánico y subpolar en el centro y sur del país (INE 2006).

Diversos modelos climáticos proyectan un aumento significativo de las temperaturas en Chile. Según el Banco Mundial (WBG 2021), se prevé un incremento de la temperatura media anual de entre 1,4 °C y 1,7 °C hacia mediados del siglo XXI, y de entre 3 °C y 3,5 °C hacia finales de siglo, con aumentos más pronunciados en el norte del país. El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF 2018) estima, bajo el escenario RCP4.5, un aumento de aproximadamente 1,5 °C en las temperaturas medias de verano para el período 2041–2070, y de hasta 2,4 °C para 2071–2100. En el escenario RCP8.5, se proyecta un aumento de 2,2 °C para 2041–2070 y de hasta 3,8 °C para fines de siglo. Estas proyecciones están sujetas a incertidumbres regionales, pero se confirma una tendencia general hacia un calentamiento sostenido. Araya-Osses et al. (2020), mediante un modelo de reducción de escala estadística, proyectan bajo RCP8.5 un aumento de hasta 2 °C en los meses finales del verano entre 2016 y 2035, afectando a casi todas las regiones del país. Para el período 2046–2065, el mismo modelo prevé un aumento invernal de al menos 3 °C, junto con una reducción de la influencia de las masas de aire frío en el sur. Hacia finales del siglo, se espera bajo RCP8.5 un aumento de más de 2 °C en las temperaturas mínimas invernales y de más de 6 °C en las máximas. La región del Altiplano enfrentaría especialmente cambios térmicos significativos (Araya-Osses et al. 2020). En cuanto a las precipitaciones, Chile enfrenta desde 2010 la llamada “Megasequía”, un periodo de sequía severa que se

extendió al menos hasta 2020 (Boisier et al 2024; CR2 2015), con déficits anuales de precipitaciones que oscilaron entre el 25 % y el 45 %. Se trata de un período prolongado de sequía que afecta geográficamente a todo el país (CR2 2015). Esta sequía se considera la más intensa en la historia documentada de Chile y tuvo importantes impactos sociales, ecológicos y económicos, lo que obligó al Estado a implementar una serie de “medidas de emergencia para la gestión del agua” (Fragkou et al. 2022). En términos más concretos, se han registrado una disminución significativa de las reservas de nieve, de los niveles de agua subterránea y de los caudales fluviales, con reducciones de hasta un 90 %. También se registró una caída generalizada en la productividad de la vegetación y un aumento del 60 % en la frecuencia de incendios forestales (González et al. 2018). En los Andes de la zona central, las superficies lacustres se redujeron entre un 7 % y un 25 %, lo que ha afectado gravemente la disponibilidad de agua dulce (Fuentealba et al. 2021). Estas alteraciones del balance hídrico se atribuyen en parte al cambio climático, cuya influencia continuará intensificándose en el futuro (Garreaud 2020). Según proyecciones de la Corporación Andina de Fomento (CAF 2018), se espera una disminución de las precipitaciones totales de aproximadamente un 10 % bajo el escenario RCP4.5 y de hasta un 15 % bajo RCP8.5 para el período 2041–2070. El Banco Mundial proyecta reducciones mensuales de entre 1,5 mm y 9,3 mm hacia mediados de siglo y de entre 5,5 mm y 11 mm hacia finales del siglo, siendo más pronunciadas en las regiones norte y centro (WBG 2021). Estas tendencias ya están afectando el uso del suelo, la producción agrícola, el suministro de agua, la industria energética y los ecosistemas naturales (WBG 2021). El IPCC (2022) confirma una disminución sostenida de las precipitaciones en el norte del país, vinculada tanto al cambio climático como a factores internos como la gestión del agua. Además del aumento en la frecuencia de sequías, se prevén también lluvias más intensas y cambios estacionales que podrían incrementar el riesgo de inundaciones. En conjunto, se proyecta para Chile un escenario climático más cálido, seco y extremo, que agravará la actual crisis hídrica y las debilidades estructurales del país (IPCC 2022).

2.2. Interacciones de las estructuras económicas extractivistas con el cambio climático en Chile

Los impactos del cambio climático descritos no pueden considerarse de manera aislada. En Chile, están estrechamente vinculados con diversas condiciones socioeconómicas. El desarrollo político y económico del país desde la década de 1970 ha estado fuertemente influenciado por la introducción del neoliberalismo y el aumento de las prácticas extractivistas. Bajo la dictadura militar de Augusto Pinochet, se implementaron reformas neoliberales extensas, que se centraron

en las privatizaciones y en la promoción de inversiones extranjeras (Mondaca 2013). Estas políticas impulsaron la extracción de recursos como el cobre y la madera, lo que llevó a la reprimarización de la economía. Incluso tras la transición a la democracia bajo la Concertación (1990–2010), el modelo neoliberal persistió, intensificando la orientación global hacia la exportación de materias primas (Mondaca 2013). En particular, la demanda del Norte Global y de China incrementó la presión sobre los recursos naturales de Chile, lo que resultó en crecientes conflictos sociales y ecológicos (Svampa 2019). El extractivismo se define, según Gudynas, como “una forma de extracción de recursos naturales a gran escala o de alta intensidad, destinada principalmente a la exportación como materias primas no procesadas o mínimamente procesadas” (Gudynas 2015, p. 13). Este proceso transforma profundamente tanto el medio ambiente como las estructuras sociales (Gudynas 2015). A lo largo del siglo XX, el uso de tecnologías modernas condujo a un aumento drástico en la explotación de recursos, incluida la extracción de agua (Gudynas 2015). Una de las formas más importantes de extractivismo en Chile es el extractivismo del agua, donde grandes cantidades de agua se utilizan para la producción de bienes de exportación como madera, cobre o aguacates. El término “extractivismo del agua” se refiere al uso intensivo y la exportación de agua, ya sea directamente o en forma de productos que consumen grandes volúmenes de agua (Torres et al. 2022). Esta práctica, especialmente en áreas rurales, agota los ríos y las reservas subterráneas, con impactos significativos en las comunidades locales. Un ejemplo claro de esto se encuentra en la región de Ñuble, donde las grandes plantaciones de monocultivos de pinos y eucaliptos, promovidas masivamente desde la década de 1970, consumen cantidades desproporcionadas de agua e impiden la recarga natural de las reservas subterráneas (Grosser Villar 2021). Esta práctica, especialmente en las zonas rurales, conduce al agotamiento de los ríos y de las reservas de aguas subterráneas, con impactos significativos sobre las comunidades locales.

Un ejemplo claro de ello se observa en la Región de Ñuble, donde desde la década de 1970 los monocultivos de pinos y eucaliptos, fuertemente promovidos, consumen cantidades desproporcionadas de agua e impiden la recarga natural de los acuíferos (Grosser Villar, 2021). Estos cambios en el ciclo hidrológico no solo desestabilizan el entorno natural, sino que también generan profundas consecuencias sociales (Andueza, 2023). En particular, en las zonas rurales, el consumo industrial de agua compite directamente con las necesidades de la población local, que depende de los recursos hídricos para la agricultura y el uso doméstico. La extracción de agua por parte de actores industriales en estas regiones contribuye a agravar la situación de estrés hídrico y amplifica los efectos negativos del cambio climático, como las sequías

recurrentes y los eventos meteorológicos extremos (Andueza, 2023; Ovalle & Van Treek, 2021).

2.3. La privatización de un bien común esencial

Chile ya se encuentra en el puesto 24 entre los países con mayor estrés hídrico a nivel mundial. (WRI 2015) Esta escasez de agua ha evolucionado de ser una crisis temporal de sequía o una emergencia hídrica a convertirse en un problema estructural con dimensiones políticas e institucionales (Fernández 2019). La falta de agua no se debe únicamente al cambio climático o al ciclo hidrológico en una región, sino también a cómo se distribuye el agua en la sociedad en términos de cantidad, calidad, cobertura, continuidad, costos y significado cultural (Boisier et al 2024, Fernández 2019) Este sistema denominado hidrosocial está particularmente influenciado en Chile por la privatización del agua. El uso del agua en Chile se basa en un sistema privado que otorga derechos de agua (concesiones sobre un bien nacional de uso público) a actores privados o institucionales. Estos derechos de agua, originalmente considerados un bien nacional, fueron transferidos por el Estado chileno a actores privados sin costo alguno (Bauer 1998). Algunos de estos derechos permanecieron sin utilizarse durante mucho tiempo, hasta que sus titulares los revendieron en el mercado del agua, por ejemplo, a comités de abastecimiento rural o comunidades indígenas que necesitan agua para su consumo diario y actividades agrícolas (Prieto 2015; Bauer 2015). Las grandes empresas y explotaciones agrícolas tienen la posibilidad de adquirir derechos de agua para garantizar su consumo en actividades agrícolas, generación de energía, producción de celulosa y más. Con frecuencia cuentan con mayores recursos para adquirir y utilizar estos derechos, lo que genera competencia por los recursos hídricos limitados (Donoso 2013). Estudios indican que esta política frecuentemente desfavoreció a pequeños agricultores y comunidades rurales, además de tener consecuencias negativas para el medio ambiente (Jenks 2009; Urquiza & Billi 2017). Asimismo, se produjo una concentración de los derechos de agua en manos de pocos actores, sin que se estableciera una priorización en su uso (Prieto 2015; Bauer 2015; Bauer 1998).

2.4. Las amenazas para las comunidades rurales en Chile

Las comunidades rurales en Chile requieren una consideración especial en relación con las condiciones climáticas. Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el 12,2 % de la población chilena vive en zonas rurales, mientras que la Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE) estima que este porcentaje alcanza el 28 %. Estas cifras varían significativamente según la región. En Ñuble, la población rural constituye el 30,6 %, en

La Araucanía el 29,1 % y en Los Ríos el 28,3 % (INE 2019). Estas comunidades se caracterizan por una base sociocultural agrícola-tradicional y su multifuncionalidad. Sus principales actividades incluyen el cultivo de cereales, fruticultura, vitivinicultura, ganadería, turismo y servicios (Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio 2020). Un papel central lo desempeña la Agricultura Familiar Campesina e Indígena (AFCI), que comprende la agricultura campesina e indígena. Esta incluye explotaciones familiares que aportan más del 40 % de los cultivos anuales como trigo y maíz, el 54 % de la producción de hortalizas, así como el 94 % de la producción caprina del país (ODEPA 2019). Sin embargo, las regiones rurales enfrentan desafíos considerables. La distribución de recursos en Chile es altamente desigual. Las inversiones públicas se concentran desproporcionadamente en áreas urbanas (OCDE 2016). Según el Centro de Políticas Públicas, la insuficiencia de financiamiento y la distribución desigual de los recursos representan obstáculos significativos para una mayor integración de las zonas rurales (Bergramini & Rasse 2022). Esto también se refleja en el acceso a la tierra. Aunque el 73,4 % de las explotaciones agrícolas tienen un tamaño inferior a 20 hectáreas, estas representan solo el 3,86 % de la superficie silvoagrícola total utilizada en Chile (ODEPA 2023 en INDAP 2023). Además, la estructura demográfica de las zonas rurales muestra un envejecimiento creciente, derivado de la migración de jóvenes hacia áreas urbanas y bajas tasas de natalidad (Rodríguez Vignoli 2019) lo que genera nuevas vulnerabilidades sociodemográficas, especialmente para las personas mayores en zonas remotas, quienes enfrentan conectividad limitada y acceso restringido a recursos (Bergramini & Rasse 2022). Las regiones rurales también presentan indicadores económicos y sociales más bajos, como ingresos per cápita reducidos, acceso limitado a servicios educativos y de salud, así como menores tasas de empleo (OCDE, 2016). Paralelamente, la agricultura, una parte fundamental de la economía regional, está cambiando hacia métodos más intensivos en energía y automatización, lo que reduce la dependencia de la mano de obra rural (Perez-Silva & Campos González 2021).

Además de estos desafíos socioeconómicos, las comunidades indígenas, que representan el 12,4 % de la población y pertenecen principalmente a los pueblos Mapuche y Aymara, enfrentan problemas específicos (INE 2017). Aunque una parte significativa de estas comunidades vive en áreas urbanas como la Región Metropolitana de Santiago, Temuco o Concepción, muchas se organizan en comunidades territoriales en zonas rurales (Ministerio del Medio Ambiente 2021b). Estas comunidades enfrentan problemas relacionados con los derechos sobre la tierra, la preservación de su identidad cultural, la autonomía limitada y el acceso restringido a recursos naturales como el agua. Estas limitaciones afectan considerablemente su vida tradicional y su

producción agrícola (OCDE 2016). No obstante, las comunidades indígenas y rurales ofrecen modelos alternativos de desarrollo y conservan áreas de alto valor ecológico y cultural (Torres et al. 2021; Inostroza Córdova 2016; Spirito et al. 2022).

Las condiciones políticas e institucionales agravan aún más la situación. El Centro de Políticas Públicas señala que la implementación de políticas regionales en zonas rurales es deficiente. La falta de mecanismos para garantizar el éxito de las reformas políticas y programas, así como la ausencia de un modelo para la ejecución de estrategias regionales, ha llevado a un lento progreso en su desarrollo (Bergramini & Rasse 2022). Además, en la política prevalece una visión dicotómica que diferencia entre urbanidad y ruralidad, sin considerar adecuadamente las matices de "ruralidad" y "urbanidad". Esta perspectiva dificulta las inversiones específicas y el desarrollo de soluciones adaptadas (Anríquez et al. 2024). El concepto de Nueva Ruralidad ofrece enfoques para la reorganización de los espacios rurales. Surge del reconocimiento de que las áreas rurales están cada vez más integradas en cadenas globales de valor, lo que las somete a transformaciones. Además de la agricultura, la diversidad de actividades incluye actualmente turismo, servicios y otros sectores económicos (Guerra Maldonado 2013; Bustos & Prieto, 2019; Barton & Murray 2009). Esta diversificación está respaldada por el Plan de Política Nacional de Desarrollo Rural, que contempla medidas como la expansión de la infraestructura, la promoción del turismo sostenible y la protección de los recursos naturales (Ministerio del Interior y Seguridad Pública 2020). Sin embargo, el concepto de Nueva Ruralidad también recibe críticas. Los críticos destacan el enfoque continuo en planteamientos productivistas, la insuficiente consideración de la movilidad, la falta de integración de las comunidades locales y la ausencia de coordinación institucional y de conceptos claros de sostenibilidad. Estos factores dificultan la implementación práctica (Bustos et al. 2021).

En conjunto, las zonas rurales de Chile pueden considerarse como altamente desfavorecidas. La falta de inversiones públicas ha sido un factor clave en la creación de zonas de rezago y sacrificio, ubicadas principalmente en áreas rurales, donde las condiciones de vida de sus habitantes son especialmente difíciles debido a numerosos factores agravantes (López et al. 2020). Entre estos factores se encuentran el aislamiento geográfico, que limita el acceso a servicios básicos como educación y salud, y la mala conectividad, que dificulta tanto el transporte como la comunicación con los centros urbanos (Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile 2024). Además, las significativas presiones ambientales relacionadas con actividades extractivas como la minería o la deforestación empeoran las condiciones de vida al dañar los ecosistemas locales (Torres et al. 2022). La escasez de recursos naturales, causada por

la sobreexplotación o el uso para la exportación de agua y suelo, afecta la capacidad de las comunidades para realizar actividades productivas como la agricultura y la ganadería, aumentando aún más su vulnerabilidad económica y social (Torres et al. 2022; Landherr et al. 2024). Todo esto contribuye a la perpetuación de la pobreza y la exclusión en estas áreas.

2.5. Los impactos del cambio climático en las zonas rurales de Chile

Ante estos desafíos ya existentes, las zonas rurales de Chile se ven además afectadas por los impactos del cambio climático. El aumento de las temperaturas y el consecuente incremento de la evapotranspiración aceleran el proceso de desertificación de los suelos. La creciente escasez de agua y la mayor frecuencia de sequías agravan la situación del suministro hídrico, lo que dificulta las condiciones para muchos agricultores (Daryanto et al. 2017; IPCC 2014, Marengo et al. 2014). Además, los cambios en los patrones de precipitación, con lluvias más irregulares e intensas, provocan inundaciones y erosión del suelo en las zonas rurales (IPCC 2014). Las inundaciones son especialmente perjudiciales para las áreas rurales, ya que a menudo cuentan con menos infraestructura y capacidades de respuesta ante emergencias para enfrentar estas catástrofes. Las inundaciones también causan pérdidas y daños directos en las estructuras de las viviendas, los cultivos y el ganado. De forma indirecta, incrementan los costos de transporte, la inflación de precios de bienes y de insumos agrícolas, y deterioran las tierras agrícolas, lo que pone en peligro a la población y la producción agrícola, socavando así la base económica de las comunidades rurales (Jamshed et al. 2021; IPCC 2014). Las olas de calor también representan un problema significativo en las regiones rurales de Chile. Las deficiencias en infraestructura, como la falta de acceso a fuentes seguras de agua potable, intensifican los impactos de las sequías y provocan la pérdida de fuentes locales de agua utilizadas por las comunidades rurales, generando graves problemas de abastecimiento (Fuster & Donoso 2018). Además, la escasez persistente de agua no solo afecta la calidad de vida, sino que también provoca la migración de la población desde áreas sin recursos hídricos hacia otras que aún tienen acceso al agua (Wiegel 2023; Aldunce et al. 2017). Este fenómeno de migración forzada debido a la escasez de agua es un ejemplo claro de cómo el cambio climático, junto con el extractivismo hídrico, la privatización del agua y la falta de infraestructura adecuada, puede agravar las desigualdades sociales y territoriales, ejerciendo presión adicional sobre las zonas receptoras y los recursos disponibles en ellas. Otro efecto es el aumento de incendios forestales, impulsado por factores climáticos, estructurales y locales como las quemadas intencionadas para renovar pastizales o los rayos durante tormentas eléctricas. Las monoculturas forestales, al concentrar material

combustible y alterar el equilibrio hidrológico, se consideran un factor de riesgo clave (Torres et al. 2022; Andueza 2023). Forman parte de un proceso de degradación ambiental que favorece incendios de gran escala, como las “tormentas de fuego” en Chile, y amenazan la sostenibilidad agrícola y la seguridad de las comunidades rurales (CR2 2020). El deshielo prematuro de los glaciares, como otra manifestación del cambio climático, altera el suministro de agua, afecta el equilibrio hidrológico y reduce la disponibilidad de recursos hídricos para las comunidades afectadas (Johansen et al. 2018). La adaptación de las prácticas agrícolas y los ciclos de cultivo a condiciones climáticas más inestables es, por tanto, un desafío generalizado (IPCC 2019). Las mujeres en las zonas rurales a menudo se ven particularmente afectadas por los impactos del cambio climático. Debido a las desigualdades de género, las vulnerabilidades de las mujeres se intensifican, especialmente en entornos rurales con deficiencias en educación, recursos financieros y acceso a procesos de toma de decisiones. Diversos estudios destacan que las mujeres están frecuentemente expuestas a mayores cargas climáticas, lo que pone en riesgo sus medios de vida y su seguridad (Anugwa et al., 2023; Kakota et al. 2011; Nellemann et al. 2011). Shuster Ubilla et al. subrayan esto en su estudio, donde identifican cuatro categorías estructurales de desventaja: pobreza, cultura patriarcal, división de trabajo basada en el género y desigualdad de poder. Gran parte de las barreras están relacionadas con la desigualdad económica y la pobreza, destacándose el acceso limitado de las mujeres a recursos como la tierra y el agua, así como la falta de apoyo financiero (2021). La estructura demográfica envejecida de las zonas rurales es otro factor de riesgo adicional que amplifica los impactos de las condiciones climáticas cada vez más intensas. Investigaciones como las de Figueiredo et al. muestran una mayor vulnerabilidad de las personas mayores frente a los efectos del cambio climático (2024). Esto implica que los adultos mayores en áreas rurales están en desventaja en comparación con grupos más jóvenes, ya que su resiliencia física y social frente a eventos climáticos extremos y otros desafíos climáticos está más limitada.

2.6. La adaptación como un proceso permanente

Existe una clara necesidad de enfrentar los desafíos del cambio climático y la adaptación es una estrategia inevitable. Según la definición del IPCC en su Cuarto Informe de Evaluación, la adaptación al cambio climático se refiere al "proceso de ajuste a estímulos climáticos actuales o esperados y sus efectos" (IPCC 2014, p. 118). Esta adaptación abarca tanto sistemas naturales como humanos y tiene como objetivo "reducir posibles daños o aprovechar oportunidades beneficiosas" (IPCC 2007 p. 869). Se trata de una definición internacionalmente aceptada, utilizada también por las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres

(UNISDR, 2009), la Plataforma Europea de Adaptación al Cambio Climático (Climate-Adapt, 2015) y la Comisión del Mekong (Mekong River Commission 2013) de manera similar (Schmidt-Thomé 2017).

Según el IPCC, la adaptación es necesaria para mitigar los impactos del cambio climático, especialmente porque los efectos del cambio climático debido a emisiones pasadas son inevitables (IPCC 2007). En el contexto del cambio climático, el IPCC señala que en algunos casos la intervención humana facilita la adaptación de los sistemas naturales a los cambios climáticos esperados y sus consecuencias (IPCC 2014). El enfoque está en los cambios de “procesos, prácticas o estructuras diseñados para moderar o compensar posibles daños o aprovechar las oportunidades asociadas con los cambios climáticos.” (Smit & Pilifosova 2003, p. 881). En este contexto, la adaptación es de gran importancia tanto para “la evaluación de impactos y vulnerabilidades, y por lo tanto [...] para estimar los costos o riesgos del cambio (Smit & Pilifosova 2003, p. 881) como para el desarrollo y la evaluación de opciones de respuesta (Smit & Pilifosova 2003). Según Doria et al., una adaptación exitosa es aquella que “reduce los riesgos asociados al cambio climático o la vulnerabilidad a sus impactos a un nivel aceptable, sin comprometer la sostenibilidad económica, social y ecológica” (Doria et al. 2009, p. 817). El espectro de medidas de adaptación se encuentra en diversos ámbitos e incluye medidas de comportamiento, como cambios en los hábitos alimenticios y de ocio, enfoques tecnológicos, como la protección costera, prácticas de gestión, como procedimientos agrícolas adaptados y regulaciones políticas, como normativas de planificación (IPCC 2007).

Además, es importante considerar que la adaptación no implica necesariamente desarrollar soluciones completamente nuevas. Muchas estrategias de adaptación están profundamente arraigadas en prácticas tradicionales y conocimientos indígenas, que han demostrado su capacidad para adaptarse a la variabilidad climática a lo largo de los siglos. Según Berkes et al. el conocimiento tradicional constituye una base para la gestión adaptativa, ya que no es estático, sino que se ajusta continuamente a las condiciones ambientales cambiantes (2000). Precisamente porque estas prácticas han persistido durante siglos, demuestran una capacidad de adaptación y resiliencia frente a la variabilidad climática (Nyong et al. 2007).

La literatura distingue diferentes tipos de adaptación, que pueden clasificarse según su propósito y objetivo, así como el momento de su implementación.

Según propósito y objetivo:

Adaptación autónoma:

Esta forma también se conoce como "adaptación espontánea" (IPCC 2007, p.869). Esta no se realiza como una "respuesta consciente a los cambios climáticos, sino que es desencadenada por cambios ecológicos en sistemas naturales o por transformaciones económicas y sociales en sistemas humanos"(IPCC 2007 p. 869).

Adaptación planificada:

Basada en decisiones políticas conscientes, surge del "reconocimiento de que las condiciones ya han cambiado o están a punto de cambiar" (IPCC 2007, p. 869). Su objetivo es alcanzar, mantener o restaurar un "estado deseado" (IPCC 2007, p. 869). Este tipo de adaptación se inicia a través de planes y medidas políticas específicas (IPCC 2007).

Según el momento de su implementación:**Adaptación anticipativa:**

También conocida como "adaptación proactiva"(IPCC 2007 p. 869), se lleva a cabo antes de que los impactos del cambio climático sean visibles (IPCC 2007).

Adaptación reactiva:

Tiene lugar después de que los efectos visibles del cambio climático ya se han manifestado y es una respuesta a los cambios observados (IPCC 2001).

Estos enfoques permiten abordar eficazmente los desafíos del cambio climático, tanto en relación con los cambios ya percibidos como con los futuros (IPCC 2007).

Según el grado de cambio:**Adaptación incremental:**

Implica cambios graduales diseñados para preservar la estructura básica de los sistemas existentes, como tecnologías, instituciones o valores sociales (Noble et al. 2014).

Adaptación transformadora:

Va más allá de pequeños cambios e implica transformaciones fundamentales de los sistemas para abordar de manera integral los desafíos del cambio climático (Noble et al. 2014)

Los desafíos en la adaptación son variados y, según el IPCC, pueden clasificarse en barreras ambientales, económicas y de información, así como obstáculos sociales y conductuales que dificultan su implementación (IPCC 2007). Las medidas de adaptación por sí solas son insuficientes a largo plazo para abordar los impactos proyectados del cambio climático, ya que la intensidad de sus consecuencias aumenta con el incremento del calentamiento global. Factores de estrés adicionales, como la pobreza, el acceso desigual a los recursos, los procesos de globalización económica, los conflictos y las cargas sanitarias, debilitan la resiliencia y la capacidad de adaptación, especialmente en regiones vulnerables (IPCC 2007). Según el IPCC, la gestión efectiva de estos desafíos requiere enfoques integrados que incorporen estrategias de adaptación en sistemas más amplios, como la gestión de los recursos hídricos, la protección costera y estrategias de reducción de riesgos, para promover de manera sostenible la resiliencia (2007a). Al mismo tiempo, las opiniones más recientes cuestionan estas adaptaciones graduales, planteando si, en lugar de ello, serían necesarias transformaciones más profundas para responder adecuadamente a los impactos del cambio climático, que se prevén cada vez más graves (Noble et al. 2014).

2.7. La adaptación al cambio climático en Chile

Chile ya ha desarrollado ciertas medidas para adaptarse al cambio climático, las cuales están plasmadas en diversos planes. El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (Ministerio del Medio Ambiente 2014) establece las estrategias generales para reducir la vulnerabilidad del país frente a los impactos del cambio climático. Este plan se complementa con la Estrategia Climática a Largo Plazo (ECLP) (Ministerio del Medio Ambiente 2021a), que define objetivos concretos para la reducción de emisiones y medidas de adaptación, destacando el compromiso de Chile en el marco del Acuerdo de París. La Ley Marco de Cambio Climático (Ley 21.455) (Ministerio del Medio Ambiente 2022) proporciona un marco legal que distribuye la responsabilidad de las medidas de adaptación climática entre diversas instituciones estatales y exige la elaboración de planes de adaptación sectoriales, especialmente en áreas críticas como recursos hídricos, agricultura y energía. Además, los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos en Cuencas (Ministerio del Medio Ambiente 2014) tienen como objetivo garantizar la disponibilidad de agua en las 101 cuencas hidrográficas del país, fortaleciendo así la resiliencia frente a los cambios climáticos. Adicionalmente, la Ley Marco de Cambio Climático (Ley

21.455), que entró en vigor el 13 de junio de 2022, exige la elaboración de planes regionales de adaptación al cambio climático en Chile. Esta ley estipula que la adaptación climática debe llevarse a cabo no solo a nivel nacional, sino también a nivel regional y local. Estos planes deben incluir medidas adaptadas a los diferentes desafíos climáticos de las regiones chilenas, como la protección de los recursos hídricos, la adaptación de la agricultura a las condiciones climáticas cambiantes y la mejora de la resiliencia frente a eventos climáticos extremos. Se desarrollan y ejecutan en estrecha colaboración con los gobiernos locales, las comunidades y otros actores relevantes. Sin embargo, debido a la reciente implementación de estas disposiciones, actualmente no existe un plan para la región de Ñuble (hasta julio de 2024).

Otras medidas de adaptación al cambio climático, especialmente relacionadas con la gestión de la crisis hídrica, se han implementado durante los últimos 15 años (Fragkou et al. 2022; DGA 2021). Estas incluyen la declaración de zonas con emergencia hídrica en regiones rurales y en áreas habitadas por pueblos indígenas (Torres et al. 2016). Además, se han realizado inversiones públicas para garantizar el abastecimiento de agua, incluyendo la provisión de agua potable por parte de empresas suministradoras. Una medida central ha sido la distribución de agua potable en zonas rurales mediante camiones cisterna. Según estimaciones, actualmente más de dos millones de personas en Chile dependen de este sistema de abastecimiento (MOP 2024a). Asimismo, se ha intensificado la construcción de proyectos de Agua Potable Rural (APR) en comunidades semi-centralizadas y dispersas para resolver colectivamente los déficits crónicos de agua. En comunidades rurales también se han construido fuentes de agua individuales o pozos. En general, se han realizado importantes inversiones públicas en las zonas de emergencia para mitigar la crisis hídrica (Gobierno de Chile 2014; DGA 2021).

2.8. Adaptación local y conocimiento ecológico tradicional

Los planes nacionales y regionales de adaptación descritos no están exentos de desafíos, especialmente cuando se integran en el marco más amplio de la política climática global. Las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDCs), un elemento esencial de la gobernanza climática internacional, se basan en enfoques de arriba hacia abajo que prefieren estrategias estandarizadas para alcanzar objetivos climáticos globales (Carmona et al. 2023; Whyte 2021). Si bien estos enfoques facilitan la coordinación a nivel internacional, a menudo ignoran la complejidad y diversidad de los contextos locales con consecuencias de gran alcance. Un punto central de crítica radica en la marginación de las necesidades y condiciones locales. Al ignorar la complejidad de las necesidades locales, las estrategias globales corren el riesgo de imponer

soluciones poco adaptadas al contexto regional, lo que no solo puede ser ineficaz, sino también potencialmente dañino a largo plazo, ya que debilita la resiliencia de las comunidades locales frente a los impactos del cambio climático (Carmona et al. 2023; Whyte 2021). En muchos casos, los enfoques nacionales han impactado negativamente la capacidad de adaptación a nivel regional. Un ejemplo claro en Chile puede observarse en las estrategias de desarrollo impulsadas por el gobierno, que llevaron a una homogenización de la producción agrícola, restringiendo así significativamente la diversidad y flexibilidad en este sector clave (Parraguez-Vergara et al. 2016). Se argumenta que la orientación del desarrollo local hacia modelos occidentales creó dependencias y aumentó la vulnerabilidad de las comunidades al limitar sus opciones de decisión a nivel local (Parraguez & Barton 2014). Según Parraguez-Vergara et al., estas intervenciones aceleraron la pérdida de biodiversidad, conocimiento y prácticas tradicionales, debilitando considerablemente la capacidad de la población local para adaptarse a condiciones climáticas extremas (2016). Otro ejemplo es la adaptación a la escasez de agua, que no solo se agrava por el cambio climático, sino también por industrias promovidas por el gobierno. Las comunidades indígenas desarrollan estrategias para garantizar el acceso al agua mediante técnicas tradicionales, mientras que las intervenciones estatales suelen basarse en soluciones a corto plazo, como el uso de camiones cisterna (Torres et al. 2022; Aigo & Ladio, 2024).

Por lo tanto, es fundamental adoptar una perspectiva crítica que reconozca que las medidas de adaptación no pueden considerarse de manera aislada a nivel global o nacional, sino que son de relevancia crucial a nivel local. Esto no solo se debe a que las comunidades y regiones locales a menudo son las primeras en experimentar los impactos inmediatos del cambio climático, subrayando su especial vulnerabilidad, sino también porque generalmente están mejor capacitadas para desarrollar e implementar estrategias de adaptación efectivas (Bauer et al. 2022; Stuhldreher 2022). Es fundamental, por lo tanto, considerar enfoques que valoren y utilicen el conocimiento local y tradicional como un componente integral de las estrategias de adaptación. En este sentido, el conocimiento ecológico tradicional (TEK) se presenta como una fuente de soluciones locales basadas en conocimientos acumulados y prácticas sostenibles desarrolladas por comunidades indígenas y rurales a lo largo de generaciones (Hosen et al. 2020; Berkes et al. 2000).

El conocimiento ecológico tradicional (TEK) está ligado al territorio y forma parte de las prácticas culturales, ya que integra dimensiones ecológicas, sociales y espirituales (Finn et al. 2017). Representa una perspectiva sistemática y holística de las interacciones entre las

sociedades humanas y su entorno, relevante para el uso sostenible de los recursos y la adaptación a los cambios ecológicos (Hosen et al. 2020; Carmona et al. 2023). Las comunidades rurales desempeñan un papel importante en el uso y la transmisión de este conocimiento. En contextos indígenas y rurales con una residencia prolongada, se recurre a conocimientos locales que utilizan indicadores bioclimáticos, como el comportamiento animal, las fases lunares o fenómenos celestes, para interpretar cambios ambientales (Hosen et al. 2020; Carmona et al. 2023). Esto puede contribuir a la identificación temprana de riesgos climáticos y al desarrollo de medidas de adaptación (Lemi 2019), y resulta potencialmente relevante para la formulación de estrategias locales de adaptación (Agrawal & Perrin 2009). Numerosas investigaciones muestran cómo las comunidades indígenas utilizan el conocimiento tradicional para prever o interpretar los cambios climáticos (Petzold et al. 2020), lo que les permite adoptar medidas, por ejemplo, para mitigar los impactos de las variaciones en los patrones de precipitación (Orlove et al. 2002; Ziervogel & Opere 2011; Gearheard et al. 2010). Muchas de estas estrategias no solo responden al cambio climático, sino también a otros factores de estrés, como las políticas estatales y los desarrollos económicos (Torres et al. 2016). Además, muchas comunidades implementan estrategias sostenibles de gestión de recursos, como los sistemas agroforestales, la agricultura a pequeña escala y la diversificación de fuentes alimentarias, con el fin de aumentar su resiliencia frente a los daños climáticos (Hosen et al. 2020; Garnett et al. 2018). Asimismo, valores tradicionales como el uso moderado de los recursos naturales contribuyen a la estabilidad a largo plazo de los ecosistemas locales (Hosen et al. 2020; Berkes et al. 2000). El TEK también proporciona observaciones locales a largo plazo que a menudo no están presentes en los modelos científicos del clima, lo que permite una mejor comprensión de los patrones climáticos históricos y el desarrollo de medidas de adaptación ajustadas a contextos específicos (Lemi 2019; Gómez-Baggethun et al. 2012). Por otra parte, los sistemas de creencias y las relaciones entre humanos y naturaleza, que suelen estar más arraigados en contextos rurales, influyen en la percepción del riesgo y en las estrategias de adaptación de las comunidades (Carmona et al. 2023). En muchas comunidades rurales, especialmente en las culturas indígenas, predomina la idea o el concepto de que la comunidad o la persona es "parte de algo" y no "propietaria de algo", lo cual se considera un recurso de resiliencia. La falta de reconocimiento de estos valores y creencias culturales, así como la implementación de medidas de adaptación sin considerar los contextos locales, puede generar comportamientos que debilitan la resiliencia y aumentan la vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático (Murphy et al. 2016). Marchant Santiago et al. (2021) señalan que en muchas comunidades rurales cada miembro dispone de diferentes recursos, vulnerabilidades y percepciones sobre los

riesgos climáticos. Esta heterogeneidad abre posibilidades diferenciadas de adaptación y subraya la necesidad de medidas sensibles al contexto. Agrawal y Perrin (2009) destacan en este sentido que las capacidades y experiencias locales de los miembros de las comunidades constituyen una base central para una adaptación efectiva. Estas se basan en décadas de interacción con los cambios ambientales y no deben ser reemplazadas por soluciones estándar externas, sino fortalecidas mediante el apoyo específico a las estrategias ya existentes en los hogares y grupos sociales. Que esto no solo tiene sentido en términos teóricos lo demuestran Young et al. (2009) en un estudio de caso en el valle de Elqui en Chile, en el que subrayan la relevancia de estrategias de adaptación específicas al lugar, ajustadas a las condiciones ecológicas y sociales locales.

Como muestran los hallazgos empíricos de Samaddar et al. (2021), el éxito visible de tales medidas localmente ancladas por ejemplo, mediante la mejora de los medios de vida y la mayor seguridad fomenta una participación duradera y sostenible de la población afectada en los procesos de adaptación. Al mismo tiempo, la participación activa de la población fortalece el sentido de autoeficacia y promueve la aceptación de las medidas desarrolladas. Adger (2011) señala que la inclusión de las percepciones y experiencias locales en el desarrollo de medidas de adaptación no solo refuerza la participación y la autodeterminación, sino que también contribuye a la sostenibilidad espacial y temporal de estas medidas. Nath (2024) confirma esto y añade que la participación directa de las comunidades en la elaboración de escenarios y estrategias conduce a soluciones más sostenibles y mejor aceptadas. Para las comunidades indígenas, esta comprensión de la participación va con frecuencia más allá del mero derecho a opinar y se entiende como una expresión de autonomía cultural. En este sentido, no solo exigen el derecho a ser escuchadas, sino también el control total sobre sus propios procesos de adaptación, basados en su conocimiento tradicional y sus valores culturales (Nath 2024). Una participación efectiva está estrechamente vinculada al fortalecimiento de la confianza dentro de las comunidades, lo que facilita la acción colectiva y la asunción de responsabilidades (Samaddar et al. 2021).

Ante este contexto, una adaptación climática local efectiva solo es posible si el conocimiento tradicional se integra sistemáticamente en las estrategias nacionales y regionales y se complementa con enfoques políticos más participativos (Hosen et al. 2020; Reed et al. 2022). Ya se puede observar que, en el marco de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDCs), el TEK está siendo cada vez más reconocido. En la segunda ronda de las NDCs, aproximadamente el 18 % de los países mencionaron explícitamente el conocimiento

tradicional (Carmona et al. 2023). Algunos países, como Canadá y Nepal, han tomado medidas para incluir activamente a las comunidades indígenas en la gobernanza climática mediante consultas y asociaciones (Carmona et al. 2023). A pesar de estos avances, se observa que persisten problemas significativos en la incorporación del TEK en las NDCs y los planes subyacentes de adaptación climática. Uno de los principales desafíos es que el TEK a menudo se menciona solo de manera simbólica, sin mecanismos claros para su implementación práctica (Carmona et al. 2023). Las comunidades indígenas suelen ser representadas como grupos vulnerables en lugar de ser reconocidas como co-creadoras activas de políticas climáticas (Carmona et al. 2022; Ford et al. 2016). Las relaciones de poder coloniales permanecen en la gobernanza climática, ya que los derechos indígenas son frecuentemente ignorados (Carmona et al. 2023).

2.9. Métodos Co-creativos

En las regiones rurales de Chile persisten desafíos estructurales, ya que las medidas políticas se basan con frecuencia en soluciones estandarizadas que consideran de forma insuficiente los contextos locales y culturales (Gentes & Policzer 2022; Peña-Garay & Sandoval Díaz 2024). Para superar los desafíos estructurales derivados de medidas políticas de adaptación que se basan en soluciones estandarizadas (Gentes & Policzer 2022; Peña-Garay & Sandoval Díaz 2024), los enfoques participativos y co-productivos se presentan como un requisito central para una adaptación climática adecuada al contexto. La co-producción se entiende como el proceso conjunto de generación de conocimientos entre la ciencia y los actores locales, en el que se vinculan perspectivas científicas y arraigadas localmente con el fin de desarrollar soluciones socialmente relevantes (Lang et al. 2012; Jasanoff 2004; Groß & Stauffacher 2014). Estos procesos no solo fortalecen el anclaje social y la viabilidad de las medidas (Shaffer 2014; Lin 2011), sino que también cuestionan las relaciones de poder existentes y promueven la justicia ambiental (Turnhout et al. 2020; Schlosberg 2007). Un requisito previo es la incorporación temprana de las percepciones y perspectivas locales, para evitar malentendidos y desarrollar soluciones viables (Eakin et al. 2014; Weber 2010).

2.10. Percepción de riesgos

El enfoque teórico sobre la percepción de riesgos y la adaptación al cambio climático requiere un análisis profundo de las diversas influencias que determinan cómo los individuos y las comunidades perciben los peligros climáticos y reaccionan ante ellos. Es necesario considerar distintos aspectos que configuran la conciencia individual y colectiva sobre los riesgos, así

como las estrategias de adaptación. En este contexto, es importante subrayar que el cambio climático es un fenómeno que se describe, cuantifica y pronostica mediante análisis estadísticos. Estos muestran cambios sistemáticos, aunque a menudo graduales, en las condiciones promedio de ciertas variables (Weber 1998). Sin embargo, estas variaciones a largo plazo son difíciles de percibir tanto para el público general como para la comunidad científica, ya que el tiempo se interpreta frecuentemente como un indicador inmediato del cambio climático, lo que puede llevar a malinterpretaciones o dudas sobre su existencia (Weber 2010). Las experiencias personales, como la percepción de cambios ambientales o el conocimiento local, se basan en procesos que ocurren de manera rápida e intuitiva. Este tipo de procesamiento de información requiere menos esfuerzo cognitivo, ya que se produce automáticamente y suele fundamentarse en observaciones directas o vivencias personales. En contraste, el procesamiento analítico, necesario para comprender descripciones estadísticas o análisis científicos, implica un esfuerzo cognitivo significativamente mayor. Este tipo de procesamiento incluye interpretar datos complejos, identificar relaciones y cuestionar críticamente la información. Las experiencias personales, especialmente aquellas vinculadas a eventos extraordinarios, tienden a ser más memorables y, por ello, suelen influir en las decisiones más que los datos estadísticos (Erev & Barron, 2005). Por esta razón, las personas tienden a basar sus decisiones más en vivencias personales con eventos climáticos extremos que en datos estadísticos (Weber et al. 2004). Las experiencias personales con eventos climáticos extremos intensifican la percepción del riesgo asociado al cambio climático (van der Linden 2015). Además, esta percepción del riesgo es más fuerte cuando se establece una conexión causal entre la experiencia y el cambio climático (Helgeson et al. 2012; Weber 2010). Asimismo, "los cambios visuales tienden a percibirse con mayor facilidad que los cambios a largo plazo menos tangibles" (Barrett y Bosak 2018, p.14).

La percepción de riesgos también tiene una dimensión cognitiva, afectiva y social. Está influenciada por factores como el conocimiento sobre el cambio climático, las reacciones emocionales ante eventos climáticos extremos y los contextos socioculturales (Grothmann & Patt 2005; Slovic 2016; van der Linden 2015). Van der Linden propone el "Modelo de Percepción de Riesgo del Cambio Climático" (CCRPM), que integra factores cognitivos, basados en la experiencia, socioculturales y sociodemográficos para explicar de manera integral la percepción del riesgo. Según él, los afectos negativos son el predictor más fuerte tanto de la percepción personal como social del riesgo (van der Linden 2015). El conocimiento sobre las causas, las consecuencias y las posibles respuestas al cambio climático guarda una relación significativa con la percepción de los riesgos climáticos (van der Linden 2015). Las normas sociales y los valores biosféricos, como la preocupación por la naturaleza y el medio ambiente,

también influyen en esta percepción (van der Linden 2015) Bradford et al. identifican tres indicadores principales para la adopción de medidas frente al cambio climático: conciencia, preocupación y disposición (2012). Sin embargo, estos indicadores no son suficientes por sí solos para desencadenar acciones. La combinación de conciencia y preocupación es necesaria para iniciar medidas preventivas o de mitigación del riesgo. El grado de preocupación determina la disposición a responder al riesgo (Bradford et al. 2012). Adaptarse al cambio climático requiere la percepción de cambios o posibles cambios, así como la evaluación de que estos son lo suficientemente preocupantes como para tomar medidas (Eakin et al. 2014).

En diversas investigaciones sobre la percepción del cambio climático en comunidades rurales, se ha demostrado la influencia de esta percepción en la implementación de medidas de adaptación (Landaverde et al. 2022; Eakin et al. 2014). Comprender y percibir los cambios climáticos es un factor esencial para estar dispuesto a tomar medidas de mitigación del riesgo. Así, la percepción del cambio climático puede considerarse un requisito previo para la introducción de medidas de adaptación anticipadas. Bradley et al. destacan además la categoría de "eficacia de respuesta", que se refiere a la creencia de que las propias acciones serán efectivas y lograrán las consecuencias deseadas (2020). En el contexto del cambio climático, esto implica que los individuos creen que sus acciones ecológicas o adaptativas pueden tener un impacto positivo (Bradley et al., 2020). Van der Linden y Gifford et al. subrayan la necesidad de un proceso de adaptación psicológica que abarque procesos cognitivos, afectivos y motivacionales para fomentar acciones que enfrenten el cambio climático (2017; 2011). Esto requiere una reorientación de la perspectiva personal (Van der Linden 2017).

2.11. Percepción del cambio climático en Chile

Diversas encuestas en Chile muestran un alto nivel de interés y conciencia sobre el cambio climático. Una encuesta realizada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) en 2023 reveló que el 91 % de los chilenos está interesado o muy interesado en el tema del cambio climático (UNDP 2023). Este estudio buscó responder preguntas relacionadas con la percepción social y el cambio climático en Chile. Complementariamente, un informe de la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (2021) destacó que la protección ambiental es considerada por una parte significativa de la población como una de las principales prioridades nacionales, después de la salud y la educación (Pliego de Condiciones Técnicas & Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas, 2021). La conciencia sobre la urgencia del cambio climático ha aumentado

notablemente en los últimos años. El 94 % de los encuestados cree que el cambio climático ya está ocurriendo, lo que representa un aumento del 28 % desde 2021 (UNDP 2023). Esta percepción también se refleja en la consideración del cambio climático como el problema ambiental más significativo, clasificado por los encuestados como más urgente que otros problemas ambientales como la gestión de residuos o la contaminación del aire (Pliego de Condiciones Técnicas & Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas 2021). Los encuestados muestran una creciente preocupación por el futuro del medio ambiente, ya que la mayoría cree que la condición ambiental empeorará en los próximos años (Pliego de Condiciones Técnicas & Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas 2021). Esta preocupación se relaciona con la creencia de que el cambio climático tendrá impactos negativos en la calidad de vida, algo que comparte el 92 % de los encuestados según la encuesta del United Nations Development Program (UNDP 2023). El cambio climático también tiene efectos significativos en la disponibilidad de agua en Chile. Según Rojas et al., quienes realizaron un análisis estadístico de datos de una encuesta sobre la percepción y prácticas ciudadanas en relación con el valor del agua, el 45 % de los encuestados percibe una disminución en las precipitaciones, mientras que solo el 1 % cree que llueve más que en el pasado (2020). El 42 % de los encuestados atribuye directamente estos cambios en el ciclo de precipitaciones al cambio climático, mientras que el 38 % considera que los principales responsables son las actividades humanas. Estas personas también creen que podrían verse afectadas en el futuro cercano por al menos 10 de los eventos climáticos extremos mencionados en la encuesta. Además, muchos de los encuestados (60 %) han enfrentado problemas relacionados con la disponibilidad de agua, como baja calidad, escasez y aumento de precios (Rojas et al. 2020).

Las investigaciones muestran que el cambio climático y sus consecuencias están profundamente arraigados en la percepción de la población chilena. Esta conciencia sobre los conflictos ecológicos se refleja no solo en movimientos sociales, sino también en el debate político sobre recursos clave como el agua. Movimientos como el Movimiento de Defensa por el Acceso al Agua, la Tierra y la Protección del Medioambiente (Modatima) y el Movimiento por el Agua y los Territorios han adquirido relevancia nacional y subrayan cómo el agua es percibida como un símbolo político de los impactos del cambio climático y las actividades extractivas (Torres & Alvez Marín 2023). En el contexto del estallido social de 2019, el agua fue discutida en los debates constitucionales como un bien común que debería protegerse mejor frente a los efectos de usos extractivos (Torres & Alvez Marín 2023; Convención Constituyente 2022). Las discusiones sobre la reforma de los derechos de agua evidenciaron claramente la conexión entre

la escasez de agua, el cambio climático y la desigualdad social. Aunque el proyecto de nueva Constitución fue rechazado, el agua sigue siendo un tema central en las disputas políticas y sociales en Chile (Andueza 2023).

2.12. Componentes clave de la percepción del cambio climático en comunidades rurales

A continuación, se presentan hallazgos centrales de estudios que investigan la percepción de los cambios climáticos y el desarrollo de estrategias de adaptación en comunidades rurales, utilizando métodos cualitativos (entrevistas) y cuantitativos (encuestas). Los resultados ofrecen una visión de regiones de América Latina cuyas condiciones climáticas y sociales son similares a las del área de estudio. Los estudios analizados demuestran que una gran parte de los agricultores y comunidades rurales en las áreas estudiadas reconocen el cambio climático como un problema y afirman percibirlo (Landaverde et al. 2022; Vargas-Burgos 2023; Bauer et al. 2022; Paerregaard 2020; Infante & Infante 2013). Sin embargo, también existe un porcentaje de encuestados que no asocia los cambios climáticos con el concepto de cambio climático o que no cree que este fenómeno ocurra en su región. Los porcentajes varían desde un 10 % de los encuestados (Landaverde et al. 2022) hasta ejemplos opuestos, como estudios realizados con viticultores en Uruguay, donde el 71 % de los encuestados destacó el aumento de eventos climáticos extremos, pero no los vinculó al cambio climático (Fourment et al. 2020). Al mismo tiempo, a menudo falta el conocimiento necesario para asociar los cambios con el concepto de cambio climático (Haboucha & Jofré 2021). Por ejemplo, Landaverde et al. (2022), en estudios con agricultores de subsistencia en Perú, descubrieron que muchos participantes no están familiarizados con el término "cambio climático" ni pueden definirlo.

2.12.1. Comparación entre pasado y presente

Otro aspecto central de la percepción en las áreas estudiadas es la comparación entre las Un aspecto central de la percepción climática en las regiones rurales es la comparación entre las condiciones pasadas y las actuales. El pasado se recuerda frecuentemente como más estable, predecible y menos expuesto a riesgos, lo que genera una visión idealizada (Soares & Sandoval-Ayala 2016). En contraste, el presente se percibe como marcado por incertidumbres y riesgos climáticos, lo que refuerza la percepción de cambios negativos. Resulta especialmente destacable la percepción reiterada de una disminución de las precipitaciones. Esta se describe tanto en términos de menor cantidad de lluvia como de una menor previsibilidad de los fenómenos meteorológicos (Landaverde et al. 2022; Fourment et al. 2020; Bauer et al. 2022;

Young et al. 2009; Altea 2020). Muchos encuestados vinculan explícitamente este cambio con el cambio climático (Landaverde et al. 2022; Roco et al. 2016; Pechan et al. 2023). También los cambios de temperatura representan un eje central en la percepción. En Perú, el 65 % de los encuestados informó de un aumento en los días de calor extremo en los últimos diez años (Landaverde et al. 2022). En Uruguay, los viticultores indicaron que las temperaturas estivales han aumentado y que las olas de calor se han vuelto más frecuentes (Fourment et al. 2020), y estudios en Chile muestran que los cambios percibidos se centran especialmente en un aumento de la temperatura y una mayor imprevisibilidad del clima (Roco et al. 2016; Pechan et al. 2023).

2.13. Percepción de las consecuencias

Estas percepciones están estrechamente vinculadas a las consecuencias percibidas del cambio climático, especialmente en relación con la amenaza a recursos fundamentales como el agua y los rendimientos agrícolas. Landaverde et al. encontraron que el 90 % de los agricultores en Perú consideran el cambio climático como una amenaza para la ganadería y los recursos hídricos (2022), mientras que Roco et al. (2016) muestran que la escasez de agua para riego se percibe como el principal problema para los agricultores en Chile. Las pérdidas de cosechas, causadas por el aumento de las temperaturas, las sequías y los eventos climáticos extremos, también se cuentan entre los temores más comunes (Altea 2020; Pechan et al. 2023; Bauer et al. 2022; Funatsu 2019). Las comunidades indígenas, como los Mapuche, consideran el cambio climático como una amenaza para el agua, los alimentos (Fuentes Lizama 2018), su identidad indígena, que a menudo se basa en el conocimiento histórico y la protección de su patrimonio natural y cultural, y la biodiversidad local (Haboucha & Jofré 2022). Además, los agricultores reportan un aumento de eventos climáticos extremos como lluvias intensas, heladas y granizadas, que provocan daños significativos en las cosechas (Young et al. 2009; Pechan et al. 2023).

2.13.1. Heterogeneidad de la percepción

Las diferencias regionales marcan la percepción del cambio climático. Los agricultores de Chile central, una región afectada por intensas sequías, expresan mayores preocupaciones sobre el cambio climático que los agricultores del sur, donde los cambios climáticos son menos graves. Además, los agricultores del centro están más dispuestos a implementar medidas de adaptación (Pechan et al. 2023). En la región andina de Perú, una mayor proporción de agricultores cree que los cambios climáticos afectan y afectarán su producción en comparación con otras partes del país. Estas diferencias se explican por las condiciones geográficas y climáticas específicas

de cada región (Landaverde et al. 2022). Además de las diferencias regionales, también existen claras diferencias de género en la percepción y adaptación. Sapiains et al. encontraron que las mujeres en su estudio en Chile expresaron más preocupación, ansiedad y tristeza respecto al cambio climático en comparación con los hombres, quienes mostraron más pesimismo (2022). Otros estudios señalan que más hombres que mujeres reconocen los cambios climáticos significativos, aunque más mujeres que hombres expresan preocupación por el impacto del cambio climático en la salud de los niños (Sandoval-Ayala, 2016). Asimismo, Landaverde et al. destacan la relevancia de las estructuras patriarcales. Las agricultoras afirman que reciben menos apoyo para implementar medidas de adaptación al cambio climático en comparación con sus colegas hombres (2022). Shuster Ubilla et al. subrayan que estas estructuras patriarcales contribuyen principalmente a que el conocimiento de las mujeres, especialmente el de las mujeres indígenas, a menudo sea ignorado (2021).

2.14. Medidas de adaptación y obstáculos

También se puede observar que ya se están implementando medidas de adaptación. Las comunidades rurales han desarrollado una variedad de medidas de adaptación para enfrentar los desafíos del cambio climático. Infante & Infante (2013) describen que los agricultores de la provincia de Biobío han introducido métodos de cultivo más sostenibles, incluyendo el uso de fertilizantes orgánicos, la rotación de cultivos, el control biológico de plagas y la rotación de semillas. Además, se han implementado medidas para mejorar el uso del agua, como la perforación de pozos profundos. Engler et al. destacan la diversificación de cultivos, que reduce el riesgo de pérdidas agrícolas (2021). Haboucha & Jofré describen que la reintroducción de prácticas agrícolas tradicionales, como la construcción de terrazas y el riego manual, juega un papel importante, especialmente en regiones afectadas por la sequía (2022). Asimismo, se ha observado que las comunidades rurales desean implementar ciertas medidas de adaptación, pero estas fracasan debido a diversos obstáculos. Entre estos obstáculos se incluyen barreras financieras, como la construcción de estanques de almacenamiento, o trabas burocráticas en la solicitud de apoyo de programas gubernamentales destinados a mejorar la eficiencia del riego (Young et al. 2009).

3. Metodología

La metodología de este trabajo está organizada según los objetivos específicos. Comienza con una descripción general del área de estudio, de sus condiciones físicas y vulnerabilidades. A continuación, se detalla la metodología principal basada en entrevistas semiestructuradas, junto con su análisis mediante codificación temática. En el siguiente objetivo, se explica el análisis de la información climática en la comuna de San Fabián utilizando los datos de ERA5. Finalmente, se aborda el trabajo posterior con los datos de las entrevistas y la codificación temática enfocada en las medidas de adaptación en la comuna cordillerana de San Fabián.

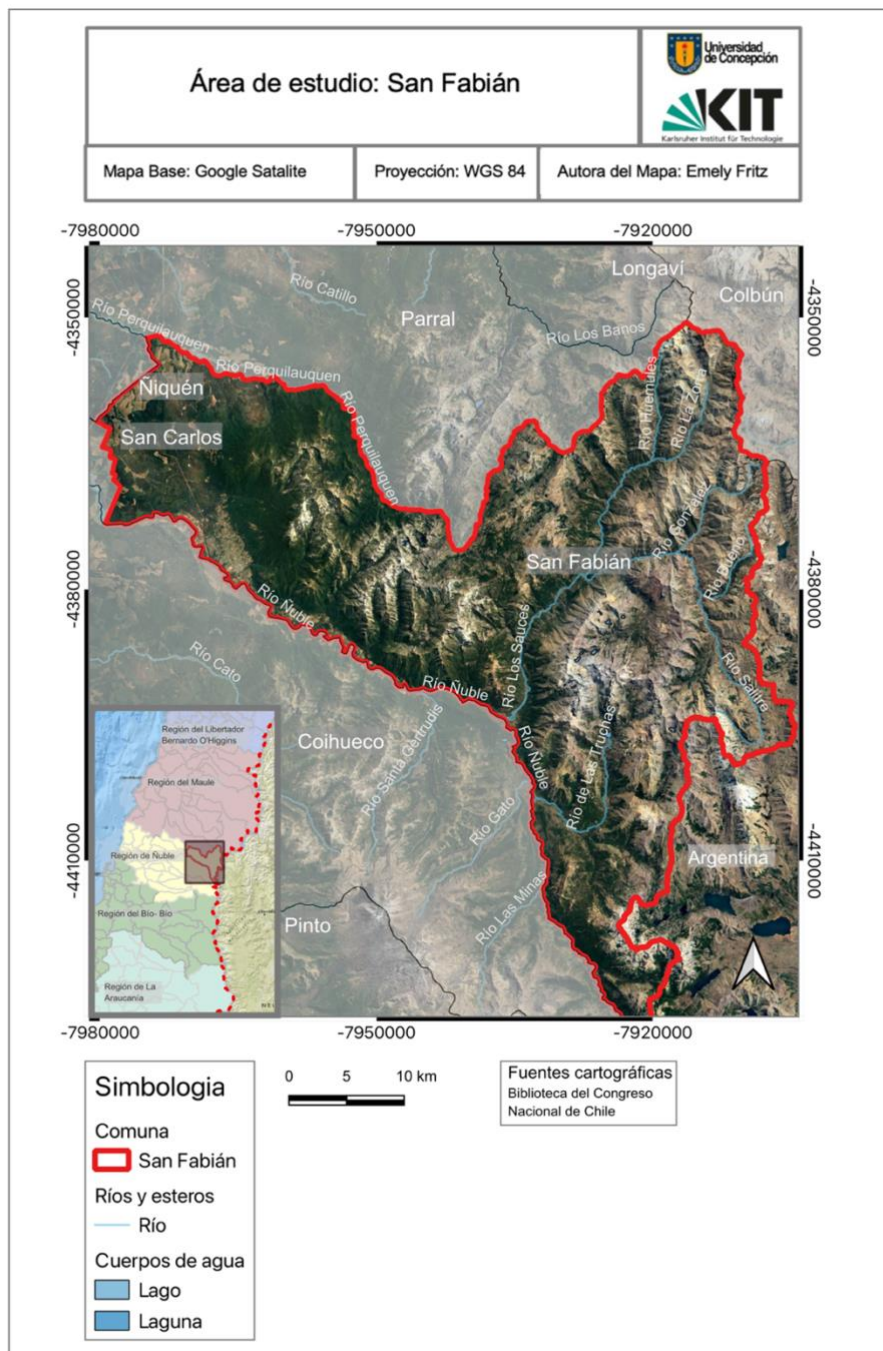
3.1. Área de estudio

La comuna de San Fabián, que incluye el centro urbano San Fabián de Alicó, se encuentra en la Región de Ñuble y abarca una superficie de 1.568 km². Limita al norte con las comunas de Parral y Colbún, en la región del Maule y separada por el río Perquilauquen, al este con Argentina, al sur con Coihueco, y al oeste con Ñiquén y San Carlos (Centro de información de Recursos Naturales 2023). Está situada a una altitud promedio de 480 msnm (Ministerio de Agricultura 2021). La comuna fue fundada en 1865 y se estableció como comuna autónoma en 1976 (Centro de información de Recursos Naturales 2023).

La región incluye la cordillera de los Andes y la cordillera preandina, caracterizadas por superposiciones glaciares y volcánicas, así como una significativa actividad volcánica. La cordillera preandina está compuesta por depósitos glaciares, volcánicos y fluviales, y presenta pendientes pronunciadas y movimientos tectónicos activos (Rojas 2006).

San Fabián se encuentra en la cuenca del río Ñuble, que nace en los Andes, en los Nevados de Chillán, y tiene un régimen de flujo nivopluvial. El río Ñuble, y sus principales tributarios (Los Sauces, Las Minas y Santa Gertrudis), se alimenta principalmente del agua de deshielo de nieve y glaciares. En años de alta precipitación, los mayores caudales se registran en mayo, junio, octubre y noviembre (Umaña et al. 2015). Además, la comuna de San Fabián forma parte de la Reserva de Biosfera “Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja”, declarada por UNESCO el año 2011. (Universidad de Concepción. s. f.)

La extensión de la comuna San Fabián, así como los cuerpos de agua, se muestran en el Mapa 1: Área de estudio: San Fabián.



Mapa 1: Área de estudio: San Fabián

3.1.1. Historia y población

San Fabián de Alico fue históricamente un importante centro comercial en la frontera entre Neuquén (Argentina) y Ñuble. A finales del siglo XIX, el pueblo contaba con una infraestructura comercial diversa, basada en el comercio y la agricultura. La madera de las montañas se utilizaba para el carbón y la construcción. El comercio con transportistas y gauchos, que incluía productos como la carne seca y el mate, fortaleció la economía local

(Municipalidad de San Fabián 2018). Actualmente existen planes para revitalizar la historia fronteriza de San Fabián. El proyecto del paso fronterizo Paso Las Minas Ñuble incluye la construcción de carreteras, puentes y un complejo fronterizo integrado que conectará la región de Ñuble en Chile con la provincia de Neuquén en Argentina. Aunque se ha decidido incluir el proyecto en la lista de pasos internacionales prioritarios, aún no se han determinado los plazos exactos ni el inicio de las obras, ya que se requieren estudios y financiación adicionales (Gobierno Regional de Ñuble 2023).

La población de la comuna de San Fabián alcanza a los 4.308 habitantes (Biblioteca del Congreso Nacional 2017) y según proyecciones llegaría a 4.761 en 2023. La distribución etaria de la población se observa en la Ilustración 1: Grupos de edad en San Fabián y Chile nacional. Los grupos de edades mayores de 45 años están más representados en comparación con el promedio nacional mientras que los grupos de edades más jóvenes están menos representados. El grupo más numeroso en cuanto a número está formado por personas de entre 45 y 64 años (25,4%) (Biblioteca del Congreso Nacional 2017). Aproximadamente el 61% de la población, 2.614 personas, vive en las áreas rurales de la comuna, territorios de una gran extensión y con problemas de accesibilidad y conectividad vial y digital (Biblioteca del Congreso Nacional 2017). En los últimos años, se ha intensificado la concentración de personas en el núcleo urbano principal de la comuna, San Fabián de Alico, con migración permanente de jóvenes y adultos desde las zonas rurales. Grandes proyectos de inversión y la inseguridad de su materialización (Embalse de Riego Nueva La Punilla), ha contribuido al despoblamiento de las zonas rurales (Programas FIC, 2023).

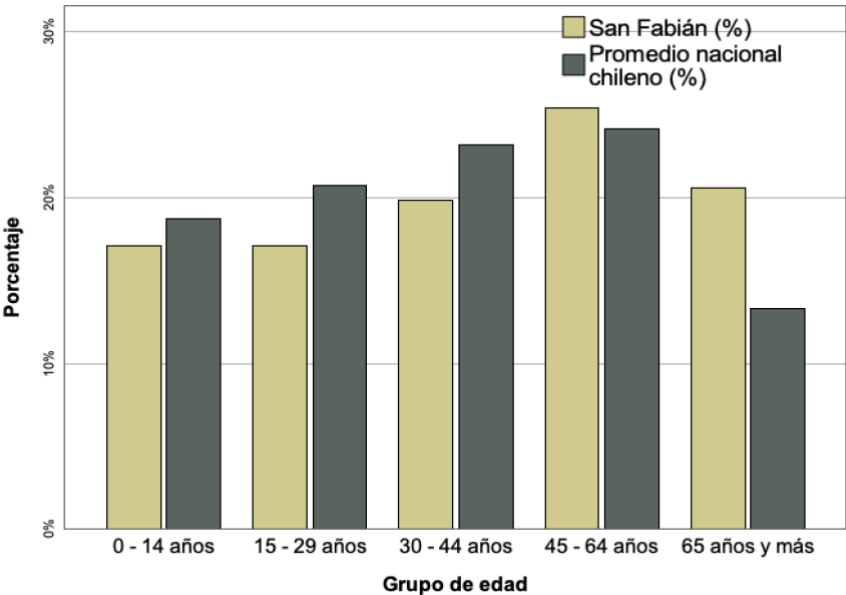


Ilustración 1: Grupos de edad en San Fabián y Chile nacional

Según el censo de 2017, aproximadamente el 5,5% de los habitantes de la comuna de San Fabián se identificaron como miembros de un grupo indígena, siendo la mayoría, alrededor del 4,7% de la población total, pertenecientes al pueblo mapuche. Al mismo tiempo, los migrantes internacionales representan el 0,4% de la población (Biblioteca del Congreso Nacional 2017). Es importante mencionar que, según los registros de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena de Chile (CONADI), en la comuna no existen territorios indígenas reconocidos por el Estado chileno, sino únicamente una asociación indígena con personalidad jurídica, que tiene su sede en el pueblo de San Fabián de Alico (2024). A pesar de este hecho, cabe destacar que este valle montañoso de San Fabian ha sido históricamente un territorio de asentamiento y tránsito entre las llanuras pampeanas argentinas y los valles fluviales chilenos de diversos grupos indígenas, entre ellos los pehuenches y los chiquillanes. Características de estas antiguas culturas aún se pueden observar en la forma de vida de los arrieros de montaña (Cartes Montory 2020).

3.1.2. Regiones montañosas y cultura

Un estudio realizado en el marco de los programas FIC de la Reserva de Biosfera Nevados de Chillán-Laguna del Laja, en la que está integrada la comuna de San Fabián, proporciona información detallada sobre las condiciones de vida de la población en regiones montañosas remotas de San Fabian (Alarcón Barrueto et al. 2024a; 2024b). El trabajo se realizó en los sectores Los Sauces, Chacayal, El Roble, Quebrada Oscura y Pichirincón. Se entrevistó a personas de diferentes edades, destacándose en esta investigación diferentes aspectos. Entre ellos, la agricultura y la ganadería como pilares centrales en las zonas alejadas para el autoabastecimiento y el comercio, así como la formación de la identidad a través de estas actividades en la comunidad. Además, los vínculos transnacionales con los transportistas argentinos y la herencia cultural de la ganadería (arrieros) que se transmite de generación en generación.

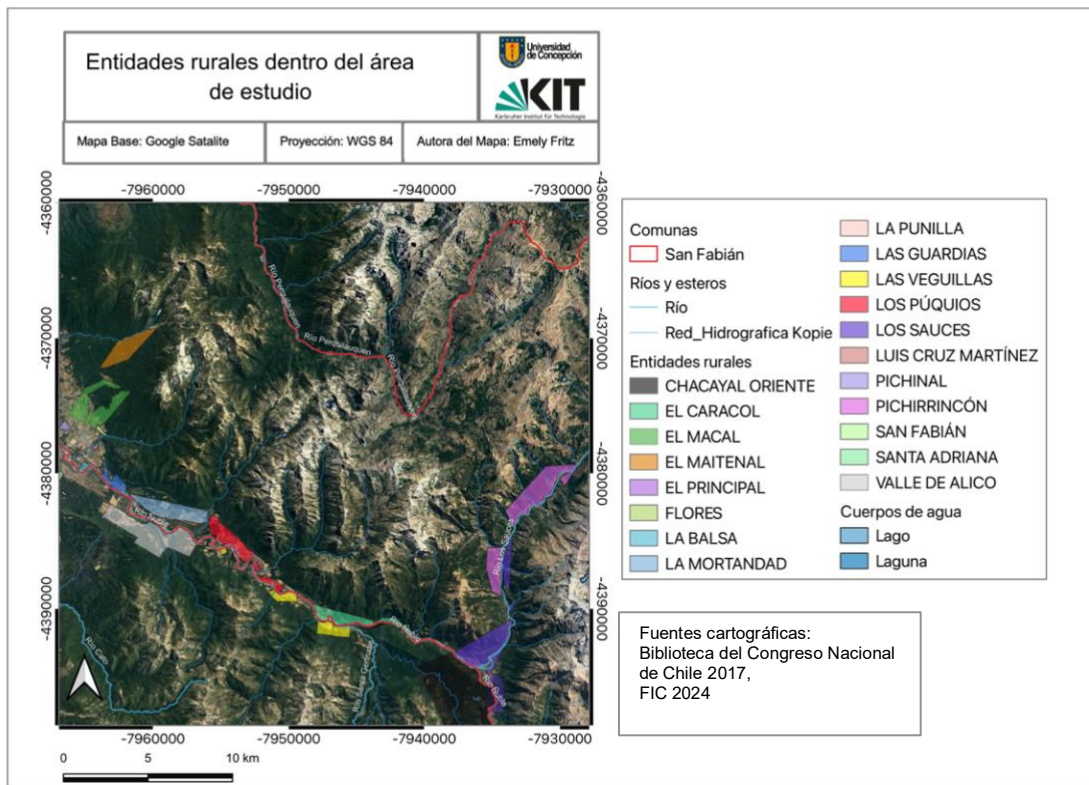
La cultura de los arrieros representa un modo de vida tradicional que se ha conservado durante siglos en diversas regiones montañosas del mundo. Este modo de vida se caracteriza por una estrecha vinculación con el entorno natural, en el que la agricultura y la ganadería desempeñan un papel central en la supervivencia y la identidad cultural de las comunidades afectadas

(Alarcón Barrueto et al. 2024a). Se trata de una forma de ganadería en la que los rebaños se mueven estacionalmente entre diferentes zonas de pastoreo. Esta práctica, conocida como "veranada", se lleva a cabo principalmente durante los meses de verano, de diciembre a marzo, cuando los pastizales en las zonas altas están disponibles. La cultura de los arrieros está profundamente integrada en el entorno natural. Dependen de la disponibilidad de agua y tierras de pastoreo, que son esenciales para la ganadería. Esta dependencia influye en sus movimientos nómadas y en el uso estacional de los recursos.

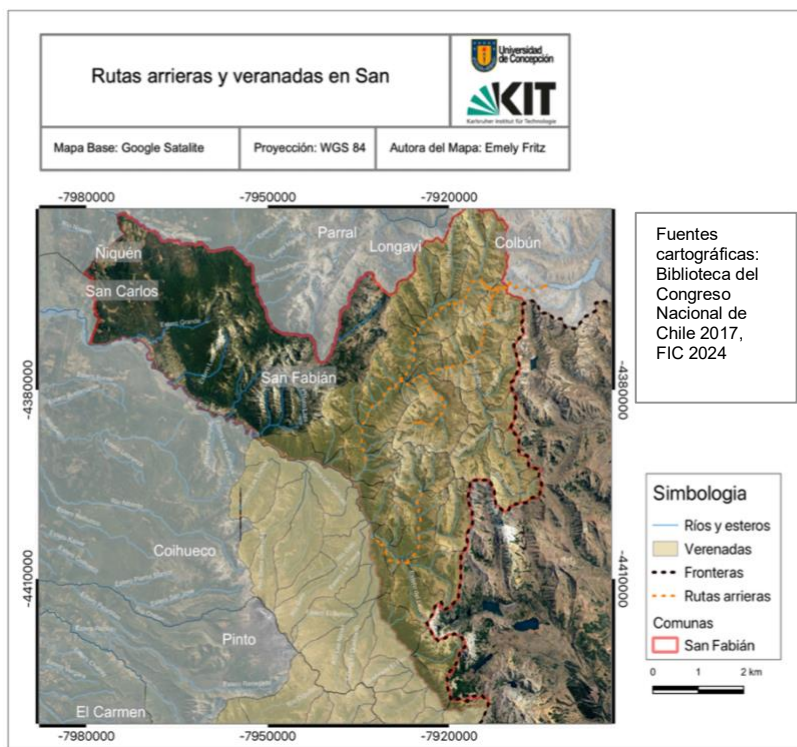
Los arrieros viven en comunidades estrechas con un fuerte sentido de cohesión social. Las tradiciones y los conocimientos locales sobre la tierra y la ganadería son fundamentales para su modo de vida y se transmiten de generación en generación (Razeto et al. 2023). La cría de animales como ovejas, cabras y llamas es crucial para su economía y alimentación, ya que proporciona carne, lana y otros productos necesarios (Postigo et al 2008).

El estudio realizado en San Fabián identificó como retos el relevo generacional y la cuestión de la transmisión de las tradiciones a las generaciones más jóvenes. Otros autores señalan que la disponibilidad de pastos en los meses de verano, que tradicionalmente van de diciembre a marzo, se ve cada vez más afectada por la crisis climática y, en algunos sectores, también por procesos de sobrepastoreo por los mismos arrieros que han reducido la capacidad de regeneración de las praderas de altura (FAO 2019, Razeto et al. 2023).

El Mapa 3: Entidades rurales dentro del área de estudio muestra las entidades rurales identificadas por el programa FIC en la zona de estudio. El Mapa 2: Rutas arrieras y veranadas



Mapa 3: Entidades rurales dentro del área de estudio



Mapa 2: Rutas arrieras y veranadas

ilustra la fuerte conexión con la cultura arriera con las zonas de veranada marcadas y las rutas arrieras.

3.1.3. Estructura económica

En la comuna de San Fabián no se identifican empresas de gran escala que generen empleos permanentes durante todo el año. La dinámica económica local está determinada principalmente por unidades productivas de pequeña escala, en su mayoría microemprendimientos familiares, cuya actividad tiende a intensificarse durante la temporada alta de turismo. Un papel central dentro de este contexto lo desempeña la Agricultura Familiar Campesina e Indígena (AFCI), que representa una base relevante para la producción orientada tanto al autoconsumo como a la comercialización en pequeña escala (Municipalidad de San Fabián 2018). Los principales sectores económicos comprenden el comercio mayorista y minorista (especialmente el comercio local en San Fabián de Alico), la reparación de vehículos, la agricultura y, en menor medida, la pesca. Asimismo, se destaca un sector artesanal-productivo que incluye la apicultura, la producción agroalimentaria y diversas actividades artesanales. Cabe destacar que no todas estas actividades se desarrollan dentro de los marcos formales, en particular, el sector de la agricultura y leña y el carbón vegetal opera mayoritariamente de forma informal, aunque cumple un rol relevante tanto para el consumo doméstico como para la generación de ingresos (Municipalidad de San Fabián 2018).

Entre las principales tendencias se observa la disminución de las superficies destinadas a la agricultura y las áreas de riego (Ministerio de Agricultura 2021), así como un aumento en las actividades turísticas temporales, especialmente en verano, relacionadas con las atracciones naturales de montaña (Servicio Nacional de Turismo 2022) El turismo rural y especializado muestra un crecimiento significativo (Municipalidad de San Fabián 2018; Riffo & Fuentes 2015). La administración pública es el mayor empleador formal de la comuna (38 %), seguida por la agricultura y la ganadería (34 %) y la construcción (8 %) (Biblioteca del Congreso Nacional, 2023). Sin embargo, el mercado laboral es altamente estacional y alcanza su punto máximo entre noviembre y marzo, durante la temporada alta del turismo (Municipalidad de San Fabián 2018). Las principales fuentes de ingresos para la población en las zonas montañosas de la comuna incluyen la venta informal de productos agrícolas, pensiones y subsidios estatales. Además, las personas generan ingresos a partir de actividades de ganadería y agricultura, así como de empleos informales en el turismo. Trabajan en ganadería y agricultura con un fuerte enfoque de subsistencia (Alarcón Barrueto et al. 2024b).

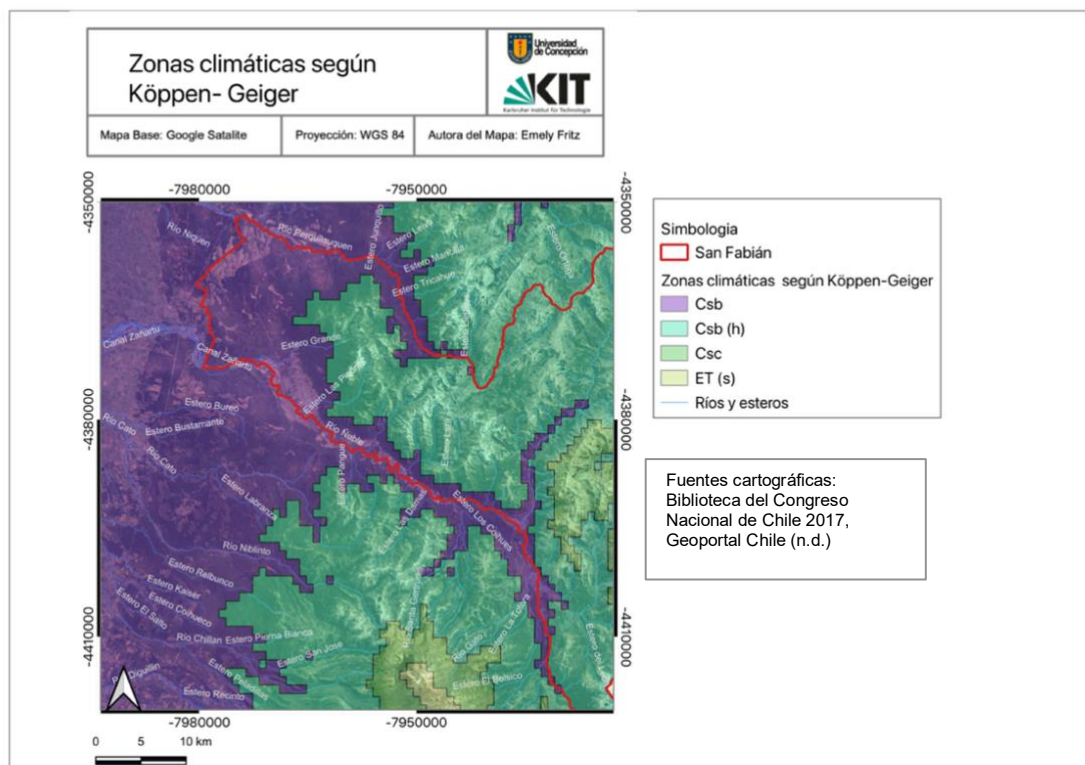
En los últimos años, y producto de la construcción de la central hidroeléctrica “HidroÑuble”, vinculada con el proyecto del Embalse La Punilla, que está explicado en lo siguiente, se activó la construcción de cabañas y, junto con ello, la subdivisión de la propiedad rural en las cercanías

del pueblo de San Fabián de Alico (Alarcón Ortega y Soto Fuentes 2013; Municipalidad de San Fabián 2020). Este proceso se intensificó durante la pandemia, cuando aumentó la demanda por residencias en zonas rurales como respuesta a la búsqueda de mayor habitabilidad y percepción de seguridad (Oyarce Cea 2022).

3.1.4. Clasificación climatológica e influencias

3.1.4.1. Clasificación climatológica:

La zona de estudio en San Fabián, Región de Ñuble, Chile, presenta variaciones climáticas considerables debido a las grandes diferencias de altitud, desde unos 400 metros hasta más de 3000 metros (Google Earth Pro 2024) sobre el nivel del mar. Con el aumento de la altitud, la temperatura disminuye en promedio alrededor de 0,6 °C por cada 100 m (Häckel 2021), lo que crea condiciones significativamente más frías en las mayores altitudes de la zona de estudio que en las zonas más bajas. Estas diferencias dan lugar a una clara heterogeneidad en la temperatura y las precipitaciones. Para ilustrar las diferencias, se pueden considerar las distintas clases de Köppen-Geiger presentes en la zona de estudio. Según Sarricolea et al., las zonas más bajas se caracterizan por un clima mediterráneo (Csb) con veranos cálidos (15-25 °C) e inviernos suaves (0-10 °C), mientras que las altitudes más elevadas se caracterizan por un clima frío de montaña (Cdc) con inviernos lluviosos y veranos fríos y secos. Las mayores altitudes se caracterizan por un clima de tundra (ET) con veranos cortos y frescos e inviernos largos y extremadamente fríos



Mapa 4: Zonas climáticas según Köppen- Geiger

(2017) La combinación de estas condiciones climáticas crea una variedad de microclimas dentro del área de estudio. Las diferencias climáticas de la zona de estudio se ilustran en el Mapa 4: Zonas climáticas según Köppen- Geiger, que muestra los tipos de clima según Köppen-Geiger a escala 1:1.500.000.

San Fabián presenta un clima marcadamente estacional, caracterizado por veranos cálidos y secos e inviernos frescos y húmedos (Ilustración 2: Diagrama climático). En la región de San Fabián predominan los vientos con componente oeste, aunque ocasionalmente también se producen fuertes vientos del este. Este fenómeno, conocido en la región como "Viento Puelche", un término de la lengua mapuche que significa "gente del este", es ampliamente conocido entre los habitantes de la zona. Se trata de un viento cálido y seco, similar a un viento Föhn, que ocurre a lo largo de las laderas occidentales de los Andes en el centro-sur de Chile (35°S–40°S). Su origen radica en sistemas de alta presión que empujan aire hacia el oeste a través de los Andes, calentándolo y secándolo a medida que desciende. Este viento ocurre durante todo el año, pero se intensifica en otoño e invierno, afectando significativamente tanto las temperaturas como la humedad del aire (Montecinos et al. 2017).

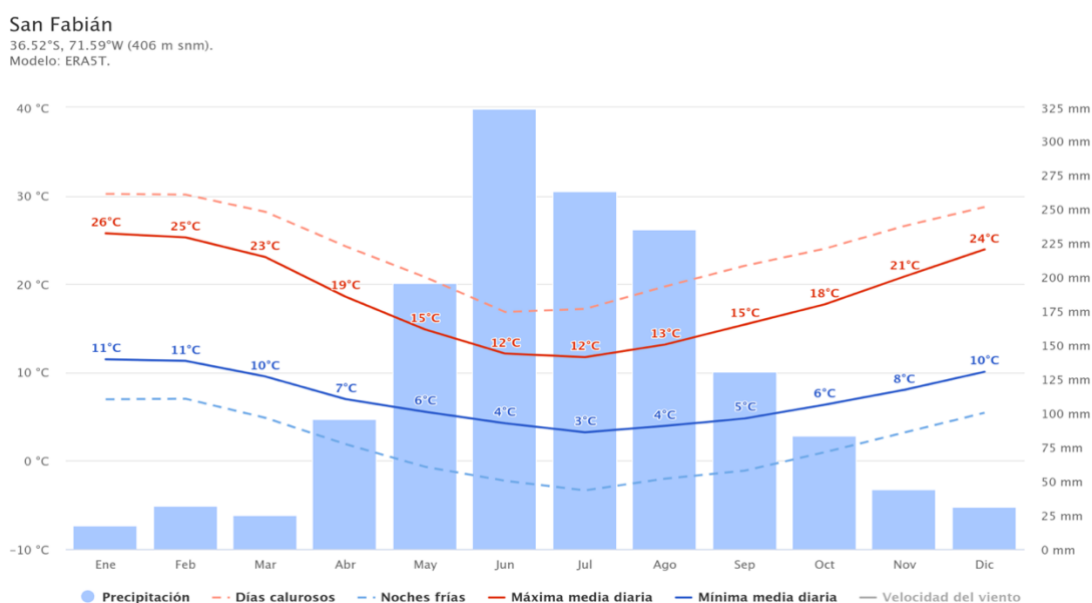


Ilustración 2: Diagrama climático (meteoblue 2024).

3.1.4.2. Influencias en el balance hídrico

Los impactos del uso forestal del suelo sobre el balance hídrico regional fueron analizados por León-Muñoz et al. (2017) a partir de un estudio de varias cuencas hidrográficas en la Cordillera de la Costa del centro-sur de Chile. El área de estudio de dicha investigación también incluye la región de Ñuble y, por lo tanto, el área de investigación aquí considerada, San Fabián. Los resultados muestran que la sustitución a gran escala de bosques nativos por plantaciones

forestales exóticas, en especial de *Pinus radiata*, tiene efectos significativos sobre el equilibrio hidrológico. Así, las plantaciones exóticas presentan tasas de evapotranspiración de entre un 45 y un 48 por ciento, mientras que los bosques nativos alcanzan alrededor del 30 por ciento. Estas diferencias conducen a una reducción en la disponibilidad de agua, especialmente en regiones con escasez hídrica estacional, como también puede observarse en San Fabián (León-Muñoz et al. 2017). En este contexto, el uso forestal desempeña un papel en San Fabián, particularmente en las zonas precordilleranas, donde existen plantaciones forestales que pueden tener un impacto potencial sobre el balance hídrico local. Aunque grandes extensiones del territorio comunal no están directamente cubiertas por plantaciones, la erosión del suelo provocada por plantaciones cercanas representa un factor de influencia relevante (Ministerio de Agricultura, CIREN & SiT Rural 2019, Banfield et al. 2018). A la luz de las relaciones identificadas por León-Muñoz et al., resulta plausible suponer que también en San Fabián el uso forestal del suelo contribuye a la modificación del régimen de escorrentía y a una mayor presión sobre el balance hídrico, lo que pone en riesgo el suministro de agua potable en las zonas más afectadas.

3.1.4.3. Proyecto de gran envergadura para riego: Nueva La Punilla

En la comuna de San Fabián se ha propuesto el desarrollo de un gran proyecto de riego con el nombre de Nueva La Punilla, que tiene como objetivo mejorar y ampliar la superficie bajo riego en una parte significativa del Valle Central de la región de Ñuble. Para ello, se planea aprovechar las aguas del río Ñuble mediante la construcción de un embalse con una capacidad de 600 millones de metros cúbicos (MOP 2024b). A través de la regulación del río Ñuble se pretende contribuir al almacenamiento de agua en invierno y al uso del agua en verano, con el fin de asegurar una oferta hídrica más continua para la agricultura. Además, está prevista la construcción de canales y otra infraestructura destinada a la distribución dirigida del agua (CNR 2021). El uso del agua almacenada está previsto para usuarios de riego y agricultores con acceso a derechos de agua formales (CNR 2021). En cambio, pequeños agricultores sin derechos de agua o con uso informal, habitantes fuera de la zona abastecida, comunidades sin conexión al futuro sistema de canales, así como personas cuyas tierras serán expropiadas o inundadas, podrían no beneficiarse o beneficiarse en menor medida de las medidas.

Según Valverde Rojas, el informe de impacto ambiental (EIA) presenta varias deficiencias, especialmente en lo que respecta a los cambios esperados en el régimen hidrológico de la subcuenca del Ñuble. De esta forma, se verían afectadas significativamente la velocidad del flujo, las cantidades de agua y el ritmo estacional natural del río, lo que a su vez podría tener efectos negativos sobre los humedales, aguas estancadas y la fauna acuática, tanto en el área de

embalse como aguas abajo. Además, está prevista la tala de unas 700 hectáreas de bosque nativo en una zona ecológicamente protegida. La evaluación de las posibles interacciones con el balance hídrico local y las condiciones de vida de la población se ve dificultada, ya que los estudios hidrológicos en los que se basa el proyecto se consideran obsoletos y no contemplan los cambios climáticos actuales (Valverde Rojas 2022). El proyecto fue adjudicado originalmente en el año 2016, sin embargo, la concesión de ese entonces finalizó en agosto de 2021. La nueva concesión, también bajo el nombre Nueva La Punilla, fue desarrollada como proyecto sucesor e incluye, además de la construcción de la represa, una serie de obras de infraestructura adicionales, como la construcción de caminos, desvíos fluviales y la instalación de estaciones meteorológicas (MOP 2024b). A pesar de los avances en la planificación y las expropiaciones ya realizadas, el proyecto ha sido pospuesto en varias ocasiones. El cronograma actual contempla el inicio de las obras para 2027, una puesta en marcha provisional en 2034 y la finalización definitiva para el año 2065. El proyecto ha generado conflictos con las comunidades locales, especialmente debido a las incertidumbres existentes en cuanto a su implementación, así como a la expropiación de terrenos pertenecientes a familias de arrieros (Ortega 2013).

3.2. Objetivo específico 1

El objetivo específico 1 es: Analizar la percepción del cambio climático de los habitantes de las comunidades rurales de la zona andina de la comuna de San Fabián en la región de Ñuble.

Para ello, se llevó a cabo una observación participativa preparatoria, así como entrevistas guiadas que se analizan temáticamente.

Registrar la percepción de los cambios climáticos por parte de los habitantes locales permite comprender en profundidad cómo se observan, interpretan y anclan estos cambios en contextos sociales y culturales específicos. Ofrece valiosas perspectivas sobre la dimensión subjetiva de los cambios climáticos que van más allá de los análisis estadístico (Meze-Hausken 2004, Kieslinger et al. 2019).

3.2.1. Integración en la comunidad y puntos de contacto

Durante una estancia de tres semanas en la zona de estudio, se aplicó una estrategia de observación participante para conocer en profundidad la dinámica local, las redes sociales, las prácticas culturales y las percepciones medioambientales de los habitantes de la comunidad de San Fabián (Appel 2020) y reducir los desequilibrios de poder y la alienación (Taha 2018). Este enfoque permitió la integración en la vida cotidiana de la comunidad mediante la participación en diversas actividades sociales y culturales como las fiestas locales, los mercados y los actos religiosos. La observación participante facilitó el establecimiento de relaciones de confianza con los residentes, lo que resultó crucial para acceder a las redes informales y seleccionar a los entrevistados. Gracias a su propia presencia y a su participación activa, se pudieron mantener conversaciones informales con miembros de la comunidad, lo que ayudó a identificar a posibles interlocutores para las entrevistas. Otro punto de contacto se estableció a través del Programa FIC de Gestión Ambiental Sustentable de la Reserva de la Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja (Fondo Regional de Innovación para la Competitividad de la Región de Ñuble). Este programa público realizó un levantamiento de información primaria en el área de estudio, incluyendo una encuesta exploratoria de caracterización social, particularmente en los sectores rurales de Los Sauces, Chacayal y Roble Huacho, pudiendo así proporcionar puntos de contacto, especialmente en las regiones apartadas de San Fabián (Alarcón Barrueto et al. 2024b)

3.2.2. Selección de los Entrevistados

Los entrevistados se seleccionaron mediante un "muestreo intencionado", tal y como lo describen Palinkas et al. (2015). Se eligió así para captar perspectivas y experiencias específicas que son fundamentales para responder a las preguntas de la investigación. El proceso de selección de los participantes en las entrevistas también fue iterativo (Tracy 2013) y permitió realizar ajustes dinámicos en los criterios mientras se aprendía continuamente de las interacciones y observaciones sobre el terreno. Esto permitió una selección basada no sólo en la accesibilidad y disponibilidad de los individuos, sino también en su relevancia en términos de sus experiencias y respuestas a los desafíos climáticos;

Los criterios se basan en la necesidad de analizar tanto las percepciones a largo plazo del cambio climático como las estrategias de adaptación, y de captar perspectivas amplias y relevantes. Así se garantiza que los entrevistados seleccionados puedan aportar datos relevantes para analizar la dinámica climática y socioeconómica de la zona de estudio.

Se tuvieron en cuenta los tres criterios siguientes:

1. **Perspectivas a largo plazo sobre los cambios climáticos:** Este criterio fue elegido para identificar a personas que han vivido durante varias décadas en la comuna de San Fabián, ya que pueden ofrecer una perspectiva a largo plazo sobre los cambios climáticos en el área de estudio. Esto permite identificar cambios que van más allá de observaciones de corto plazo.
2. **Influencia de las condiciones climáticas y geográficas en los modos de vida y actividades económicas:** Este criterio se centra en personas cuyas actividades cotidianas y económicas dependen directamente de las condiciones climáticas. La selección facilita analizar la relación entre los cambios climáticos y sus consecuencias para los entrevistados, así como identificar posibles medidas de adaptación.
3. **Actores sociales reconocidos por su comunidad o por otros investigadores, como los profesionales de los programas FIC, por sus competencias destacadas en el manejo del medio ambiente y el clima:** Este criterio, que no se aplica a todos los entrevistados, tiene como objetivo identificar conceptos innovadores o particularmente reflexivos de adaptación en la región. Además, permite incluir las perspectivas de personas que se han involucrado más profundamente en el tema o que incluso son considerados referentes para otros en este ámbito, ampliando así la diversidad de perspectivas.

Este proceso de selección permitió entrevistar a diversas personas que, por sus características, pueden considerarse representativas desde una perspectiva social, económica y cultural. Para analizar los resultados de manera sistemática y estructurar la diversidad de perspectivas, los entrevistados fueron categorizados en tres tipos principales. Los perfiles se presentan en la Tabla 1: Perfiles de entrevistados.

Tabla 1: Perfiles de entrevistados

Nombre	Características principales
Habitantes de regiones montañosas remotas con un enfoque de subsistencia	Viven en asentamientos dispersos con accesibilidad limitada y conexiones infraestructurales débiles; ganadería tradicional y agricultura de subsistencia
Pequeños productores de base agrícola y artesanal	Trabajar con métodos de producción a pequeña escala, En parte sin formalización
Microempresarios en el sector turístico	Pequeñas estructuras de trabajo, en parte informales, con ofertas adaptadas a la variabilidad estacional y climática; comercialización de la naturaleza, el paisaje y los valores culturales.

3.2.3. Descripción de la muestra

La muestra incluye a 16 personas con edades entre 29 y 76 años (edad promedio: 51,8 años, desviación estándar: 14,7 años), de las cuales 9 son mujeres (56,2 %) y 7 son hombres (43,8 %). Los entrevistados residen en San Fabián de Alico o en las regiones montañosas circundantes como Los Sauces. La mayoría (68,8 %) vive en regiones montañosas rurales, mientras que el 31,2 % se encuentra en el núcleo urbano de San Fabián de Alico. Tres personas indicaron residir tanto en las zonas remotas como en el núcleo del pueblo. Los lugares de residencia de los entrevistados en el área de estudio se presentan en el Mapa 5: Área de estudio con lugar de residencia de los habitantes entrevistados. La distinción en el área de estudio entre vivir en las regiones montañosas y cerca del núcleo del pueblo se visualiza en el Mapa 6: Mapas detalladas de los lugares de residencia, así como las localidades rurales según el Programa FIC (Alarcón Barrueto 2024b). Además, el Mapa 7: Residencias afectadas de la zona de inundación de Punilla ofrece una visión de los hogares situados en el área planificada de inundación de la Embalse Punilla (3.1.4.3), mientras que el Mapa 8: Residencias y rutas arrieras muestra la ubicación de los hogares en relación con las rutas de arrieros y las zonas de veranada.

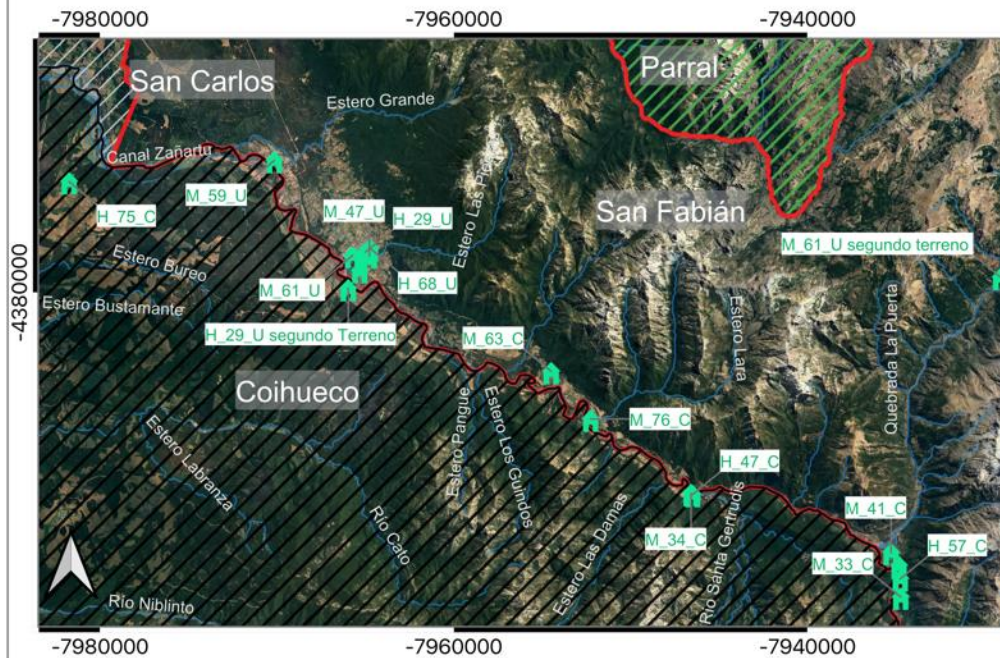
Área de estudio con lugares de residencia de los habitantes entrevistados



Escala: 1 : 4000.000
Mapa base: Google Satellite

Proyección: WGS 84
Autora del mapa: Emely Fritz

Fuentes cartográficas:
Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2017



Ubicación del área de estudio en la región

Escala: 1: 8.250.000
Mapa base: ESRI National Geographic



-7980000 -7960000 -7940000

-4380000

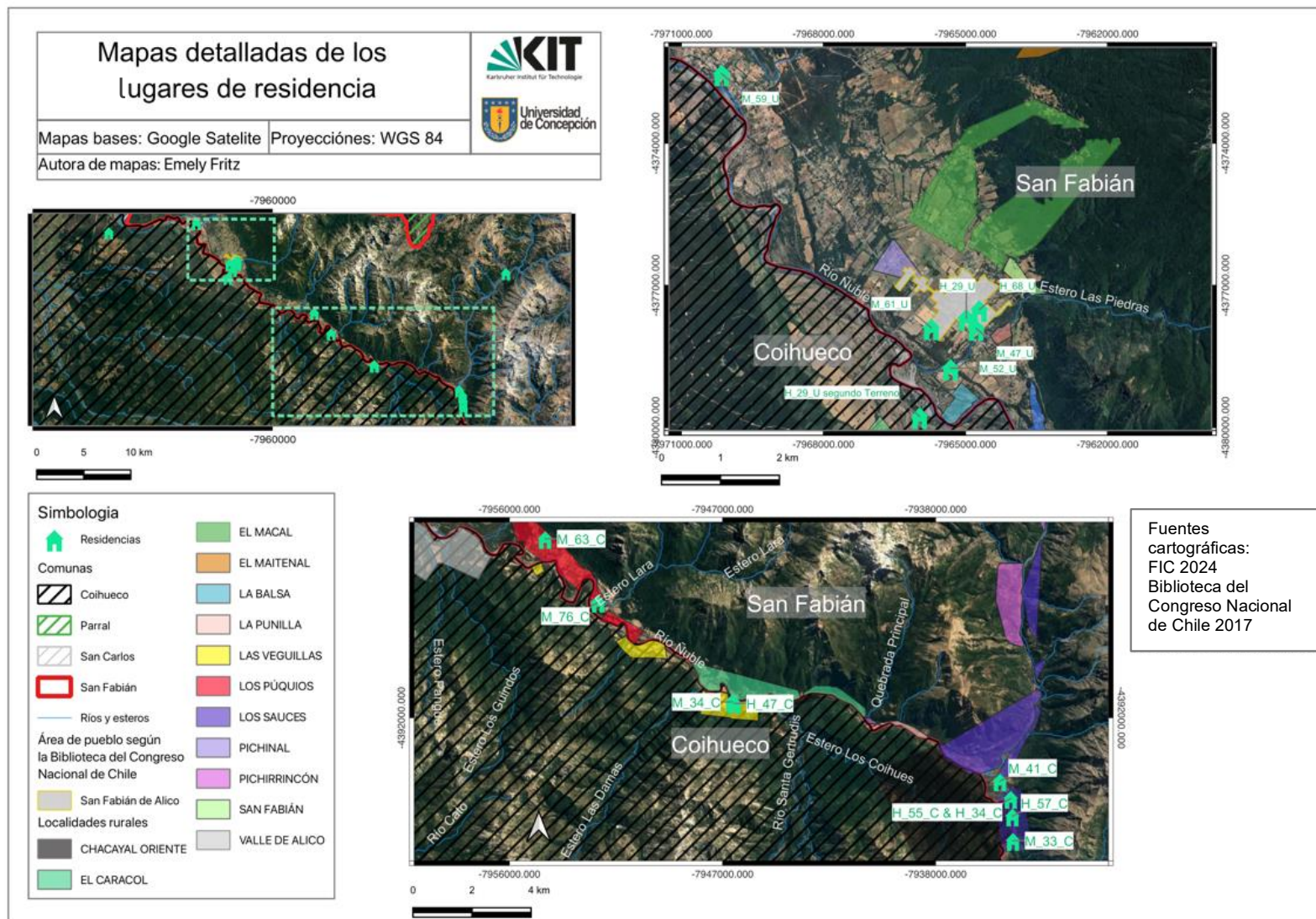
0 5 10 km



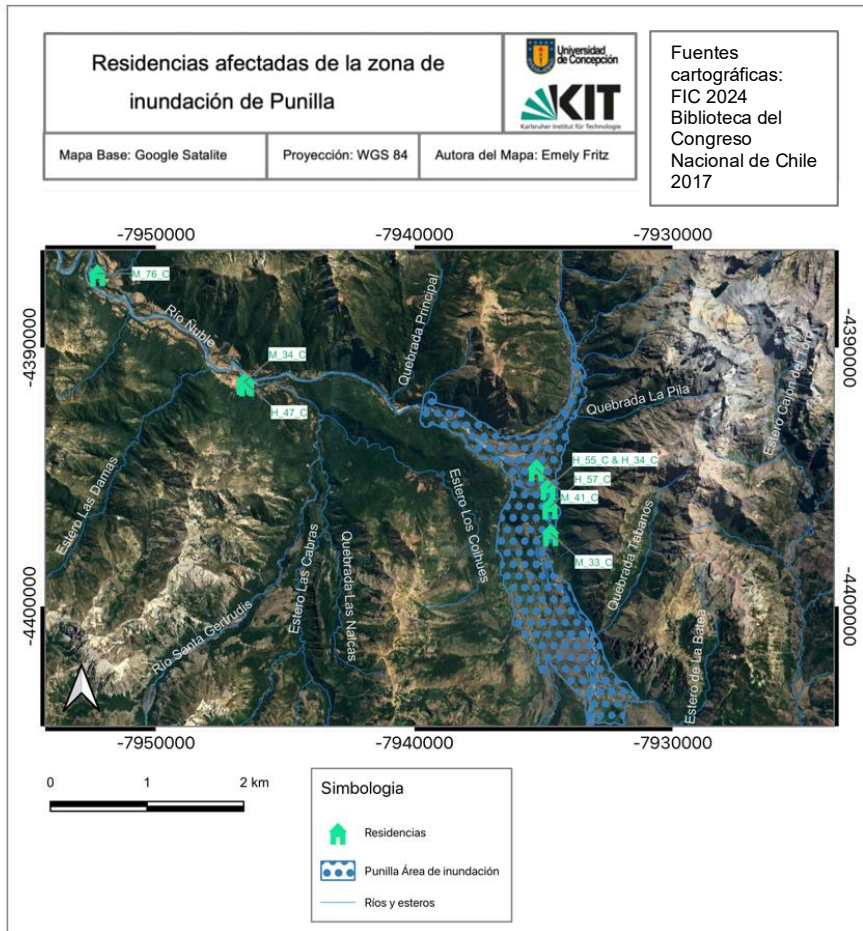
0 30 60 km



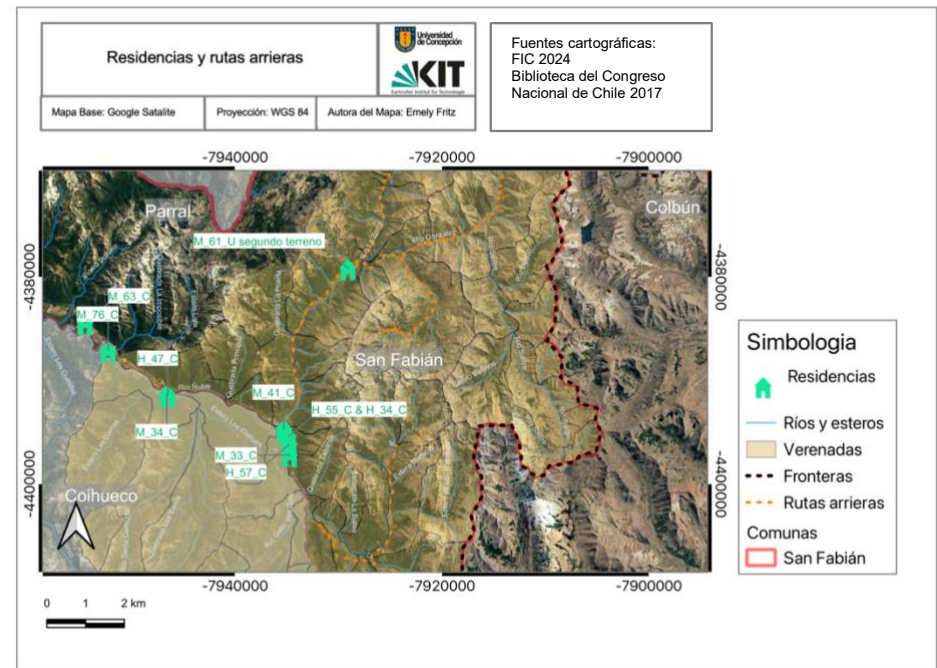
Mapa 5: Área de estudio con lugares de residencia de los habitantes entrevistados



Mapa 6: Mapas detalladas de los lugares de residencia



Mapa 7: Residencias afectadas de la zona de inundación de Punilla



Mapa 8: Residencias y rutas arrieras

Las actividades de los entrevistados incluyen la ganadería, la agricultura, el turismo y la producción artesanal, complementadas con subvenciones estatales que contribuyen a la seguridad de los ingresos. Casi Todos los entrevistados trabajan en varios campos de actividad. Otros miembros del hogar estuvieron ocasionalmente presentes durante las entrevistas y aportaron comentarios en algunos momentos (M_61_U, M_34_C).

La Tabla 2: Entrevistados ofrece una visión general de todas las personas entrevistadas, quienes, por razones de anonimato, no se identifican por su nombre, sino mediante un código. Este código se compone de su género (H – Hombre, M – Mujer), su edad al momento de la entrevista y su lugar de residencia clasificado como Cordillera o núcleo urbano. Además, se pueden observar las principales actividades de cada persona.

Tabla 2: Entrevistados

Código	Edad	Lugar de residencia	Unidad rural según la FIC	Actividad	Tipo
M_61_U	61	San Fabián urbano y Cordillera	San Fabián de Alico y sin categoría(proximidad a Pichirrincon	Producción y venta de tortillas, escritora, cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento, ayuda en la cría de animales y conducción por parte del marido.	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
H_75_C	75	Cordillera	Sin categoría	Cultivo de trigo y avena con fines comerciales, ganadería	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
M_52_U	52	San Fabián urbano	Sin categoría / proximidad a la balsa	Apicultor, turismo, trabajo en ventas	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
H_57_C	57	Cordillera	Los Sauces	Ganadero, arriero, turismo (actividades culturales, guía turístico), Cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento	Habitantes de regiones montañosas remotas con un enfoque de subsistencia
H_29_U	29	San Fabián urbano y Cordillera	San Fabián de Alico	Cocinero, Propietario de restaurante, cultivo de hortalizas para el	Microempresarios en el sector turístico

				autoabastecimiento y para el restaurante	
H_47_C	47	Cordillera	Las Veguillas	Turismo (alojamiento, comida, actividades), gestión sostenible de la tierra, cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento y uso en el turismo	Microempresarios en el sector turístico
M_41_C	41	Cordillera	Los Sauces	Ama de casa, cría de animales, cultivo de hortalizas para la autosuficiencia	Habitantes de regiones montañosas remotas con un enfoque de subsistencia
M_63_C	63	Cordillera	Los Púquios	Panadería, turismo (alojamiento), cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
M_76_C	76	Cordillera	Los Púquios	Apicultora	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
M_59_U	59	San Fabián urbano	Sin categoría	Venta de productos, producción de lana, cultivo de frutas para mermelada, cultivo de hortalizas para autoabastecimiento	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
M_47_U	47	San Fabián urbano	San Fabián de Alico	Turismo (alojamiento)	Microempresarios en el sector turístico
H_55_C	55	Cordillera	Los Sauces	Ganadero, arriero, turismo (actividades culturales, guías turísticos), Cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento	Habitantes de regiones montañosas remotas con un enfoque de subsistencia
H_34_C	34	Cordillera	Los Sauces	Trabajo de la madera, turismo (actividades culturales, guías turísticos), jornalero, cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento	Habitantes de regiones montañosas remotas con un enfoque de subsistencia

M_33_C	33	Cordillera	Los Sauces	Ama de casa, cría de animales, cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento	Habitantes de regiones montañosas remotas con un enfoque de subsistencia
H_68_U	68	San Fabián	San Fabián de Alico	Empleado público, cultivo de cerezas para licor, cultivo de hortalizas para autoabastecimiento, venta de productos	Pequeños productores de base agrícola y artesanal
M_34_C	34	Cordillera	Las Veguillas	Ama de casa, turismo (alojamiento, actividades, comida), cría de animales, cultivo de hortalizas para el autoabastecimiento, artesanía	Microempresarios en el sector turístico

3.2.4. Codificación temática

Al igual que en otros estudios comparativos (Van der Molen, 2011; Herrador y Parredes, 2016), el objetivo de las entrevistas era captar una variedad de experiencias y percepciones para responder a las preguntas de la investigación de la forma más exhaustiva posible. Para ello, se realizaron 16 entrevistas semiestructuradas a residentes locales.

La guía de entrevistas ([Anexo 1](#)) incluyó preguntas abiertas sobre temas como experiencias personales con el cambio climático, acceso al agua y la energía, desafíos climáticos actuales y futuros, así como medidas de adaptación ya implementadas o planificadas. El enfoque narrativo, utilizando preguntas abiertas, permitió a los entrevistados compartir libre y detalladamente sus historias y reflexiones, lo que ofreció una visión más rica sobre sus percepciones y estrategias de adaptación frente a los cambios climáticos. Las entrevistas se realizaron tanto en los hogares de los participantes como en sus lugares de trabajo (mercado, tienda, etc.). La duración de las entrevistas varió entre 14 y 64 minutos y se transcribieron con la ayuda del programa Google Transkriptor, utilizando la opción para español chileno. Posteriormente, fueron revisadas y corregidas por una persona nativa de Chile para garantizar su precisión.

Los datos recopilados fueron codificados y analizados temáticamente utilizando el software de análisis cualitativo Taguette. En un primer paso, se crearon categorías conceptuales basadas en las preguntas de investigación. Tras una primera evaluación de las entrevistas, las categorías se dividieron manualmente en subtemas utilizando palabras clave. Las categorías y subcategorías correspondientes al objetivo específico 1 se presentan en la Tabla 3: Codificación temática objetivo específico 1

Tabla 3: Codificación temática objetivo específico 1

Categorías	Subtemas
Cambios climáticos percibidos	Percepción de las precipitaciones, percepción de los cambios de estación, percepción de los cambios de temperatura
Percepción de fenómenos climáticos extremos o inusuales,	Tormentas, inundaciones, nieve, calor
Percepción o experiencia de los efectos	Impacto en la vida cotidiana, impacto en la agricultura, impacto en el turismo y los ingresos, percepción de estrés y peligro para la vida
Explicación de los cambios en las condiciones climáticas	Causas de los cambios climáticos, Explicación de los cambios en las condiciones climáticas

3.3. Objetivo específico 2

El objetivo específico 2 es: Relacionar las tendencias climáticas en la región andina de la comuna de San Fabián con la percepción de la población local.

Para cumplir con este objetivo, se recopilaron y modelaron datos climáticos locales de San Fabián, los cuales fueron contrastados con los hallazgos del objetivo específico 1.

El objetivo del análisis es vincular los datos climáticos recopilados y modelados de San Fabián con las percepciones de la población local. Esta combinación de enfoques cuantitativos y cualitativos ofrece una comprensión más completa de los cambios climáticos y su relevancia. La comparación entre las percepciones y los datos de medición no tiene como fin refutar, sino contextualizar las impresiones subjetivas. Las coincidencias pueden confirmar las percepciones, mientras que las discrepancias proporcionan pistas sobre las dinámicas sociales y los patrones culturales de interpretación (Simelton et al. 2013; Gamble et al. 2017).

3.3.1. Preparación y validación de los datos

3.3.1.1. Datos meteorológicos locales

La estación meteorológica de San Fabián, gestionada por la Dirección General de Aguas (DGA), es la estación meteorológica situada en la zona de estudio. Proporciona datos horarios de temperatura mínima, máxima y media (en °C), precipitaciones (en mm) y humedad (en %). Según la DGA, estos datos están disponibles desde 2013 (Dirección Meteorológica de Chile, 2024). Sin embargo, sólo se facilitaron, previa solicitud, los datos correspondientes a los años 2021 y 2022, y sólo están completos los de 2022. Esta limitación hace imposible un análisis a largo plazo basado únicamente en datos locales.

3.3.1.2. Datos del reanálisis ERA5

Los datos de reanálisis ERA5 se utilizaron para cubrir las lagunas de datos. ERA5 es la quinta generación de análisis meteorológicos y climatológicos globales, desarrollada por el Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a Medio Plazo (ECMWF) como parte del Servicio de Cambio Climático Copernicus (C3S). Estos datos combinan observaciones y simulaciones de modelos para crear series temporales consistentes de parámetros meteorológicos globales como temperatura, humedad y presión atmosférica. ERA5 ofrece datos horarios con una resolución espacial de aproximadamente 31 km. El procesamiento se basa en leyes físicas y permite una descripción precisa del clima durante varias décadas, incluyendo una corrección por diferencias de altitud (ECMWF n.d.).

Temperatura

Se utilizaron las coordenadas de la estación meteorológica de San Fabián (-36.5859, -71.5254) para la modelización. Los datos de ERA5 proporcionan valores horarios de la temperatura a 2 metros de altura, así como datos de precipitación, los cuales fueron convertidos a valores diarios promedio, máximos y mínimos (temperatura) y acumulados (precipitación) para este análisis. La correlación entre los datos de temperatura del modelo de ERA5 y los datos de la estación meteorológica se verificó utilizando las temperaturas diarias máximas, mínimas y medias. Los resultados se presentan en la Tabla 4: Correlación, MAE y RMSE Temperatura así como en las Ilustraciones 5: Temperatura Media Diaria, Temperatura Máxima Diaria, Temperatura Mínima Diaria.

Tabla 4: Correlación, MAE y RMSE Temperatura

	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Temperatura Media (Promedio Horario)
Correlación	0,96	0,88	0,95
MAE	5,00 °C	2,55 °C	3,08 °C
RMSE	: 5,32 °C	3,21 °C	3,52 °C

Estos resultados destacan varias características clave del modelo ERA5 en comparación con los datos de la estación meteorológica local.

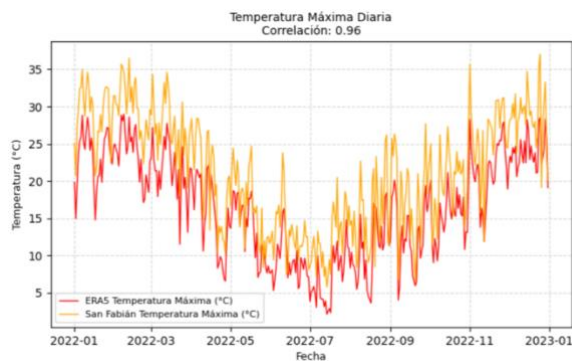


Ilustración 5: Temperatura Máxima Diaria

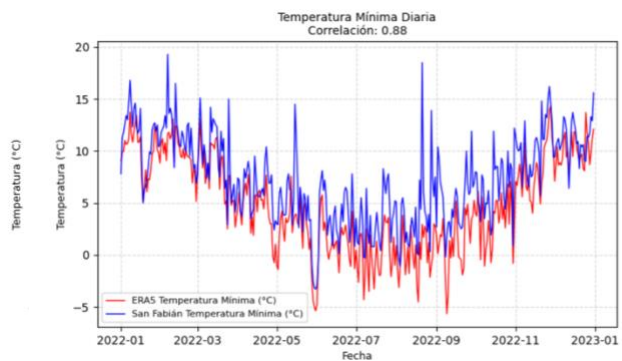


Ilustración 5: Temperatura Mínima Diaria

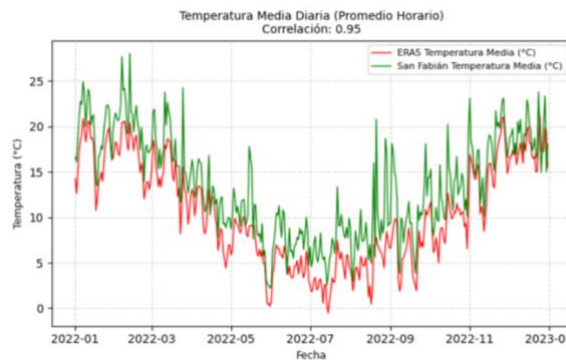


Ilustración 5: Temperatura Media Diaria

Para la temperatura máxima diaria, la alta correlación (0,96) indica que el modelo representa muy bien los patrones generales de las temperaturas máximas. Sin embargo, el MAE (Error Absoluto Medio) y el RMSE (Raíz del Error Cuadrático Medio) muestran desviaciones de hasta 5 °C, lo que es relevante para aplicaciones locales específicas. Para la temperatura mínima diaria, la correlación es un poco más baja (0,88), pero aún aceptable. Las desviaciones son menores, con un MAE de 2,55 °C y un RMSE de 3,21 °C. Esto sugiere que el modelo podría subestimar las temperaturas más bajas en algunos casos. Al considerar la temperatura diaria promedio (media horaria), el MAE muestra una desviación promedio de 3,08 °C, y se puede suponer que el modelo tiende a subestimar las temperaturas diarias promedio. A pesar de las desviaciones absolutas, la alta correlación de 0,95 demuestra que el modelo es altamente adecuado para analizar las tendencias y variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. A pesar de las desviaciones absolutas, el modelo captura de manera confiable las fluctuaciones y patrones relativos en los datos.

Es importante señalar que el área de estudio está marcada por diferencias extremas de altitud, que van desde los 400 metros hasta los 3.000 metros sobre el nivel del mar (Google Earth Pro

2024). Estas diferencias conducen a variaciones significativas en las temperaturas locales, ya que la temperatura disminuye en promedio en unos 0,6 °C por cada 100 metros de altitud (Häckel 2021). Otro factor relevante que influye en el clima local de esta región montañosa y contribuye a la formación de microclimas es la particular configuración topográfica de valles altos en forma de cajones cordilleranos y las formaciones rocosas que los delimitan, las cuales protegen del viento, atenúan las variaciones térmicas y favorecen así el crecimiento de vegetación y el uso estacional como veranadas (Rebolledo Villagra 2021). Como resultado de estas condiciones geomorfológicas, pueden observarse diferencias climáticas notables en superficies muy reducidas. Estas características geográficas contribuyen a las desviaciones observadas entre los datos de ERA5 y los datos de la estación, ya que el modelo representa condiciones más generalizadas y no captura las variaciones locales a pequeña escala. En general, se puede concluir que el modelo ERA5 no es el más adecuado para evaluar las temperaturas exactas, ya que estas tienden a mostrar ligeras desviaciones y generalmente son subestimadas. Sin embargo, las altas correlaciones indican que el modelo puede ser utilizado para analizar las tendencias climáticas y los cambios.

3.3.1.3. Precipitación

Los valores horarios de precipitación del modelo ERA5 se convirtieron en valores diarios acumulados (en milímetros) para hacerlos comparables con los datos de la estación. La Figura 6 muestra las cantidades diarias de precipitación del modelo ERA5 y de la estación meteorológica San Fabián en 2022.

La correlación entre los datos de ERA5 y los datos de la estación es de 0,78. El MAE es de 2,85 mm y el RMSE es de 7,04 mm (Tabla 5: Correlación, MAE y RMSE Precipitación)

Tabla 5: Correlación, MAE y RMSE Precipitación

	Precipitación acumulada
Correlación	0,78
MAE	2,85 mm
RMSE	7,04 mm

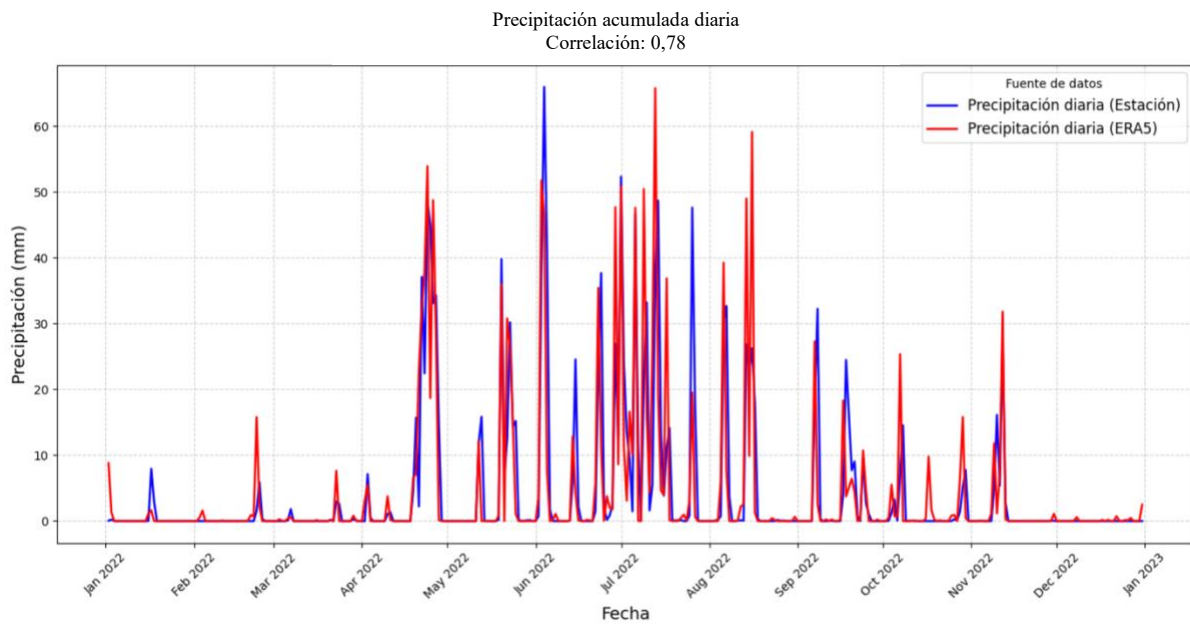


Ilustración 6: Precipitación Acumulada Diaria

En general, las medidas de correlación y error muestran que los datos del ERA5 son adecuados para analizar los patrones de precipitación en San Fabián, pero muestran desviaciones de ligeras a moderadas en comparación con los datos de la estación (Ilustración 6: Precipitación Acumulada Diaria). Como las precipitaciones pueden variar mucho a pequeña escala, estos valores son aceptables y se decidió seguir trabajando con el modelo, ya que puede representar las tendencias generales.

El siguiente paso es comparar las tendencias climáticas modelizadas con los cambios climáticos percibidos identificados en el objetivo específico 1 e identificar las similitudes y desviaciones

3.4. Objetivo específico 3

El objetivo específico 3 es: Analizar las medidas de adaptación implementadas o planificadas por las personas entrevistadas e investigar cómo la percepción del cambio climático influye en estas medidas.

Para cumplir con este objetivo, se utilizaron las entrevistas guiadas descritas en el "Objetivo específico 1" y se analizaron temáticamente. Este análisis es crucial para obtener una comprensión profunda de cómo las personas responden a los desafíos climáticos a nivel local. El estudio de las medidas de adaptación individuales y sus motivaciones revela cómo la percepción del cambio climático influye en las acciones concretas. Al mismo tiempo, permite identificar obstáculos y limitaciones que dificultan la implementación de estrategias de adaptación. Estos hallazgos son esenciales para desarrollar enfoques prácticos y contextualizados para apoyar los procesos de adaptación locales.

3.4.1. Codificación temática

Para el objetivo específico 3 se aplicó la misma metodología que para el objetivo específico 1, aunque con diferencias en las categorías conceptuales y subtemas. Las categorías y subcategorías correspondientes al objetivo específico 3 se presentan en la Tabla X.

Tabla 6: Códigos temáticos objetivo específico 3

Categorías	Subtema
Medidas de actuales y previstas	Gestión del agua, adaptaciones agrícolas, adaptaciones energéticas, construcción e infraestructuras, preparación para fenómenos meteorológicos extremos, conservación de alimentos, ajustes sociales, educación, perspectivas espirituales
Motivaciones para la personalización	Experiencias personales, presión económica, conexión con la naturaleza, tradiciones familiares, Compromiso con las generaciones futuras, Influencia de los medios de comunicación e intercambio
Obstáculos o restricciones en el proceso de adaptación	Recursos económicos, conocimientos, factores externos

4. Análisis

4.1. Objetivo específico 1

Los resultados de las entrevistas indican que todos los entrevistados han notado cambios climáticos en la zona de estudio, como lo señala M_59_U - "*En el sector donde vivo, por ejemplo, el clima ha cambiado totalmente*", "*Ha cambiado el tiempo, cambió*" (M_52_U) o es que ha cambiado el clima (...) (H_68_U). Al mismo tiempo, también hay que destacar que los entrevistados son conscientes de que viven en una región con condiciones climáticas difíciles (H_68_U) "*San Fabián se caracteriza por tener un clima muy especial*" (M_47_U) y que, además de los cambios observados, las situaciones climáticas extremas no se asocian automáticamente al cambio climático, sino que se aceptan como parte de la vida cotidiana.

4.1.1. Percepción de las precipitaciones

El punto más destacado en todas las entrevistas es la percepción de una disminución de las precipitaciones. Todos los entrevistados perciben una disminución significativa de las precipitaciones en las últimas décadas. Al hablar del pasado, los entrevistados destacan que las temporadas de lluvias solían ser más largas, más intensas y más uniformes.

"Antes llovía claro, llovía más, más largo, más cantidad de lluvia y mejor distribuida" (H_55_C)

"Bueno, antes llovía mucho más que ahora, era mucha lluvia". (M_34_C)

Muchos residentes describen que en su infancia lo normal era que pasaran meses enteros con lluvia continua y que las precipitaciones constantes se percibían como algo normal. Los entrevistados enfatizan aquí la diferencia con los tiempos actuales. Su percepción del tiempo ha cambiado considerablemente en los últimos años. Hoy en día, las precipitaciones son menos frecuentes y menos prolongadas.

Algunos de los entrevistados tienen fuertes recuerdos de las estaciones lluviosas de épocas anteriores, ya que éstas traían consigo consecuencias como días de separación de otras personas debido a las inundaciones. H_47_C, que recuerda su infancia, ofrece un ejemplo especialmente impresionante de la disminución de las precipitaciones. Por aquel entonces, las lluvias eran tan intensas y duraderas que a menudo la gente quedaba aislada durante días:

"Lo que me impresionaba antes que llovía mucho, mucho, mucho. Y me angustiaba un poco porque [...] nos internábamos, teníamos que estar a veces 15 días en el internado, porque no nos podíamos venir a otras casas, porque subían las quebradas, subían los ríos."

Describe cómo las crecidas de los ríos y arroyos hacían imposible cruzar y cómo a menudo la gente quedaba separada durante semanas.

En la percepción de los entrevistados, las lluvias intensas y prolongadas se han vuelto raras, lo que para muchos habitantes es un signo de los cambios drásticos en el clima. Muchos entrevistados subrayan su incertidumbre debido a este cambio, que se ve respaldada por el hecho de que las lluvias se han vuelto más impredecibles. Algunos entrevistados destacan su observación de un cambio evidente en el patrón a largo plazo de las lluvias, basándose en las observaciones y los efectos experimentados. Se describe que las fuentes y los pozos se están secando (H_75_C) y los ríos presentan niveles de agua más bajos (H_47_C) (M_63_C).

"Las vertientes y los pozos, las fuentes de agua desaparecieron durante mucho tiempo".
(H_75_C)

Muchos de los entrevistados también señalan que las nevadas en su región han cambiado significativamente con el paso del tiempo. Esta observación es más notable entre los residentes de la Cordillera (H_75_C) (H_57_C),(H_47_C)(M_41_C)(H_55_C) M_34_C), que abordan todos este tema, pero también la mencionan ocasionalmente los residentes urbanos (M_61_U) (H_29_U).

Los entrevistados explicaron que mientras que antes la nieve caía regularmente y en grandes cantidades, ahora perciben menos nieve y nevadas impredecibles. La nieve se describe como un componente fiable de inviernos anteriores, mientras que hoy ya no es así. Algunos entrevistados también informaron de años en los que no vieron nada de nieve.

"Cuando yo era chico eran duros los inviernos. Estábamos meses con nieve aquí nosotros."
(H_57_C)

"Antes nevaba bastante, ahora ya no es tan común" (H_55_C)

"Hace como 30 años, nevaba mucho. Ahora, la nieve ya no se queda". (M_47_U)

Muchos habitantes perciben que en los meses tradicionalmente más nevados, como junio y julio, ya casi no nieva, y especialmente los encuestados de la Cordillera comparten la percepción de que la nieve hoy en día cae más tarde en el año que antes. *"Antes caía nieve siempre en los mismos meses, junio y julio. Ahora, hay años que ni siquiera nieva."* (M_61_U). Este cambio genera, por un lado, incertidumbre entre los encuestados y, al mismo tiempo, tiene efectos directos en la región, ya que la caída tardía de nieve afecta el almacenamiento de agua

para el verano. El deshielo alimenta ríos y fuentes, así como numerosas lagunas de altura en la región, que actúan como embalses naturales y regulan el caudal durante el verano, siendo así de vital importancia para la agricultura y la vida cotidiana (Johansen et al. 2018)

Una de las encuestadas, residente de la Cordillera, describe esta problemática: "(...) *lo que ha cambiado es que nieva menos, llueve menos, porque antes nevaba, por ejemplo, junio y julio eran los meses que más nevaba. Y es la nieve que nos sirve después para tener agua en el verano, porque el año pasado, por ejemplo, nevó en septiembre, pero esa nieve ya no nos sirve tanto como la de junio y julio, porque la nieve tiene que endurecerse y permanecer en la cordillera para poder tener agua después.*" (M_41_C).

Además, se menciona que el clima ya no sigue el ciclo conocido y se vuelve cada vez más impredecible. Los entrevistados describen que antes podían confiar en períodos más largos de nieve, pero hoy sienten que la nieve, la lluvia, el sol y el viento se alternan rápidamente, lo que refuerza la sensación de que el clima ha perdido su estabilidad.

Así lo relata M_61_U: "*Ya no pasa. (se refiere a la capa de nieve persistente) Ahora llueve un día, sale el sol al día siguiente, hoy día está nevando, mañana hay un sol radiante, hay una ventolera.*" Y M_63_C subraya: "*Más nieve, más lluvia y todo ese helado (se refiere al pasado). Cuando nieva y hiela, la nieve se permanece. Pero si nieva y llueve, la nieve se va.*"

4.1.1.1. Aumento de las precipitaciones en los dos últimos años

A pesar de la percepción generalizada de que las lluvias y las nevadas han disminuido en general, todos los residentes informan de un aumento de las precipitaciones en el año en curso y en el pasado (2023 y 2024). Los entrevistados describen esta evolución como una vuelta a las "*condiciones normales*" y la perciben positivamente.

"*Para mí, a mi manera de pensar, es como si estuvieran volviendo exactamente a los inviernos normales que eran antes.*" (M_61_U)

"*Este año ya fue algo más normal, casi perfecto.*" (H_57_C)

H_55_C ofrece un ejemplo de los efectos del aumento de las precipitaciones en los últimos años. Informa de que fuentes de agua que habían estado secas durante años han reaparecido este año: "*Este año brotó agua donde no había brotado hace años.*" Las declaraciones de los encuestados subrayan la preocupación por la falta de precipitaciones en el pasado y expresan alegría y esperanza sobre el desarrollo del invierno actual (2024) y del pasado. Al mismo tiempo, los encuestados también observan que, incluso en estos años más lluviosos, las nevadas

ya no perduran tanto como antes. *"Este año ha sido el año que más ha llovido. Este año cayó nieve también, pero se derritió la nieve, cayó muy poca."* (M_76_C).

4.1.1.2. Percepción del cambio de las estaciones

Otro tema que se repite con frecuencia en las entrevistas, y que también desemboca en la percepción de las precipitaciones, es el cambio percibido en las estaciones. Los residentes describen cómo los ciclos estacionales habituales han cambiado y las transiciones entre las estaciones se han vuelto cada vez más impredecibles. Esto afecta especialmente al comienzo del invierno y la primavera, que se describen como que empiezan más tarde, y al verano, que se percibe como más largo.

"En cuanto al tiempo atmosférico, estamos atrasados dos meses en las estaciones, cuando debería empezar el invierno, está llegando casi en agosto, en septiembre."(H_55_C)

"El verano parece alargarse cada año. Antes, ya en marzo sentíamos el cambio, pero ahora el calor sigue hasta abril o incluso mayo." (H_29_U)

Otros residentes hacen observaciones similares y explican que no sólo el invierno empieza más tarde, sino que las estaciones en su conjunto se han vuelto más impredecibles:

"El clima ha cambiado mucho. Ahora es difícil saber cuándo exactamente comienza cada estación. Antes sabíamos que en abril comenzaba el otoño, pero ahora no está tan claro". (H_34_C)

Declaraciones como la H_47_C ilustran la confusión que traen consigo estos cambios

"El clima ahora es muy confuso. A veces parece que el invierno nunca llega y luego, de repente, hace frío en pleno agosto." (H_47_C)

Los entrevistados describen algunos impactos de estos cambios, como la incertidumbre en la planificación de los cultivos y la crianza de animales. El retraso de la primavera, por ejemplo, conlleva incertidumbre, ya que los entrevistados no saben cuándo pueden esperar que comience la temporada de siembra o cuándo se desarrollarán los pastos de altura utilizados como veranadas, es decir, como forraje para los animales.

"Antes, sabíamos que el invierno llegaba en junio, pero ahora el frío no llega hasta agosto. Eso afecta a todo, desde los cultivos hasta el agua."(M_34_C)

"La primavera ahora llega tarde. Antes, en septiembre ya florecían las plantas, pero ahora a veces esperamos hasta octubre o noviembre." (M_52_U).

Esta percepción se ve subrayada por el hecho de que los entrevistados destacan que los métodos para predecir el tiempo que se han transmitido de generación en generación están perdiendo su eficacia, ya que el tiempo ya no se ciñe a los ciclos conocidos.

"(...) en realidad, porque el clima claro, antes, (...), por lo antiguo anotaban o guardaban en su memoria, veían los primeros 24 días del año, en los primeros días de enero, que veían así hasta el 12, ya era de enero a diciembre y veían como el comportamiento de esos días, como era el resto del año. Y ahora ya no se ve así, porque está tan acelerado. Claro, ya no sirve esa predicción que tenían los antiguos, porque ahora, no sé, mayo salía seco y mayo igual llovió mucho y cayeron nieve también, entonces como que ya no sirve" (M_41_C).

Muchos entrevistados expresan que están esperando la nieve y muestran así un sentimiento de desesperación. M_41_C describe sus experiencias: "Las estaciones ya no son lo que eran. A veces, el invierno llega tarde, y cuando por fin llega, no nieva lo suficiente. Y luego, en verano, tenemos sequías mucho más largas".

Las observaciones de los encuestados subrayan el desplazamiento de las estaciones. H_29_U describe un cambio en las estaciones, que notó especialmente debido a una nevada inusual en mayo: "nevió en mayo, estamos hablando de pleno otoño". Esta temprana nevada, según él, provocó un otoño particularmente intenso, caracterizado por los colores vibrantes en los bosques. Describe esta escena "como si estuvieras en un mosaico de colores, como rojo, amarillo, verde". Supone que los árboles, debido al frío atípico, comenzaron a perder sus hojas prematuramente, lo cual le sorprendió: "los árboles empiezan a gastar sus energías porque sienten frío y empiezan a botar las hojas". Además, la percepción de los entrevistados muestra un aumento de las condiciones meteorológicas extremas. Los entrevistados destacan que todas las estaciones son más extremas e informan de episodios de fuertes lluvias que no habrían experimentado en el pasado (M_63_C) (H_29_U) (M_34_C) (M_59_U). Los entrevistados individuales también se refieren al viento puelche y perciben cambios también aquí. Éste es más imprevisible que en el pasado y más brutal en relación con las altas o bajas temperaturas y la sequía (H_75_C)(M_47_U) (H_29_U).

4.1.2. Percepción de las temperaturas

También se mencionan con frecuencia las altas temperaturas y la sequía en verano. Muchos encuestados las perciben como más altas que en el pasado. La percepción de muchos encuestados muestra un aumento del calor y de las temperaturas en los últimos años (M_41_C) M_63_C)(H_55_C) (M_52_U)(M_59_U).

"Las calores han sido inmensas. [...] Por ejemplo, este año que estamos, en este verano que pasamos, hizo mucho calor. [...] Claro, mucho más [que en los últimos años]. Porque llegó a los 40 y tanto"(M_63_C).

Un encuestado describe las condiciones meteorológicas como "tropicales" (H_55_C), lo que sugiere un cambio drástico que se percibe como extraño e inusual. Al mismo tiempo, algunos

encuestados expresan incertidumbre sobre cómo adaptarse a las temperaturas extremas (M_41_C), lo que indica una sensación de impotencia ante las condiciones climáticas inusuales. Esto destaca tanto la intensidad de los cambios percibidos como los problemas de adaptación que de ellos derivan. Además, hay una fuerte percepción de los incendios forestales, que se están produciendo con mayor frecuencia. Algunos encuestados mencionan que, en su juventud, estos no ocurrían o solo de manera esporádica, pero actualmente están presentes cada año (H_75_C) (M_47_U) (H_29_U). Para algunos de ellos las razones de los incendios son las altas temperaturas, junto con el viento Puelche, además de prácticas silviculturales en plantaciones forestales y el turismo no regulado que atrae a personas irresponsables que, por descuido, provocan incendios.

4.1.3. Percepción de eventos climáticos extremos o poco habituales.

Los fenómenos meteorológicos extremos y las catástrofes naturales también están fuertemente anclados en las percepciones de los encuestados. Los entrevistados describen experiencias con fuertes tormentas, varios entrevistados cuentan que una fuerte tormenta cubrió el tejado de su casa en el pasado (M_59_U)(M_52_U) y una entrevistada destaca el carácter traumático de esta experiencia para ella y sus hijos (M_52_U). También se mencionan con frecuencia eventos relacionados con inundaciones causadas por intensas lluvias prolongadas. Estas experiencias se refieren especialmente al invierno actual (2024) y al anterior. Estos eventos provocaron deslizamientos de tierra y avalanchas de barro, y en la percepción de los encuestados trajeron consigo peligros para la vida propia, así como para las viviendas y bienes (M_34_C) (M_59_U). Otros encuestados informan sobre un evento similar que incluso costó la vida a personas (M_76_C).

Las inundaciones también fueron percibidas en áreas centrales, y se describen niveles de ríos que subían y desbordaban, arrastrando la leña. (H_29_U). Otras experiencias con el clima extremo se relacionan con nevadas repentinas y olas de frío. Los encuestados relatan sentirse "engañados" por el clima cuando ocurrió una nevada inusual (M_33_C), (H_57_C).

"Nos quedamos tranquilos en la cordillera con todos los animales y pensando que nunca los iba a traicionar como los traicionó. Y nos pilló de la noche a la mañana una nevada y tuvimos hartos días en la nieve trabajando para sacar los animales." (H_57_C). Este evento llevó a una pérdida de confianza en el clima, ya que cantidades similares de nieve no habían caído en años

anteriores. Otros encuestados recuerdan nevadas extremas en zonas más urbanas con 60 cm de nieve, lo que sobrepasó la infraestructura y subrayan que no estaban acostumbrados a tales eventos. (M_47_U). Uno de los entrevistados señala que “los cerros no avisan” y que por eso hay que andar con respeto en la cordillera (H_57_C). Explica que aprendió de sus abuelos a observar ciertas señales para anticiparse, como el silencio de la cordillera, el comportamiento de los animales o cómo se ponía el cielo, lo que antes le permitía prepararse para eventos extremos. Sin embargo, en los últimos años percibe que los cambios climáticos son más bruscos y difíciles de prever (H_57_C).

Otras memorias de eventos climáticos extremos incluyen olas de calor. El calor del verano se describe como insoportable, ya que las temperaturas llegaron a los 40 grados Celsius (M_63_C). Además, los incendios forestales se mencionan como eventos que dejan una fuerte impresión. Fuegos que se acercan peligrosamente a las casas y bosques quemados son citados (H_75_C).

4.1.4. Percepción de impactos y experiencias relacionadas

Casi todos los entrevistados perciben los impactos de los cambios climáticos descritos en sus vidas y actividades. Una gran parte de los encuestados nota cambios en la disponibilidad de agua. Como se mencionó anteriormente, la percepción de los cambios incluye una disminución de las precipitaciones y una creciente imprevisibilidad de las mismas. Muchos encuestados hablan de fuentes y pozos que se han secado (M_41_C, H_75_C, M_59_U, M_61_U). Este desarrollo tiene distintas consecuencias para los encuestados. En particular, los habitantes de la zona más alejada, "Los Sauces", no están conectados a la red de agua urbana y, por lo tanto, dependen en gran medida de sus propias fuentes de agua. Una de estas residentes indica que sus fuentes se secan durante la sequía: *"nos afecta, porque si un año no es nevador, no se nutren las napas y por tanto nos salen el agua de vertiente."* (M_41_C). Sin embargo, otros encuestados de esta región subrayan su proximidad al río y describen una provisión de agua más segura gracias a ello (H_34_C).

Otra encuestada, que posee tanto una propiedad urbana como una en la Cordillera, señala que en el pasado tenía acceso a fuentes locales en la zona urbana, pero estas ahora se han secado, dejándola completamente dependiente del suministro de agua urbano, lo que implica precios más altos y hace imposible el cultivo anterior de hortalizas. Al mismo tiempo, menciona el fácil acceso en su propiedad en la Cordillera, ya que está junto al río, pero también habla de una fuente que solía existir allí, que también se ha secado (M_61_U).

Sin embargo, también se mencionan otras razones para la escasez de agua. M_63_C, por ejemplo, describe que su percepción de esta escasez también se debe a la alta demanda y al egoísmo de los individuos: "*Porque todos queremos tener el agua, pero no nos preocupamos de que el otro también lo tenga.*" Varios entrevistados destacan la creciente llegada de personas a San Fabián, el aumento del turismo y la construcción y uso de "casas de verano" que a menudo están equipadas con piscinas, lo que aumenta el consumo de agua (H_68_U, M_63_C). Otros entrevistados se refieren al alto consumo de agua de la industria forestal cercana a San Fabián y al secado del suelo debido a los pinos (H_75_C) (H_29_U) (H_47_C) (M_52_U).

Otros entrevistados no reportan problemas de acceso al agua, pero subrayan su cercanía al río y también expresan preocupaciones sobre la futura situación del suministro de agua (H_55_C) (M_33_C).

4.1.4.1. Impactos en la agricultura

Todos los entrevistados, salvo dos, se dedican principalmente o de manera secundaria al cultivo de frutas, hortalizas o cereales. Además, varios encuestados de la Cordillera están involucrados en la ganadería y practican tradiciones de la Veranada. Relacionado con la percepción de los impactos de los cambios climáticos en el suministro de agua, estos entrevistados destacan una serie de desafíos que surgen debido al cambio climático, especialmente en el ámbito del cultivo de frutas y verduras. Un problema central es la creciente escasez de agua y la distribución irregular de las precipitaciones, que afectan directamente los rendimientos. Se subraya que, especialmente las precipitaciones primaverales, juegan un papel crucial en el crecimiento de las plantas (H_75_C, M_61_U, M_34_C, M_59_U, H_57_C).

"Si tengo una primavera seca, no hago nada con tener una pluviometría alta en invierno. [...] Si no hay una distribución buena en primavera, ahí es donde se juega el partido en primavera para esto." (H_75_C). Además, una gran parte de los encuestados que cultivan frutas y verduras para el autoconsumo informa que el acceso al agua para el cultivo está muy limitado, lo que provoca pérdidas de cosechas, disminución de las cantidades sembradas y un cambio hacia otros cultivos. *"Por eso que la huerta cada vez es más chica... cada vez está más achicada porque el agua no está igual."* (H_55_C). *"Puede plantar de todo, pero igual falta el agua. Tiene ganas de hacerlo, pero falta riego, falta riego."* (M_59_U).

Las pérdidas de producción debido a la escasez de agua no solo afectan al cultivo de plantas, sino también a la ganadería. M_33_C explica las interrelaciones: "Si no hay nieve ni lluvia, no

hay pasto, y eso perjudica a los animales." *La falta de forraje ya ha llevado a que se reduzca el número de animales.*" *"Cada vez tienen menos comida, menos. Si en campos les daban 200 animales y ahora no, a 50."* (H_55_C). Los entrevistados también muestran consecuencias en la agricultura debido a los fenómenos meteorológicos extremos. Los trabajadores en la apicultura mencionan los efectos de lluvias intensas e imprevistas, las cuales, si ocurren durante la fase de crecimiento, destruyen las flores y afectan gravemente la cosecha: *"Pasó una lluvia muy fuerte, destruyó la floración en botón y se perdió toda la flor de la primavera."* (M_76_C).

Otros encuestados mencionan los peligros del viento Puelche, especialmente en combinación con temperaturas extremadamente bajas o una fuerte sequedad. Este viento daña las plantas y reduce el rendimiento de las cosechas, ya que desarraiga árboles, destruye plantas y acelera la desecación del suelo. Según la percepción de algunos encuestados, estos peligros se han intensificado debido a la alta imprevisibilidad de los últimos años (H_75_C).

4.1.4.2. *Impactos en los crianceros*

Además de la producción de cultivos, la ganadería también se ve afectada por el frío extremo y las nevadas. El desplazamiento de animales a través de áreas remotas en la Veranada ocasiona que las olas de frío y la nieve imprevisibles impidan asegurar a los animales a tiempo o continuar con el traslado, lo que ya ha llevado a la pérdida de ganado.

"Este año mismo... nos pilló de la noche a la mañana una nevada y tuvimos varios días en la nieve trabajando para sacar los animales." (H_57_C). Además, se menciona que las temperaturas frías repentinas también pueden provocar partos prematuros, lo que causa la muerte de los animales jóvenes (M_33_C).

Asimismo, se menciona que los incendios forestales son responsables de dificultar la agricultura. En particular, H_75_C explica que, debido a estos incendios, su trabajo en el cultivo se está volviendo cada vez más peligroso. *"Todas las tareas agrícolas se pondrán muy peligrosas por el asunto del fuego, de los incendios en el verano."* (H_75_C).

Finalmente, también se describe la influencia de los cambios percibidos en el clima sobre la vida cotidiana. Los desastres naturales, como los deslizamientos de tierra debido a fuertes lluvias y las inundaciones repentinas, han causado daños significativos entre los encuestados. Se informa sobre caminos destruidos (M_63_C) y carreteras intransitables, lo que, en el caso de los encuestados que trabajan en el turismo, resultó en la pérdida temporal de su fuente de ingresos (M_34_C). Otros encuestados relatan haber estado atrapados durante varios días

(M_61_U) (H_57_C). Otros impactos sobre los trabajadores del turismo se evidencian por la falta de turistas debido a la lluvia intensa (M_47_U) (H_29_U), lo que reduce considerablemente los ingresos provenientes de actividades como el rafting o el alquiler de cabañas: "*Si llueve mucho, no tenemos turistas, y si no hay agua, tampoco hay rafting.*" (M_47_U). Especialmente durante períodos lluviosos o fríos, la calefacción de las cabañas se ve dificultada, ya que se necesita leña seca, que no está disponible cuando está mojada (M_47_U).

Además, los fenómenos meteorológicos extremos, como fuertes tormentas e inundaciones, provocan daños en las viviendas. Varios encuestados informan sobre vientos que destruyen techos de casas (M_52_U) (M_59_U). Estos vientos se perciben en parte como comunes y requieren reparaciones anuales de los techos (M_59_U). También se describe la entrada de agua en las casas, lo que requiere reparaciones recurrentes (M_61_U) (M_59_U) (M_63_C), así como el arrastre de jardines por el agua (M_61_U).

Se suman los impactos sobre la calidad del agua, en fuentes de consumo humano, debido a lluvias intensas. Una encuestada, que obtiene su agua de una fuente local, describe que esta se contaminó después de lluvias muy intensas y adquirió un color rojo (M_34_C). Otros encuestados mencionan la congelación de las tuberías o fuentes en temperaturas muy frías, lo que dificulta el acceso al agua y obstaculiza la vida cotidiana (M_47_U) (M_33_C). Los fenómenos meteorológicos impredecibles, como el calor extremo o la nieve, también presentan otros desafíos. Los encuestados informan sobre estrés y problemas de sueño debido al calor extremo (M_41_C), y los incendios forestales causados por la sequía representan un peligro para la vida y los bienes de algunos encuestados (H_75_C).

Un aspecto notable es que varios encuestados enfatizan que los recién llegados deben ser informados sobre las condiciones climáticas particulares y los desafíos resultantes. Esto debería ser explicado (M_61_U) (M_47_U) (M_76_C).

4.1.5. Otros factores de cambio

Un aspecto de interés es que muchos de los entrevistados señalan que los “cambios” observados en la zona no obedecen sólo a variables climáticas, sino a otros forzantes, como el aumento de población en el pueblo de San Fabián de Alico, las nuevas infraestructuras y, en general la modernización. Hablan de una planificación urbana descoordinada (por ejemplo, no asociada al acceso y disponibilidad de agua potable) (H_68_U) (H_29_U) (M_61_U)

(M_63_C)(M_47_U), la llegada de más personas y subdivisión de la propiedad y venta de parcelas de agrado. (M_76_C) (M_61_U) (M_76_C) (M_47_U) (H_47_C) (M_34_C), la construcción del camino fronterizo hacia Argentina (sector Roble Huacho y Las Ovejas en Argentina) (M_33_C)(M_47_U) (M_34_C), y una criminalidad (H_68_U) (M_33_C) (H_34_C) ((H_57_C). Estas explicaciones dejan en claro que, aunque el cambio climático parece estar presente en la conciencia de los encuestados, otros aspectos de la vida cotidiana parecen tener una mayor relevancia para muchos de ellos.

1.1.1. Percepción y conciencia del concepto de cambio climático

En total, 5 de los 16 encuestados mencionaron el concepto de cambio climático por sí mismos durante la entrevista. Al ser preguntados, 15 de los 16 encuestados indicaron estar familiarizados con el concepto de cambio climático. La comprensión del cambio climático entre los encuestados varía significativamente, mostrando diferentes niveles de entendimiento e interpretación. Algunos de los encuestados mencionan que tienen poca educación o que en las áreas rurales se tiene una comprensión diferente, lo que sugiere que ven el cambio climático como un tema científico y se distancian de él (H_55_C) (M_61_U) (M_76_C). Algunos encuestados indican que no comprenden completamente el concepto del cambio climático, aunque lo conocen de manera general. Dos de ellos mencionan los fenómenos meteorológicos El Niño y La Niña (M_61_U) (M_52_U), lo que muestra que no entienden el cambio climático y el calentamiento global como fenómenos a largo plazo y globales, sino que los reducen a eventos meteorológicos episódicos. Esto resalta que perciben el concepto fundamental del cambio climático de manera diferente y lo relacionan con los ciclos climáticos locales y a corto plazo.

Otros encuestados tienen un conocimiento del concepto más complejo y lo vinculan principalmente con sus propias experiencias, como H_55_C, quien menciona: "Ya no es lo mismo de antes. Los animales también no tienen la misma resistencia". Esto sugiere que no perciben el cambio climático solo como hechos científicos específicos, sino más bien como un cambio general en el entorno: "*Parece que hay mucha enfermedad con todos estos cambios. Afecta a los humanos, más bien que a los animales. Y ahora, como también en la comunicación internacional y todo*". M_33_C también relaciona el cambio climático con sus experiencias personales: "*El cambio climático nos va a afectar, nos está afectando por la sequía que hay*". M_41_C vincula también sus experiencias con la escasez de agua directamente con el cambio climático.

Otros encuestados, como M_34_C, también asocian el cambio climático con experiencias personales, pero expresan dudas sobre las causas exactas: *"No sé bien qué pensar, pero está claro que nos afecta, porque tenemos menos agua y hace más calor"*. Aquí se hace evidente que la percepción de la escasez de agua y los eventos climáticos extremos está fuertemente influenciada por las condiciones locales. También se observa que algunos encuestados vinculan el cambio climático con ciclos climáticos recurrentes y lo relacionan con las historias de sus antepasados sobre fenómenos meteorológicos (H_34_C).

Al mismo tiempo, algunos encuestados ven el cambio climático como un fenómeno que ocurre en regiones más distantes. H_68_U, por ejemplo, menciona que el cambio climático es visible en países como Japón, China y Brasil, mientras que M_41_C señala que actualmente se observa principalmente en Europa, pero aún no en la misma medida en Chile. M_61_U, por su parte, asocia el término cambio climático principalmente con el derretimiento de los glaciares. Estas respuestas con un enfoque global muestran una distancia respecto a los impactos locales, lo que podría indicar que sienten que el cambio climático aún no está tan presente en su entorno. La mayoría de la información de los encuestados proviene de la televisión, documentales y noticias, es decir, hay un impacto de los “medios” de comunicación de masas sobre la percepción.

Otro grupo de encuestados, como H_47_C, H_29_U y H_75_C, ofrece explicaciones científicas y afirman estar muy bien informados sobre el tema. Hacen referencia a los ciclos climáticos, que describen como procesos naturales, pero mencionan que se han acelerado. H_47_C explica: *"Pero ahora nosotros con el tema del petróleo, en 60 años hemos destruido todo"*, destacando el papel del ser humano en la destrucción del medio ambiente. Al mismo tiempo, ve el crecimiento de la población mundial y el consumo excesivo como causas adicionales. H_75_C, por otro lado, expresa dudas sobre si los cambios observados son causados por los ciclos naturales de sequía y temporada de lluvias o si ya son provocados por el cambio climático.

Las causas del cambio climático son atribuidas por muchos encuestados al ser humano. Además de H_47_C y H_75_C, M_63_C también menciona al ser humano como el principal causante: *"El ser humano es el que estamos destruyendo nuestra tierra"*. Estas declaraciones reflejan un claro reconocimiento de la responsabilidad humana y destacan el papel de la destrucción ambiental a través de actividades industriales y el consumo de energía. Sin embargo, también existen dudas entre los encuestados. M_47_U, por ejemplo, expresa incertidumbre y menciona no saber en quién confiar: *"No sé si es la contaminación o si todo eso está manipulado"*.

M_34_C también está inseguro sobre si se trata de ciclos naturales o cambios causados por el hombre.

También existen explicaciones espirituales y religiosas para el cambio climático. M_61_U habla de satélites que "*lanzan cosas para la humanidad*", lo que provoca enfermedades y otros fenómenos. H_57_C atribuye los cambios a la voluntad de Dios y resalta la sabiduría de la naturaleza: "*La naturaleza es muy sabia y ella es la que manda*". También M_76_C, quien no conocía el concepto de cambio climático, vincula los cambios con la voluntad divina: "*Es lo que Dios da*".

Muchos encuestados expresan preocupación por los desarrollos futuros que asocian con el cambio climático, especialmente en relación con el suministro de agua y la carga de calor para las personas y los animales. La mayoría de los entrevistados (14 de 16) se muestra preocupada por el futuro, con el tema del agua como el principal foco de preocupación. Una cita ejemplar de M_61_U resume esta preocupación: "*Es una preocupación porque uno piensa que no va a haber agua para sus generaciones que vienen, para mis nietos, para mis hijos, que ellos van a vivir más*" (M_61_U). Estas preocupaciones a menudo se vinculan con una creencia fatalista en poderes superiores, ya sea Dios o la naturaleza. Esta interacción de afectación personal, conocimiento científico y explicaciones espirituales muestra la complejidad de la percepción del cambio climático entre los encuestados.

A partir de las diversas explicaciones, se pudieron formar diferentes tipos de comprensión del cambio climático, los cuales se muestran con mayor claridad. Estos se presentan en la Ilustración 7: Tipos de comprensión del cambio climático. Es importante destacar que algunas personas pueden pertenecer a varias categorías, por ejemplo, la categoría de Explicaciones espirituales o religiosas generalmente se combina con otra categoría.

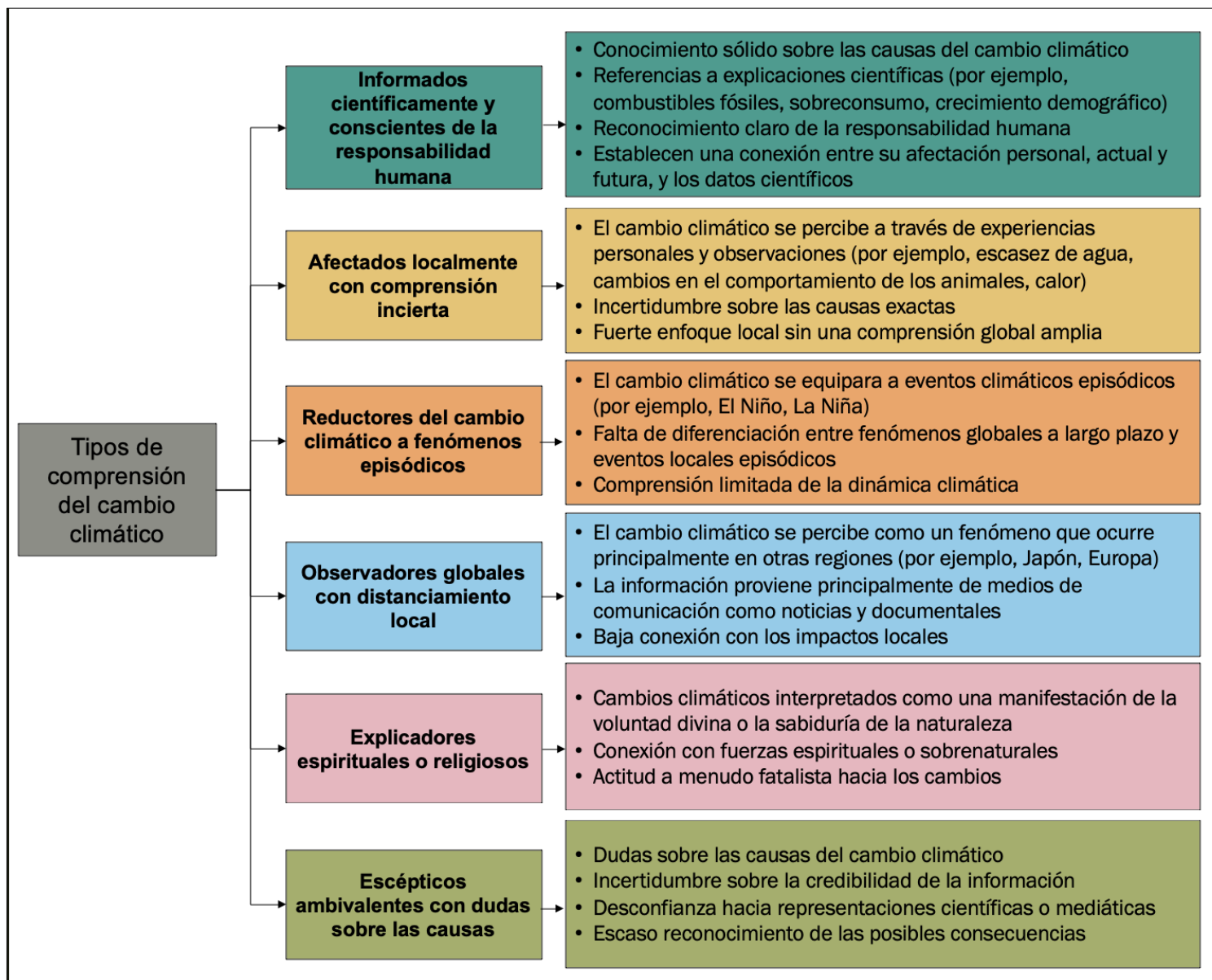


Ilustración 7: Tipos de comprensión del cambio climático

4.2. Objetivo específico 2

4.2.1. Vinculación de los datos

Los datos climáticos científicos se vincularon a las percepciones de los entrevistados comparando las tendencias de temperatura y precipitaciones de varios periodos climáticos normales (1961-1990, 1990-2021, 2012-2022) con las declaraciones de las entrevistas. La elección de estos periodos climáticos se basa en normas científicas establecidas y en las tendencias actuales de la investigación. El periodo 1961-1990 es utilizado por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) como periodo de referencia y proporciona una base sólida para analizar el cambio climático a largo plazo (WMO 2017). El periodo 1990-2021 sirve como periodo de referencia actual. El breve periodo 2013-2023 tiene en cuenta acontecimientos y percepciones recientes que son especialmente relevantes para los encuestados. El uso de estos periodos de tiempo más cortos se utiliza cada vez más en la investigación, ya que permiten identificar cambios recientes. Sin embargo, hay que tener en cuenta que esto puede hacer demasiado hincapié en acontecimientos recurrentes como El Niño o La Niña debido al corto periodo de observación (Martin et al. 2021, Solecki et al. 2024). La combinación de estos periodos de tiempo permite un análisis sistemático de los cambios tanto a largo como a corto plazo que son relevantes desde una perspectiva perceptiva.

Del Objetivo específico 1 se pueden extraer percepciones clave sobre los cambios observados, que son:

1. Cambios en las temperaturas.
2. Cambios los patrones de precipitaciones.
3. Desplazamiento de las estaciones del año.

A continuación, se revisan los datos del modelo en estas categorías. Una revisión del tema de la "nieve", que fue mencionado frecuentemente, solo puede realizarse de manera indirecta, ya que no se dispone de datos sobre nieve para San Fabián.

4.2.2. Temperatura

La tendencia de la temperatura en San Fabián es creciente.

La Ilustración 8: Anomalías de temperatura en San Fabián muestra las anomalías de temperatura en San Fabián de 1960 a 2024, medidas como desviaciones del valor medio del

periodo de referencia 1961-1990 utilizando la temperatura máxima diaria del modelo. Las anomalías positivas (barras rojas) representan años más cálidos, las negativas (barras azules) años más fríos. La línea negra, suavizada con un filtro gaussiano, visualiza la tendencia a largo plazo con una tendencia al calentamiento de 0,0090 °C al año e ilustra el aumento de las anomalías positivas.

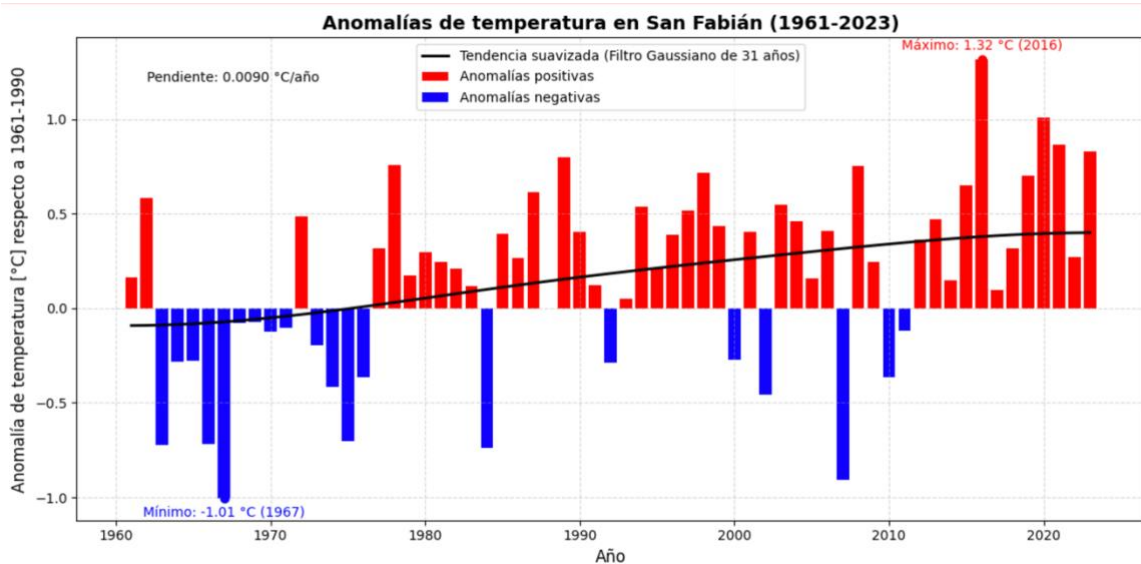


Ilustración 8: Anomalías de temperatura en San Fabián

La Ilustración 9: Número de Días Calurosos en San Fabián muestra el número anual de días calurosos (> 25 °C) desde 1961, basado en las temperaturas máximas del modelo ERA5, con un aumento a largo plazo de un promedio de 0,21 días por año. Aunque las temperaturas del modelo tienden a mostrar valores más bajos que las condiciones reales, el gráfico ilustra de manera confiable la tendencia al aumento de los días calurosos, lo que probablemente sea aún más pronunciado en diferentes altitudes. Esto también podría aplicarse a los días con temperaturas superiores a 30 °C.

La temperatura más alta registrada por el modelo ERA5 para San Fabián desde 1961 es de 36,66 °C, y se registró el 26 de enero de 2017.

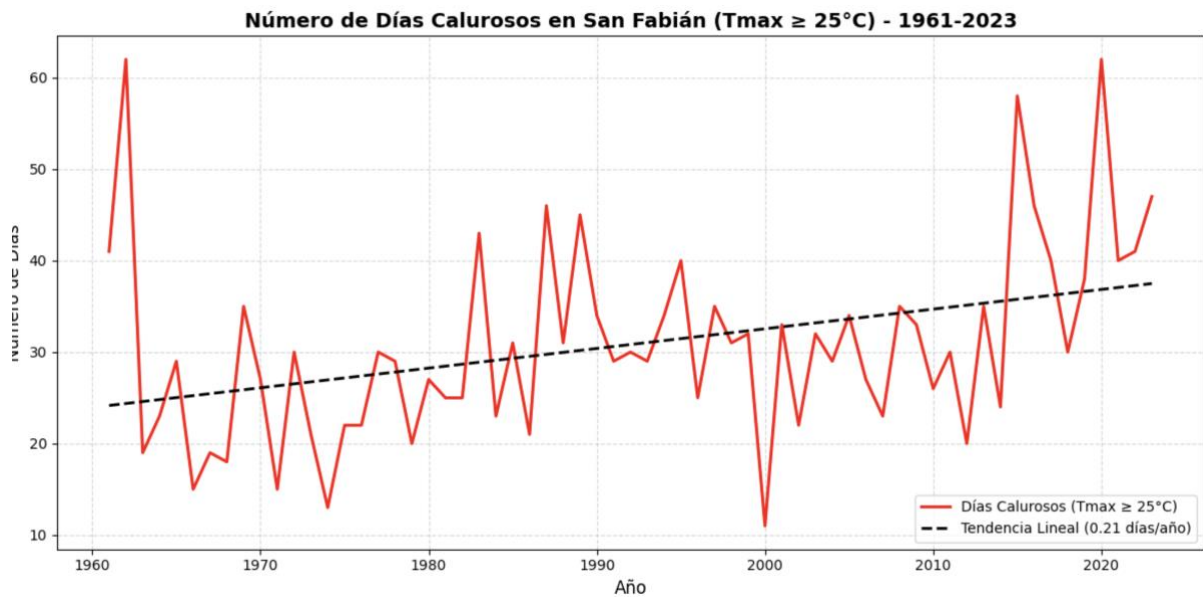


Ilustración 9: Número de Días Calurosos en San Fabián

4.2.3. Cambios estacionales

El estudio de las tendencias estacionales de la temperatura en San Fabián a lo largo de varios periodos climáticos normales proporciona información valiosa sobre el desarrollo de las estaciones y sus patrones de temperatura característicos.

Ilustración 10: Promedio mensual de temperaturas muestra un gráfico de barras con las temperaturas medias mensuales de tres periodos climáticos normales (1961-1990, 1991-2020, 2013-2023). Los valores se muestran para cada mes y permiten una comparación directa de las anomalías de temperatura entre los periodos. Ilustración 11: Heatmaps de Temperatura en periodos diferentes que visualiza el curso diario de las temperaturas medias en los tres periodos climáticos normales (1961-1990, 1991-2020, 2013-2023).

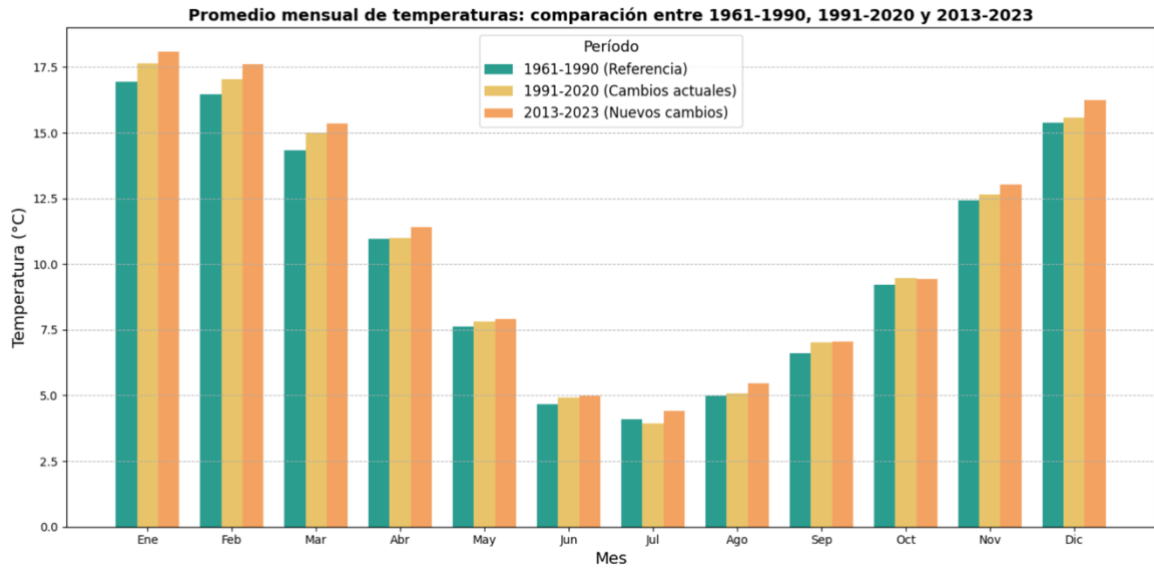


Ilustración 10: Promedio mensual de temperaturas

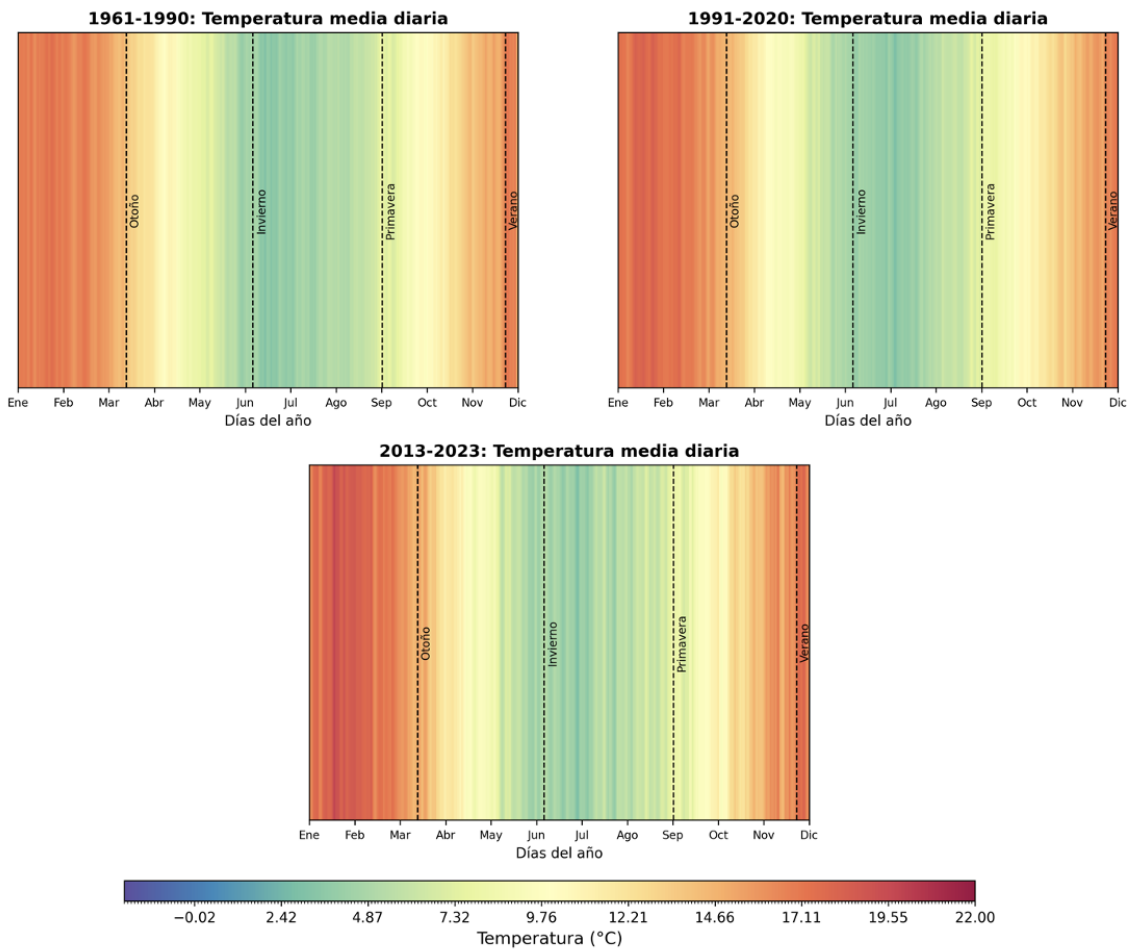


Ilustración 101: Heatmaps de Temperatura en periodos diferentes

Temporada	Cambio (1961-1990 → 1991-2020)	Cambio (1991-2020 → 2013-2023)	Cambio total (1961- 1990 → 2013-2023)
Verano	+0,7 °C	+0,4 °C	+1,1 °C
Otoño	+0,7 °C	+0,4 °C	+1,1 °C
Invierno	+0,8 °C	+0,5 °C	+1,3 °C
Primavera	+0,8 °C	+0,6 °C	+1,4 °C

Ilustración 11: Cambios totales de temperatura

Ambos gráficos, el de las temperaturas medias mensuales y el de los mapas de calor (Heatmap), muestran de forma coherente el cambio de las estaciones en la zona de estudio a lo largo de los tres periodos 1961-1990, 1991-2020 y 2013-2023. En los mapas de calor, el cambio de las estaciones se aprecia con especial claridad a través de los cambios de color. Los tonos rojos y naranjas (temperaturas más altas) se extienden significativamente más en los periodos más recientes. Esto demuestra que el verano empieza antes, por ejemplo a principios de diciembre, y termina más tarde, a veces incluso en abril. Mientras que en el periodo de referencia 1961-1990 el verano se limitaba claramente a los meses de enero a marzo, ahora se extiende de diciembre a abril en el periodo más reciente. Los gráficos de barras confirman esta tendencia con un aumento de la temperatura de más de 1°C en enero y febrero. Los periodos de transición (primavera y otoño) son visibles en los mapas térmicos por las transiciones más rápidas de los colores del verde al amarillo y del amarillo al naranja. En primavera, los tonos amarillos cambian ya en noviembre, lo que indica un comienzo más temprano del verano. En otoño, los colores más cálidos duran más, sobre todo en marzo, lo que indica un comienzo más tardío del invierno. El gráfico de barras también lo ilustra con el calentamiento en marzo hasta los 15,35°C (+1,03°C). El invierno se reconoce por los tonos azules de los mapas térmicos. En el periodo 1961-1990, los meses más fríos de junio a agosto son claramente identificables. En 1991-2020 y 2013-2023, sin embargo, los tonos azules más intensos muestran fases frías cortas y más pronunciadas que se producen a pesar de la tendencia general al calentamiento. Al mismo tiempo, el invierno se acorta. Los tonos azules comienzan más tarde (finales de junio) y dan paso antes a tonos verdes más cálidos (agosto). Esto puede apreciarse en el gráfico de barras por un aumento de la temperatura en junio de 4,67°C a 4,97°C. Con los datos generales de temperatura, hay que señalar de nuevo que el modelo tiene una fuerte tendencia a estimar temperaturas más bajas.

4.2.4. Precipitaciones

El análisis de los patrones de precipitación en San Fabián muestra cambios significativos estacionales y a largo plazo en la distribución, intensidad y duración de los eventos de precipitación. Es importante que en el análisis se incluyan los cambios cíclicos como el fenómeno el niño que se producen en la región, ya que pueden ir acompañados de un aumento de las precipitaciones. Por ello, en los siguientes gráficos se señalan los años con fuertes eventos de el Niño.

Como muestra la Ilustración 14: Precipitación anual acumulada, la cantidad anual de precipitaciones muestra una ligera tendencia a la baja de $-0,85$ mm/año desde 1961. A pesar de este descenso, la variabilidad entre años sigue siendo elevada. El año 2023 destaca como un año excepcional con una cantidad de precipitaciones superior a la media de 2599,58 mm, que sobresale especialmente en comparación con los años anteriores (Ilustración 14: Precipitación acumulada (2010 -2023)).

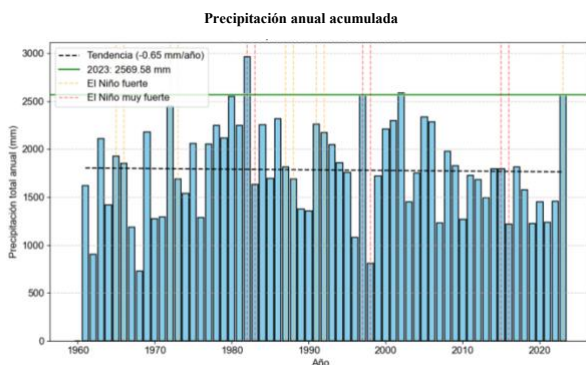


Ilustración 13: Precipitación anual acumulada

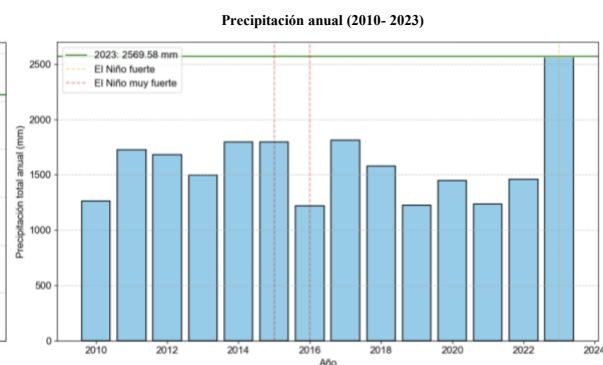


Ilustración 13: Precipitación acumulada (2010- 2023)

La distribución estacional de las precipitaciones muestra claros cambios (Ilustración 16: Heatmap de precipitación promedio mensual por período climático, Ilustración 15: Promedio mensual de precipitación por período climático). La precipitación en San Fabián muestra una clara redistribución a lo largo de las estaciones entre los dos periodos principales 1961-1990 y 1991-2020, con ambos meses con precipitaciones crecientes y decrecientes. El periodo más reciente (2013-2023) confirma muchas de estas tendencias e indica una sequía pronunciada, pero debe interpretarse con cautela debido a su brevedad y a la mayor influencia de fenómenos climáticos como El Niño y La Niña. En verano (diciembre-febrero), las precipitaciones aumentan ligeramente entre 1961-1990 y 1991-2020 en los meses de diciembre (43,0 mm a 48,3 mm) y febrero (27,4 mm a 37,9 mm). Enero permanece estable con fluctuaciones moderadas. A pesar de estos aumentos, el verano sigue siendo la estación más seca en general,

haciéndose patente una clara sequía en el periodo más reciente, especialmente en febrero. El otoño (marzo-mayo) muestra un marcado cambio en las precipitaciones. Mientras que abril en el periodo 1991-2020 muestra un aumento significativo con 115,2 mm frente a los 92,5 mm de 1961-1990, mayo muestra un descenso de 290,6 mm a 267,0 mm. Esto indica que las precipitaciones se concentran antes en otoño, mientras que la cantidad total de precipitaciones disminuye ligeramente en esta época del año. Marzo permanece estable con valores casi sin cambios.

En invierno (junio-agosto), junio aumenta de 344,0 mm (1961-1990) a 380,5 mm (1991-2020) y alcanza así el valor más alto de todos los meses del periodo medio. Por el contrario, julio desciende de 356,9 mm a 297,2 mm, mientras que agosto se mantiene casi constante con un ligero aumento de 255,1 mm a 257,1 mm. Este cambio dentro del invierno indica una redistribución de las precipitaciones, ya que junio gana en importancia mientras que julio y mayo pierden precipitaciones. En primavera (septiembre-noviembre), septiembre se mantiene relativamente estable con un ligero descenso de 153,4 mm a 149,2 mm. Los meses de octubre y noviembre, en cambio, muestran una clara tendencia a la baja, con noviembre cayendo de 63,4 mm a 55,4 mm. Estos cambios indican un acortamiento del periodo húmedo de transición, ya que las precipitaciones disminuyen hacia el final de la primavera. El periodo más reciente (2013-2023) muestra valores de precipitación significativamente más bajos en muchos meses, que son especialmente notables en febrero, mayo y julio. Al mismo tiempo, se registran ligeros aumentos en algunos meses, como agosto y septiembre. Sin embargo, este periodo se caracteriza en mayor medida por los ciclos climáticos naturales, lo que significa que los años extremos individuales pueden influir en los valores medios.

Heatmap de precipitación promedio mensual por período climático

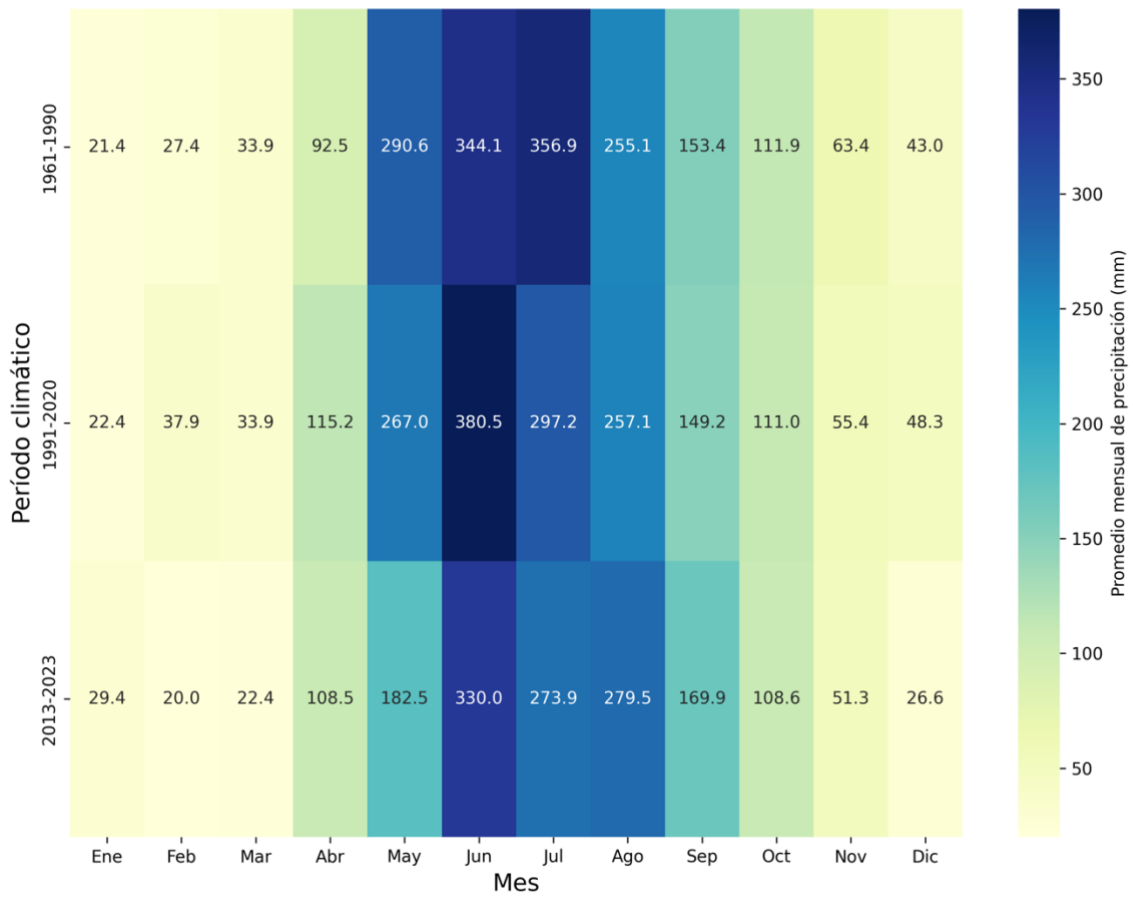


Ilustración 15: Heatmap de precipitación promedio mensual por período climático

Promedio mensual de precipitación por período climático

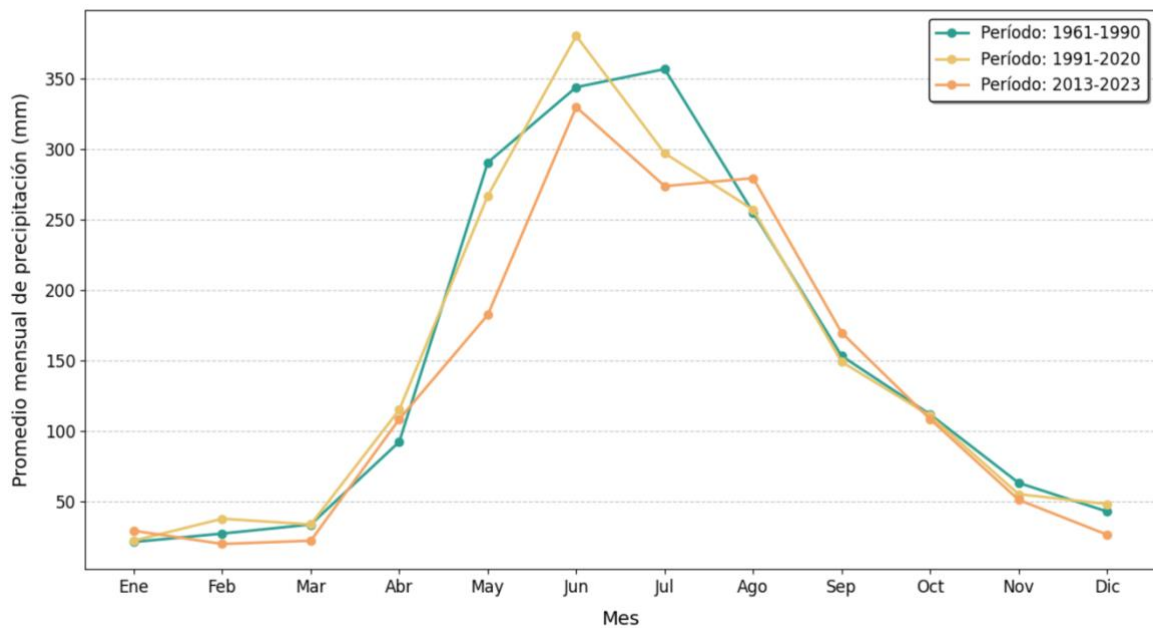


Ilustración 14: Promedio mensual de precipitación por período climático

4.2.4.1. Intensidad y duración de los periodos de lluvia

La Ilustración 17 Duración de los periodos de lluvia en diferentes periodos climáticos muestra que la duración de los periodos de lluvia (definidos aquí como los días en los que cayeron precipitaciones cada día) se mantiene estable por término medio (2-3 días), pero la duración máxima disminuye significativamente (de 35 días en el periodo más antiguo a 25 días en el más reciente). Esto indica una tendencia hacia eventos de lluvia ligeramente más cortos

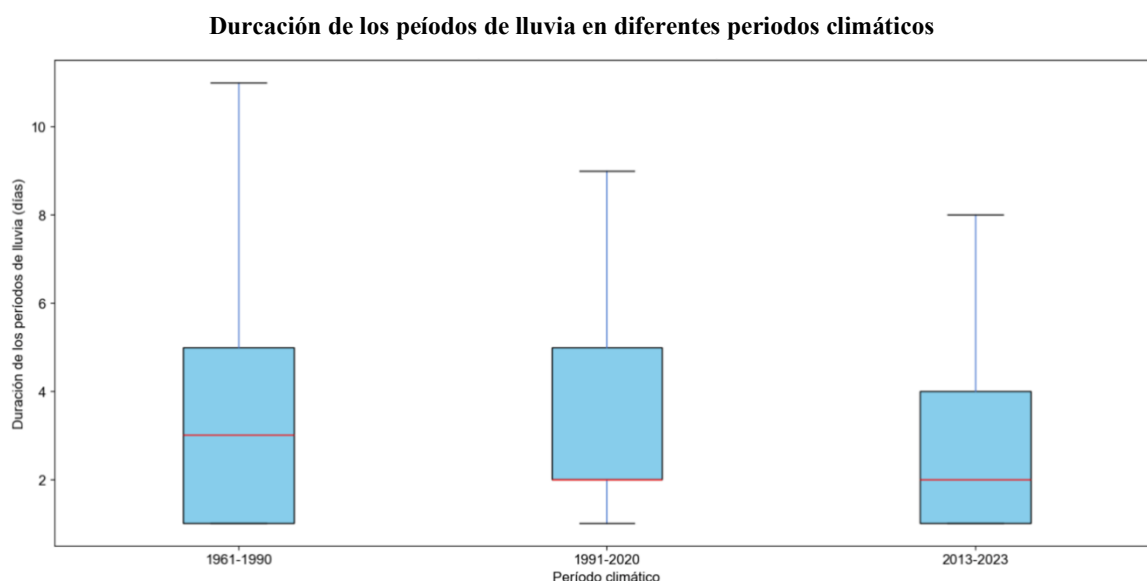


Ilustración 17: Duración de los períodos de lluvia en diferentes periodos climáticos

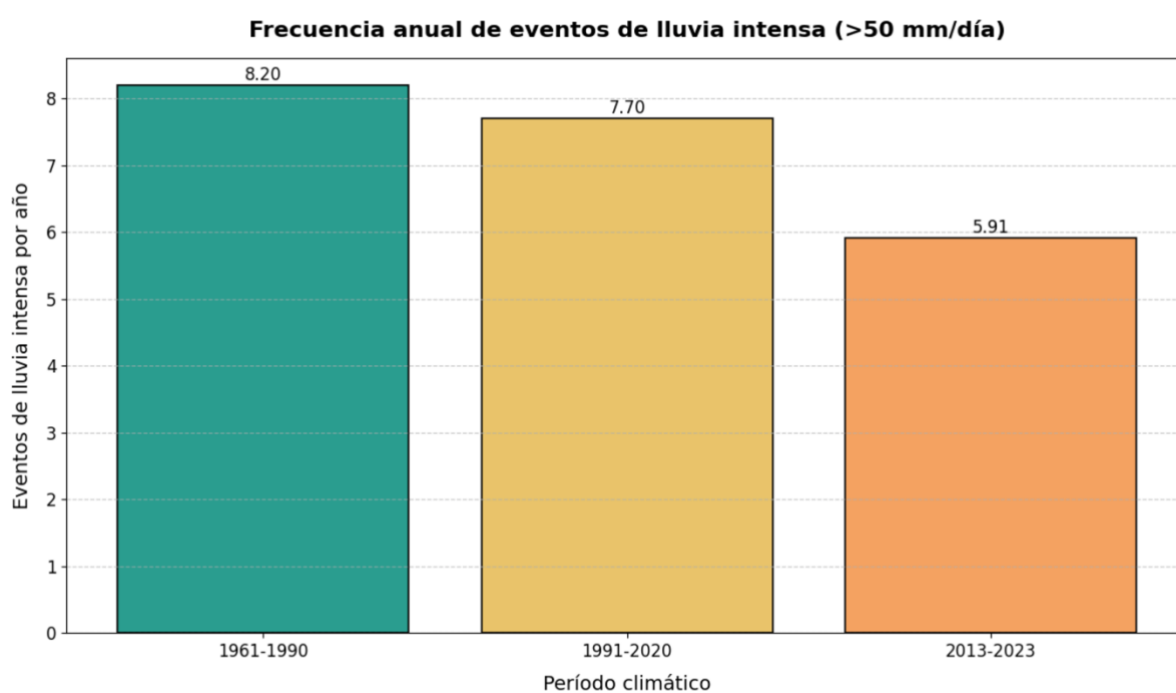


Ilustración 168: Frecuencia anual de eventos de lluvia intensa

4.2.4.2. Disminución de los episodios de precipitaciones intensas

La Ilustración 18: Frecuencia anual de eventos de lluvia intensa muestra que la frecuencia de días individuales con precipitaciones intensas (>50 mm/día) está disminuyendo con el tiempo. Mientras que en el periodo 1961-1990 se registró una media de 8,20 eventos al año, en el periodo más reciente (2013-2023) la cifra es de sólo 5,91 eventos al año.

Los cambios en los patrones de precipitación en San Fabián muestran una precipitación anual decreciente con un descenso a largo plazo y una alta variabilidad interanual (Figura 1), con cambios estacionales con más lluvia en primavera (septiembre-noviembre) y menos en verano y una concentración en invierno (Figuras 3 y 7). Al mismo tiempo, los fenómenos especialmente extremos (definidos como días con >50 mm de precipitación) se han vuelto más raros.

4.2.4.3. Nieve

Aunque los datos del modelo climático utilizado muestran tendencias de calentamiento a largo plazo, no fue posible realizar un análisis cuantitativo de las cantidades de nieve debido a la ausencia de datos específicos sobre cobertura nival. No obstante, los cambios observados en el inicio y la duración de las estaciones indican una alteración en los patrones de precipitación nival. Esta suposición se ve respaldada por datos externos de las coberturas digitales nivales elaboradas a partir de imágenes satelitales de diferentes periodos que muestran una disminución progresiva de las superficies cubiertas de nieve en la región de estudio (Saavedra et al. 2018) Ubicado muy cerca del área de estudio, el retroceso del Glaciar Nuevo, situado en los Nevados de Chillán cerca de San Fabián, confirma esta tendencia: entre 1978 y 2012, este glaciar perdió más de la mitad de su superficie (Caro Paredes 2014), lo que evidencia una pérdida sostenida y prolongada de masa nival en la región, comparable con las observaciones realizadas en glaciaretos del área investigada.

4.2.5. Similitudes y diferencias entre los datos de percepción y los del modelo

El análisis de los datos climáticos y su comparación con las percepciones de la población local muestra una imagen compleja, en la que se evidencian tanto coincidencias claras como algunas diferencias.

La percepción de una fuerte disminución de las precipitaciones y la irregularidad de las lluvias es ampliamente respaldada por los datos climáticos. La disminución a largo plazo de las

precipitaciones anuales en promedio de 0,85 mm/año desde 1961 es moderada, pero se ha intensificado desde 2010, lo que refuerza la sensación de mayor sequedad. La alta variabilidad de las precipitaciones también puede intensificar la percepción subjetiva de lluvias irregulares. Un cambio en las precipitaciones se refleja tanto en las percepciones como en los datos climáticos. Es especialmente notable la disminución de las precipitaciones en verano, con una mayor concentración en invierno, especialmente en el mes de junio. Sin embargo, este aumento específico no fue percibido por los encuestados. La percepción de períodos de lluvia más largos en el pasado es respaldada por los datos climáticos, aunque la tendencia es débil, pero en la percepción de las personas se resalta fuertemente, sobre todo en relación con el período de referencia. En períodos actuales, las precipitaciones se concentran en períodos más cortos. El año 2023 se destaca tanto en las percepciones como en los datos climáticos como un año excepcionalmente lluvioso. Con 2599,58 mm de lluvia, es uno de los pocos años con valores tan altos desde 1961. Sin embargo, no se puede confirmar la percepción de un "retorno a la normalidad", ya que estas precipitaciones representan una clara anomalía.

La percepción de varios entrevistados sobre una cobertura nival más tardía y reducida se ve respaldada por las tendencias de calentamiento a largo plazo en los datos del modelo. Si bien no se dispone de datos cuantitativos sobre la nieve, la evolución de las temperaturas y el desplazamiento de las estaciones, así como las imágenes satelitales (Saavedra et al. 2018), indican cambios en los patrones de nieve. Estos desarrollos podrían confirmar las declaraciones de los entrevistados y tener repercusiones en el abastecimiento de agua durante el verano. Además, la percepción del aumento de las olas de calor y veranos tropicales está respaldada por los datos del modelo, que muestran una tendencia positiva de calentamiento de $+0,0090\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ y un aumento en los días calurosos ($>25\text{ }^{\circ}\text{C}$). Sin embargo, los eventos extremos de calor, como los descritos por la población ($>40\text{ }^{\circ}\text{C}$), no son completamente representados por el modelo, lo que indica una subestimación de las temperaturas máximas en los datos, así como la dificultad de representar valores atípicos en los análisis y la precisión limitada de las temperaturas debido a las diferencias topográficas.

La percepción de eventos más frecuentes de lluvias intensas e inundaciones no es confirmada por los datos climáticos. De hecho, los datos muestran una disminución de los eventos de lluvia intensa ($>50\text{ mm/día}$) y períodos de lluvia más cortos. Los eventos extremos individuales no fueron verificados y son difíciles de modelar, lo que podría explicar la percepción subjetiva de tales eventos. Además, los datos del modelo confirman la percepción de un cambio en las estaciones. El calentamiento ocurre más temprano y termina más tarde, con un aumento de las

temperaturas en diciembre y enero, lo que coincide con la percepción de un calor de verano más intenso y duradero. El inicio tardío de la primavera solo es respaldado por el período más reciente, ya que los datos a largo plazo tienden a mostrar un calentamiento más temprano. Al mismo tiempo, la percepción de un otoño abrupto no se refleja en los datos del modelo, que muestran un enfriamiento retrasado. Sin embargo, los eventos de heladas individuales no se muestran en los gráficos. La percepción de un inicio más tardío del invierno es respaldada por los datos, especialmente por las variaciones en junio y julio.

En la Tabla 7: Percepciones en comparación con los datos del modelo, se presentan las percepciones en comparación con los datos del modelo para ofrecer una visión general.

Tabla 7: Percepciones en comparación con los datos del modelo

Tema	Percepciones	Análisis de los datos climáticos	Similitudes/diferencias
Disminución de las precipitaciones	Fuerte descenso y precipitaciones irregulares. <i>'Antes llovía claro, llovía más, más largo.'</i> (H_55_C)	Ligero descenso de las precipitaciones anuales de -0,85 mm/año desde 1961. Elevada variabilidad entre años. Los últimos 10 años muestran un aumento general de la sequía	La percepción es coherente con la tendencia a la baja a largo plazo. Sin embargo, éstas son bastante pequeñas a largo plazo y se han acentuado especialmente desde 2010. La elevada variabilidad puede reforzar la impresión de irregularidad de las precipitaciones
	Cambio en las precipitaciones	El verano muestra un declive a largo plazo, la primavera se vuelve más seca. Las precipitaciones en invierno se concentran más en junio.	Se está produciendo un cambio de precipitación en la percepción y en los datos.

	Disminución de la duración de las precipitaciones	Los periodos largos de lluvia eran ligeramente más frecuentes en el periodo de referencia (1961-1990); en los periodos actuales, las precipitaciones se concentran cada vez más en periodos más cortos.	Confirmación de los periodos más largos de lluvia en el pasado, aunque la tendencia es menos pronunciada
Aumento de las precipitaciones en 2023 y 2024	Precipitaciones elevadas, vuelta a la "normalidad"	2023 fue un año anómalo con precipitaciones excepcionalmente altas (2599,58 mm). También resultan ser inusualmente altas en comparación con los datos de un pasado lejano. 4 años en total con precipitaciones tan elevadas. No hay datos disponibles para 2024	La percepción de un aumento de las precipitaciones en 2023 concuerda con los datos del modelo, la vuelta a la "normalidad" no puede confirmarse
Nevadas	Menos nevadas y más tardías. Efectos sobre el suministro de agua en verano.	El calentamiento a largo plazo (+0,0090 °C/año) podría explicar el retraso de las nevadas. El cambio de las estaciones (inicio más tardío del invierno con descenso más tardío de las temperaturas) indica un cambio en los patrones de nieve, imágenes satélites confirman la disminución de nieve	Coherencia en las tendencias de calentamiento a largo plazo y comienzo más tardío del invierno. Faltan datos sobre los volúmenes de nieve para un análisis más preciso.
Aumento de la temperatura	Aumento de las olas de calor y de las temperaturas estivales percibidas como "tropicales" (H_55_C). Conexión con la sequía.	Desviaciones positivas de la temperatura y aumento de los días cálidos (>25 °C) en +0,21 días/año desde 1961. Tendencia al calentamiento de +0,0090 °C/año. Día	Coherencia en las tendencias de calentamiento. La percepción del calor extremo (>40 °C) no está totalmente cartografiada por el modelo.

		más cálido (datos ERA5): 36,66 °C el 26 de enero de 2017. El modelo tiende a subestimar las temperaturas máximas.	
Fenómenos meteorológicos extremos	Lluvias torrenciales frecuentes, inundaciones y nevadas inusualmente intensas. La incertidumbre es cada vez mayor.	Disminución de los episodios de precipitaciones intensas (>50 mm/día) de 8,20 episodios/año (1961-1990) a 7,79 (1991-2020) y 5,91 (2013-2023). Los fenómenos extremos individuales son difíciles de modelizar.	No se confirma la mayor frecuencia de fuertes precipitaciones
Cambio de estaciones	Verano: dura más, calor hasta abril o mayo. Calor más intenso y fuerte.	El verano empieza antes (a partir de diciembre) y termina más tarde (hasta abril). Desviaciones de temperatura positivas en diciembre (+1,05 °C) y enero (+0,765 °C).	Consistencia con un verano prolongado con temperaturas más altas y un invierno más tardío.
	Primavera: comienza más tarde, el crecimiento de las plantas se retrasa hasta octubre/noviembre. Percepción de temperaturas más frescas en primavera.	Las temperaturas en primavera suben antes en comparación con el periodo de referencia y el periodo actual, el último periodo muestra un ligero retraso en el aumento de las temperaturas	La percepción de una primavera más tardía sólo se ve respaldada por las desviaciones de temperatura en el periodo más reciente.
	Otoño: percepción de que el otoño se instala de forma inusualmente repentina	Enfriamiento retardado, especialmente en abril y mayo	La percepción de los acontecimientos individuales no se refleja en las tendencias a largo plazo. El enfriamiento retardado no se percibe
	Invierno: Informa de que el invierno empieza más tarde y el inicio típico del invierno no es hasta agosto o incluso septiembre. " <i>En cuanto al tiempo atmosférico, estamos</i>	El invierno comienza más tarde y es ligeramente más frío en junio (desviaciones negativas en julio -0,50 °C). A continuación se produce un calentamiento más intenso,	Confirmación del comienzo más tardío del invierno, no se notó un frío más fuerte en junio

	<i>atrasados dos meses en las estaciones, cuando debería empezar el invierno, está llegando casi en agosto, en septiembre". (H_47_C)</i>		
--	--	--	--

4.3. Objetivo específico 3

4.3.1. Medidas actuales de adaptación promovidas por las personas entrevistadas.

A continuación, se describen las medidas de adaptación a los cambios climáticos o eventos climáticos extremos mencionadas por los encuestados. Estas no siempre son identificadas por ellos como medidas de adaptación, y algunas de ellas ya se han utilizado durante generaciones, pero juegan un papel crucial en el contexto de condiciones climáticas cada vez más intensas.

Las medidas de adaptación pueden encontrarse principalmente en el ámbito de la gestión del agua. Numerosos encuestados utilizan pozos y fuentes naturales para el abastecimiento de agua. Como se mencionó previamente, en los últimos años ha aumentado el agotamiento de las fuentes, lo que ha llevado a muchos a recurrir a otras fuentes que aún proporcionan agua. Un encuestado indica que instaló una bomba eléctrica para mejorar el suministro (H_75_C). Otra medida de adaptación, utilizada por varios encuestados, es la recolección de agua de lluvia en reservorios/tanques, lo que permite almacenar agua para períodos con menos lluvias (H_75_C) (M_59_U) (M_34_C) (H_47_C) (M_41_C). Esta técnica varía en su grado de profesionalización. Mientras que algunos encuestados capturan agua del techo de la casa y la dirigen a un tanque a través de canaletas (M_59_U), otros utilizan geomembranas en los tanques para evitar la pérdida de agua (H_75_C). H_47_C describe un sistema de gestión del agua muy planificado, basado en técnicas tradicionales chinas e incaicas. Él recolecta agua de lluvia y de fuentes en grandes pozos de infiltración, que están estratégicamente ubicados en el terreno. Estos contenedores permiten que el agua se filtre lentamente en el suelo, humedeciendo las capas superficiales y recargando el agua subterránea. A través de la infiltración, la humedad se mantiene durante más tiempo y abastece la vegetación incluso durante los períodos secos. Un sistema de bomba solar transporta el agua durante el día a áreas más altas, permitiendo que fluya de regreso a las zonas más bajas por la noche, garantizando un riego constante y natural.

Además, varios encuestados han comenzado a instalar bebederos para el ganado, con el fin de proveerles agua durante la temporada seca (M_52_U) (H_75_C). También se mencionan ajustes en los sistemas de riego. Una encuestada describe la instalación de riego por goteo, que distribuye el agua directamente a las raíces de las plantas, minimizando la evaporación y las pérdidas de agua. También usa "*mangueras exudantes*", que liberan el agua lentamente y de manera uniforme al suelo, proporcionando un riego continuo (M_59_U). Otros encuestados

explican la implementación de sistemas de riego automático para un uso más eficiente del agua (M_47_U). Otro encuestado menciona la desviación del agua para riego durante los meses de verano (H_57_C). Otros han adaptado sus cultivos. Se menciona la introducción de la agricultura en seco (H_75_C) y la adaptación general de la agricultura a la disponibilidad estacional de agua (H_29_U). Al mismo tiempo, otros encuestados mencionan que ya no pueden cultivar en su terreno y que ahora se enfocan en otras actividades y usan otros terrenos con una ubicación más adecuada (cerca de fuentes de agua) (M_61_U). Otra medida de adaptación en la agricultura es la cosecha temprana para evitar daños por heladas inesperadas (H_29_U). Varios encuestados mencionan el uso de invernaderos para proteger los cultivos de cambios bruscos de temperatura, viento y para mejorar el riego dirigido (H_29_U) (M_34_C) (H_55_C) (M_59_U) (M_52_U) (H_47_C) (M_52_U) (M_41_C). También se menciona la plantación de árboles para crear sombra y protección contra el calor en verano (H_29_U) y la creación de viveros para conservar la vegetación y la biodiversidad genética (H_47_C). Además, un encuestado se centra en el uso de plantas autóctonas con raíces superficiales, que, a diferencia de las especies de raíces profundas como los pinos, retienen el agua en las capas superficiales del suelo y ayudan a mantener la humedad de la superficie, lo que beneficia el uso sostenible de la vegetación (H_47_C).

Las medidas de adaptación a los eventos climáticos extremos son descritas por varios encuestados, quienes enfatizan su importancia y mencionan que este conocimiento proviene de sus propias experiencias y las de sus antepasados. Además, se destaca que los recién llegados y los turistas a menudo no están familiarizados con estas estrategias, y encuestados mencionan que estos deberían ser advertidos y preparados (M_47_U) (M_76_C). Estas estrategias incluyen la preparación para las lluvias. Esto implica almacenar leña con antelación (M_63_C) (M_47_U) (H_29_U), mantener y limpiar los sistemas de riego (M_59_U) y preparar la casa (M_63_C). M_63_C describe que esta preparación también incluye la preparación mental para la lluvia y la posible imposibilidad de salir de la casa: "*Para mucha lluvia, por ejemplo, se prepara psicológicamente más que nada, porque uno se adelanta a los hechos [...] hay que hacer las cosas antes.*" (M_63_C).

También se mencionan medidas de adaptación a las estaciones de lluvia y los eventos de lluvias intensas, como la construcción de muros de piedra para prevenir inundaciones (M_76_C) o la evacuación en caso de lluvias intensas por parte de aquellos que viven en áreas propensas a deslizamientos de tierra (M_34_C).

También se menciona la conservación de alimentos y el almacenamiento a través de métodos como la congelación, el enlatado y el secado, para superar las malas condiciones de cultivo y los meses de invierno (H_57_C) (M_61_U) (H_29_U). El almacenamiento tradicional también se aplica al forraje para animales, con el fin de poder suministrarlo durante el invierno (H_57_C) (M_41_C). Además, varios encuestados (H_75_C) (H_57_C) (H_55_C) practican la tradición de la *Veranada*, que en sí misma puede considerarse una forma de ganadería adaptada al cambio climático. La migración estacional del ganado hacia áreas de pastoreo más altas durante el verano se lleva a cabo para aprovechar mejores condiciones de pastoreo y aliviar la presión sobre las tierras de pasto en el valle. A través de esta práctica, es posible responder directamente a las fluctuaciones climáticas, ya que permite aprovechar de manera estratégica los pastos con mejores condiciones estacionales. Con el aumento de las temperaturas y la consecuente disminución de la disponibilidad de agua y forraje, esta práctica estacional se presenta como una estrategia que podría facilitar la adaptación ganadera bajo condiciones climáticas más extremas con el cambio climático. Sin embargo, no se deben ignorar los impactos negativos que su práctica genera en los ecosistemas de altura, lo que pone en cuestión su sostenibilidad a largo plazo.

Además, algunos encuestados también confían en el uso de la tecnología solar, como las bombas solares (H_47_C) y los paneles solares (M_47_U) ((M_34_C)(M_63_C) y aprovechan así las ventajas de la fuerte radiación solar.

4.3.2. Medidas promovidas o implementadas por gobiernos locales e instituciones de Estado

Los encuestados no solo mencionan medidas de adaptación a nivel personal, sino también aquellas que son promovidas o implementadas por gobiernos locales, organizaciones e instituciones estatales. Una organización mencionada con frecuencia es Prodesal. Prodesal (Programa de Desarrollo Local) es un programa chileno del INDAP (Servicio Nacional de Desarrollo Agropecuario de Chile), que ha estado activo en la comuna de San Fabián desde 1999, y se enfoca en mejorar las condiciones de producción y la calidad de vida de los pequeños agricultores. El programa apoya a los agricultores a través de asistencia técnica y acceso a recursos, con el objetivo de aumentar su eficiencia y sostenibilidad (Vásquez et al. 2015,

INDAP n.d.). Los encuestados explican los talleres organizados por Prodesal en los que participaron para aprender habilidades específicas, como apicultura, fabricación de mermeladas o cultivo de hortalizas (M_59_U) (M_76_C) (M_52_U), así como recursos que Prodesal financió, como invernaderos (M_63_C) o paneles solares (M_76_C), que facilitan actividades climáticamente desafiantes o promueven el uso de energías sostenibles.

Además, los encuestados mencionan medidas colectivas de adaptación, como un grupo de WhatsApp en el que los residentes están conectados con la ONEMI (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública). A través de este grupo, reciben alertas meteorológicas e información importante sobre eventos climáticos futuros, como lluvias, frío o tormentas. Los miembros comparten la información recibida, de modo que todos pueden prepararse a tiempo para situaciones meteorológicas extremas (M_52_U). También se mencionan campañas de la municipalidad, que informan sobre los efectos del calor, promueven el uso de protector solar y realizan campañas de sensibilización para personas mayores (H_29_U).

Al mismo tiempo, muchos encuestados, especialmente en áreas más remotas, expresan su insatisfacción con la ayuda recibida de la municipalidad o del gobierno. Se mencionan diversos problemas, especialmente la falta de infraestructura en la Cordillera. Los encuestados perciben que la ayuda estatal solo llega en caso de eventos extremos y con tiempos de espera muy largos (M_34_C) (H_57_C) (H_55_C). Señalan que esto se debe a su situación remota y a la baja población, lo que les hace sentirse como "*la última prioridad*" (H_55_C). Además, destacan el proyecto de embalse de Punilla, que, de llevarse a cabo, inundaría las áreas habitadas de estos encuestados. Perciben que esto reduce el interés del gobierno en mejorar y adaptar la situación en la zona (M_41_C) (H_57_C) (H_55_C).

Los encuestados en áreas urbanas muestran mayor satisfacción y reportan asistencia especialmente en eventos climáticos extremos y desastres naturales (M_47_U) (H_29_U) (M_52_U) (M_61_U). Sin embargo, el tema de la adaptación al cambio climático por parte del estado también está menos presente aquí, y una encuestada resume esto con sus palabras: "*Vemos más compensación que prevención. La ayuda llega después de las inundaciones, para mejorar lo que se ha dañado.*" (M_47_U).

4.3.3. Medidas previstas

En las entrevistas, los encuestados también mencionan medidas de adaptación para el futuro, algunas de las cuales están relacionadas con las acciones actuales que planean profundizar. Estas incluyen la mejora y ampliación de los tanques de agua (H_75_C) (H_47_C). Otros encuestados, que aún no han implementado estas medidas, las consideran para el futuro, en caso de que las condiciones sigan empeorando (M_33_C) (M_41_C). Además, se está planificando la construcción de más invernaderos (M_34_C) (M_63_C) y el aumento de la utilización de energía solar (M_47_U) (M_34_C). Algunos entrevistados también están considerando medidas para el uso sostenible de la tierra a nivel personal, como una mayor plantación en sus terrenos (H_47_C), o a nivel regional, como la protección de las cuencas hidrográficas (H_29_U). También se planea promover la educación ambiental de las futuras generaciones, lo que aun encuestado quiere fomentar a través de proyectos de turismo sostenible (H_29_U). Otros encuestados están considerando medidas de adaptación más drásticas. Varios piensan en mudarse, con dos encuestados que consideran cambiarse a un terreno más cercano al río para asegurar su suministro de agua (M_61_U) (H_29_U), y una encuestada que está considerando mudarse a una zona más segura, ya que percibe su lugar de residencia actual como amenazado por deslizamientos de tierra cuando llueva mucho (M_34_C).

Sin embargo, no todos los encuestados están planeando medidas de adaptación. Algunos explican que aún no se sienten lo suficientemente afectados (H_68_U)(M_76_C) (M_47_C) (M_47_U). Otros aceptan las circunstancias tal como están (H_57_C) y mencionan que no tienen la posibilidad de hacer más cambios, destacando que también surgirán nuevas oportunidades. *"Bueno, nosotros tenemos que esperar con lo que venga. No podemos, no hay forma de cambiar mucho más. Porque cada vez se van presentando otras oportunidades también."* (H_55_C). Además, se observa una actitud de resignación ante los cambios. M_76_C lo describe de la siguiente manera: *"Mire, he vivido tantas cosas duras que ya las hemos vivido y no ha pasado nunca nada. Aquí en mi lugar. Yo pienso que no va a pasar nada."* (M_76_C).

Una forma adicional de adaptación, ya sea planeada o no, puede encontrarse en la fe y la espiritualidad. Para algunos residentes, la fe y la espiritualidad son factores importantes en el enfrentamiento de los cambios climáticos, y entregan la tarea de adaptación a fuerzas superiores o piden ayuda divina. *"Que el Señor tenga misericordia de nosotros y los envíe alta agüita nomás, que los mantenga ahí."* (M_63_C). *"Hay que dejar a la voluntad de Dios nomás, mire si con la mano de Él todo lo tenemos."* (M_76_C). *"Y de lo demás uno tiene que ver a Dios,*

porque todo esto que está plantado, sembrado, lo que es el agua, lo que es el fin, solamente hay un hombre que puede destruir la tierra y el agua, que es Dios." (M_68_U).

4.3.4. Motivaciones para la adaptación

Las razones para las adaptaciones climáticas en San Fabián son variadas y pueden clasificarse en las siguientes categorías principales: experiencias personales con cambios climáticos, presión económica, conexión con la naturaleza, tradiciones familiares, preocupación por las generaciones futuras y la influencia de los medios de comunicación, así como del intercambio científico y social. Estas categorías suelen experimentarse de forma superpuesta, ya que los entrevistados tienen una estrecha relación con su entorno y una profunda dependencia de los recursos naturales. Muchos entrevistados han experimentado durante años los cambios climáticos descritos anteriormente, que han afectado su forma de vida. Observan cambios en los patrones de precipitación, períodos más prolongados de sequía y eventos meteorológicos más extremos que amenazan sus medios de vida. Estos cambios los obligan a adaptarse, por ejemplo, asegurando fuentes de agua o estableciendo planes de emergencia. Las experiencias impactantes de estos cambios desempeñan un papel fundamental. Estas pueden ser a largo plazo, como observar el agotamiento de una fuente de agua (M_59_U) o la desaparición de una especie de ave (H_47_C). También incluyen eventos excepcionales que se destacan por su intensidad extrema. Por ejemplo, M_33_C describe haber quedado atrapada con animales bajo la nieve, sufriendo tanto daños físicos como pérdidas de animales. Este evento marcó su percepción sobre la imprevisibilidad del clima y la llevó a tomar medidas preventivas para estar mejor preparada en el futuro. M_34_C relata un grave deslizamiento de tierra que hizo que su entorno fuera inaccesible durante meses. El peligro de tales eventos motiva a ella y a su familia a adaptarse a las condiciones cambiantes para garantizar que estén mejor preparados para futuros incidentes. El miedo a los desastres naturales los impulsa a desarrollar medidas de adaptación para la seguridad de su hogar y su entorno. Otro motivo que atraviesa todas las entrevistas es la presión económica que enfrentan los entrevistados. El aumento de los costos del agua y la leña, la incertidumbre en los rendimientos agrícolas y la amenaza de eventos climáticos extremos aumentan la presión para realizar adaptaciones que aseguren su sustento, reduzcan costos y establezcan medidas preventivas para garantizar un ingreso estable. Además, para muchos entrevistados, la profunda conexión con la naturaleza es una motivación central para sus medidas de adaptación climática. Esta relación con el entorno no solo implica una dependencia de los recursos, sino que también se percibe como una parte importante de su identidad y vida cotidiana. La naturaleza se considera algo valioso que merece respeto y

protección. H_68_U describe su amor por la naturaleza y su responsabilidad de preservarla: "*Yo amo la naturaleza... es mi trabajo y es mi idea de mantener siempre un pueblo con una linda imagen.*" La conciencia de la fuerza imprevisible de la naturaleza también moldea el respeto de los habitantes hacia ella. H_57_C enfatiza que las personas deben adaptarse, en lugar de tratar de controlar la naturaleza: "La naturaleza es muy sabia y ella es la que manda." Esta comprensión otorga a la adaptación una necesidad natural, aceptando las condiciones ambientales como dadas y viviendo en armonía con ellas (H_57_C) (H_68_U). Algunos residentes también experimentan la disminución de la biodiversidad en su región como una señal de alarma y ven la adaptación como una forma de proteger el equilibrio natural (H_47_C) (M_61_U). Otra motivación para implementar medidas de adaptación climática está profundamente vinculada a las tradiciones familiares. Las estrategias de supervivencia aprendidas de padres y abuelos se describen como esenciales para afrontar los desafíos de vivir en una región remota, especialmente en vista de las condiciones que se están intensificando (H_57_C) (H_55_C) (H_29_U). "*Eso es enseñanza de mis abuelos, de mis padres, y nosotros se lo vamos transmitiendo a nuestros hijos.*" (H_57_C). Estas tradiciones familiares fortalecen la resiliencia de la comunidad y aseguran que el conocimiento sobre estrategias de adaptación se transmita a las generaciones futuras. Asimismo, los entrevistados perciben como su responsabilidad preservar la naturaleza para las generaciones venideras y prepararlas para los desafíos climáticos. Los entrevistados enfatizan esta obligación hacia sus hijos y nietos ((H_68_U) (H_55_C) (M_33_C) (M_61_U)) y la ven como una necesidad para garantizarles una vida mejor (M_59_U).

Además, la conciencia sobre los cambios ambientales, agudizada por los medios de comunicación y el intercambio científico y social, desempeña un papel decisivo. H_75_C y H_57_C explican que sus estrategias de adaptación están influenciadas por conocimientos científicos sobre cambios actuales y futuros, así como por el intercambio con ingenieros o la lectura de literatura de otras culturas. Otros entrevistados se refieren a historias de otras personas afectadas, que juegan un papel importante al hacer tangibles los riesgos y las consecuencias del cambio climático. Los relatos de personas de otras regiones, que también enfrentan condiciones climáticas extremas, sensibilizan a los entrevistados sobre las posibles consecuencias que también podrían enfrentar en el futuro (M_41_C) (H_68_U) (M_61_U) (M_33_C) (H_29_U). También mencionan el intercambio con vecinos, conocidos y familiares, quienes ya han implementado medidas de adaptación como tanques de agua y, por ello, las consideran para su propia situación (M_33_C).

En la Ilustración 17: Motivaciones para la adaptación se muestran los diferentes tipos de motivación con sus respectivas submotivaciones.



Ilustración 17: Motivaciones para la adaptación

4.3.5. Clasificación de las motivaciones

Las diferentes dimensiones de la percepción (factores cognitivos, afectivos y sociales) influyen en las medidas de adaptación y pueden ser identificadas. Se hace evidente que los entrevistados que describen una reflexión profunda sobre el tema del cambio climático también implementan medidas anticipatorias. Esto se observa con mayor claridad en el tipo identificado previamente como "Informados científicamente con conciencia de la responsabilidad humana", que menciona estas medidas con mayor frecuencia.

El conocimiento sobre los cambios climáticos (dimensión cognitiva) se menciona como una razón para planificar el futuro. Al mismo tiempo, en la mayoría de los entrevistados, la dimensión afectiva es la más destacada. Se describen sentimientos de preocupación y miedo, especialmente en relación con la escasez de agua, incendios o deslizamientos de tierra, que se consideran motivos para implementar medidas de adaptación. Eventos extremos como deslizamientos de tierra o sequías llevan a la adopción de medidas específicas, como la

construcción de invernaderos o la recolección de agua de lluvia. Las normas o valores sociales (dimensión social) también pueden identificarse como determinantes y conducen a medidas de adaptación destinadas a proteger el medio ambiente y la naturaleza para las futuras generaciones.

1.1.1. Obstáculos o limitaciones al proceso adaptativo

De las entrevistas surgen varios factores que dificultan o hacen imposible la adaptación a las condiciones climáticas cambiantes para los habitantes, entre ellos barreras económicas, estructurales, sociales y naturales.

Los costos de las medidas de adaptación son percibidos por muchos entrevistados como elevados. Sistemas de riego, fuentes de energía sostenible y almacenamiento de agua son inversiones que, debido a su situación económica, no son accesibles para ellos. Los entrevistados describen sus márgenes de ganancia en la agricultura como bajos, lo que les impide invertir en nuevas tecnologías o fuentes alternativas de agua (H_75_C)(M_61_U). *"La única posibilidad es de hacer más tranques como para tener agua más de reserva. Pero el problema es que estamos pasando una época difícil desde el punto de vista económico, entonces no te permite hacer esas inversiones."* (H_75_C). También se menciona que las soluciones sostenibles son vistas como más costosas que las de corto plazo, por lo que no son consideradas (M_47_U).

La falta de apoyo estatal e infraestructura también se identifica como un obstáculo para una adaptación exitosa. La infraestructura es percibida como deficiente, especialmente por los habitantes de la cordillera, particularmente en lo que respecta al acceso al agua y a los caminos. Estos entrevistados sienten que esto limita su capacidad de implementar medidas de adaptación climática. Describen sentirse abandonados y con poca ayuda estatal. Ejemplos mencionados incluyen proyectos de instalación de paneles solares que no se completaron (M_33_C), caminos que no son despejados ni reparados (H_34_C), y la falta de acceso a agua potable e internet en áreas remotas (M_61_U). Esto se ve agravado por la percepción de falta de conocimiento técnico sobre la adaptación, lo que los entrevistados reconocen como una dificultad. La falta de conocimientos técnicos y recursos dificulta la capacidad de desarrollar estrategias de adaptación a largo plazo. Algunos entrevistados relatan tener poco acceso a servicios de asesoramiento técnico o apoyo estatal (M_34_C).

A esto se suma el aislamiento percibido y las dificultades de comunicación. La ubicación remota de muchos hogares y la infraestructura limitada de comunicación y telefonía móvil dificultan, según algunos entrevistados, el acceso a información crucial, especialmente durante eventos climáticos extremos. Esta situación complica la preparación oportuna y la coordinación con otros (M_33_C)(H_34_C).

Otro factor mencionado son las intervenciones ambientales que, desde la perspectiva de los entrevistados, están fuera de su control. Principalmente, señalan la explotación forestal extensiva, especialmente la plantación de pinos y eucaliptos. Estas especies no nativas consumen grandes cantidades de agua, provocan la erosión y afectan el ecosistema local, lo que, según los entrevistados, agrava los problemas de abastecimiento hídrico en la región y contribuye al aumento del riesgo de incendios forestales, dificultando así la adaptación. (M_61_U)(M_52_U)(H_68_U)(H_75_C). Un caso particular es el proyecto de la represa Embalse Punilla. Varias personas entrevistadas viven en la zona de inundación que se generaría si se ejecuta el proyecto. Muchos residentes ya han abandonado el área, y los entrevistados mencionan que esta incertidumbre influye en su decisión de no realizar grandes inversiones en medidas de adaptación, ya que podrían tener que mudarse (H_55_C)(M_41_C). Sin embargo, también enfatizan que han decidido permanecer en la zona mientras sea posible.

Otro obstáculo señalado para la adaptación es el cambio social y la pérdida de ayuda comunitaria. Una entrevistada describe que, en el pasado, los habitantes del pueblo solían apoyarse mutuamente frente a desafíos agrícolas y climáticos. Hoy, la comunidad es menos solidaria, lo que se atribuye al incremento de nuevos residentes. Esto dificulta la adaptación colectiva y el intercambio de conocimientos (M_61_U). H_47_C, quien implementa medidas de adaptación particularmente innovadoras, menciona además cómo la generación mayor representa una barrera para estas iniciativas. Destaca que muchas personas mayores se aferran a métodos y prácticas tradicionales, y tienen dificultad para aceptar cambios o técnicas modernas de adaptación. Según su percepción, esta actitud complica la transición hacia prácticas más sostenibles y adaptadas al cambio climático, ya que los enfoques innovadores suelen ser rechazados por considerarse extraños o innecesarios.

Finalmente, se observa que, aunque los entrevistados describen el uso de métodos de adaptación, también destacan cómo estos se ven afectados por los cambios climáticos actuales. Por ejemplo, las técnicas mejoradas de riego han perdido efectividad debido a la creciente escasez de agua (M_61_U). La plantación de diferentes tipos de vegetación y árboles nativos,

diseñada para prevenir la propagación de incendios, ya no resulta efectiva frente a las monoculturas circundantes y las condiciones de sequía y altas temperaturas (H_75_C).

Además, la práctica tradicional de las veranadas que permite adaptarse a condiciones climáticas extremas constantes, como los marcados contrastes térmicos se ve obstaculizada por los cambios climáticos repentinos. Eventos extremos inesperados, como heladas repentinas, dificultan su realización y generan pérdidas (H_57_C), debilitando su papel como medida de adaptación a condiciones climáticas adversas. Asimismo se señala su creciente falta de rentabilidad económica, lo que ha llevado a una reducción de esta actividad (H_75_C) o a su transformación parcial en servicios turísticos (H_55_C, H_57_C). Por último, los cambios en las estaciones dificultan las predicciones climáticas tradicionales como la observación de la luna, las estrellas o el comportamiento de los animales (M_61_U) (M_41_C) y, por lo tanto, a menudo impiden una adaptación y preparación a tiempo.

4.3.6. Resumen de las medidas de adaptación

Asimismo, se puede observar que la mayoría de las medidas de adaptación pueden clasificarse dentro de la categoría de adaptación autónoma, ya que, especialmente en el ámbito de la gestión del agua, no se realizan conscientemente como una respuesta al cambio climático, sino que resultan de prácticas tradicionales o de presiones económicas. Muchas de estas medidas se han desarrollado a lo largo de largos períodos a través de procesos naturales y sociales, y suelen formar parte de prácticas culturales y costumbres locales. También está fuertemente representada la adaptación reactiva, lo que indica que ya se percibe un impacto tangible de los cambios climáticos. La adaptación anticipatoria es menos prominente, pero se puede observar en enfoques tecnológicos o innovadores (por ejemplo, geomembranas, sistemas automáticos) y en estrategias de educación de otros. La adaptación planificada, que es percibida por los entrevistados, es menos común y más notoria entre aquellos que viven más cerca del núcleo de San Fabián.

En la Tabla 8: Medidas de adaptación según se pueden observar todas las medidas de adaptación registradas, con su clasificación según la forma de adaptación, el nivel de adaptación y las categorías de adaptación.

Tabla 8: Medidas de adaptación según categoría

Categoría	Subcategoría	Descripción de la	Condiciones	Niveles	Estado	Forma
Gestión del agua	Utilización de pozos	Suministro de agua para animales y hogares, riego	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Utilización de un pozo doméstico eléctrico	Utilización de un sistema de bomba eléctrica para bombear agua	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación reactiva
	Utilización de depósitos de agua para animales	Construcción y Utilización de embalses para asegurar el suministro de agua para el ganado	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma/ Adaptación reactiva
	Utilización de depósitos de agua para los hogares	Construcción de embalses//tranques para almacenar agua para uso doméstico y agrícola	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Construcción de tranques con geomembranas	Prevención de la pérdida de agua mediante el uso de geomembranas	Sequía	Personalizado	Actual/ planificado	Adaptación anticipatoria/ Adaptación reactiva
	Utilización de fuentes naturales/ búsqueda de nuevas fuentes	Utilización de fuentes naturales de agua para el riego agrícola o el abastecimiento doméstico	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma/ Adaptación reactiva
	Uso de un tanque de almacenamiento de agua compartido	Suministro de agua centralizado para varios hogares	Sequía	Colectivo	Actual	Adaptación planificada
	Recogida de agua de lluvia	Recoger el agua de lluvia en depósitos para utilizarla en periodos secos	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación reactiva
	Sistema de riego por goteo	Suministro directo de agua a las raíces de las plantas para minimizar la evaporación	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación reactiva

	Riego automático	Instalación de sistemas automáticos de ahorro de agua	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Protección de las plantas mediante sombreado	Reducción de las necesidades de agua mediante la protección contra la luz solar intensa	Sequía, calor	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Gestión hidrológica	Implantación de sistemas de almacenamiento y distribución de agua durante los periodos secos	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación anticipatoria/ Adaptación reactiva
	Desvío del agua	Desvío de fuentes de agua para el riego agrícola	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación reactiva
	Tranques previstos	Construcción de más tranques para el almacenamiento de agua	Sequía	Personalizado	Planificado	Adaptación anticipada
	Sistema previsto de almacenamiento de agua	Mejora de un sistema para la disponibilidad de agua a largo plazo	Sequía	Personalizado	Planificado	Adaptación anticipada
Adaptaciones agrícolas	Agricultura de secano	Adaptación de la agricultura a la disponibilidad estacional de agua	Sequía	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Planificación de cultivos y cosecha temprana	Cosecha temprana para evitar daños por heladas	Heladas	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Utilización de pequeñas parcelas de tierra para la autosuficiencia	Autosuficiencia en lugares favorecidos climática y geográficamente	Sequía, calor	Personalizado	Actual	Adaptación reactiva
	Utilización de invernaderos	Proteger las plantas de las heladas y el calor y promover un mejor uso del agua	Heladas, calor, sequía, lluvias torrenciales	Personalizado	Actual/ Planificado	Adaptación anticipatoria/ Adaptación reactiva
	Plantar árboles	Crear sombra y protegerse del calor	Calor, sequía	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada

	Preservación de la diversidad genética mediante viveros de árboles	Recolección de semillas y explotación de viveros de árboles	Sequía, pérdida de biodiversidad	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Veranada tradicional	Conservación de los pastos y suministro de forraje mediante la ganadería estacional	Sequedad	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Proyectos de turismo sostenible	Desarrollo de proyectos que muestren la naturaleza y la agricultura para educar a otros	Todas las categorías	Personalizado	Planificado	Adaptación anticipada
	Ampliación de invernaderos	Ampliación del invernadero para venta y uso propio	Heladas, calor, sequía, lluvias torrenciales	Personalizado	Planificado	Adaptación anticipada
Ajustes energéticos	Utilización de paneles solares	Generación de electricidad mediante paneles solares	Aprovechamiento de la radiación solar	Personalizado	Actual/Planificado	Adaptación autónoma
	Utilización de la tecnología solar para la gestión del agua	Bombas solares para bombear agua	Sequedad	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Baños con calefacción solar	Reducción del consumo de energía mediante baños alimentados por energía solar	Aprovechamiento de la radiación solar	Personalizado	Planificado	Adaptación autónoma
Casa e infraestructura	Limpieza de la zona exterior	Preparación ante las lluvias para evitar daños	Lluvia fuerte	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Almacenamiento temprano de leña	Almacenamiento de provisiones para prepararse para el invierno	Lluvia fuerte, heladas, frío	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma/
	Preparación de las tuberías de agua	Proteger las tuberías de agua de las heladas	Heladas	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada

	Construcción de muros de piedra	Protección contra las inundaciones	Inundaciones/Lluvia	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Plantas de vegetación autóctona	Protección contra incendios mediante la adaptación de una vegetación diversa y autóctona	Incendios forestales, calor	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
	Desplazamiento a una zona segura/beneficiosa	Reubicación para evitar amenazas como corrimientos de tierras o escasez de agua, para aprovechar condiciones climáticas favorables	Lluvias torrenciales, sequía		Planificado	Adaptación anticipatoria/
Preparación para fenómenos meteorológicos extremos	Uso de previsiones tecnológicas para prepararse ante fenómenos meteorológicos	Utilización de las previsiones meteorológicas y los sistemas de información para prepararse ante fenómenos meteorológicos extremos.	Eventos meteorológicos extremos	Personalizado	Actual	Adaptación anticipada
Conservación de alimentos	Congelación y conservación	Conservación a largo plazo de los alimentos	Sequía, Heladas	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Almacenamiento tradicional de forraje para animales	Secado de forraje para animales para el invierno	Heladas, frío	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
	Secado	Secado de frijoles y elaboración de carne seca (posible sin fuente de electricidad)	Heladas,, Frío	Personalizado	Actual	Adaptación autónoma
Ajustes sociales	Almacenamiento comunitario de agua	Utilización de un tanque central de almacenamiento de agua para varios hogares	Escasez de agua	Colectivo	Actual	Adaptación planificada
	Intercambio de información sobre alertas meteorológicas	Coordinación e intercambio de información sobre fenómenos meteorológicos	Fenómenos meteorológicos extremos	Colectivo	Actual	Adaptación anticipada
	Evacuaciones conjuntas en caso de inundación	Coordinación de la evacuación por parte de la comunidad	Inundaciones	Colectivo	Actual	Adaptación planificada

Educación	Talleres Prodesal	Asistencia técnica y formación (por ejemplo, apicultura, cultivo de hortalizas)	Sequía, calor, fenómenos meteorológicos extremos	Estado	Actual	Adaptación planificada, Adaptación autónoma
	Financiación de recursos a través de Prodesal	Suministro de invernaderos y paneles solares	Sequía, calor,	Estado	Actual	Adaptación planificada
	Campañas de concienciación	Campañas sobre los efectos del calor y las medidas de protección (por ejemplo, crema solar, protección de los ancianos)	Calor	Estado	Actual	Adaptación planificada
Perspectivas espirituales	Confianza en la protección de Dios	Dejar la adaptación al clima en manos de los poderes cristianos, rezar	Todas las categorías	Personalizado	Actual/ planificado	
	Confianza en el poder de la naturaleza	Aceptación de las condiciones naturales y confianza en que la naturaleza controla sus propios procesos	Todas las categorías	Personalizado	Actual	

5. Discusión

Los resultados de este trabajo muestran que los habitantes de San Fabián perciben intensamente los cambios ambientales y a menudo los interpretan en el contexto del cambio climático. Con frecuencia se mencionan alteraciones en los patrones de precipitación, las temperaturas y el desplazamiento de las estaciones del año. Aunque no se puede establecer una causalidad directa entre las observaciones reportadas y el cambio climático, las percepciones consistentes de los encuestados apuntan a cambios significativos en su entorno. Estos resultados coinciden con la creciente sensibilización hacia el cambio climático en Chile, el cual, según el UNDP (2023), es reconocido como un fenómeno en curso por el 94 % de los chilenos.

5.1. Las Percepciones y las experiencias personales

Un tema central de las entrevistas es la disminución y la mayor imprevisibilidad de las precipitaciones, particularmente de lluvia y nieve. Los encuestados informan que estos cambios representan grandes desafíos para el abastecimiento de agua. Estas percepciones concuerdan con investigaciones en comunidades rurales de Chile, que también señalan una reducción de las precipitaciones y un aumento de la escasez de agua (Landaverde et al. 2022; Fourment et al. 2020; Bauer et al. 2022), así como con la percepción generalizada en el país (Rojas et al. 2020). Problemas similares también se han observado en la región vecina de Biobío, donde el abastecimiento de agua se puede ver como un problema urgente que es observado de comunidades locales (Torres et al. 2015, 2016). En ambas regiones, la escasez de agua se asocia tanto con cambios climáticos como con la silvicultura intensiva, que consume grandes cantidades de agua.

Además, muchos encuestados destacan el aumento de las temperaturas y la creciente sequedad durante los meses de verano. El calor del verano se describe como más intenso que en el pasado. Estas observaciones coinciden con estudios que muestran que las altas temperaturas y las olas de calor son indicadores clave del cambio climático en comunidades rurales y agrícolas (Landaverde et al. 2022; Pechan et al. 2023). También se mencionó con frecuencia el aumento de los incendios forestales en las entrevistas, los cuales se atribuyen a una combinación de temperaturas más altas, la actividad silvícola y factores humanos como el turismo.

El análisis también muestra que las experiencias personales desempeñan un papel central en la percepción del riesgo. La mayoría de los encuestados comprenden el cambio climático

principalmente a través de experiencias personales locales, más que a partir de fuentes científicas. Eventos especialmente impactantes, como tormentas o la desecación de fuentes de agua, se utilizan a menudo como evidencia del cambio climático y de los cambios en curso. Estos resultados están en línea con Weber et al. (2004) y Helgeson et al. (2012), quienes destacan que las experiencias personales tienen un impacto más fuerte en la percepción del riesgo que la información estadística. Esto se refleja en el predominio del tipo de comprensión (Ilustración 7: Tipos de comprensión del cambio climático) identificado como “afectados localmente con comprensión incierta”, que basa sus interpretaciones en experiencias personales, con un fuerte enfoque local, pero con incertidumbre sobre las causas y consecuencias a largo plazo. Además de las experiencias personales, las percepciones visuales son otro factor importante. Los encuestados informan sobre cambios que pueden observar directamente, como la reducción de la cobertura de nieve en las montañas o el cambio de color en los árboles. Estas percepciones visuales desempeñan un papel decisivo en la concienciación sobre el cambio climático (Kislinger et al., 2019). Barrett y Bosak señalan que los cambios visuales suelen ser percibidos con mayor facilidad que las tendencias a largo plazo y más abstractas (2018) Las perspectivas culturales y espirituales también influyen en la percepción de los cambios climáticos. Algunos encuestados recurren a explicaciones tradicionales o espirituales, como la sabiduría de la naturaleza o la voluntad divina, para interpretar los cambios ambientales. Estos resultados subrayan la importancia de las normas sociales, los valores culturales y los sistemas de conocimiento colectivo en la percepción del riesgo, como lo describen Grothmann & Patt (2005) y van der Linden (2015).

Los cambios climáticos tienen un impacto significativo en los medios de vida de los habitantes. En las entrevistas, se describe particularmente la producción agrícola como fuertemente afectada. La escasez de agua, las condiciones de cultivo inciertas y los rendimientos decrecientes representan grandes desafíos para muchos encuestados, especialmente porque practican la agricultura de subsistencia. Observaciones similares se han documentado en otras regiones rurales (Paerregaard 2020; Fourment et al. 2020; Landaverde et al. 2022). La dimensión afectiva de estas percepciones, como describe Van der Linden (2015), se refleja en la preocupación por la disponibilidad futura de agua y sus efectos en la agricultura.

Se ha identificado que los escenarios de cambio climático para Chile predicen un aumento de las temperaturas, acompañado de una reducción de las precipitaciones anuales (Araya-Osses et al. 2020; WBG 2021). Estas tendencias podrían limitar aún más la disponibilidad de agua y agravar los desafíos ya existentes en la región.

5.2. Discrepancia entre datos y percepción

Los resultados de este trabajo ilustran la compleja relación entre la percepción de los cambios climáticos por parte de los habitantes de San Fabián y los datos climáticos científicos. En muchos casos, las observaciones de los entrevistados coinciden con los datos de los modelos, como por ejemplo, en la percepción de un aumento de días calurosos. Numerosos entrevistados señalan que los veranos en los últimos años han sido notablemente más cálidos, que la estación estival se ha prolongado y que el invierno comienza más tarde, lo cual es respaldado por los modelos de temperatura. Al mismo tiempo, las entrevistas muestran que la percepción de los cambios climáticos no puede explicarse únicamente con datos, sino que está profundamente influenciada por experiencias personales, contextos culturales y comparaciones históricas.

Un tema central de las entrevistas es la percepción de la sequía. Muchos habitantes describen la región como más seca en la actualidad en comparación con su infancia, con una menor regularidad y duración de los períodos de lluvia. Los análisis de los modelos confirman estas observaciones para los últimos años, pero muestran que a largo plazo, desde 1960, época que coincide con la infancia de muchos entrevistados, solo se ha registrado una reducción mínima en las precipitaciones anuales. Sin embargo, se observan diferencias significativas a partir de la megasequía de 2010, un período caracterizado por precipitaciones extraordinariamente bajas. Esta discrepancia sugiere que la percepción está influenciada principalmente por eventos recientes y particularmente impactantes. La fuerte referencia a la infancia, asociada a períodos de lluvias más prolongados y consistentes, indica que el pasado a menudo se romantiza y se percibe como ideal, un fenómeno también identificado en otros estudios (Bauer et al. 2022; Haboucha & Jofré 2022; Soares & Sandoval-Ayala 2016). Además, investigaciones previas muestran que la sequía y, en particular, la disminución de las precipitaciones en comunidades rurales e indígenas suelen percibirse como especialmente amenazantes, ya que afectan directamente las prácticas agrícolas y la disponibilidad de agua, lo que les confiere un alto valor cultural y un enfoque particular (Landaverde et al. 2022; Azócar et al. 2024).

Otro fenómeno frecuentemente descrito es el desplazamiento de las estaciones. Aunque muchas de estas observaciones están respaldadas por los datos de los modelos, también se describen percepciones que no encuentran sustento en ellos. Muchas percepciones se orientan según ciclos agrícolas. Así, por ejemplo, se percibe un inicio tardío de la primavera y se asocia con riesgos para la siembra, mientras que los modelos muestran una tendencia opuesta. Estos conceptos temporales cíclicos apenas se reflejan en los modelos climáticos lineales (Kieslinger

et al., 2019) y revelan una vulnerabilidad específica del lugar que no es captada estadísticamente (O'Brien et al., 2007). Estos marcos de percepción influyen de manera significativa en la conciencia individual del riesgo y en el comportamiento de adaptación (Landaverde et al., 2022). La percepción de eventos climáticos extremos también muestra una discrepancia con los datos científicos. Algunos habitantes reportan un aumento de eventos de lluvias intensas, aunque esto no pudo confirmarse de manera concluyente en los modelos. Esta percepción podría estar intensificada por experiencias personales, como daños a terrenos agrícolas o viviendas. Otro ejemplo de estas divergencias es la percepción de un "estado normal" en el año 2023. Aunque los datos de los modelos indican que dicho año fue una anomalía en términos de precipitación, muchos habitantes lo describieron como un retorno a la normalidad. Estas discrepancias destacan que las percepciones subjetivas están profundamente moldeadas por experiencias individuales y construcciones sociales.

Al mismo tiempo, los resultados subrayan las limitaciones de los modelos científicos y los datos de las estaciones. Los microclimas y las diferencias de altitud en el área de estudio no pueden ser completamente captados por los modelos, lo que resulta en discrepancias. Además, los datos disponibles de las estaciones abarcan solo períodos cortos y no proporcionan una visión completa de toda la zona de estudio. Estas limitaciones enfatizan la necesidad de considerar las percepciones locales como una fuente complementaria de información. Las observaciones subjetivas ofrecen perspectivas valiosas sobre cambios climáticos a pequeña escala que a menudo no son captados por los datos científicos (Pechan et al. 2023; Eakin et al. 2014).

En conclusión, este análisis demuestra que la percepción subjetiva de los cambios climáticos no debe considerarse "errónea", incluso cuando no siempre se correlaciona con los datos científicos. Por el contrario, estas percepciones reflejan las condiciones de vida específicas y las experiencias personales de los habitantes. Como lo han demostrado estudios previos, estas percepciones están frecuentemente influenciadas por factores históricos y vinculadas estrechamente a los desafíos cotidianos de la vida (Meze-Hausken 2004; Kieslinger et al. 2019). Por lo tanto, los actores pueden verse afectados de manera diferente y mostrar percepciones distintas dependiendo de las condiciones específicas del lugar, en combinación con la magnitud de las tendencias climáticas, los eventos extremos y su resiliencia personal (Kieslinger et al. 2019). Estos hallazgos subrayan la necesidad de enfoques interdisciplinarios en la investigación climática que integren tanto datos cuantitativos como cualitativos para comprender la complejidad de los cambios climáticos y sus impactos a nivel local (Kieslinger et al. 2019; López et al. 2017).

5.3. Diversidad de métodos de adaptación

Numerosos estudios demuestran que la percepción y la comprensión del cambio climático son esenciales para la disposición a implementar medidas de adaptación (Eakin et al. 2014; Landaverde et al. 2022; Vargas-Burgos 2023; Bauer et al. 2022). Se ha identificado que los habitantes de San Fabián ya perciben cambios en el medio ambiente y los asocian con el cambio climático, además de haber experimentado eventos climáticos extremos. Estas reacciones afectivas impulsan la percepción de amenaza del cambio climático y fomentan la conciencia sobre la necesidad de adaptarse (van der Linden 2015). Las experiencias personales con los cambios climáticos se destacan como una de las principales motivaciones para la adaptación. Muchos entrevistados también expresaron preocupación por las condiciones climáticas futuras y la disponibilidad de agua. Emociones negativas como el miedo o la preocupación son fuertes predictores de la percepción de riesgo y de la disposición a actuar. Estas emociones suelen motivar respuestas más contundentes que los procesos puramente cognitivos (van der Linden 2015, Weber 2010), y en San Fabián pueden considerarse como desencadenantes clave para la implementación de medidas de adaptación.

Además, la motivación para implementar medidas de adaptación en San Fabián está fuertemente influida por la presión económica. La alta dependencia de las condiciones climáticas afecta la vida de las personas de diversas maneras. Los rendimientos agrícolas, la disponibilidad de agua y la calidad de vida en general están directamente vinculados a los cambios climáticos. Esta presión económica impulsa a muchos habitantes a adaptarse activamente a las condiciones ambientales cambiantes y resalta la particular vulnerabilidad de las regiones rurales debido a su desventaja económica (OCDE 2016). Junto con las consideraciones económicas, también desempeñan un papel importante la fuerte conexión con la naturaleza y un sentido de responsabilidad hacia las generaciones futuras. Esta conexión con la naturaleza a menudo se complementa con espiritualidad y religiosidad, cuyo impacto en las medidas de adaptación también ha sido destacado en otros estudios (Carmona et al. 2023).

También la “eficacia percibida de la respuesta” desempeña un papel importante. Según Bradley et al. (2020), los habitantes que confían en la efectividad de sus propias acciones están más dispuestos a seguir estrategias proactivas. Donde estas condiciones no se dan, incluso una alta percepción del riesgo puede derivar en inacción o resignación (Grothmann & Patt 2005). En contextos vulnerables, no solo la percepción del riesgo, sino también el acceso a medios concretos de acción resulta decisivo para que la adaptación sea efectiva. Las entrevistas

revelaron aquí un obstáculo significativo en este ámbito. Proyectos como el Embalse Punilla, cuyo objetivo es mejorar la disponibilidad de agua para el riego agrícola, también causarían la inundación de áreas habitadas como Los Sauces, obligando a sus residentes a reubicarse. Según los entrevistados, esta perspectiva genera incertidumbre sobre la utilidad a largo plazo de las medidas de adaptación, lo que desalienta la inversión en estas. Además, factores externos que afectan la disponibilidad de agua, como la industria forestal y la inmigración, citados con frecuencia, también reducen la percepción de la eficacia de las respuestas, disminuyendo la motivación para implementar medidas de adaptación. Los habitantes reportaron que sus esfuerzos por reducir el riesgo de incendios mediante la reforestación con vegetación nativa tienen poco éxito mientras la industria forestal permanezca sin regulación. Asimismo, señalaron que las medidas de gestión del agua tienen un alcance limitado mientras el consumo intensivo de agua por parte de la industria forestal continúe.

Las creencias espirituales mencionadas pueden actuar como un factor motivador, pero también pueden llevar a una postura fatalista, donde los cambios climáticos se aceptan como inevitables. Estas perspectivas afectan negativamente la percepción de eficacia y destacan las complejas interacciones entre los factores sociales, culturales y económicos en la región.

En general, en la zona de estudio se identificó una amplia variedad de medidas de adaptación a las condiciones climáticas. La mayoría de las medidas documentadas pueden clasificarse como "adaptación reactiva", ya que responden directamente a cambios climáticos perceptibles. Prácticas como la limpieza de sistemas de riego, la construcción de nuevos pozos o la desviación de fuentes de agua reflejan estrategias de corto plazo dirigidas a desafíos inmediatos.

La "adaptación autónoma" también es particularmente común en San Fabián, manifestándose en prácticas tradicionales como las veranadas o el secado de alimentos y forrajes. Este tipo de adaptación ocurre a menudo de manera inconsciente y resulta de la necesidad de ajustarse a las condiciones ambientales cambiantes o a las presiones económicas, sin que los afectados la perciban explícitamente como adaptación al cambio climático. La fuerte presencia de estas medidas autónomas subraya la histórica autosuficiencia de la región, donde los habitantes han ajustado su vida a condiciones climáticas desafiantes durante generaciones. Sin embargo, se observa que eventos climáticos extremos impredecibles o desarrollos a largo plazo, como la megasequía, limitan cada vez más la efectividad de estas medidas. Por otro lado, las medidas de adaptación anticipatoria se centran principalmente en prevenir la escasez de agua, lo que se explica por el hecho de que este es el cambio ambiental más percibido. Estas medidas incluyen

estrategias de eficiencia y conservación de recursos a largo plazo, como la implementación de sistemas de riego por goteo, que garantizan la producción agrícola incluso en períodos de sequía extrema, o la transición a cultivos de secano. Estos ejemplos ilustran la diversidad de formas de adaptación, que abarcan tanto reacciones inmediatas como estrategias proactivas. Se observa una marcada desigualdad en la implementación de las medidas de adaptación. Mientras que algunos habitantes destacan por estrategias bien diseñadas que incluyen una variedad de medidas en gestión del agua, reforestación y uso de energías renovables (p. ej., H_47_C, H_75_C), muchos otros no mencionan medidas de adaptación conscientes o se limitan a aquellas que no requieren costos adicionales. Esto sugiere una disparidad significativa tanto en la percepción de la utilidad de las medidas de adaptación como en las posibilidades económicas para implementarlas. Se puede formular una primera hipótesis preliminar: especialmente las personas clasificadas en la categoría "informados científicamente con conciencia de la influencia humana" muestran un fuerte compromiso con el desarrollo e implementación de medidas de adaptación anticipatoria. Sin embargo, sería necesario realizar estudios cuantitativos adicionales para verificar esta hipótesis.

5.4. Importancia del conocimiento ecológico tradicional (TEK)

El conocimiento ecológico tradicional (TEK) desempeña un papel central en el desarrollo y la implementación sostenible de estrategias de adaptación al cambio climático en San Fabián. Prácticas como la trashumancia estacional hacia zonas más altas (veranada) constituyen desde siempre medidas que aprovechan intencionadamente las condiciones climáticas y están históricamente vinculadas a los modos de vida de grupos indígenas transhumantes como los Pehuenches y Chiquillanes (Davies Lenoble 2019). Los encuestados describen la tradición intergeneracional de esta práctica y ejemplifican cómo el TEK, según Agrawal y Perrin, proporciona conocimientos específicos que a menudo derivan de décadas de experiencia y están adaptados a las condiciones locales (2009). El TEK no se manifiesta únicamente en prácticas tradicionales, sino que también moldea la acción cotidiana. Los encuestados describieron que las decisiones sobre siembra, cosecha, cría de animales, almacenamiento de leña o conservación de alimentos se toman siempre en referencia a experiencias pasadas, observaciones de cambios climáticos y patrones interpretativos intergeneracionales. De este modo, el TEK constituye una forma vivida de conocimiento situacionalmente adaptado, profundamente arraigada en la vida diaria. Ayuda así a afrontar desafíos estacionales, los cuales pueden intensificarse debido al cambio climático. Se hace evidente cómo el TEK permite una adaptación específica al lugar, tal como lo describen Finn et al. (2017) y Hosen et al. (2020). Los encuestados enfatizan el

valor de estas técnicas y mencionan que estas prácticas deberían explicarse también a los recién llegados para garantizar una vida segura en San Fabián, lo que respalda las observaciones de Gómez-Baggethun et al. (2012) sobre la gran importancia de las estrategias locales.

Al mismo tiempo, se observa que estas prácticas no son estáticas. Algunos encuestados señalaron que actividades como la veranada apenas son económicamente viables o resultan físicamente exigentes para las personas mayores. Como consecuencia, algunos arrieros utilizan hoy en día su conocimiento del terreno y del clima en nuevos contextos, como en ofertas turísticas tales como excursiones a caballo o asados tradicionales. Estos desarrollos muestran que el TEK también puede asumir una función económica y adaptarse a cambios estructurales como la creciente orientación turística de la región. Las técnicas descritas subrayan el alto valor del TEK como recurso sostenible, económicamente viable y culturalmente arraigado (Sakapaji 2022; Lemi 2019), que también puede utilizarse para la adaptación al clima. En consecuencia, numerosos estudios abogan por integrar sistemáticamente el TEK en futuras estrategias de adaptación (Biskupska y Salamanca 2020; Rai et al. 2024).

Al mismo tiempo, programas como el proyecto FIC muestran los desafíos en la transmisión de este conocimiento, especialmente con respecto a la migración y al cambio demográfico entre los portadores del conocimiento (Alarcón Barrueto et al. 2024a). Considerando los cambios sociales, económicos y ecológicos en curso, su reconocimiento como estrategia de adaptación al cambio climático debe abarcar tanto las formas tradicionales de expresión como las transformaciones actuales. Sin embargo, no se debe pasar por alto que incluso las formas de vida y producción tradicionales pueden tener impactos ecológicos (FAO 2019, Razeto et al. 2023). Para contribuir a una resiliencia a largo plazo frente a los cambios climáticos, su aplicación no debería ser extensiva, sino ecológicamente sostenible. En este contexto, los formatos participativos y los talleres comunitarios pueden contribuir no solo a la preservación, sino también al desarrollo y a la integración social del conocimiento ecológico tradicional (TEK), promoviendo así una adaptación al cambio climático eficaz y arraigada localmente.

5.5. El Abandono del estado

La percepción de las medidas de adaptación promovidas por el Estado en San Fabián refleja tanto intentos de apoyo como notables deficiencias estructurales, que se evidencian especialmente en zonas remotas como la Cordillera. Las entrevistas destacan que algunos habitantes han tenido experiencias positivas con programas estatales como Prodesal, que ofrece apoyo técnico y recursos para prácticas agrícolas sostenibles. Sin embargo, también queda claro

que estas medidas no alcanzan a toda la población, especialmente en áreas más alejadas y menos pobladas.

Algunas iniciativas colectivas, como el uso de un grupo de WhatsApp en coordinación con ONEMI, permiten a los residentes recibir alertas meteorológicas a tiempo. Esto demuestra que instituciones como la Oficina Nacional de Emergencia intentan ser efectivas incluso en zonas remotas. No obstante, las entrevistas subrayan que estas medidas suelen ser reactivas y carecen de soluciones preventivas a largo plazo. En áreas como los Sauces, donde no hay una conexión de internet permanente, la participación en estas iniciativas resulta imposible. Esta crítica coincide con observaciones previas que indican que las políticas públicas en las zonas rurales de Chile suelen limitarse a la asistencia en emergencias, mientras que las estrategias preventivas y las mejoras en la infraestructura son escasas (Bergramini & Rasse 2022). En regiones aisladas como la Cordillera de San Fabián, la percepción de la falta de apoyo estatal es especialmente fuerte. Los habitantes informan que las ayudas suelen implicar largos periodos de espera y que solo se materializan en casos de eventos extremos. Los habitantes de las zonas más alejadas del pueblo se sienten como "la última prioridad" (H_55_C), ya que el aislamiento geográfico y la escasa población los excluyen de la atención política e institucional. Esta situación refleja una lógica de inversión estatal que prioriza la rentabilidad en territorios con alta concentración poblacional, en desmedro de áreas rurales dispersas, lo cual dificulta la implementación de medidas estructurales de infraestructura, conectividad o adaptación climática (Bergramini & Rasse 2022; OCDE 2016). Así, la falta de apoyo sostenido y de planificación preventiva refuerza la vulnerabilidad territorial frente a crisis climáticas.

El proyecto de construcción del embalse Punilla exacerba esta problemática y se presenta como un ejemplo central de las tensiones entre las decisiones estatales y las necesidades de la población local. Los entrevistados interpretan este proyecto como una muestra de desatención a las necesidades locales por parte del Estado, priorizando intereses económicos. Además, subrayan los impactos negativos de la industria forestal, que con grandes monocultivos de pinos y eucaliptos consume enormes cantidades de agua y afecta gravemente al medio ambiente local. Esta interacción refuerza en muchos entrevistados la percepción de que las decisiones estatales priorizan los intereses económicos por encima de las necesidades de la población local, lo que genera frustración y resignación en relación con las medidas de adaptación.

En otras investigaciones se observa que, ante la falta de una respuesta estatal adecuada, algunas comunidades recurren a otras formas de apoyo, como la iglesia cristiana (Gooren 2015,

Gallardo-Peralta & Fernández Lorca 2022). En este contexto, en varias entrevistas se menciona el papel de la iglesia y de Dios como fuente de estabilidad en situaciones de precariedad, y se hace evidente que este entorno religioso también influye en la percepción del cambio climático y en la forma de enfrentarlo. Expresiones como “*Es lo que Dios da*” remiten a un posible encuadre religioso de dicha percepción, presente en distintos testimonios. Sin embargo, esta forma de contención no reemplaza soluciones estructurales.

Los ejemplos muestran que las estrategias de adaptación efectivas no solo deben incluir soluciones técnicas, sino que también deben integrar las realidades sociales y ecológicas del lugar. Solo de esta manera se podrá abordar de manera adecuada las necesidades de las comunidades locales y garantizar una respuesta más equitativa y sostenible a los desafíos climáticos.

5.6. Reflexión crítica: Metodología y relaciones de poder

La metodología utilizada en este trabajo, basada en observación participante, entrevistas semiestructuradas y la combinación con datos climáticos, proporcionó una base sólida para investigar la percepción y la adaptación al cambio climático en San Fabián. Las fortalezas de esta metodología radican especialmente en la posibilidad de acceder a redes informales mediante medidas de construcción de confianza, como la observación participante, e incluir diversas perspectivas en el estudio (Appel 2020). Además, las entrevistas semiestructuradas permitieron obtener valiosos conocimientos sobre experiencias personales y culturales, mientras que los datos climáticos científicos ofrecieron tendencias objetivas para contextualizar las percepciones subjetivas. Sin embargo, también se evidenciaron limitaciones significativas. La limitada disponibilidad de datos meteorológicos locales, que solo estaban completos para un año, llevó a depender de modelos ERA5. Aunque estos modelos mostraron una alta correlación con los datos locales de temperatura (0,95), presentaron discrepancias en los patrones de precipitación (correlación: 0,78; MAE: 2,85 mm). Estas diferencias podrían haber afectado los resultados, especialmente en relación con los cambios estacionales o los eventos extremos. Además, aunque el tamaño de muestra de 16 entrevistas fue elegido de forma intencionada, no es representativo, lo que implica que los resultados aportan indicios de dinámicas locales más que afirmaciones generalizables.

La investigación fue realizada por una científica externa alemana, cuyo trasfondo académico y cultural está influido por una formación en ciencias sociales en el Norte Global, siendo el idioma uno de los principales desafíos. El uso de una lengua que no es su lengua materna,

aplicado en un contexto rural con particularidades regionales, puede generar limitaciones a la hora de captar matices culturales. Aunque las transcripciones fueron revisadas por una hablante nativa, no se pueden descartar diferencias sutiles en la conducción de las entrevistas y en la interpretación. Además, la percepción de la investigadora como una persona externa pudo haber influido en las respuestas de las personas entrevistadas, quienes podrían haber adaptado sus discursos o priorizado ciertos temas. Esta situación plantea, más allá de los obstáculos lingüísticos, cuestiones fundamentales sobre representación, relaciones de poder y adecuación metodológica, especialmente al tratar con el conocimiento ecológico tradicional (TEK), interpretaciones espirituales y narrativas personales de experiencia. Las entrevistas en San Fabián muestran que las explicaciones espirituales y religiosas desempeñan un papel central en la percepción de los cambios en la naturaleza (“Es lo que Dios da”, “La naturaleza es muy sabia y ella es la que manda”). Estas perspectivas reflejan una ontología local en la que el ser humano y la naturaleza están profundamente interrelacionados, en contraste con los modelos de conocimiento científico-racionalistas, que tienden a enfatizar relaciones causales lineales y a separar al ser humano del entorno (Walter y Suina 2023). Investigaciones anteriores han demostrado que los métodos científicos convencionales, como las entrevistas, la codificación, el análisis temático y el uso de modelos climáticos, tienden a excluir formas alternativas de conocimiento o a encajarlas dentro de narrativas con rasgos coloniales (Thambinathan y Kinsella 2021). La metodología utilizada en este trabajo también sigue predominantemente estándares académicos hegemónicos, lo cual puede marginar cosmologías cíclicas u holísticas como las que sustentan el TEK. Walter y Suina (2023) subrayan la necesidad de una reflexión crítica sobre las propias posiciones epistémicas para evitar la producción de conocimiento asimétrica. Taha (2018) destaca que una reflexividad deliberada permite reducir las desigualdades de poder y reconocer a las personas entrevistadas como coproductoras de conocimiento. Esto implica también cuestionar la idea de que el conocimiento académico del Norte Global sea la única fuente legítima de saber.

Este trabajo intentó integrar la reflexividad mediante una revisión continua del propio posicionamiento y el desarrollo iterativo del guion de entrevista. El uso de preguntas abiertas y sensibles al contexto, la integración a través de conversaciones informales y observación participante, así como la consideración de recomendaciones locales, como elegir espacios conocidos para las entrevistas o adaptar el lenguaje a referencias culturales compartidas, contribuyeron a reducir las asimetrías entre investigadora y entrevistados. Sin embargo, el marco metodológico permaneció anclado en tradiciones académicas del Norte Global, lo que posiblemente excluyó dimensiones espirituales o culturales más profundas del TEK.

Formas más profundas de investigación participativa, como la coevaluación de entrevistas, no pudieron implementarse por limitaciones de tiempo y recursos. No obstante, Walter y Suina (2019) enfatizan que la interpretación participativa de los datos es clave para relativizar el poder interpretativo de los investigadores. Para futuras investigaciones, se recomienda un enfoque participativo también en la fase de análisis, siguiendo el principio de la soberanía de los datos indígenas (Kukutai y Taylor 2016) o mediante la producción horizontal del conocimiento basada en el diálogo equitativo (Corona Berkin 2024). Estas estrategias no solo permitirían reducir asimetrías de poder, sino también favorecer una comprensión más profunda de los contextos culturales y sociales en los que se desarrolla el TEK, contribuyendo así de manera significativa a la identificación de vulnerabilidades y capacidades local

6. Conclusión y perspectivas

Los resultados de este trabajo destacan la importancia central de la percepción local de los cambios climáticos y de las consecuencias ya observadas por los habitantes de San Fabián. Los cambios en los patrones de precipitación, las temperaturas y el desplazamiento de las estaciones, así como sus impactos en la disponibilidad de agua y la producción agrícola, subrayan la alta vulnerabilidad de las comunidades rurales ante los efectos del cambio climático. Estas percepciones no solo reflejan los desafíos actuales, sino que también ofrecen valiosas perspectivas sobre realidades locales que, a menudo, no son completamente captadas por los modelos climáticos científicos (Eakin et al. 2014; Meze-Hausken 2004; Kieslinger et al. 2019).

La investigación muestra además que la adaptación al cambio climático en San Fabián ya se está llevando a cabo y es considerada mayoritariamente como necesaria, pero al mismo tiempo la capacidad de adaptación de la población rural está considerablemente limitada por desventajas sociales, económicas e infraestructurales. Aunque algunos habitantes valoran positivamente el apoyo puntual de programas estatales, regiones estructuralmente desfavorecidas como la Cordillera de San Fabián carecen de medidas estatales preventivas y a largo plazo. El aislamiento de estas zonas conduce a un acceso desigual a recursos e infraestructuras (Bergramini & Rasse 2022) y debilita aún más la confianza de la población en la acción estatal. Grandes proyectos como la represa Punilla y la silvicultura intensiva en consumo de agua agravan estas desigualdades y al mismo tiempo socavan la confianza en la eficacia de las medidas de adaptación planificadas individualmente, lo que genera en conjunto resignación y fatalismo frente al cambio climático. Por lo tanto, la adaptación no fracasa por

falta de conocimientos o de conciencia, sino por la persistencia de barreras socioeconómicas e institucionales que restringen estructuralmente los márgenes de acción locales. Al mismo tiempo, este trabajo resalta el papel fundamental de la conexión con la naturaleza, la espiritualidad y el conocimiento ecológico tradicional (TEK). Prácticas que se basan en el conocimiento y la interpretación de las condiciones naturales, son elementos clave de las estrategias de adaptación de los habitantes de San Fabián ante condiciones climáticas extremas, las cuales se intensificarán en escenarios futuros. Estas técnicas y saberes intergeneracionales, profundamente arraigados en la cultura local, ofrecen enfoques sostenibles y de bajo costo para enfrentar los desafíos climáticos. Además, se observa que una estrategia del TEK reside en su "valor de mercado" y que el conocimiento relacionado con las condiciones climáticas en San Fabián, debido a su carácter turístico, se reinterpreta económicamente. Ante los límites de las respuestas estatales y la falta de medidas estructurales a largo plazo, el TEK representa una alternativa local relevante, aunque también vulnerable. Su reconocimiento e integración en las políticas de adaptación debe considerar tanto su dimensión cultural como su potencial económico y su carácter dinámico. De este modo, se evita una visión idealizada y se reconoce su papel realista dentro de un marco de adaptación multinivel.

Para aprovechar estos potenciales, las estrategias políticas futuras deberían incorporar de manera sistemática las perspectivas locales. Procedimientos participativos, como los implementados en la elaboración del Plan de Acción de Zona de Interés Turístico (Subsecretaría de Turismo 2021) en San Fabián, ilustran de manera ejemplar cómo se pueden integrar productivamente los conocimientos y necesidades locales. Su fortalecimiento, especialmente en territorios estructuralmente marginados, puede aumentar la sostenibilidad de las medidas de adaptación y, al mismo tiempo, reducir las asimetrías de poder en los procesos de toma de decisiones (Biskupska & Salamanca 2020; Corona Berkin 2024).

Asimismo, esta investigación pone de manifiesto la necesidad de abordar las desigualdades estructurales entre las regiones centrales y las áreas remotas. Inversiones específicas en infraestructura y en resiliencia a largo plazo podrían contribuir a reducir las desventajas sociales y económicas de las comunidades rurales.

En cuanto a la investigación, sería deseable en el futuro un enfoque más participativo para reducir las asimetrías de poder entre los investigadores y las comunidades locales. La inclusión activa de la población, por ejemplo, en la interpretación de los resultados, podría ayudar a considerar mejor los matices culturales y sociales y a compartir el poder interpretativo (Walter

& Suina 2023). Además, se podrían incorporar enfoques cuantitativos en futuras investigaciones para aumentar la representatividad de los resultados y examinar estadísticamente cuestiones específicas, como la relación entre personas con formación científica y la implementación de medidas anticipatorias.

En conclusión, este trabajo demuestra que una adaptación climática exitosa requiere la integración de datos científicos y perspectivas locales. La combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos, junto con métodos interdisciplinarios, es esencial para abordar adecuadamente los complejos desafíos del cambio climático y sus impactos en comunidades rurales como San Fabián. Solo mediante la colaboración entre la ciencia, la política y las comunidades afectadas se podrán desarrollar estrategias de adaptación efectivas y justas a largo plazo.

Bibliografía

Bibliografía de literatura

- Adger, W. N., Brown, K., Nelson, D. R., Berkes, F., Eakin, H., Folke, C., ... & Tompkins, E. L. (2011). Resilience implications of policy responses to climate change. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(5), 757-766.
- Agrawal, A., & Perrin, N. (2009). Climate adaptation, local institutions and rural livelihoods. *Adapting to climate change: thresholds, values, governance*, 350-367. Cambridge: Cambridge University Press.
- Aigo, J., & Ladio, A. (2024). The role of Mapuche communities as guardians of basin headwaters in northern Patagonia. *Inland Waters*. Publicación anticipada en línea. <https://doi.org/10.1080/20442041.2024.2433880>
- Alarcón Barrueto, E., Uribe Ferrada, S., Escares Cifuentes, C., & Frez Figueroa, R. (2024a). *Informe Técnico - Análisis cualitativo sobre el sistema de vida Arriero-Aampesino en población aislada del sector cordillerano de San Fabián en la Reserva de Biósfera. Programa de Gestión Ambiental Sustentable (FIC) Reserva de Biósfera "Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja"*.
- Alarcón Barrueto, E., Uribe Ferrada, S., Escares Cifuentes, C., & Frez Figueroa, R. (2024b). *Informe Técnico - resultados de encuesta exploratoria de caracterización social de población aislada en sectores cordilleranos de San Fabián en la Reserva de Biósfera. Programa de Gestión Ambiental Sustentable (FIC) Reserva de Biósfera "Corredor Biológico Nevados de Chillán-Laguna del Laja"*.
- Alarcón Ortega, A., & Soto Fuentes, G. (2013). *Embalse Punilla, ¿agricultores a favor o en contra del proyecto?* Universidad del Bío-Bío. <http://repopib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/480>
- Aldunce, P., Araya, D., Sapiain, R., Ramos, I., Lillo, G., Urquiza, A., & Garreaud, R. (2017). Local perception of drought impacts in a changing climate: The mega-drought in central Chile. *Sustainability*, 9(11), Article 12053. <https://doi.org/10.3390/su9112053>
- Altea, L. (2020). Perceptions of climate change and its impacts: A comparison between farmers and institutions in the Amazonas Region of Peru. *Climate and Development*, 12(2), 134-146. <https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1605285>
- Andueza, L. (2023). Notes on climate, late neoliberalism, and the hydropolitics of crisis in Chile/Notas sobre clima, neoliberalismo tardío, e hidropolítica de la crisis en Chile. *Journal of Latin American Geography*, 22(3), 140-150. <https://doi.org/10.1353/lag.2023.a915671>
- Anríquez, G., Calabrese, J., Foster, W., Keim, K., & Osses, P. (2024). Refining the scale of the rural-urban landscape: A policy-relevant application to Chile. *Applied Geog*, 168, 103318. [10.1016/j.apgeog.2024.103318](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2024.103318)

- Anugwa, I. Q., Obossou, E. A. R., Onyeneke, R. U., & Chah, J. M. (2023). Gender perspectives in vulnerability of Nigeria's agriculture to climate change impacts: a systematic review. *GeoJournal*, 88(1), 1139-1155. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10638-z>
- Appel, A. (2020). Qualitative Methoden. In C. Neiberger & B. Hahn (Eds.), *Geographische Handelsforschung* (pp. 273-282). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59080-5_24
- Araya-Osses, D., Lillo-Saavedra, D., Marcello, D. C., Iturbide-Sánchez, L., & González-Sosa, M. (2020). Multi-season climate forecasting for small-scale agriculture in Chile: Bridging the gap between scientific advancements and farmers' needs. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 25(1), 20-41. doi: 10.1007/s11027-019-09936-5
- Azócar, G., Valderrama, N., & Torres, R. (2024). Sin tierra y agua en Wallmapu: Explorando relaciones causales y percepciones en la cuenca del río Chol-Chol, La Araucanía, Chile. *Manuscrito no publicado*. Universidad de Concepción.
- CAF - Banco de Desarrollo de América Latina (2018). *Bases físicas e indicadores del cambio climático en América Latina y el Caribe*. https://publications.caf.com/media/53044/bases_fisicas_clima_caf2018.pdf
- Banfield, C., Braun, A., Barra, R., Castillo, A., & Vogt, J. (2018). Erosion proxies in an exotic tree plantation question the appropriate land use in Central Chile. *Catena*, 161, 77-84. [10.1016/j.catena.2017.10.017](https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.10.017)
- Barrett K, Bosak K. 2018. The role of place in adapting to climate change: A case study from Ladakh, Western Himalayas. *Sustainability* 10(4):898. <https://doi.org/10.3390/su10040898>.
- Barton, J. R., & Murray, W. E. (2009). Grounding Geographies of Economic Globalisation: Globalised Spaces in Chile's Non-Traditional Export Sector, 1980-2005. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 100(1), 81-100. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2009.00503.x>
- Bauer, C. 1998. Slippery property rights: Multiple water uses and the neoliberal model in Chile, 1981-1995. *Natural Resources Journal* 38(1): 109-155. <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol38/iss1/5>
- Bauer, C. J. (2015). Water conflicts and entrenched governance problems in Chile's market model. *Water Alternatives*, 8(2), 147-172 <https://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol8/v8issue2/285-a8-2-8/file>
- Bauer, T. N., De Jong, W., & Ingram, V. (2022). Perception matters: An Indigenous perspective on climate change and its effects on forest-based livelihoods in the Amazon. *Ecology and Society*, 27(1), 17. <https://doi.org/10.5751/ES-12837-270117>

- Bergramini, K., & Rasse, A. (2022). *Política nacional de desarrollo rural: Implementación, institucionalización y desafíos para Chile*. Centro de Políticas Públicas UC, 155, 1-20. ISSN 0718-9745.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological applications*, 10(5), 1251-1262. <https://doi.org/10.2307/2641280>
- Biblioteca Del Congreso Nacional. (2017). *San Fabián Reporte comunal*. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2017&idcom=8417
- Biblioteca Del Congreso Nacional. (2023). *San Fabián Reporte Comunal 2023*. <https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/repordf.html?anno=2023&idcom=16304>
- Biskupska, N., & Salamanca, A. (2020). Co-designing climate services to integrate traditional ecological knowledge. *Stockholm Environment Institute Report*, October 2020. Stockholm Environment Institute.
- Boisier, J. P., Alvarez-Garreton, C., Marinao, R., & Galleguillos, M. (2024). Increasing water stress in Chile evidenced by novel datasets of water availability, land use and water use. *EGUsphere*, 2024, 1-50. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-2695>
- Bradford, R. A., O'Sullivan, J. J., Van Der Craats, I. M., Krywkow, J., Rotko, P., Aaltonen, J., Bonaiuto, M., De Dominicis, S., Waylen, K., & Schelfaut, K. (2012). Risk perception: Issues for flood management in Europe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(7), 2299–2309. <https://doi.org/10.5194/nhess-12-2299-2012>
- Bradley, G. L., Babutsidze, Z., Chai, A., & Reser, J. P. (2020). The role of climate change risk perception, response efficacy, and psychological adaptation in pro-environmental behavior: A two nation study. *Journal of Environmental Psychology*, 68, 101410.
- Bustos, B., Contreras, Y., & Insunza, X. (2021). *La política nacional rural 2020: aportes para el proceso constituyente*. Vicerrectoría de investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile.
- Carmona, J. Petrasek McDonald, D. Sambo Dorrough, T. Bhadra Rai, G. Sanago, and S. Thorsell, (2022): Recognising the contributions of Indigenous Peoples in global climate action? An analysis of the IPCC report on impacts, adaptation and vulnerability. *IWGIA Briefing Paper*, 8, <https://www.iwgia.org/en/resources/publications/4621-iwgia-briefing-analysing-recognition-contributions-indigenous-peoples-ipcc-report.html>.
- Carmona, R., Carril, F., & Yon, R. (2023). The Recognition of Indigenous Peoples in Latin American Climate Governance: A Review of Nationally Determined Contributions. *Weather, Climate, and Society*, 15(1), 195-210.
- Caro Paredes, D. A. (2014). Estudios glaciológicos en los Nevados de Chillán (Tesis de licenciatura). Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Geografía.

https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116536/caro_d.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Comisión Interministerial de Ciudad, Vivienda y Territorio. (2020). *Política Nacional de Desarrollo*.

Cartes Montory, A. (2020). Ñuble, de provincia a región: La identidad geocultural como clave del desarrollo regional. *Revista de Historia y Geografía*, (43), 201-237. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8455154#>

Center for Climate and Resilience Research (CR2). (2015). *Report to the nation: The central Chile mega-drought* (Technical report). Santiago, Chile. <http://www.cr2.cl/megasequia>

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2020). *Incendios forestales en Chile: Causas, impactos y resiliencia al riesgo*. Universidad de Chile. Verfügbar unter: <https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2020/01/Informe-CR2-IncendiosforestalesenChile.pdf>

Centro de información de Recursos Naturales. (2023). *Características demográficas y socioeconómicas comuna de San Fabián*. https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.leconvenzion.cl/wp-content/uploads/2022/07/Texto-Definitivo-CPR-2022-Tapas.pdf/https://www.sitirural.cl/wp-content/uploads/2023/10/San_Fabian_demografica.pdf&ved=2ahUKEwjg2ob1pKHAXWsg_0HHX9YBYQFnoECBMOAQ&usq=AOvVaw1mhW9_jS0ze6zs4g0XTnue

Comisión Nacional de Riego (CNR). (2021). *Diagnóstico para el desarrollo del riego en la comuna de San Fabián: Sector 6 del Embalse Punilla (Vol. 1, Resumen ejecutivo)*. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/20cc061f-2813-4a33-be7e-648ff2cad1fe>

Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI). (2024). *Sistema Integrado de Información CONADI - SIIC*. <https://siic.conadi.cl>

Convención Constituyente (2022). Propuesta Constitución Política de la República de Chile.

Corona Berkin, S. (2024). *Horizontale Wissensproduktion: Der Dialog als Erkenntniswerkzeug sozialwissenschaftlicher Forschung*. Bielefeld: Bielefeld University Press. DOI: 10.14361/9783839473238

Daryanto, S.; Wang, L.; Jacinthe, P.A. Global synthesis of drought effects on cereal, legume, tuber and root crops production: A review. (2017) *Agric. Water Manag.* 2017, 179, 18–33, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.022>

Davies Lenoble, G. (2019). La resistencia de la ganadería: Los Pehuenches en la economía regional de Cuyo y la cordillera (1840–1870). *Historia*, 52(2), 341–372. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71942019000200341>

Dirección General de Aguas (DGA). (2021). *Las Medidas del Plan Sequía*. <https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=777>

- Donoso, G. (2013). The evolution of water markets in Chile. In J. Maestu (Ed.), *Water trading and global water scarcity: International experiences* (111–127). Elsevier.
- Doria, M. d. F., Boyd, E., Tompkins, E. L., & Adger, W. N. (2009). Using expert elicitation to define successful adaptation to climate change. *Environmental Science & Policy*, *12*(7), 810–819. DOI: [10.1016/j.envsci.2009.04.001](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.04.001)
- Eakin, H., Tucker, C. M., Castellanos, E., Diaz-Porras, R., Barrera, J. F., & Morales, H. (2014). Adaptation in a multi-stressor environment: perceptions and responses to climatic and economic risks by coffee growers in Mesoamerica. *Environment, development and sustainability*, *16*, 123–139. DOI:[10.1007/s10668-013-9466-9](https://doi.org/10.1007/s10668-013-9466-9)
- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). (n.d.). ERA5: Reanalysis Single Levels Dataset. Copernicus Climate Data Store. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview>
- Engler, A., Rotman, M. L., & Poortvliet, P. M. (2021). Farmers' perceived vulnerability and proactive versus reactive climate change adaptation in Chile's Maule region. *Sustainability*, *13*, Article 9907. <https://doi.org/10.3390/su13179907>
- Erev, I., & Barron, G. (2005). On adaptation, maximization, and reinforcement learning among cognitive strategies. *Psychological Review*, *112*(4), 912–931. DOI:[10.1037/0033-295X.112.4.912](https://doi.org/10.1037/0033-295X.112.4.912)
- FAO. (2019). *Mountain agriculture: Opportunities for harnessing Zero Hunger in Asia*. Li, X., El Solh, M., & Siddique, K. H. (Eds.). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fernández, C. (Ed.). (2019). *Transición hídrica: El futuro del agua en Chile*. Fundación Chile. https://escenarioshidricos.cl/wp-content/uploads/2021/06/Transicion-hidrica-el-futuro-del-agua-en-Chile-v.1_compressed.pdf
- Figueiredo, T., Midão, L., Rocha, P., Cruz, S., Lameira, G., Conceição, P., & Costa, E. (2024). The interplay between climate change and ageing: A systematic review of health indicators. *PLoS ONE*, *19*(4), e0297116. [10.1371/journal.pone.0297116](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297116)
- Finn, S., Herne, M., & Castille, D. (2017). The value of traditional ecological knowledge for the environmental health sciences and biomedical research. *Environmental Health Perspectives*, *125*(8), 085006, <https://doi.org/10.1289/EHP858>
- Ford, L., Cameron, J., Rubis, M., Maillet, D., Nakashima, D., Willox, A. C., & Pearce, T. (2016). Including indigenous knowledge and experience in IPCC assessment reports. *Nature Climate Change*, *6*, 349–353. DOI: [10.1038/nclimate2954](https://doi.org/10.1038/nclimate2954)
- Fourment, M., Ferrer, M., Barbeau, G., & Quénot, H. (2020). Local perceptions, vulnerability and adaptive responses to climate change and variability in a winegrowing region in Uruguay. *Environmental Management*, *66*(4), 590–599. DOI: [10.1007/s00267-020-01330-4](https://doi.org/10.1007/s00267-020-01330-4)

- Fragkou, M. C., Monsalve-Tapia, T., Pereira-Roa, V., & Bolados-Arratia, M. (2022). Abastecimiento de agua potable por camiones aljibe durante la megasequía: Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile. *EURE (Santiago)*, 48(145), 1–22. <http://dx.doi.org/10.7764/eure.48.145.04>
- Fuentealba, M., Bahamóndez, C., Sarricolea, P., Meseguer-Ruiz, O., & Latorre, C. (2021). The 2010–2020 "megadrought" drives reduction in lake surface area in the Andes of central Chile (32°–36°S). *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 38, 100952 <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100952>
- Fuentes Lizama, C. (2018). El cambio climático desde el capital social de mujeres indígena mapuche. *Revista Debates*, 12(2), 13–34. DOI:[10.22456/1982-5269.84216](https://doi.org/10.22456/1982-5269.84216)
- Funatsu, B. M., Dubreuil, V., Racapé, A., Debortoli, N. S., Nasuti, S., & Le Tourneau, F. M. (2019). Perceptions of climate and climate change by Amazonian communities. *Global Environmental Change*, 57, Article 101923. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.007>
- Fuster, R., & Donoso, G. (2018). Rural water management. In G. Donoso (Ed.), *Water policy in Chile 151 -163*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76702-4_10
- Gamble, D. W., Popke, J., Burrell, D., & Curtis, S. (2017). Contextual analysis of dynamic drought perception among small farmers in Jamaica. *Climate Research*, 74(2), 109–120. DOI:[10.3354/cr01490](https://doi.org/10.3354/cr01490)
- Gallardo-Peralta, L. P., & Lorca, M. B. F. (2022). Depressive Symptomology, Identity and Religious Practices among Catholics and Evangelicals: Differences between the Mapuche and Non-Indigenous Chilean Population. *Religions*, 13(1), 76. <https://doi.org/10.3390/rel13010076>
- Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H., & Veloso-Aguila, D. (2020). The central Chile mega drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421–439. DOI: [10.1002/joc.6219](https://doi.org/10.1002/joc.6219)
- Garnett, S. T., Burgess, N. D., Fa, J. E., Fernández-Llamazares, Á., Molnár, Z., Robinson, C. J., Watson, J. E. M., Zander, K. K., Austin, B., Brondizio, E. S., Collier, N. F., Duncan, T., Ellis, E., Geyle, H., Jackson, M. V., Jonas, H., Malmer, P., McGowan, B., Sivongxay, A., & Leiper, I. (2018). A spatial overview of the global importance of Indigenous lands for conservation. *Nature Sustainability*, 1(7), 369–374. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0100-6>
- Gearheard, S., Pocernich, M., Stewart, R., Sanguya, J., & Huntington, H. P. (2010). Linking Inuit knowledge and meteorological station observations to understand changing wind patterns at Clyde River, Nunavut. *Climatic Change*, 100(2), 267–294. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9587-1>
- Gentes, I., & Policzer, P. (2022). Weakness by design: Neoliberal governance over mining and water in Chile. *Territory, Politics, Governance*, 12(9), 1372–1389. <https://doi.org/10.1080/21622671.2022.2134196>

- Gifford, R., Kormos, C., & McIntyre, A. (2011). Behavioral dimensions of climate change: Drivers, responses, barriers, and interventions. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(6), 801–827. <https://doi.org/10.1002/wcc.143>
- Gobierno de Chile. (2014). *Jefa de Estado anunció un plan integral de 105 mil millones de pesos para paliar la sequía en Chile*. Recuperado el 25 de septiembre de 2024, de <https://www.gob.cl/noticias/jefa-de-estado-anuncio-un-plan-integral-de-105-mil-millones-de-pesos-para-paliar-la-sequia-en-chile/>
- Gobierno Regional de Ñuble. (2023). *Minas-Ñuble es declarado paso priorizado por Argentina y Chile*. Abgerufen am 24. Januar 2025 von <https://goredenuble.cl/minas-nuble-es-declarado-paso-priorizado-por-argentina-y-chile/>
- González, M. E., Gómez-González, S., Lara, A., Garreaud, R., & Díaz-Hormazábal, I. (2018). The 2010–2015 megadrought and its influence on the fire regime in central and south central Chile. *Ecosphere*, 9, 1–17. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2300>
- Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V., Olsson, P., & Montes, C. (2012). Traditional ecological knowledge and community resilience to environmental extremes: A case study in Doñana, SW Spain. *Global Environmental Change*, 22(3), 640–650. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.02.005>
- Gooren, H. (2015). The growth and development of non-Catholic Churches in Chile. *Review of Religious Research*, 57(2), 191–218. <https://doi.org/10.1007/s13644-014-0180-3>
- Google Earth Pro (Versión 7.3). (2024). *Región San Fabián, Región de Ñuble, Chile. Información de elevación* [Software de computadora]. Recuperado de <https://www.google.com/earth/download/gep/agree.html>
- Grosser Villar, G. (2021). Territorialidades en disputa en comunas forestales: Extractivismo forestal, políticas públicas y hegemonía. *Revista Líder*, 23(38), 40–63. <https://doi.org/10.32735/S0719-5265202138328>
- Grothmann, T., & Patt, A. (2005). Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change*, 15(3), 199–213. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.01.002>
- Gudynas, E. 2015. *Extractivismos. Ecología, economía y política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza*. Cochabamba: CEBID.
- Groß M, Stauffacher M. Transdisciplinary environmental science: problem-oriented projects and strategic research programs. *Interdiscip Sci Rev* 2014, 39:299–306. <https://doi.org/10.1179/0308018814Z.00000000093>.
- Guerra Maldonado, D. (2013). La Ruralidad Chilena Actual. Aproximaciones desde la Antropología editado por Roberto Hernández Aracena y Luis Pezo Orellana. *Chungará (Arica)*, 45(3), 497–499. DOI:10.4067/S0717-73562013000300010

- Haboucha, R., & Jofré, D. (2021). Safeguarding indigenous heritage in the Chilean Atacama Desert: Negotiating identity claims and community perceptions of long-term climate change. *Heritage & Society*, 14(2-3), 216-241. DOI:[10.1080/2159032X.2022.2110375](https://doi.org/10.1080/2159032X.2022.2110375)
- Häckel, H. (2021). *Meteorologie* (9). Stuttgart: utb GmbH.
- Herrador-Valencia, D., & Paredes, M. (2016). Cambio climático y agricultura de pequeña escala en los Andes ecuatorianos: Un estudio sobre percepciones locales y estrategias de adaptación. *Journal of Latin American Geography*, 15(2), 101–121. <https://www.jstor.org/stable/43964666>
- Helgeson, J., van der Linden, S., & Chabay, I. (2012). The role of knowledge, learning, and mental models in public perceptions of climate change related risks. In A. Wals & P. B. Corcoran (Eds.), *Learning for sustainability in times of accelerating change*. (329-346) Wageningen Academic Publishers.
- Hosen, N., Nakamura, H., & Hamzah, A. (2020). Adaptation to climate change: Does traditional ecological knowledge hold the key? *Sustainability*, 12(2), 676. <https://doi.org/10.3390/su12020676>
- Infante, L. A., & Infante, C. F. (2013). Percepciones y estrategias de los campesinos del secano para mitigar el deterioro ambiental y los efectos del cambio climático en Chile. *Agroecología*, 8(1), 71–78. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/183001>
- Inostroza Córdova, L. I. (2016). Agricultura familiar y comerciantes mapuche en el mercado regional de Nueva Imperial, sur de Chile, 1870-1930. *América Latina en la historia económica*, 23(3), 80–114. <https://doi.org/10.18232/alhe.v23i3.681>
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). (n.d.). *Programa de Desarrollo Local (PRODESAL)*. Recuperado el 12 de noviembre de 2025, de <http://www.indap.gob.cl/plataforma-de-servicios/programa-de-desarrollo-local-prodesal>
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). (2023). Estrategia INDAP 2023-2030: Por una Agricultura Familiar Campesina e Indígena más inclusiva, sostenible y resiliente. *División de Planificación y Gestión Estratégica*, Gabinete de la Dirección Nacional INDAP. Comunicación Puente Ltda. Basado en datos de ODEPA (2023), Informativo Ficha Nacional. Actualización abril de 2023. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/69897/FichaNacional2023.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2006). *Compendio estadístico 2006: Características de los climas de Chile* (32-33).
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2017). *Radiografía de género: Pueblos originarios en Chile*. Recuperado de <https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/genero/documentos-de-análisis/documentos/radiografia-de-genero-pueblos-originarios-chile2017.pdf>

- Instituto Nacional de Estadísticas. (2019). *Estimaciones y proyecciones de la población de Chile 2002-2035: Totales regionales, población urbana y rural: Síntesis de resultados*. Recuperado de https://www.ine.gob.cl/docs/default-source/proyecciones-de-poblacion/publicaciones-y-anuarios/base-2017/ine_estimaciones-y-proyecciones-2002-2035_base-2017_reg_área_síntesis.pdf?sfvrsn=aaeb88e7_5
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2001). *Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the IPCC* [J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, & K.S. White (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Recuperado de <https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/index.php?idp=689>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, & C.E. Hanson (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri, & L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151. Recuperado de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2019). *IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, & N.M. Weyer (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 755.. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Summary for policymakers* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, & A. Okem (Eds.)]. In: *Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, & B. Rama (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 3–33. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>
- Jasanoff, S. (Ed.). (2004). *States of knowledge: The co-production of science and social order*. London, UK: Routledge.
- Jamshed, A., Birkmann, J., McMillan, J. M., Rana, I. A., Feldmeyer, D., & Sauter, H. (2021). How do rural-urban linkages change after an extreme flood event? Empirical evidence from rural communities in Pakistan. *Science of the Total Environment*, 750, Article 141462. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141462>

- Jenks, J. J. (2009). *Water rights and markets in Chile: Efficiency and social equity in agricultural irrigation* (Doctoral dissertation). International Institute of Social Studies, The Hague. <https://thesis.eur.nl/pub/6616/>
- Johansen, K. S., Alfthan, B., Baker, E., Hespings, M., Schoolmeester, T., & Verbist, K. (2018). *The Andean glacier and water atlas: The impact of glacier retreat on water resources*. UNESCO Publishing. ISBN 978-92-3-100286-1
- Kakota, T., Nyariki, D., Mkwambisi, D., & Kogi-Makau, W. (2011). Gender vulnerability to climate variability and household food insecurity. *Climate and Development*, 3(4), 298–309. <https://doi.org/10.1080/17565529.2011.627419>
- Kieslinger, J., Pohle, P., Buitrón, V., & Peters, T. (2019). Encounters between experiences and measurements: The role of local knowledge in climate change research. *Mountain Research and Development*, 39(2), R55–R68. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-18-00063.1>
- Kukutai, T., & Taylor, J. (2016). *Indigenous data sovereignty: Toward an agenda*. Centre for Aboriginal Economic Policy Research (CAEPR), 38. ANU Press. <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1q1crgf>
- Landaverde, R., Rodriguez, M. T., Niewoehner-Green, J., et al. (2022). Climate change perceptions and adaptation strategies: A mixed methods study with subsistence farmers in rural Peru. *Sustainability*, 14(23), Article 16015. <https://doi.org/10.3390/su142316015>
- Landherr, A., Alister, C., & Graf, J. (2024). Environmental racism in colonial continuity: Extractivism, socioecological crisis and the Mapuche struggle in Southern Chile. In N. Marschner, C. Richter, J. Patz, & A. Salheiser (Eds.), *Contested climate justice – challenged democracy: International perspectives* (91–107). Campus. https://doi.org/10.12907/978-3-593-45820-5_005
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M., & Thomas, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7(suppl 1), 25–43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Lemi, T. (2019). The role of traditional ecological knowledge (TEK) for climate change adaptation. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 18(1), 28–31. <https://doi.org/10.19080/IJESNR.2019.18.555980>
- León-Muñoz, J., Echeverría, C., Fuentes, R., & Aburto, F. (2017). How is the land use-cover changing in drinking water catchments in the coastal range of south-central Chile (35°–38.5° S)? *Bosque*, 38(1), 203–209. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000100020>
- Lin, B. B. (2011). Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. *BioScience*, 61(3), 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>

- López, P. E. V., Paris, A. P. D., Sepúlveda, J. G. E., Leiva, G. M. M., & Sanchez, A. M. (2020). Zonas de sacrificio y justicia ambiental en Chile: Una mirada crítica desde los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) Revista de la SOLCHA*, 10(3), 342–365. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2020v10i3.p342-365>
- López, S., Jung, J. K., & López, M. F. (2017). A hybrid-epistemological approach to climate change research: Linking scientific and smallholder knowledge systems in the Ecuadorian Andes. *Anthropocene*, 17, 30–45. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.01.001>
- Marchant Santiago, C., Rodríguez Díaz, P., Morales-Salinas, L., Paz Betancourt, L., & Ortega Fernández, L. (2021). Practices and strategies for adaptation to climate variability in family farming: An analysis of cases of rural communities in the Andes Mountains of Colombia and Chile. *Agriculture*, 11(11), Article 1096. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111096>
- Marengo, J. A., Chou, S. C., Torres, R. R., Giarolla, A., Alves, L. M., & Lyra, A. (2014). Climate change in Central and South America: Recent trends, future projections, and impacts on regional agriculture. *CCAFS Working Paper No. 73*. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). <https://hdl.handle.net/10568/41912>
- Mekong River Commission. (2013). *Glossary of terms and definitions on climate change and adaptation*. Climate Change and Adaptation Initiative. <https://www.mrcmekong.org/wp-content/uploads/2024/08/Glossary-of-Terms-and-Definitions-on-Climate-Change-and-Adaptation.pdf>
- Meteoblue. (2024). *Simuliert historische Klima- und Wetterdaten für San Fabián*. https://www.meteoblue.com/de/wetter/historyclimate/climatemodelled/san-fabi%C3%A1n_chile_3872257
- Martin, M. A., Alcaraz Sendra, O., Bastos, A., Bauer, N., Bertram, C., Blenckner, T., Bowen, K., Brando, P. M., Brodie Rudolph, T., Büchs, M., Bustamante, M., Chen, D., Cleugh, H., Dasgupta, P., Denton, F., Donges, J. F., Donkor, F. K., Duan, H., Duarte, C. M., Ebi, K. L., Edwards, C. M., Engel, A., Fisher, E., Fuss, S., Gaertner, J., Gettelman, A., Girardin, C. A. J., Golledge, N. R., Green, J. F., Grose, M. R., Hashizume, M., Hebden, S., Hepach, H., Hirota, M., Hsu, H.-H., Kojima, S., Lele, S., Lorek, S., Lotze, H. K., Matthews, H. D., McCauley, D., Mebratu, D., Mengis, N., Nolan, R. H., Pihl, E., Rahmstorf, S., Redman, A., Reid, C. E., Rockström, J., Rogelj, J., Saunio, M., Sayer, L., Schlosser, P., Sioen, G. B., Spangenberg, J. H., Stammer, D., Sterner, T. N. S., Stevens, N., Thonicke, K., Tian, H., Winkelmann, R., ... Woodcock, J. (2021). Ten new insights in climate science 2021: A horizon scan. *Global Sustainability*, 4, e25, 1–20. <https://doi.org/10.1017/sus.2021.25>
- Meze-Hausken, E. (2004). Contrasting climate variability and meteorological drought with perceived drought and climate change in northern Ethiopia. *Climate Research*, 27, 19–31. <https://www.jstor.org/stable/44202835>

- Ministerio de Agricultura. (2021). *Diagnóstico para el desarrollo del riego en la comuna de San Fabián sector 6 del Embalse Punilla: Informe final Volumen 1*. Ministerio de Agricultura. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstreams/1764f833-d4ea-427d-8893-3fb6f5c97319/download>
- Ministerio de Agricultura, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), & Sistema de Información Territorial Rural (SiT Rural). (2019). *Comuna San Fabián, recursos naturales*. https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/SanFabian_rec_nat.pdf
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia de Chile. (2024). *Informe de Desarrollo Social 2024*. Recuperado el 05 de agosto de 2024, de <https://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/informacion-social/informes-de-desarrollo-social>
- MOP- Ministerio de Obras Públicas. (2024a). *MOP conmemora 60 años del programa de Agua Potable Rural (APR) que beneficia a más de 2 millones de personas en el país*. Recuperado el 24 de septiembre de 2025, de <https://www.mop.gob.cl/mop-conmemora-60-anos-del-programa-de-agua-potable-rural-apr-que-beneficia-a-mas-de-2-millones-de-personas-en-el-pais/>
- MOP- Ministerio de Obras Públicas. (2024b). *Ficha técnica proyecto concesión Embalse Nueva la Punilla Región de Ñuble*. Recuperado el 24 de septiembre de 2024, de https://concesiones.mop.gob.cl/proyectos/Documents/fichas_tecnicas/Concesión%20Embalse%20Nueva%20La%20Punilla.pdf
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (12 de noviembre de 2020). *Política Nacional de Desarrollo Rural*. Recuperado el 20 de septiembre de 2025, de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1156624&idVersion=2023-09-12>
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (2020). *Política Nacional de Desarrollo Rural*. Gobierno de Chile. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/72826/Pol%C3%ADtica-Nacional-de-Desarrollo-Rural.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2014). *Plan nacional de adaptación al cambio climático*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/02/Plan-Nacional-Adaptacion-Cambio-Climatico-version-final.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2017). *Plan de acción nacional de cambio climático 2017-2022*. Gobierno de Chile. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2021a). *Estrategia climática a largo plazo (ECLP)*. Gobierno de Chile. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/ECLP-LIVIANO.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2021b). *Pueblos indígenas y medio ambiente: Documento informativo*. Gobierno de Chile. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/04/4-pueblos-indigenas.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2022). *Ley marco de cambio climático (Ley 21.455)*. <https://bcn.cl/3211s>

- Mondaca, E. (2013). La re-existencia Mapuche frente al extractivismo forestal en un contexto de neoliberalismo armado. In G. C. Delgado Ramos (Ed.), *Ecología política del extractivismo en América Latina: Casos de resistencia y justicia socioambiental* (19-43). CLACSO.
- Montecinos, A., Muñoz, R. C., Oviedo, S., Martínez, A., & Villagrán, V. (2017). Climatological Characterization of Puelche Winds down the Western Slope of the Extratropical Andes Mountains Using the NCEP Climate Forecast System Reanalysis. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 56(3), 677–696. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0289.1>
- Municipalidad de San Fabián. (2018). *Cuenta pública gestión 2018*. <https://www.sanfabian.cl/wp-content/uploads/2019/08/CUENTA-PUBLICA-2018.pdf>
- Municipalidad de San Fabián. (2020). Informe final: Actualización Plan de Desarrollo Comunal San Fabián 2020–2025. <https://www.sanfabian.cl/transparencia/Otros/PLADECO/PLADECO%202020-2025.pdf>
- Murphy, C., Tembo, M., Phiri, A., Yerokun, O., & Grummell, B. (2016). Adapting to climate change in shifting landscapes of belief. *Climatic Change*, 134, 101–114. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1498-8>
- Nath, S. (2024). Mobilising transformative community-based climate change adaptation. *Urban Transformations*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s42854-023-00059-7>
- Nellemann, C., Verma, R., & Hislop, L. (Eds.). (2011). *Women at the frontline of climate change: Gender risks and hopes. A rapid response assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. ISBN 978-82-7701-099-1
- Noble, I. R., Huq, S., Anokhin, Y. A., Carmin, J., Goudou, D., Lansigan, F. P., Osman-Elasha, B., & Villamizar, A. (2014). Adaptation needs and options. In C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, & S. MacCracken (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (833–853). Cambridge University Press.
- Nyong, A., Adesina, F., & Osman Elasha, B. (2007). The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12, 787–797. <https://doi.org/10.1007/s11027-007-9099-0>
- ODEPA. (2019). *Panorama de la agricultura chilena*. Ministerio de Agricultura. Chile. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/09/panorama2019Final.pdf>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016). *Estudios de política rural de la OCDE - Chile* (Torres Asociados Limitada, Trans.). Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/10/Estudios-de-Política-Rural-Chile-OCDE.pdf>
- Omondi, L. A. (2023). Learning together: Participatory rural appraisal for coproduction of climate change knowledge. *Action Research*, 21(2), 198–210. <https://doi.org/10.1177/1476750320905901>
- Orlove, B. S., Chiang, J. C., & Cane, M. A. (2002). Ethnoclimatology in the Andes: A cross-disciplinary study uncovers a scientific basis for the scheme Andean potato farmers traditionally use to predict the coming rains. *American Scientist*, 90(5), 428–435. <https://www.jstor.org/stable/27857722>
- Ortega, A. (2013). *Embalse Punilla, ¿agricultores a favor o en contra del proyecto?* Universidad del Bío-Bío. <http://replib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/480>
- Ovalle, G. C., & Van Treeck, E. V. (2021). Extractivismo forestal, centralismo neoliberal y pobreza estructural del Itata (Chile). *Revista Territorios y Regionalismos*, (5), 1–17. <https://revistas.udec.cl/index.php/rtr/article/view/4674>
- Oyarce Cea, I. (2022). *Solicitudes de subdivisión de predios rurales en Ñuble superan las 10 mil hectáreas*. La Discusión. <https://papel.ladiscusion.cl/papeldigital/2022/agosto/28082022/28082022.pdf>
- Parraguez-Vergara, E., Barton, J. R., & Raposo-Quintana, G. (2016). Impacts of climate change in the Andean foothills of Chile: Economic and cultural vulnerability of indigenous Mapuche livelihoods. *Journal of Developing Societies*, 32(4), 454–483. <https://doi.org/10.1177/0169796X16667874>
- Parraguez, E., & Barton, J. (2014). Public policy and rural Mapuche livelihoods in Chile: Recognition, integration or subordination? *Indigenous Policy Journal*, 25(3). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:55953358>
- Paerregaard, K. (2020). Communicating the inevitable: Climate awareness, climate discord, and climate research in Peru's highland communities. *Environmental Communication*, 14(1), 112–125. <https://doi.org/10.1080/17524032.2019.1626754>
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42, 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Pechan, P. M., Obster, F., Marchioro, L., & Bohle, H. (2023). Climate change impact on fruit farm operations in Chile and Tunisia. *AgriRxiv*. <https://doi.org/10.31220/agriRxiv.2023.00171>

- Peña-Garay, M., & Sandoval Díaz, J. S. (2024). Representaciones sociales del cambio climático entre población urbana y rural de Chile. *Revista de Psicología* (Santiago), *33*(1), 77–91. <https://doi.org/10.5354/0719-0581.2024.71552>
- Perez-Silva, R., & Campos Gonzalez, J. (2021). Agriculture 4.0? Studying the evidence for automation in Chilean agriculture. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, *48*(3), 233–247. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v48i3.2339>
- Petzold, J., Andrews, N., Ford, J. D., Hedemann, C., & Postigo, J. C. (2020). Indigenous knowledge on climate change adaptation: A global evidence map of academic literature. *Environmental Research Letters*, *15*(11), 113007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abb330>
- Pliego de Condiciones Técnicas & Fundación Internacional y Para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas. (2021). *Informe principales resultados: Encuesta sobre cambio climático y problemas ambientales, Chile 2021*. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/03/Analisis-Primera-Encuesta-Medioambiente-y-Cambio-Climatico-El-Bar.pdf>
- Pohl, C., & Hirsch Hadorn, G. (2007). *Principles for designing transdisciplinary research*. Oekom, München. <https://doi.org/10.14512/9783962388638>
- Postigo, J., Young, K., & Crews, K. (2008). Change and continuity in a pastoralist community in the high Peruvian Andes. *Human Ecology*, *36*, 535–551. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9186-1>
- Prieto, M. (2015). Privatizing water in the Chilean Andes: The case of Las Vegas de Chiu-Chiu. *Mountain Research and Development*, *35*(3), 220–229. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-00033.1>
- Rai, S., Lama, S., & Dhyani, S. (2024). Mainstreaming Indigenous and Traditional Ecological Knowledge (TEK) systems in global climate policy for resilient ecosystems and societies. In *Sacred landscapes, indigenous knowledge, and ethno-culture in natural resource management: Understanding multiple perspectives of nature conservation* (485–507). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-97-4206-6_25
- Razeto, J., Lea-Plaza, I., & Skewes, J. (2023). Arrieros del Antropoceno en los Andes de Chile central: Nuevas movilidades para continuar habitando las montañas. *Quaderns de l'Institut Català d'Antropologia*, *38*, 327–348. <https://doi.org/10.56247/qua.422>
- Rebolledo Villagra, J. (2021). Capacidad de acogida del territorio de la región de Ñuble, Chile *Tiempo y Espacio*, *37*(66), 73–98. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/view/4544/113>
- Reed, G., Brunet, N. D., McGregor, D., Scurr, C., Sadik, T., Lavigne, J., & Longboat, S. (2022). Toward Indigenous visions of nature-based solutions: An exploration into Canadian federal climate policy. *Climate Policy*, *22*(4), 514–533. <https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2047585>

- Riffo, M., Fuentes, M.(2015). Promocionar el turismo de intereses especiales en San Fabián de Alico como una opción de generar ingresos a las familias locales. *Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ciencias Empresariales*.
- Roco, L., Poblete, D., Meza, F., & Kerrigan, G. (2016). Farmers' options to address water scarcity in a changing climate: Case studies from two basins in Mediterranean Chile. *Environmental Management*, 58, 958–971. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0759-2>
- Rodríguez Vignoli, J. (2019). Migraciones internas en Chile, 1977-2017: Continuidad y cambio. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/4fd6a3cb-3285-42c0-89a8-86e08e1deb2a/content>
- Rojas, J., Villalón, P., Barra, R., Arumí, J. L., Hansen-Rojas, G., Delgado, V., & Álvez Marín, M. (2020). Percepción y prácticas ciudadanas del valor del agua como bien natural y social: Consumo humano, agrícola, minero y energético en Chile en tiempos de cambio climático. In *Seguridad hídrica: Derechos de agua, escasez, impactos y percepciones ciudadanas en tiempos de cambio climático* (155–194). Universidad de Concepción. ISBN 978-956-01-0757-2
- Rojas, O. (2006). Tectónica del territorio chileno. *Apuntes de ayudantía de Geografía Física I y II* (24). Universidad de Concepción, Facultad de Arquitectura, Urbanismo, Geografía.
- Saavedra, F. A., Kampf, S. K., Fassnacht, S. R., & Sibold, J. S. (2018). Changes in Andes snow cover from MODIS data, 2000–2016. *The Cryosphere*, 12(3), 1027–1046. <https://doi.org/10.5194/tc-12-1027-2018>
- Sakapaji, S. C. (2022). Integrating local and indigenous ecological knowledge (IEK) systems into climate adaptation policy for resilience building, and sustainability in agriculture. *International Journal of Sustainable Development Research*, 8(1), 9–24. <https://doi.org/10.11648/j.ijdsr.20220801.12>
- Samaddar, S., Oteng-Ababio, M., Dayour, F., Ayaribila, A., Obeng, F. K., Ziem, R., & Yokomatsu, M. (2021). Successful community participation in climate change adaptation programs: On whose terms? *Environmental Management*, 67, 747–762. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01421-2>
- Sapiains, R., Bro, A., Ugarte, A. M., Inostroza, V., Urquiza, A., & Zuleta, P. (2022). Explorando diferencias entre hombres y mujeres en las respuestas emocionales al cambio climático en Chile. *Psicologías*, 6, 24–57. <https://revistas.upr.edu/index.php/psicologias/article/view/20982>
- Schmidt-Thomé, P. (2017). Climate change adaptation. In *Oxford Research Encyclopedia of Climate Science*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228620.013.635>

- Schlosberg, D. (2007). *Defining environmental justice: Theories, movements, and nature* (1^a ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199286294.001.0001>
- Servicio Nacional de Turismo. (2022). San Fabián fue declarado como Zona de Interés Turístico. <https://www.sernatur.cl/san-fabian-fue-declarado-como-zona-de-interes-turistico/>
- Shaffer, L. J. (2014). Making sense of local climate change in rural Tanzania through knowledge co-production. *Journal of Ethnobiology*, 34(3), 315–334. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-34.3.3>
- Simelton, E., Quinn, C. H., Batisani, N., Dougill, A. J., Dyer, J. C., Fraser, E. D., ... & Stringer, L. C. (2013). Is rainfall really changing? Farmers' perceptions, meteorological data, and policy implications. *Climate and Development*, 5(2), 123–138. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.801097>
- Sarricolea, P., Herrera-Ossandón, M., & Meseguer-Ruiz, Ó. (2017). Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps*, 13(2), 66–73. <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1259592>
- Schuster-Ubilla, S., Gómez-Nome, C., Pino-Calderón, A., Valenzuela-Lagos, E., & Howland, F. (2021). *Brechas de género para la adaptación al cambio climático en rubros priorizados del sector silvoagropecuario y recomendaciones para Chile*. CCAFS Info Note. Wageningen, Países Bajos: Programa de investigación del CGIAR sobre cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria (CCAFS). <https://hdl.handle.net/10568/118010>
- Slovic, P. (2016). Understanding perceived risk: 1978–2015. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 58(1), 25–29. <https://doi.org/10.1080/00139157.2016.1112169>
- Smit, B., & Pilifosova, O. (2003). Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. *Sustainable Development*, 8(9), 881–891
- Spirito, F., Vieli, L., & Montalba, R. (2022). Advancing towards an understanding of the relationship between culture and agrobiodiversity: A case study in Mapuche territory, southern Chile. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 94(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/27685241.2022.2083987>
- Stuhldreher, A. M. (2022). Current perceptions on climate change in Uruguay: Actors and visions with focus on the Northeast region. *Redes*, 27(1). <https://doi.org/10.17058/redes.v27i1.17164>
- Subsecretaría de Turismo. (2021). Plan de Acción Zona de Interés Turístico (ZOIT) San Fabián. <https://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/plan-de-accion-zoit-3.pdf>

- Soares, M. L., & Sandoval-Ayala, L. X. (2016). Percepciones sobre vulnerabilidad frente al cambio climático en una comunidad rural de Yucatán. *Tecnología y Ciencias del Agua*, *VII*(4), 113–128. <https://revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/1262>
- Solecki, W., Roberts, D., & Seto, K. C. (2024). Strategies to improve the impact of the IPCC special report on climate change and cities. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02060-9>
- Svampa, M. (2019). *Neo-extractivism in Latin America: Socio-environmental conflicts, the territorial turn, and new development models*. Cambridge University Press
- Taha, D. (2018). Methodology, reflexivity and decolonizing refugee research: Reflections from the field. *Canadian Association for Refugee and Forced Migration Studies*. <https://carfms.org/methodology-reflexivity-and-decolonizing-refugee-research-reflections-from-the-field-by-dina-taha/>
- Thambinathan, V., & Kinsella, E. A. (2021). Decolonizing methodologies in qualitative research: Creating spaces for transformative praxis. *International Journal of Qualitative Methods*, *20*, 16094069211014766. <https://doi.org/10.1177/16094069211014766>
- Tracy, S. J. (2024). *Qualitative research methods: Collecting evidence, crafting analysis, communicating impact*. John Wiley & Sons.
- Torres, R., Azócar, G., Rojas, J., Montecinos, A., & Paredes, P. (2015). Vulnerability and resistance to neoliberal environmental changes: An assessment of agriculture and forestry in the Biobío region of Chile (1974–2014). *Geoforum*, *60*, 107–122. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.12.013>
- Torres, R., Azócar, G., Carrasco, N., Zambrano-Bigiarini, M., Costa, T., & Bolin, B. (2016). Forestry development, water scarcity, and the Mapuche protest for environmental justice in Chile. *Ambiente & Sociedad*, *19*(1), 121–144. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc150134r1v1912016>
- Torres, R., Azócar, G., Gallardo, R., & Mendoza, J. (2022). Water extractivism and decolonial struggles in Mapuche territory, Chile. *Water Alternatives*, *15*(1), 150–174.
- Torres, R., & Alvez Marin, A. (2023). Water commons as a socioenvironmental project for the 21st century in Chile. *Water Policy*, *25*(2), 116–121. <https://doi.org/10.2166/wp.2023.099>
- Turnhout, E., Metze, T., Wyborn, C., Klenk, N., & Louder, E. (2020). The politics of co-production: Participation, power, and transformation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *42*, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.11.009>
- Umaña, B., Acuña Hormazábal, Á., Fawaz, J., Cofré, R., Villagra, J., & Romo, R. (2015). *Caracterización de la Provincia de Ñuble y una propuesta estratégica para el desarrollo del territorio* (1ra ed.). Ediciones Universidad del Bío Bío. ISBN: 978-056-9275-35-7

- United Nations Development Program (UNDP). (2023). *Gobiernos locales y acción climática en Chile. Recomendaciones para promover una gobernanza climática multinivel que no deje a nadie atrás*. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cl/78ee4891361e8b38f33e82e2f96a8afada-fa7d04e6e54e-12f07719a4f59b4cd2.pdf>
- Universidad de Concepción. (s. f.). *Reserva de la Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán–Laguna del Laja*. <https://reservabiosferanuble.udec.cl/reserva-biosfera-corredor-biologico-nevados-de-chillan-laguna-del-laja/>
- Urquiza, A., & Billi, M. (2017). Water markets and social–ecological resilience to water stress in the context of climate change: An analysis of the Limarí Basin, Chile. *Environmental Science & Policy*, 72, 20–30. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0271-3>
- Valverde Rojas, D. M. (2022). *Análisis de sustentabilidad y de estándar de diseño del embalse y central hidroeléctrica Punilla*, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Civil. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/185557>
- Van der Linden, S. (2015). The social-psychological determinants of climate change risk perceptions: Towards a comprehensive model. *Journal of Environmental Psychology*, 41, 112–124. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2014.11.012>
- Van der Linden, S. (2017). Determinants and measurement of climate change risk perception, worry, and concern. In *The Oxford Encyclopedia of Climate Change Communication*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228620.013.318>
- Van der-Molen, K. (2011). Percepciones de cambio climático y estrategias de adaptación en las comunidades agrícolas de Cotacachi. *Debate*, 82, 145–188. <http://hdl.handle.net/10469/426>
- Vargas-Burgos, J. C., Heredia-R, M., Torres, Y., Puhl, L., Heredia, B. N., Cayambe, J., & Torres, B. (2023). Livelihoods and perceptions of climate change among dairy farmers in the Andes: Implications for climate education. *Sustainability*, 15(17), 13157. <https://doi.org/10.3390/su151713157>
- Vásquez B., Contreras N., & Villegas M. (2015). Análisis del nivel de satisfacción que entrega el programa de apoyo estatal Prodesal a los emprendedores de la comuna de San Fabián. *Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ciencias Empresariales, Departamento de Gestión Empresarial*. <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1665/1/Contreras%20Lagos%2C%20Natalia%20Andrea.pdf>
- World Bank Group (WBG). (2021). *Climate risk country profile: Chile*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35593>
- Walter, M., & Suina, M. (2023). Indigenous data, indigenous methodologies and indigenous data sovereignty. In *Educational Research Practice in Southern Contexts* (207–220). Routledge.

- Weber, E. (1998). Perception and expectation of climate change: Precondition for economic and technological adaptation. In M. H. Bazerman, A. E. Tenbrunsel, & D. M. Messick (Eds.), *Environment, ethics, and behavior: The psychology of environmental valuation and degradation* (314–341). Jossey-Bass.
- Weber, E. U. (2010). What shapes perceptions of climate change? *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *1*(3), 332–342. <https://doi.org/10.1002/wcc.41>
- Weber, E. U., Shafir, S., & Blais, A.-R. (2004). Predicting risk-sensitivity in humans and lower animals: Risk as variance or coefficient of variation. *Psychological Review*, *111*(3), 430–445. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.2.430>
- Whyte, K. (2021). Against crisis epistemology. In B. Hokowhitu, A. Moreton-Robinson, L. Tuhiwai-Smith, L. Larkin, & C. Andersen (Eds.), *Routledge Handbook of Critical Indigenous Studies* (pp. 52–64). Routledge. <https://ssrn.com/abstract=3891125>
- Wiegel, H. (2023). Complicating the tale of ‘first climate migrants’: Resource-dependent livelihoods, drought and labour mobilities in semi-arid Chile. *Geoforum*, *138*, 103663. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2022.11.005>
- World Meteorological Organization (WMO). (2017). *Guidelines on the calculation of climate normals*. https://www.agroorbi.pt/livroagrometeorologia/DocsProg/Temas&ExerciciosExtraPorCapitulo/Cap1_Introducao/Docs/WMO%20Guidelines%20on%20the%20Calculation%20of%20Climate%20Normals_en.pdf
- World Resources Institute (WRI). (2015). Ranking the world’s most water-stressed countries in 2040. <http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>
- Young, G., Zavala, H., Wandel, J., Smit, B., Salas, S., Jimenez, E., Fiebig, M., Espinoza, R., Diaz, H., & Cepeda, J. (2009). Vulnerability and adaptation in a dryland community of the Elqui Valley, Chile. *Climatic Change*, *98*, 245–276. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9665-4>
- Ziervogel, G., & Opere, A. (2010). Integrating meteorological and indigenous knowledge-based seasonal climate forecasts for the agricultural sector: Lessons from participatory action research in sub-Saharan Africa. *CCAA Learning Paper*, *1*.

Bibliografía de Mapas

- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2017.). *Mapas vectoriales*. Recuperado el 1 de septiembre 2024 de https://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales/index_html
- Geoportal Chile. (n.d.). *Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger escala 1:1.500.000*. Recuperado el 4 de noviembre 2024 de <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/35414/Zonas%20clim%C3%A1ticas%2>

0de%20Chile%20seg%C3%BAAn%20K%C3%B6ppen-
Geiger%20escala%201:1.500.000

Levantamiento en terreno Programa FIC. (2023)

ANEXO

Catálogo de preguntas

Catálogo de preguntas

Introducción: Bienvenido. Antes de empezar a hablar, ¿Podría contarme algo sobre usted? ¿Cómo vive su día a día aquí en San Fabián?

Impulso narrativo: ¿Me puede contar algo de su emprendimiento y como ha llegado a hacer eso?

Experiencias con el cambio climático:

Pregunta clave: ¿Podría compartir conmigo alguna anécdota o impresión que se le haya quedado especialmente grabada en relación con el clima en los últimos años?

Impulso narrativo: ¿Cómo han afectado estos acontecimientos o cambios a su vida cotidiana/ su emprendimiento? ¿Puede darme ejemplos concretos?

Impulso narrativo: Si se menciona el término clave "cambio climático":

Curiosamente, mucha gente habla del cambio climático. ¿Hasta qué punto está usted personalmente familiarizado con este tema?

Escasez de agua y acceso al agua:

Pregunta clave: ¿Cómo está organizado actualmente para usted el acceso al agua?

Impulso narrativo: Usted tiene agua permanentemente en su casa. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento de agua y de energía en su hogar?

Impulso narrativo: Impulso narrativo: ¿Hay algún reto concreto que tenga que superar en relación con el agua?

Expectativas de futuro:

Pregunta clave: ¿Como ha cambiado el sector donde vive en los últimos 15 años?

Impulso narrativo: ¿Ha notado algún cambio en las condiciones climáticas?

Pregunta clave: ¿Se imagina cómo cambiará su sector donde vive en los próximos 15 años? ¿Qué cree que será importante?

Impulso narrativo: ¿Cuándo piensa en el futuro, ¿Cómo cree que evolucionarán las condiciones climáticas y el suministro de agua aquí en San Fabián en su sector?

Medidas de adaptación aplicadas y previstas:

Pregunta clave: ¿Dígame cómo afronta las condiciones climáticas difíciles? (profesional o privadamente).

Impulso narrativo: ¿Qué consecuencias llevan las condiciones climáticas difíciles para usted?

Impulso narrativo: ¿Cómo afecta el comportamiento a veces impredecible del clima a su vida cotidiana y qué medidas considera importantes o ya está implementando para adaptarse a ello?"

Pregunta clave: ¿Tiene alguna idea o plan para estrategias de adaptación en el futuro? ¿Qué le parece especialmente importante?

Impulso narrativo: ¿A quién se dirige o se dirigiría para obtener ayuda en la adaptación a futuras condiciones climáticas o emergencias actuales relacionadas con el clima?

Impulso narrativo: ¿Qué es lo que va a hacer o está haciendo?

Pregunta clave: ¿Dónde obtiene la información sobre el tiempo y el clima? ¿Como la interpreta y la utiliza?

Pregunta clave: ¿Usted cree que el Estado de Chile y el municipio hace lo suficiente por usted, su familia y los habitantes de su sector o territorio, esto a propósito de los eventos climáticos?

Cambio climático

Pregunta clave: Si no se ha mencionado el término del cambio climático/calentamiento global: ¿Conoce usted el término del cambio climático y que significa para usted?

Palabras finales:

Muchas gracias por su tiempo y sus historias personales. Si hay algo más que les gustaría compartir, estoy ansiosa por escuchar.

Autorización de la publicación

Quien suscribe, (Emely Fritz, nacido el 27.01.1997), alumna de la carrera de Ciencias Regionales de la Universidad de Concepción, declara ser autor de la tesis „La percepción del cambio climático en las comunidades rurales y su impacto en las medidas de adaptación utilizando el ejemplo de la comuna de San Fabián, región de Ñuble, Chile“ y conceder derecho de publicación, comunicación al público y reproducción de esa obra, en forma total o parcial en cualquier medio y bajo cualquier forma del mismo, a la Universidad de Concepción, Chile, para formar parte de la colección material o digital de cualquiera de las bibliotecas de la Universidad de Concepción y del Repositorio UDEC. Esta autorización es de forma libre y gratuita, y considera la reproducción de la obra con fines académicos y de difusión tanto nacional como internacionalmente.

Asimismo, quien suscribe declara que dicha obra no infringe derechos de autor de terceros.

07.08.2025, Karlsruhe

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'E. Fritz', with a large, sweeping flourish at the bottom.