UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Pregrado
Carrera de Geografía

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES PARA CONTRIBUIR A SU REDUCCIÓN EN LAS COMUNIDADES DE LA DIÓCESIS DE TALCA, REGIÓN DEL MAULE

Memoria para optar al título de Geógrafo

RICARDO MATÍAS ORTEGA MORENO

Profesora Guía: Dra. Carmen Paz Castro Correa

Proyecto P.236-003/2015
"Gestión Local para la Reducción de Riesgos: Hacia la Co-construcción de Comunidades Resilientes", Pastoral Social Caritas Chile

SANTIAGO – CHILE
2019

A mi madre y padre,

Me faltará vida para agradecer su esfuerzo y amor.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a la profesora Carmen Paz Castro por haber guiado y apoyado esta memoria, como también por darme la oportunidad de trabajar junto a ella, seguir aprendiendo y la posibilidad de seguir desarrollándome en lo académico, profesional y personal.

A Mave por su inagotable conocimiento, sabiduría, amistad y apoyo en todo momento, sin duda tu orientación en este trabajo también ha repercutido en la persona y profesional que he logrado ser hoy. Mil gracias por todo.

A Catherine Mella, Rodrigo Cárcamo, Angélica Vega y Don Romualdo por su buena acogida en Caritas Chile y Fundación Crate, y por lo aprendido y disfrutado en cada salida a terreno, gracias por facilitar su conocimiento y la integración con las comunidades, este trabajo no se habría logrado sin su fundamental apoyo y gestión.

A mi padre y madre, me faltará vida para agradecer todo su amor, esfuerzo y apoyo incondicional. Sin ustedes no habría logrado ser lo que soy hoy. A mi querida Renata, por acompañarme desde el día en que naciste en esta aventura, tus risas y compañía hicieron más amena esta etapa de mi vida.

A mis amigos, amigas, compañeros y miembros del tetracampeón Chico Terry F.C., gracias por forjar tan linda y perdurable amistad en esta etapa universitaria, que los buenos momentos (F) y el cariño siga abundando en nuestras vidas. A mis compañeros y compañeras del Laboratorio de Geografía Física, gracias por hacer mucho más ameno el desarrollo de este trabajo y los buenos momentos.

A Daniela, gracias por llegar en el momento indicado, por tu amor incondicional, apoyo en todo momento, contención cuando nos hemos necesitado, cariño infinito y compañía perfecta. Que la vida nos siga dando nuevas aventuras cada día.

Y, por último, pero no menos importantes, a todas y todos los miembros de las comunidades de Huelón, Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay que participaron y colaboraron con este trabajo. Este trabajo es con y para ustedes.

ÍNDICE

RESUMEN **9**
ABSTRACT **10**
1. CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN **11**
1.1. Introducción 11
1.2. Planteamiento del problema 14
1.3. Área de estudio 18
1.3.1. Comuna de Curepto 20
1.3.1.1. Huelón 22
1.3.1.2. Gualleco 24
1.3.2. Comuna de Pencahue 26
1.3.2.1. Palmas de Toconey 27
1.3.2.2. Cancha de Quillay 29
1.4. Objetivos 30
1.4.1. Objetivo General 30
1.4.2. Objetivos Específicos 30
1.5. Hipótesis de trabajo. 31
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO **32**
2.1. La complejidad del riesgo de desastres 32
2.2. Amenaza 33
2.3. Exposición 34
2.4. Vulnerabilidad 35
2.5. Resiliencia 37
2.6. Desastre 39
2.7. El riesgo de desastre como construcción social 40
2.8. La necesidad de diversificar los medios de vida para mejorar la resiliencia 41
2.9. El compromiso del país con los tratados internacionales: El Marco de Sendai 2015-203042
2.10. Gestión del riesgo de desastres 46
2.10.1. Gestión local del riesgo 49

3. CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO 51

3.1. Diseño de la investigación..... 51

3.2. Pasos metodológicos 53

3.2.1. Determinación de los factores que conforman la amenaza de incendios forestales .. 53

3.2.2. Identificación de los factores de vulnerabilidad, resiliencia comunitaria e institucional, exposición de infraestructura crítica, actores territoriales clave y medios de vida de las comunidades..... 54

3.2.2.1. Actores territoriales entrevistados 55

3.2.3. Evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales 56

3.2.3.1. Criterios y subcriterios del modelo 56

3.2.3.2. Pesos de criterios y subcriterios 58

3.2.3.3. Construcción de escalas 58

3.2.3.4. Grado de consistencia..... 58

3.2.3.5. Consulta a expertos/as 59

3.2.4. Propuesta de acciones comunitarias para contribuir a la reducción del riesgo de incendios forestales en las comunidades 60

3.3. Limitantes..... 60

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS 61

4.1. Determinación de los factores climáticos, topográficos y vegetacionales que conformas la amenaza de incendios forestales 61

4.1.1. Factores climáticos 62

4.1.2. Factores topográficos 65

4.1.3. Factores vegetacionales 67

4.2. Identificación de los factores de vulnerabilidad física, social y económica, resiliencia comunitaria e institucional, y la exposición de infraestructura crítica que inciden en la condición de riesgo ante incendios forestales 69

4.2.1. Vulnerabilidad social 69

4.2.2. Vulnerabilidad física 71

4.2.3. Vulnerabilidad económica..... 73

4.2.4. Exposición de infraestructura crítica 76

4.2.5. Resiliencia comunitaria 78

4.2.6. Resiliencia institucional 80

4.3. Evaluación multicriterio del riesgo y resiliencia ante incendios forestales 83
4.3.1. Modelo de riesgo 84
4.3.1.1. Modelo de amenaza 84
4.3.1.2. Modelo de vulnerabilidad 86
4.3.2. Modelo de resiliencia 88
4.3.3. Escalas de medición 89
4.4. Análisis de sensibilidad de los resultados 116
4.4.1. Evaluación del riesgo de incendios forestales en las comunidades 116
4.4.1.1. Evaluación de la amenaza 116
4.4.1.2. Evaluación de la vulnerabilidad 117
4.4.2. Evaluación de la resiliencia ante incendios forestales en las comunidades 117
4.5. Propuesta de acciones comunitarias de reducción del riesgo de incendios forestales.... 118
5. CAPÍTULO V: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES 121
5.1. Discusiones 121
5.2. Conclusiones 125
BIBLIOGRAFÍA. 130
ANEXOS. 144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n°1: Área de estudio 19
Figura n°2: Huelón, Comuna de Curepto 23
Figura n°3: Gualleco, Comuna de Curepto 25
Figura n°4: Palmas de Toconey, Comuna de Pencahue 28
Figura n°5: Cancha de Quillay, Comuna de Pencahue 29
Figura n°6: Triada del fuego en incendios forestales. 53
Figura n°7: Índice SU30 (modificado) en el periodo 1987-2017, estación Pencahue (DGA) 63
Figura n°8: Número de hogares por dimensiones y carencias que inciden en la PMC 75
Figura n°9: Modelo multicriterio de la amenaza de incendios forestales 84
Figura n°10: Modelo multicriterio de vulnerabilidad ante incendios forestales 86
Figura n°11: Modelo multicriterio de resiliencia ante incendios forestales 88
Figura n°12: Pendiente de laderas en las comunidades 91
Figura n°13: Exposición solar de laderas en comunidades 92
Figura n°14: Cobertura de suelo en las comunidades 94
Figura n°15: Uso de suelo en las comunidades 95

Figura n°16: Registro de incendios forestales de gran magnitud en las comunidades 97
Figura n°17: Red vial en las comunidades 100
Figura n°18: Red eléctrica en las comunidades 101
Figura n°19: Evaluación multicriterio de la amenaza de incendios forestales en las comunidades .. 116
Figura n°20: Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad ante incendios forestales en las comunidades 117
Figura n°21: Evaluación multicriterio de la resiliencia ante incendios forestales en las comunidades 118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n°1: Actores territoriales entrevistados 55
Tabla n°2: Criterios y subcriterios del modelo de amenaza 56
Tabla n°3: Criterios y subcriterios del modelo de vulnerabilidad 57
Tabla n°4: Criterios y subcriterios del modelo de resiliencia 57
Tabla n°5: Factor índice SU30 (modificado) en las comunidades 89
Tabla n°6: Factor sequía declarada en las comunidades 90
Tabla n°7: Factor pendiente de laderas en comunidades 90
Tabla n°8: Factor exposición solar de laderas en las comunidades 93
Tabla n°9: Factor cobertura de suelo en las comunidades 93
Tabla n°10: Factor uso de suelo en las comunidades 96
Tabla n°11: Factor registro de incendios forestales de gran magnitud en las comunidades 96
Tabla n°12: Población dependiente en las comunidades 98
Tabla n°13: Factor población dependiente en las comunidades 98
Tabla n°14: Factor nivel educacional de la población en las comunidades 99
Tabla n°15: Factor sin acceso a red vial en las comunidades 99
Tabla n°16: Factor sin acceso a red eléctrica en las comunidades 102
Tabla n°17: Factor sin acceso a agua potable en las comunidades 102
Tabla n°18: Factor sin acceso a alcantarillado en las comunidades 103
Tabla n°19: Factor falta de acumulador(es) de agua en las comunidades 103
Tabla n°20: Factor diversificación de medios de vida en las comunidades 104
Tabla n°21: Factor pobreza multidimensional comunal 104
Tabla n°22: Factor pobreza multidimensional en las comunidades 105
Tabla n°23: Factor exposición de viviendas en las comunidades 105
Tabla n°24: Factor exposición de centros educacionales en las comunidades 106
Tabla n°25: Factor exposición de centros de salud en las comunidades 106
Tabla n°26: Factor exposición bomberos en las comunidades 107
Tabla n°27: Factor exposición de unidades policiales en las comunidades 108
Tabla n°28: Factor participación de organizaciones sociales de las comunidades en CLE 108
Tabla n°29: Factor acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales en las comunidades ... 109
Tabla n°30: Factor acciones de prevención del riesgo de incendios forestales en las comunidades 110

Tabla n°31: Factor velocidad en la reposición de servicios básicos e infraestructura en las comunidades 111
Tabla n°32: Factor existencia de funcionario(s) municipal(es) capacitado(s) en GRRD 111
Tabla n°33: Factor jerarquía institucional del cargo en las comunidades 112
Tabla n°34: Factor existencia de planes y programas en prevención del riesgo en las comunidades 113
Tabla n°35: Factor existencia de PRC en las comunidades 114
Tabla n°36: Factor zonificación del riesgo en las comunidades 114
Tabla n°37: Resumen aplicación de escalas en el modelo de riesgo 115
Tabla n°38: Resumen aplicación de escalas en el modelo de resiliencia 115

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo n°1: Fotografía contexto territorial de Huelón 144
Anexo n°2: Fotografía Junta de Vecinos de Huelón y Comité APR 144
Anexo n°3: Fotografía contexto territorial de Gualleco 145
Anexo n°4: Fotografía contexto territorial de Gualleco 145
Anexo n°5: Fotografía Escuela básica "Las Palmas de Toconey" 146
Anexo n°6: Fotografía Junta de Vecinos Palmas de Toconey 146
Anexo n°7: Fotografía contexto territorial de Cancha de Quillay 147
Anexo n°8: Fotografía escuela básica "Esperanza del futuro", Cancha de Quillay 147
Anexo n°9: Fotografía red vial Palmas de Toconey 148
Anexo n°10: Fotografía CERT comunidad de Huelón 148
Anexo n°11: El ciclo del manejo (gestión) del riesgo. 149
Anexo n°12: Estaciones meteorológicas activas en el área de estudio. 149
Anexo n°13: Clasificación de pendiente. 150
Anexo n°14: Clasificación de exposición solar. 150
Anexo n°15: Escala de Saaty (1980). 151
Anexo n°16: Fotografía acumulador de agua, Huelón. 151

RESUMEN

La presente investigación se centra en la evaluación integral del riesgo de incendios forestales, es decir, sus componentes de amenaza, vulnerabilidad, exposición y resiliencia, a través de una metodología multicriterio, buscando contribuir a la reducción del riesgo a través de la gestión local en un contexto de modelo de desarrollo neoliberal y cambio climático.

El área de estudio corresponde a la diócesis de Talca, región del Maule, particularmente las comunidades de Huelón, Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay, las que se encuentran expuestas a un escenario de multiamenazas, predominantemente incendios forestales y sequía, potenciadas por el cambio climático. Además, las comunidades presentan diferentes niveles de vulnerabilidad y resiliencia frente a estos eventos, debido a las características geográficas propias de los territorios, la gobernanza del riesgo y los instrumentos de planificación territorial existentes, lo que ha generado la necesidad de evaluar el riesgo de las comunidades en pro de la gestión para su reducción desde conocimiento local.

La evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales se realiza en función del método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), el cual utiliza una matriz de comparación a pares tomando su vector propio principal y la normalización de umbrales de medición para determinar el nivel de riesgo de cada comunidad a partir del peso otorgado a través de una consulta a expertos.

Los principales resultados encontrados evidencian la alta incidencia del cambio climático y la sequía en la ocurrencia y propagación de incendios forestales en el área de estudio, como también los altos niveles de vulnerabilidad social, física y económica, y de exposición de infraestructura crítica ante estos eventos en las comunidades de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay. Se grafica también los altos niveles de resiliencia comunitaria y gestión institucional de Huelón y Gualleco.

Palabras clave: Evaluación multicriterio, riesgo, resiliencia, gestión local, incendios forestales.

ABSTRACT

This research focuses on the integral evaluation of wildfire risk, that is, the component of hazard, vulnerability, exposure and resilience, through multicriteria methodology, seeking to contribute to the disaster risks reduction through local management in a neoliberal development model and climate change context.

The study area corresponds to the diocese of Talca, particularly the communities of Huelón, Gualleco, Palmas de Toconey and Cancha de Quillay, which are expose to a multi-hazard's context, predominantly wildfires and drought, increased by climate change. In addition, the communities have different levels of vulnerability and resilience to these events, due to the geographical characteristics of the territories, risk governance and territorial planning instruments, which has generated the necessity to evaluate the risk of the communities in favour of management for disaster reduction from the local knowledge.

The multicriteria evaluation of wildfire risk is base on the AHP (Analytical Hierarchy Process) method, which uses a matrix of comparison to pairs taking its own main vector and the normalization of measurement thresholds to determine the level of risk of each community based on the weight given through a consultation with experts.

The main results show the high incidence of climate change and the drought in the occurrence and spread of wildfires in the study area, as well as the high levels of social, physical and economic vulnerability, and exposure of critical infrastructure to these events in the communities of Palmas de Toconey and Cancha de Quillay. The high levels of community and institutional resilience of Huelón and Gualleco are also plotte.

Keywords: Multicriteria evaluation, risk, resilience, local management, wildfires.

1. CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN

1.1. Introducción

En las últimas décadas, la reducción del riesgo de desastre ha sido una de las mayores problemáticas para los gobiernos y la sociedad civil en general (Lavell *et al*., 2004), dado que los modelos de desarrollo, la degradación ambiental, la construcción del riesgo y su materialización en desastres, han impulsado la idea de que el desarrollo sostenible solo se logra si la reducción y prevención del riesgo es un componente inherente de la planificación del desarrollo nacional, regional y local, como también en la planificación sectorial y territorial (Lavell, 2000).

En Chile, el estudio del riesgo toma especial relevancia, debido a que es uno de los países con mayor actividad sísmica en el planeta, como también, se encuentra expuesto a amenazas hidrometeorológicas, actividad volcánica, tsunamis, aluviones, incendios forestales, entre otros. En efecto, el interés por la investigación sobre la evaluación del riesgo y su contribución en la gestión del riesgo de desastre ha ido incrementando a medida que se han desencadenado amenazas de diverso origen, las cuales ha ocasionado la pérdida de vidas, daños a la infraestructura e inversión pública y privada en los procesos de reconstrucción, por lo que el tema cobra gran importancia para comprender los factores que inciden en la ecuación del riesgo, con el fin de mejorar capacidad de prevenir, responder y reponerse ante eventos futuros.

Los nuevos determinantes que explican las condiciones de riesgo en Chile se asocian fundamentalmente con los cambios en el modelo de desarrollo de la globalización económica, incluso, el escenario de cambio climático, considerado como un amplificador del riesgo de eventos extremos, ha generado la necesidad de nuevas estrategias de mitigación, evaluación y adaptación orientadas a un aumento de la resiliencia y disminución de la vulnerabilidad de la población que vive en territorios expuestos a amenazas (Castro- Correa *et al.*, 2016).

El riesgo, al estar en función de la amenaza, vulnerabilidad, exposición y resiliencia, puede reducirse, aumentarse o materializarse en una emergencia o desastre, con consecuencias en y para la sociedad, lo que implica que el riesgo no responde solo a dinámicas naturales, sino también, a dinámicas sociales o humanas que lo configuran y transforman continuamente,

siendo un claro ejemplo la ocurrencia y aumento de incendios forestales en la zona centro-sur de nuestro país (Aldunce *et al*., 2012).

Bajo este contexto, la presencia de un ecosistema mediterráneo, el cambio climático y las actividades económicas que se llevan a cabo en el territorio, otorgan las condiciones necesarias para la ignición, propagación y descontrol de incendios forestales, y que en los últimos años han ocasionado numerosos daños materiales y el fallecimiento de personas, teniendo una marcada concentración espacial de estos eventos entre la región de Coquimbo y la Araucanía, sin embargo, la condición de riesgo se presenta de manera diferenciada entre regiones, esto se debe al significativo efecto de la población en el inicio del fuego, principalmente en la periferia urbana, zonas de interfaz urbano-forestal, a lo largo de caminos y carreteras, donde se acumulan desechos de vegetación y basurales, y también por la variabilidad de los factores ambientales que inciden en la ignición y propagación de los incendios (Castillo, 2013).

Sin embargo, las metodologías utilizadas para el análisis, evaluación y gestión del riesgo de incendios forestales no logran evaluar el riesgo de manera integral, debido a que sólo se enfocan en la identificación y evaluación de la amenaza, no considerando las vulnerabilidades de la población, la exposición y la capacidad de respuesta de la sociedad ante estos eventos en el territorio (Olcina, 2008).

Por lo tanto, el objetivo principal de la presente memoria corresponde a la evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales, el cual se basa en la integración y análisis de los componente del riesgo, vale decir, la amenaza, vulnerabilidad, exposición y resiliencia, aplicando dos modelos, riesgo y resiliencia, utilizando el método de proceso de análisis jerárquico (AHP) (Saaty, 1980), donde los resultados buscan contribuir a la reducción del riesgo de incendios en las comunidades de la diócesis de Talca, las cuales son Huelón, Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay, todas pertenecientes a la región del Maule.

La memoria se estructura en función de cinco capítulos. En el capítulo I se enfoca principalmente en la problemática de la investigación, relacionada a la necesidad de evaluar y analizar el riesgo de incendios forestales de manera integral y multifactorial, que incluya la participación y conocimientos de la población en el proceso de gestión para la reducción del riesgo de incendios con un enfoque local. Además, se realiza la descripción del área de estudio, indicando los antecedentes de las comunidades para realizar la evaluación multicriterio.

En el capítulo II ser realiza una revisión bibliográfica de diversas fuentes que abordan el riesgo, así generar un marco conceptual que guíe la investigación en función de los componentes del riesgo, su construcción social, medios de vida, marcos internacionales de reducción del riesgo y la gestión del riesgo de desastres con un enfoque local.

El capítulo III explica la metodología utilizada para lograr el objetivo de la investigación, para esto, en primera instancia, se realiza una revisión bibliográfica de documento elaborados por la Pastoral Social Caritas Chile y Fundación Crate en el periodo 2015 – 2016, con el fin de obtener los antecedentes necesarios para realizar y aplicar la evaluación multicriterio del riesgo en las comunidades. Junto con lo anterior, se revisan documentos académicos y técnicos que abordan la triada, o triángulo, del fuego, para determinar los factores asociados a la amenaza de incendios forestales. La revisión bibliográfica se complementa con la realización de entrevistas semiestructuradas a los actores territoriales clave, las que fueron realizadas en diciembre de 2016, con el fin identificar las vulnerabilidades y capacidades de la población. Luego, se describe el uso método Analitical Hierarchy Process (AHP) para la comparación a pares de los factores identificación, a través de la consulta a expertos y expertas acordes al tema de la investigación, para ponderar los pesos de cada factor que inciden en la condición de riesgo por comunidad, generando dos modelos de comparación, riesgo y resiliencia.

Los resultados de la aplicación de la metodología utilizada se describen en el capítulo IV, la determinación de los factores asociados a la amenaza en función de la triada del fuego, la identificación de los factores de vulnerabilidad, exposición y resiliencia ante incendios forestales, todo lo anterior descrito, aplicado y analizado para cada comunidad, y luego en función de la determinación de los factores mencionados y la consulta a expertos y expertas, se muestran los gráficos correspondientes a las evaluación multicriterio del riesgo y resiliencia ante incendios forestales. Finalmente, a partir de la evaluación, se proponen acciones comunitarias de reducción del riesgo de incendios forestales considerando la realidad de cada comunidad. En el capítulo V, se realizan discusiones y conclusiones principales de la investigación.

1.2. Planteamiento del problema

Chile es un país con una marcada influencia del clima mediterráneo en su zona central, lo que incide directamente en la ocurrencia y propagación de incendios forestales (Castillo *et al*., 2013), los cuales corresponden a un fuego, cualquiera sea su origen y con peligro o daño a las personas, la propiedad o el ambiente, que se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta, es decir, es el fuego que quema árboles, matorrales y pastos, siendo un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso (CONAF, 2018c), en efecto, cada inicio de la temporada estival recobra especial importancia el tema de los incendios forestales en el país, pero no de todos los incendios que ocurren entre la región de Coquimbo y la región de Magallanes, sino de aquellos grandes incendios forestales que ponen en riesgo y destruyen no sólo boques nativos y plantaciones forestales, sino también afectan a la población, sus medios de vida e infraestructuras (Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2010), constituyendo una problemática socio-ambiental, que resulta en pérdidas humanas y económicas, contaminación atmosférica y de acuíferos, deslizamientos de tierra en áreas habitadas, degradación del suelo y cultivos, pérdida de especies nativas, entre otros (Costa *et al*., 2011).

En este contexto, la presencia de incendios forestales en el país data desde los tiempos de la colonización, no obstante, sólo a contar del año 1964 se comenzó a sistematizar la información sobre ocurrencia y daño provocado por ellos, primero por Carabineros de Chile, a través de su Departamento de Policía Forestal y, posteriormente, desde 1974 por la CONAF, por su Programa de Protección Contra Incendios Forestales (PPCIF) (CONAF, 2010), sin embargo, sólo desde el año 1984 que se cuenta con registros confiables de eventos y daño debido a la actualización de los instrumentos de registro y monitoreo (Úbeda & Sarricolea, 2016). Desde entonces, gestionar el riesgo de incendios forestales ha sido materia de trabajo para el Estado, empresas forestales y comunidades, dada su relación con el aumento de estos eventos, la exposición de la población a ellos y el daño ocasionado con su ocurrencia cada temporada.

Según datos de la CONAF (2018a), en el periodo 1985 – 2016 se registraron 173.291 eventos de incendios forestales a nivel nacional, resultando quemada una superficie de 2.714.054 hectáreas, siendo el 55,8% de estas superficie de uso forestal, vale decir, vegetación introducida, como los son las plantaciones forestales de Pino insigne (*Pinus radiata*) y Eucalyptus (*Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*), los cuales representan el 97% de la producción maderera del país (CONAF, 2015 citado en Úbeda & Sarricolea, 2016). Cabe

destacar que sólo en la temporada 2016-2017 se registró la ocurrencia de 5.244 incendios forestales en el territorio nacional, quemando una superficie total de 569.989 hectáreas, 2.500 viviendas y resultado personas fallecidas. Es por lo anterior que, desde el año 2017, se formalizó la extensión de la temporada (periodo crítico) de incendios forestales en la zona central del país, siendo entre septiembre y junio de cada año (Gobierno de Chile (GOB), 2017), con el fin de prevenir la ocurrencia de incendios forestales previo al comienzo del periodo crítico, a través de acciones de prevención y evaluación del riesgo de posibles eventos.

No obstante, los incendios forestales se comportan de una manera muy variable entre los diferentes territorios, debido, como se ha mencionado, a las diferencias en las condiciones climáticas, vegetacionales y topográficas, como también el uso de la tierra o suelo, niveles culturales y comportamiento de las comunidades existentes (Castillo *et al.*, 2013). Siguiendo con lo anterior, según algunos autores, resulta difícil atribuir las causas u origen de los incendios forestales netamente a factores naturales o antrópicos, sin embargo, según la CONAF (2018c) el origen de los incendios forestales en nuestro país recae en la acción humana, siendo el 99% de ellos iniciado por descuidos o negligencias en la manipulación de fuentes de calor, por prácticas agrícolas o por intencionalidad, originada en motivaciones de distinto tipo, incluso la delictiva, y no como elemento natural de regulación de la dinámica generativa de bosques, situación que se da en los bosques del hemisferio norte donde la presencia del fuego, a través de tormentas eléctricas, juega un papel fundamental en la regeneración de estos ecosistemas forestales (CONAF, 2010: 7).

Además, el origen de los incendios forestales tiene una estrecha relación con el aumento de las actividades silvoagropecuarias, aumento de la población, aumento de la conectividad terrenos urbano-rurales, y mayor presencia de población en terrenos rurales en periodo estival (CONAF, 2010). Asimismo, la intencionalidad, vandalismo y uso irresponsable son las causas más comunes y componen la mayor proporción de la ocurrencia de incendios forestales en Chile (Castillo *et al.*,2013)

En este sentido, para contribuir al estudio del comportamiento del fuego y el riesgo de incendios forestales, Julio (1990) diseña un índice de riesgo de incendios forestales para todo el territorio nacional, construido en base a los factores que afectan la probabilidad de ocurrencia utilizando antecedentes meteorológicos, poblacionales, vegetacionales y topográficos, a fin analizar su grado de asociación con alrededor de 20.000 incendios forestales registrados en cuatro temporadas (1985-1988), generando 15 macro-zonas que van desde la región de Valparaíso hasta la región de Los Lagos con su respectivo nivel de riesgo.

Por su parte, la CONAF ha desarrollado un "índice de riesgo de incendios forestales", el cual define, evalúa y modela las condiciones ambientales que permitirían la ignición y propagación del fuego en un incendio forestal, utilizando cálculos a partir de las previsiones con modelos numéricos de tiempo (ETA 15km., BRAMS 17 km., y T213 60 km.) para precipitación diaria, temperatura máxima y humedad relativa mínima, además de mapas de tipo vegetación con una resolución espacial de 60 km. para América del sur (CONAF, 2018b), así se priorizan los ámbitos y zonas donde enfocar las labores de prevención y posible respuesta a un evento. También, la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior (ONEMI) a través de su plataforma web "Visor Chile Preparado", utilizando información proporcionada por la CONAF, grafica la amenaza de incendios forestales a través de la densidad de ocurrencia de eventos entre los años 2011 – 2015, categorizando como "alta" cuando ocurrieron más de 10 eventos, "media" cuando ocurrieron entre 10 y 4 eventos, y "baja" cuando ocurrieron entre 3 y 1 evento, así, cualquier persona e institución que lo requiera podrá conocer por medio de su georreferenciación la exposición frente a la amenaza de incendios forestales que afectan el territorio nacional para priorizar las labores de prevención y respuesta ante estos eventos (ONEMI, 2018).

Si bien los métodos de evaluación y modelación del riesgo mencionados anteriormente han resultado excelentes herramientas para el análisis y gestión de la amenaza de incendios forestales, su comportamiento y enfocar las labores de prevención y respuesta en los territorios, estos no logran evaluar el riesgo de manera integral, debido a que no consideran, la exposición de viviendas e infraestructura critica, y las capacidades de la comunidad e instituciones para prevenir, responder y rehabilitarse ante la ocurrencia de estos eventos, y las vulnerabilidades de la población, que por lo general ésta se reduce a conocer el número de personas e infraestructura critica expuesta (González-Muzzio *et al*., 2015). Bajo esta línea es que resulta fundamental la identificación y evaluación del riesgo con urgencia para tomar medidas que vayan más allá de las medidas estructurales destinadas a reducirlo a través de su gestión, sino que también abordando aspectos relacionados con la reducción de la vulnerabilidad y la exposición de la población y sus activos (Siddayao *et al*., 2014 citados en Castro- Correa *et al.*, 2016).

Pese a que históricamente la gestión del riesgo en Chile se ha enfocado principalmente en la respuesta inmediata a la emergencia, lo que puede ser problemático en el énfasis que se le puede dar a la gestión de emergencias y desastres, ya que se deja considerar la reducción de la vulnerabilidad y de la exposición, la promoción de la resilincia, sistems de alerta temprana, entre otros (González-Muzzio *et al*., 2015) hoy en día existen grandes esfuerzos por parte de

instituciones del Estado y organizaciones no gubernamentales (ONG) que gestionan el riesgo de desastre en orientar las acciones de gestión hacia la prevención del riesgo y no sólo en su respuesta ocurrido el desastre, no obstante, aun cuando los planes y programas nacionales e internacionales grafican la necesidad de integrar a los miembros de las comunidades en la gestión para la reducción del riesgo, estos no son considerados como referentes locales para la implementación de políticas y planes de reducción de riesgos con participación activa, sino que sólo son considerados como sujetos que se deben proteger ante la ocurrencia de un desastre (Santillán, 2015).

En esta lógica, es importante señalar que, aun cuando los factores que explican la existencia del riesgo pueden encontrar su origen en distintos procesos sociales y en diferentes territorios, su expresión o escala territorial más nítida es el nivel micro-social o local, ya que es en estos niveles que el riesgo se concreta, se mide, se enfrenta y se sufre, al transformarse de una condición latente en una condición de pérdida, crisis o desastre (Lavell, 2001). Por lo tanto, la gobernanza del riesgo y su institucionalidad debe estar pensada desde lo local hacia lo nacional, con un enfoque de *botom-up* o "de abajo hacia arriba", donde los actores locales estén mejor dotados, preparados y empoderados desde la prevención y la emergencia, material e institucionalmente (González- Muzzio *et al*., 2015).

A partir de todo lo anterior mencionado, la evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales, considerando los factores asociados a los componentes del riesgo, vale decir, la amenaza, vulnerabilidades, exposición y resiliencia ante tales eventos, surge como una oportunidad para analizar los factores que inciden en la condición de riesgo de la población, infraestructura y sus medios de vida, así, contribuir a su reducción a través de la gestión del riesgo de incendios forestales con un enfoque local en las comunidades de Huelón, Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay, pertenecientes a la diócesis de Talca, región del Maule, considerando que el riesgo aumenta por factores como las nuevas tendencias demográficas y los desarrollos económicos regionales, lo que implica la necesidad de estudiar varias realidades territoriales para definir las causas subyacentes de los riesgos generales y particulares, buscando una comprensión integral del problema y así gestionarlo (Kabisch *et al*., 2011).

1.3. Área de estudio

Complementaria a la división político-administrativa de Chile, la Iglesia católica, a través de la Conferencia Episcopal, divide el territorio en veintisiete Diócesis distribuidas en todo Chile continental, las cuales corresponden a jurisdicciones territoriales eclesiásticas, donde cada una constituye una "Iglesia particular", cuya máxima autoridad es el Obispo (Conferencia Episcopal de Chile, 2018). Es importante señalar que la presente memoria se enmarca en el proyecto "Gestión local para la reducción de riesgos: Hacía la co-construcción de comunidades resilientes" ejecutado por la Pastoral Social Caritas Chile, con la cooperación de Caritas Alemana, implementado en 10 comunidades de las diócesis de Talca y San Felipe desde el año 2015, donde se propuso contribuir con conocimientos empíricos y fundados en la práctica de intervención en contextos comunitarios a la construcción de un modelo institucional de acción frente a desastres y la promoción de la reducción de riesgo de desastres (Pastoral Social Caritas Chile, 2015).

En este sentido, el área de estudio de la presente investigación corresponde a la Diócesis de Talca, conformada por las comunas de Curepto, Pencahue y Maule, no obstante, sólo las dos primeras tienen continuidad en el proyecto en el cual se enmarca el presente trabajo, por lo tanto, las comunidades estudiadas corresponden a Huelón y Gualleco, en la comuna de Curepto, y Palmas de Toconey y Cancha de Quillay en la comuna de Pencahue. Ambas comunas pertenecen a la provincia de Talca, región del Maule (Figura n°1).

Para el Censo del año 2017, la región del Maule registró una población de 1.044.950 habitantes, representando el 5,9% del total nacional, donde la población que habita en las áreas urbanas corresponde al 73,2% y el 26,8% restante en áreas rurales, siendo una cifra superior al porcentaje nacional (12,2%) de población que habita en aquellas áreas (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2018), graficando así su alto nivel de ruralidad.

En cuanto a la estadística de incendios forestales de magnitud (>200 Ha.) a escala regional, en los periodos 1990 – 2009 y 2010 – 2014, aumentó en 227% la superficie quemada, y en un 76% el número de incendios, relacionándose con el periodo de sequía en la zona centro-sur del país (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, CR2, 2015).

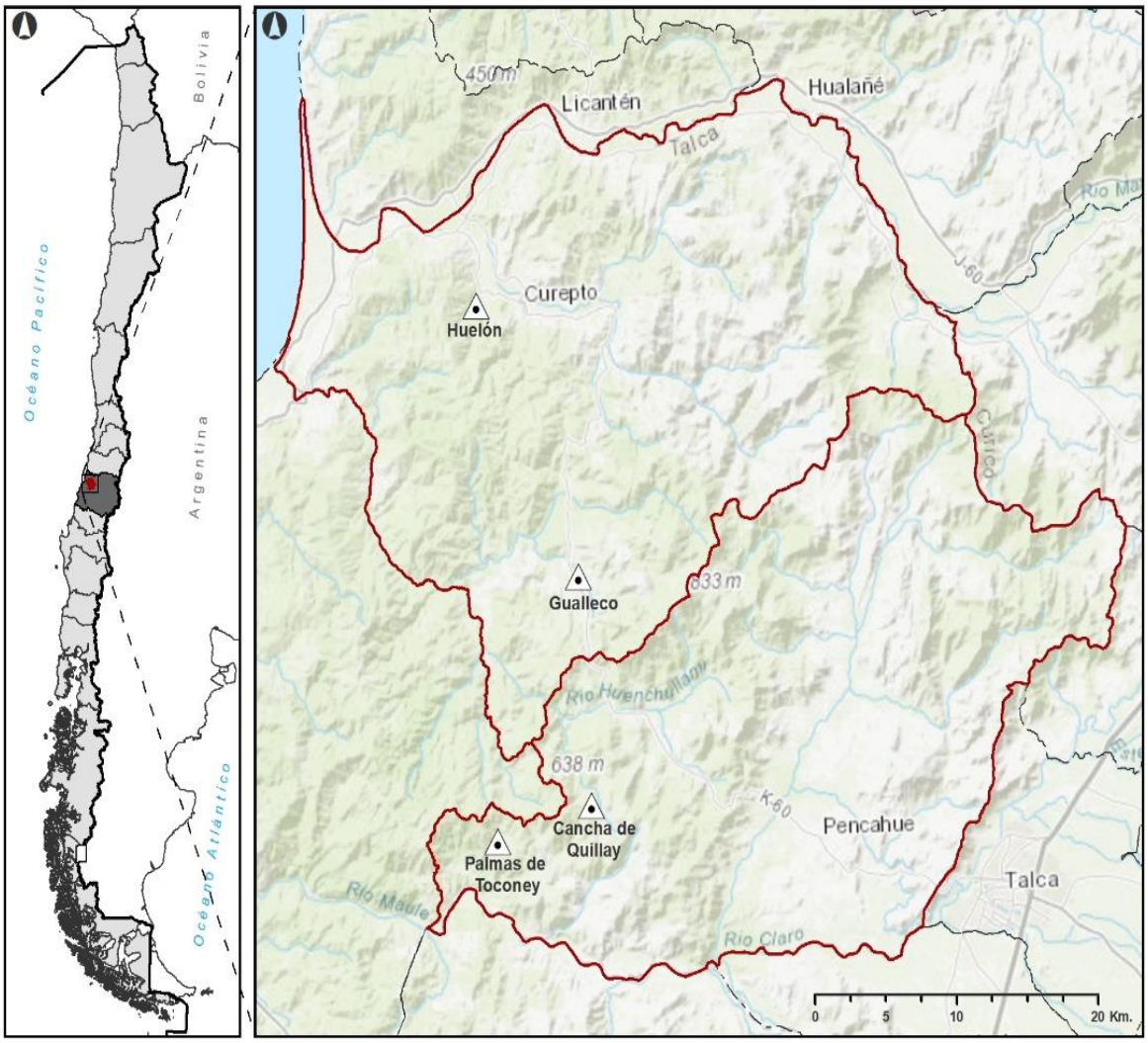


Figura n°1: Área de estudio

Con respecto a lo anterior, cabe señalar que en el periodo 2010-2015 el territorio comprendido entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía registró un déficit de precipitaciones cercano al 30%, ocurriendo en la década más cálida en 1000 años, declarada como "mega-sequía", debido a su persistencia temporal y extensión territorial (CR2, 2015).

1.3.1. Comuna de Curepto

La comuna de Curepto se localiza en el sector noroeste de la región del Maule, en la provincia de Talca, a 74 km de la capital regional, limitando al norte con las comunas de Licantén y Hualañe, al oeste con el Océano Pacífico, al sur con las comunas de Constitución y Pencahue, y al este con la comuna de Sagrada Familia (Figura n°1), abarcando una superficie de 1.073 km^2, lo cual corresponde a un 3,5% del territorio regional, siendo su altitud media de 10 m.s.n.m. (I. Municipalidad de Curepto, 2017). Según datos del Censo del año 2017, la comuna de Curepto registró una población de 9.448 habitantes, donde el 64,1% habita en áreas rurales (INE, 2018), siendo una de las comunas con mayor índice de ruralidad a nivel nacional.

Para el mismo Censo, el rango etario predominante en la comuna es entre los 15 y 64 años, representando el 64,1% de la población comunal, seguido de los habitantes de 65 años y más, vale decir, adultos mayores con un 20,5%, y luego los menores de 15 años con el 15,4% del total comunal, graficando la predominancia de personas adultas y adultos mayores en la comuna, siendo 43 años la edad promedio (INE, 2018).

En cuanto a la distribución del nivel educacional, con respecto al curso más alto aprobado de la población comunal, el 45,5% registra un nivel de educación básica aprobado, seguido del nivel de educación media (científico-humanista y técnico-profesional) con el 25%, y la educación superior (técnico superior, profesional, magister y doctorado) con un 9,8% del total comunal (INE, 2018).

Referente a la gestión del riesgo de desastres, la comuna cuenta con un Plan de Protección Civil, el que establece una Coordinación Comunal de Protección Civil, ubicada en las dependencias de la I. Municipalidad de Curepto, la cual tiene la responsabilidad de efectuar la coordinación general efectiva entre los organismos e instituciones que participan en la atención de una emergencia, como también informar al Jefe Comunal (Alcalde) de las actividades y disponer la recopilación y entrega de estadísticas, informes e información, además, tiene la función de secretaría ejecutiva del Comité Local de Protección Civil (CLPC), presidido por el Alcalde. Además, la Coordinación Comunal de Protección Civil cuenta con un coordinador comunal suplente, quien tiene las mismas atribuciones que el coordinador titular en el caso de estar ausente ante la ocurrencia de una emergencia, donde ambos cuentan con capacitaciones que abordan la gestión del riesgo y emergencia (I. Municipalidad de Curepto, 2016).

Siguiendo con lo anterior, el CLPC está conformado el Alcalde, el Coordinador de Protección Civil, Cuerpo de bomberos de Curepto, Carabineros de Chile, Empresa Eléctrica de Melipilla, Colchagua y Maule S.A. (EMELECTRIC), Empresa Eléctrica de Talca (EMETAL), Aguas Nuevo Sur, Hospital Curepto, Encargado departamento Social, Jefe de departamento de salud, Jefe de departamento de educación, Jefe de departamento de obras, Jefe de departamento de movilización, vialidad, higiene ambiental y Forestal Arauco S.A. (I. Municipalidad de Curepto, 2016).

La unidad de educación y prevención del CLPC, coordinada por el Departamento de Educación Municipal, es la encargada de la prevención del riesgo y el cómo actuar en caso de emergencia, realizando campañas masivas de tipo educativas, a través de colegios, instituciones, empresas, medios de comunicación y organizaciones sociales, desarrollando una actitud de autoprotección y seguridad integral de la comunidad (I. Municipalidad de Curepto, 2016).

Curepto cuenta con un Cuerpo de bomberos en el centro comunal, además de la 3ra Compañía de bomberos de Curepto, ubicada en la localidad de Gualleco, a 28,4 km. del centro la comuna, quienes cuentan con preparación para el combate de incendios forestales. Además, la comuna cuenta con la presencia de dos retenes de Carabineros de Chile, Gualleco y Huaquén, como también con una tenencia, la cual corresponde a la tenencia Curepto ubicada en el centro de la comuna.

En el ámbito del ordenamiento y planificación territorial, la comuna cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) actualizado el año 2015 para las áreas urbanas de Curepto y Gualleco. El PRC, en cuanto a la zonificación del riesgo, grafica zonas definidas como "Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano", que considera las áreas de riesgo de inundación por proximidad a ríos, esteros y quebradas, como también, áreas de riesgo propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas (Ministerio del Interior y Seguridad Pública, 2016).

En cuanto a la cobertura de suelo en la comuna, según la CONAF (2011) en su Catastro del Uso de Suelo y Vegetación realizado en el año 2009 en la región del Maule, el 43% de la superficie comunal corresponde a plantación forestal, seguido de un 34% correspondiente a matorral y pradera, un 9% a bosque nativo y mixto, y el 14% restante a otras coberturas, graficando la predominancia del rubro forestal en la comuna.

Por su parte, la distribución de uso de suelo en la comuna corresponde a un 53,4% de uso industrial, vale decir, actividades forestales (42,9%) y agrícolas (10,5%), un 0,2% a interfaz urbano-forestal, y un 46,4% corresponde a otro uso (cobertura vegetacional nativa, playas, dunas, nieve, ríos y lagos, entre otros) (CONAF, 2011). Además, con relación al equipamiento, la comuna cuenta con una red vial de 409 km aproximadamente, donde el 65,7% corresponde a caminos de ripio, un 19,5% a caminos pavimentados y 14,8% a caminos de suelo natural (Ministerio de Obras Públicas (MOP), 2018), como también, una red eléctrica de 464 km aproximadamente, entre baja, media y alta tensión, a cargo de la Compañía General de Electricidad Industrial S.A. (CGE) (Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), 2016). Asimismo, la comuna cuenta con 12 atractivos turísticos que aumentan la circulación de personas en temporada estival, siendo gran parte de ellos museos, festivales, iglesias y sitios naturales como termas y senderos (Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), 2018).

Por otra parte, en el periodo 1985 – 2016, la comuna de Curepto registró la ocurrencia de 430 incendios forestales en su territorio, resultando afectada una superficie de 6.411 hectáreas (CONAF, 2016a). En este contexto, cabe señalar que, de la totalidad de la superficie comunal cubierta por plantaciones y bosque nativo, 33.000 hectáreas aproximadamente, el 30,6% pertenece a empresas forestales, siendo Forestal Arauco S.A. la que concentra el 30% de esa superficie (CONAF, 2016b).

1.3.1.1. Huelón

La comunidad de Huelón se ubica a 2 km al poniente del área urbana de Curepto y a 80 km. de la ciudad de Talca. Se compone de tres sectores, los cuales son Huelón alto, Huelón centro y Huelón bajo (Figura n°2) (Anexo n°1). Según datos del Censo 2017, en la comunidad habitan 182 personas distribuidas en 88 viviendas, las que se concentran en el sector de Huelón alto y centro, categorizándose como entidad rural, específicamente parcela-hijuela (INE, 2018).

En relación con las viviendas de la comunidad, el 40% de ellas son autoconstruidas con materiales ligeros por la comunidad, un 10% entregadas por Fundación Crate a través de fondo de Caritas Suiza, 35% de material sólido, principalmente obtenido a través del subsidio de reconstrucción del Estado, y un 15% viviendas construidas y reparadas con adobe, debido a que fueron afectadas por el terremoto del 27 de febrero de 2010 (27F) (Fundación Crate, 2016).

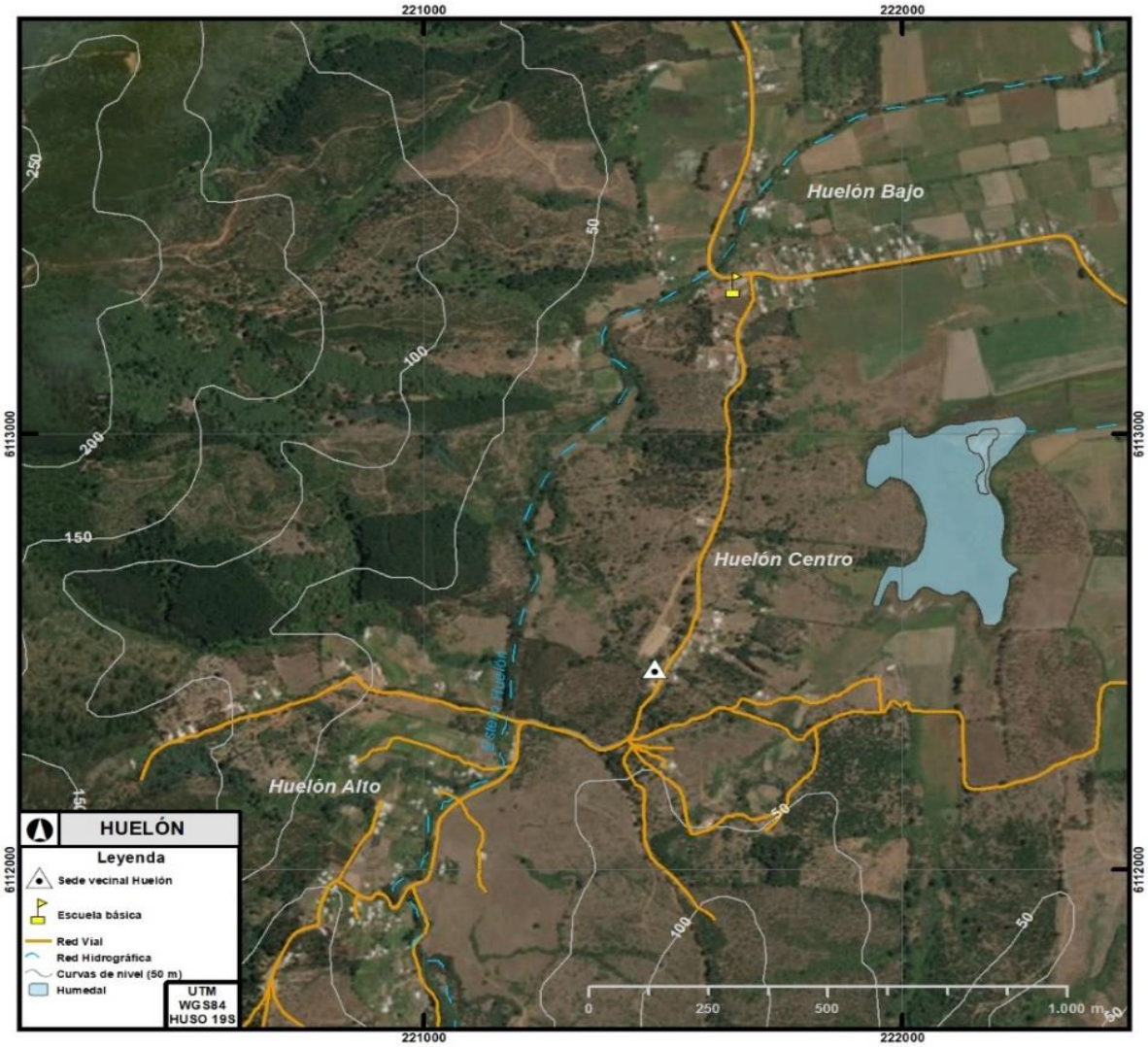


Figura n°2: Huelón, Comuna de Curepto

La comunidad sólo cuenta con un establecimiento de educación, el cual imparte educación básica (1° a 8° básico). También, Huelón cuenta con una capilla, club del adulto mayor, club deportivo, junta de vecinos y un comité de Agua Potable Rural (APR) (Anexo n°2), el cual posee un acumulador de agua, teniendo acceso continuo al recurso, siendo intermitente en temporada estival, y no posee acceso a alcantarillado (Fundación Crate, 2016).

En cuanto a centros de salud, la comunidad de Huelón dispone a 3 km aproximadamente de un establecimiento público de salud de nivel terciario (hospital), el cual corresponde al Hospital de Curepto.

Por su parte, los medios de vida de la comunidad se basan en la agricultura de subsistencia, y en menor medida para su comercialización, ya que los huertos no superan un cuarto de hectárea, como también al rubro de servicios, por ejemplo, peluquería, venta de productos artesanales, viveros y tejidos. Resulta importante destacar que la cosecha de hongos silvestres comestibles, aledaños a plantaciones forestales de Pino insigne, es una de las actividades que genera mayores ingresos en los habitantes, ya que son procesadas artesanalmente y comercializadas a turistas y al comercio gastronómico de la zona (Fundación Crate, 2016).

1.3.1.2. Gualleco

La comunidad de Gualleco de localiza a 30 km. al sureste del área urbana de Curepto, y a 45 km de la ciudad de Talca. En la comunidad habitan 431 personas, distribuidos en 209 viviendas (Figura n°3), categorizándose como una entidad rural, específicamente una aldea (INE, 2018), siendo importante destacar que en el año 1849 la comunidad tuvo que relocalizar el asentamiento debido a la ocurrencia de un gran incendio forestal, situándose en su localización actual (Fundación Crate, 2016).

En relación con las viviendas, el 45% de ellas es de construcción sólida principalmente por subsidio de reconstrucción, un 35% corresponde a viviendas autoconstruidas con material ligero y viviendas definitivas entregadas por Fundación Crate a través de fondos aportados por Caritas Suiza, y un 20% corresponde a viviendas de adobe, con reparaciones realizadas luego del 27F o terremoto de 2010 (Fundación Crate, 2016).

Respecto a centros educacionales, la comunidad de Gualleco sólo cuenta con una escuela básica (1° a 8° básico), además, cuenta con un establecimiento público de salud nivel primario correspondiente a una Posta de Salud Rural (PSR), como también un club deportivo, junta de vecinos, club del adulto mayor, club de huasos, entre otros (Fundación Crate, 2016). Es importante señalar que, como se mencionó anteriormente, la comuna de Curepto y el sector de Gualleco tienen características urbanas (Anexo n°3 y n°4), contando con servicio de agua potable y alcantarillado (Fundación Crate, 2016).

Además, Gualleco cuenta con la 2da Compañía de bomberos de Curepto, ubicada en la misma localidad, a 28,4 km. del centro la comuna, quienes cuentan con preparación para el combate de incendios forestales. Además, la comunidad cuenta con la presencia del retén “Gualleco” de Carabineros de Chile.

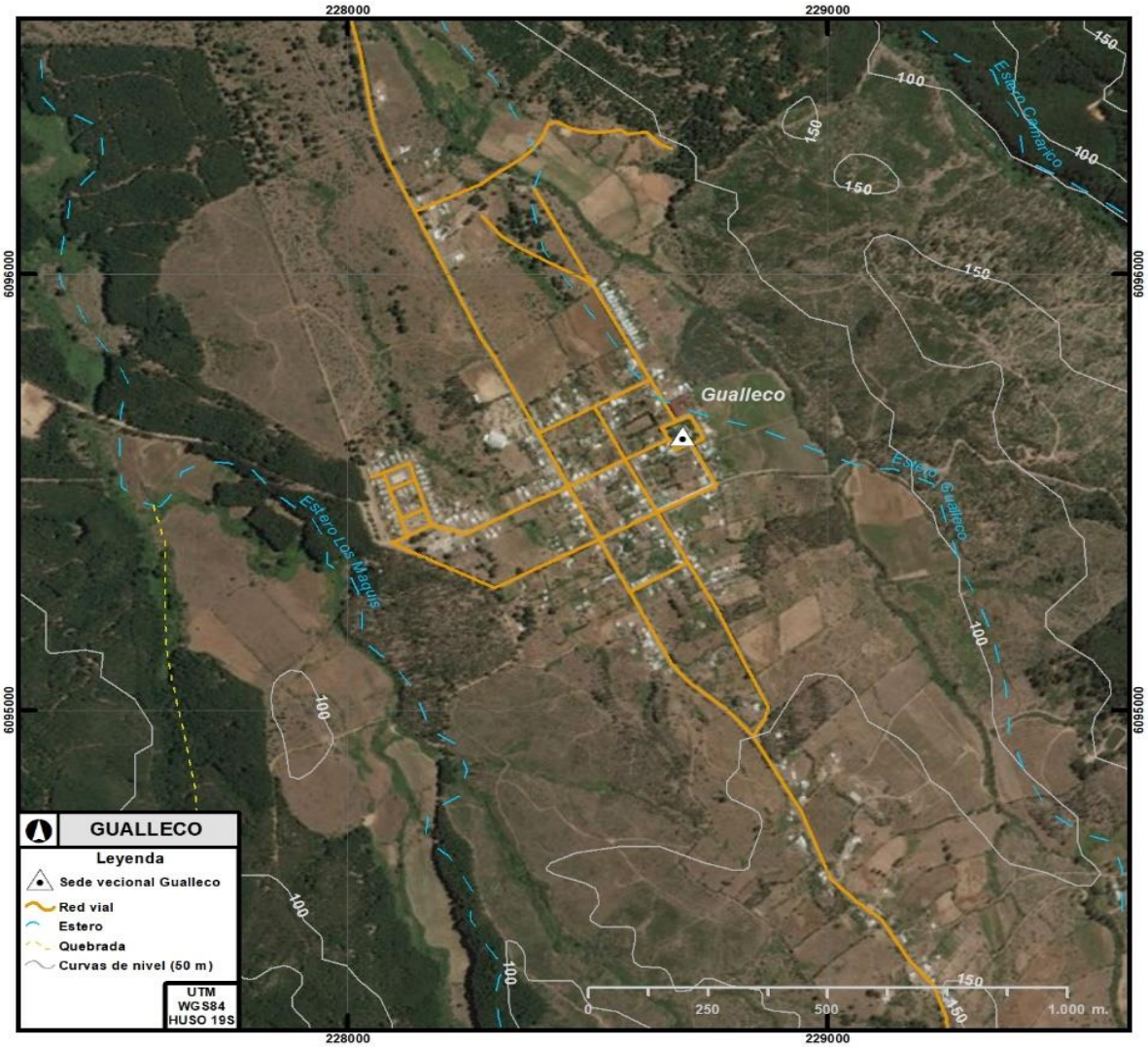


Figura n°3: Gualleco, Comuna de Curepto

En cuanto a los medios de vida de la comunidad, ésta se sustenta principalmente de la agricultura de subsistencia y en menor medida orientada la comercialización, como también, se dedican al rubro de servicios, construcción, trabajos forestales y temporeros (Fundación Crate, 2016).

1.3.2. Comuna de Pencahue

La comuna de Pencahue se ubica al noreste de la región del Maule, provincia de Talca, limitando al norte con la comuna de Curepto y Sagrada Familia, al oeste con la comuna de Constitución, al sur con San Javier y Maule, al este con las comunas de Talca y San Rafael (Figura n°1) abarcando una superficie de 956,8 km^2, lo cual corresponde al 3,1% del territorio regional (I. Municipalidad de Pencahue, 2014). Según datos del Censo del año 2017, la comuna registró una población de 8.245 personas, donde el 58,3% de los habitantes se distribuye en áreas rurales (INE, 2018).

El rango etario predominante en la comuna son los habitantes entre 15 y 64 años, representando el 66,7% de la población, seguido de los menores de 15 años con el 17,8, y luego los habitantes de 65 años y más, vale decir, adultos mayores con un 15,5% del total, graficando la predominancia de personas adultas en la comuna, siendo 39,5 años la edad promedio en la comuna (INE, 2018).

Con relación a la distribución del nivel educacional, en función del curso más alto aprobado de la población comunal, el 40% cuenta con un nivel de educación básica aprobada, seguido del nivel de educación media (científico-humanista y técnico-profesional) con el 29,9%, y la educación superior (técnico superior, profesional, magister y doctorado) con un 10,2% del total comunal (INE, 2018).

La comuna de Pencahue cuenta con dos compañías de bomberos, la 1ra Compañía de bomberos de Pencahue, ubicada en el centro comunal, y la 2da Compañía de bomberos de Pencahue, ubicada en la localidad de Corinto, a 11 km del centro de la comuna. Además, la comuna cuenta con dos retenes de Carabineros de Chile, los cuales se localizan en los sectores de Botalcura y Corinto, como también, una Tenencia que corresponde a Pencahue.

En cuanto al ordenamiento y planificación territorial, la comuna no cuenta con un Plan Regulador Comunal (PRC) vigente, ya que a la fecha se encuentra en planes de formulación (Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), 2018). Por lo tanto, la comuna tampoco tiene una zonificación o identificación de áreas de riesgo en su territorio.

En relación con la distribución de la cobertura de suelo en la comuna, el 38% corresponde a cobertura de plantación forestal, seguida de un 31% de matorral y praderas, 23% a otras coberturas, mencionadas anteriormente, y un 8% a bosque nativo o mixto (CONAF, 2011).

Por su parte, la distribución del uso de suelo de la comuna, un 59,8% corresponde uso industrial, es decir, actividades forestales (37,6%) y agrícolas (22,3%), un 0,2% a uso de interfaz urbano-forestal, y un 40% a otras coberturas (CONAF, 2011). En cuanto al uso de equipamiento, la comuna dispone de una red vial de 322 km aproximadamente, donde el 53,9% corresponde a caminos de ripio, un 17,9% a caminos pavimentados y un 28,2% a caminos de suelo natural (MOP, 2018), además, cuenta con una red eléctrica de 548 km aproximadamente entre baja, media y alta tensión, también perteneciente a CGE (SEC, 2016). Por su parte, la comuna de Pencahue cuenta con 12 atractivos turísticos, donde gran parte de ellos corresponden a fiestas costumbristas, museos, iglesias y sitios naturales (SERNATUR, 2018).

En el periodo 1985 – 2016, la comuna de Pencahue registró la ocurrencia de 445 incendios forestales en su territorio, resultando afectada una superficie de 12.129 hectáreas (CONAF, 2016a).

1.3.2.1. Palmas de Toconey

La comunidad de Palmas de Toconey se localiza a 45 km en dirección noreste del centro de la comuna de Pencahue (Fundación Crate, 2016), habitando 79 personas, distribuidas en 66 viviendas (Figura n°4), categorizándose como una entidad rural, específicamente un caserío (INE, 2018). En relación con las viviendas de la comunidad, éstas en su totalidad corresponden a viviendas de adobe y madera, lo anterior debido a que fueron autoconstruidas o reparadas luego del terremoto del 27F (Fundación Crate, 2016)**.**

Respecto a los centros educacionales, la comunidad sólo cuenta con una escuela básica unidocente y multinivel, es decir, enseña en un grupo a 7 niños y niñas de 1° a 6° básico (Anexo n°5), como también, cuenta con un establecimiento público de salud nivel primario correspondiente a una Posta de Salud Rural (PSR), una capilla católica, una iglesia evangélica, junta de vecinos (Anexo n°6), un grupo cultural-artesanal, centro de padres, madres, apoderados y apoderadas, y un Comité Local de Emergencia (CLE) vinculado directamente con el municipio (Fundación Crate, 2016).

La comunidad no tiene acceso a agua potable ni alcantarillado, ya que el abastecimiento de agua es a través de soluciones individuales, es decir, proviene de vertientes que se encuentran a 1 km de distancia de las viviendas aproximadamente, y que proveen del recurso a una o

varias familias a la vez de manera intermitente, como también, es distribuida por el municipio a través de camiones aljibes con frecuencia semanal (I. Municipalidad de Pencahue, 2014).

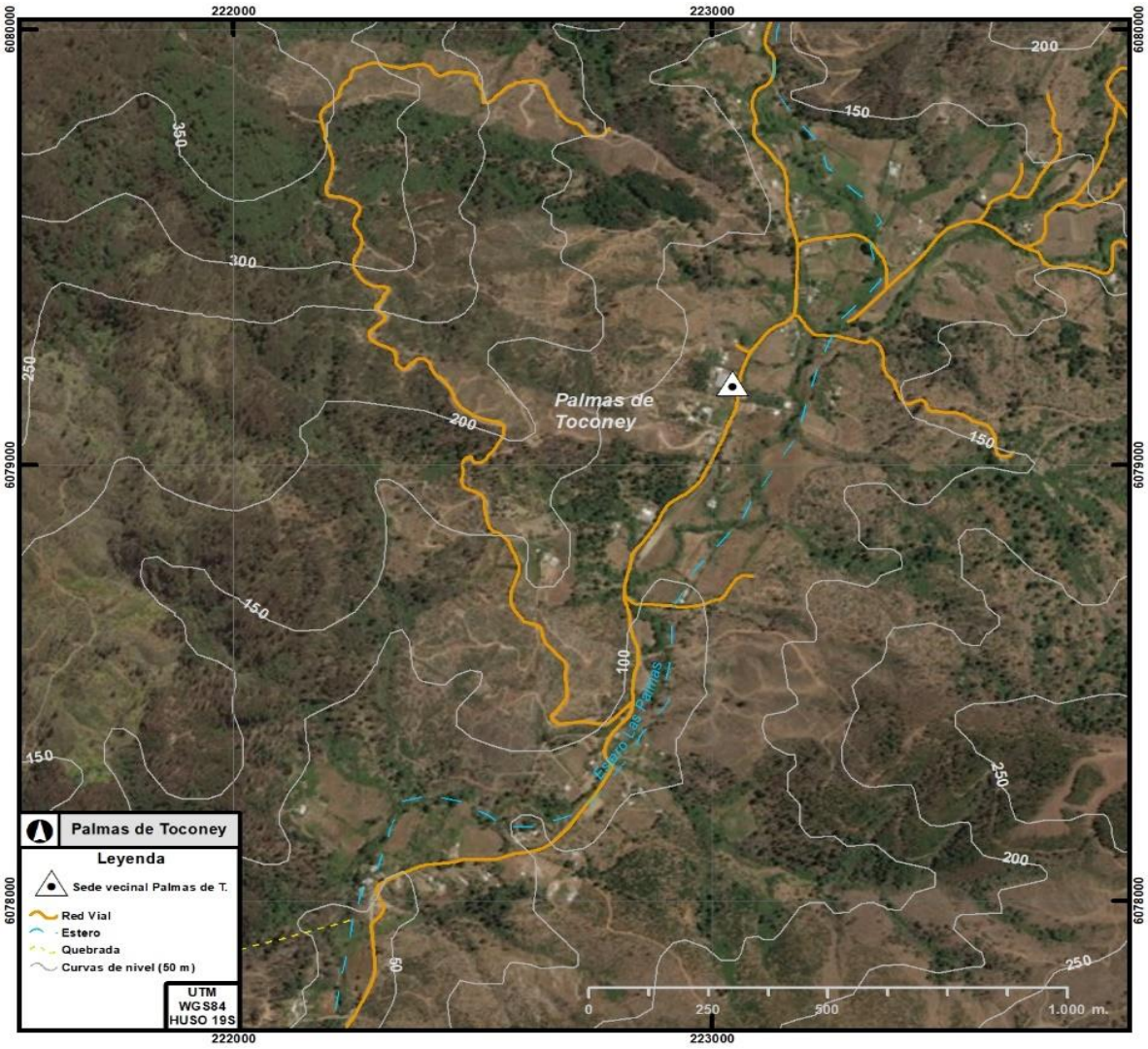


Figura n°4: Palmas de Toconey, Comuna de Pencahue

En cuanto a los medios de subsistencia de la comunidad, estos se basan principalmente en la producción silvoagropecuaria, es decir, obreros forestales, agricultura y ganadería tanto para su comercialización como de subsistencia, como también, en servicios públicos (Fundación Crate, 2016).

1.3.2.2. Cancha de Quillay

La localidad de Cancha Quillay (Figura n°5) (Anexo n°7) se ubica a 30 km al noreste del centro de Pencahue, cercana a Batuco, siendo su población 44 habitantes aproximadamente, distribuidas en 24 viviendas, siendo categorizada como una localidad indeterminada (INE, 2018). En relación con las viviendas de la comunidad, el 30% corresponde a materialidad de adobe, y el 70% restante a construcción mixta, debido a los daños ocasionados por el terremoto del 27F (Fundación Crate, 2016).

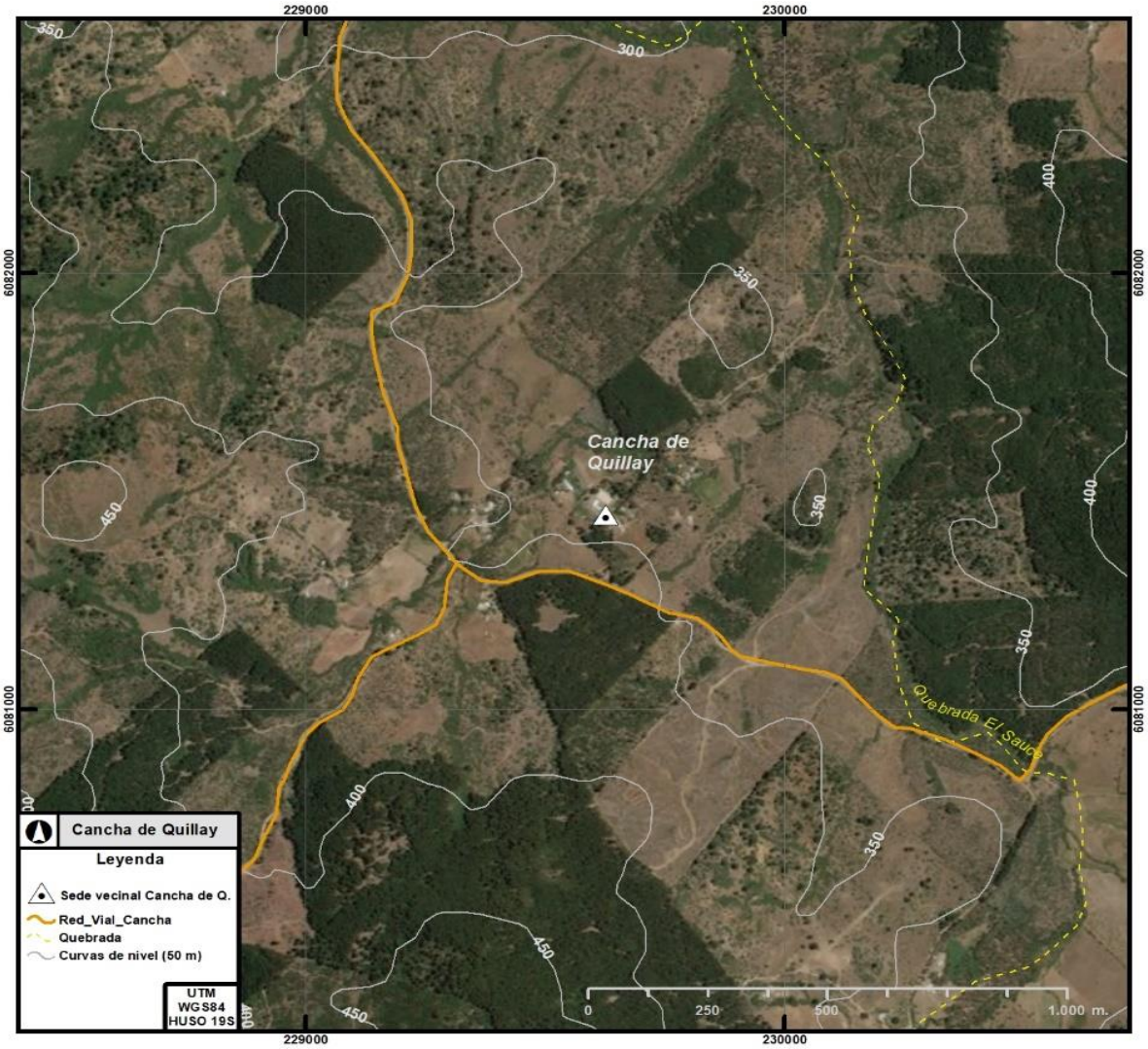


Figura n°5: Cancha de Quillay, Comuna de Pencahue

Por su parte, Cancha de Quillay cuenta con un centro educacional, el cual corresponde a una escuela básica (Anexo n°8) unidocente y multinivel, recibiendo a un grupo de 10 niños y niñas de 1° a 6° básico, además, el sector cuenta con una junta de vecinos, una iglesia evangélica, un grupo cultural-artesanal llamado "Arañitas Tejedoras", y un centro de padres, madres, apoderados y apoderadas, y un Comité Local de Emergencia (CLE), conformado con 5 miembros de la junta de vecinos, vinculado directamente con el municipio (Fundación Crate, 2016).

En cuanto a saneamiento básico, la comunidad no cuenta con acceso a servicio de agua potable ni alcantarillado, abasteciéndose de este recurso a través del uso de norias y/o vertientes, como también a través de la distribución de agua potable otorgada por el municipio con camiones aljibes con frecuencia semanal (Fundación Crate, 2016)**.**

Los medios de vida de la comunidad se basan en la producción silvoagropecuaria para su comercialización y subsistencia, obreros forestales y servicios públicos (Fundación Crate, 2016).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el riesgo de incendios forestales para contribuir a su reducción en las comunidades de Huelón, Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha Quillay, pertenecientes a la Diócesis de Talca, Región del Maule.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los factores que conforman la amenaza de incendios forestales.

- Identificar los factores de vulnerabilidad que inciden en la condición de riesgo ante incendios forestales, como también los factores de resiliencia asociados a la participación comunitaria y gestión institucional, exposición de infraestructura crítica y actores territoriales clave.

- Proponer acciones comunitarias para contribuir a la reducción del riesgo de incendios forestales a partir de la evaluación multicriterio.

1.5. Hipótesis de trabajo.

Como señalan Cardona (2001), Birkmann *et al*. (2013) y Castro-Correa *et al*. (2016), el riesgo no se puede reducir al centrarse exclusivamente en las amenazas y en futuros escenarios de cambio climático, sino que en la reducción de la vulnerabilidad para hacer frente a los escenarios de riesgo, particularmente en Chile, ya que los cambios en el modelo de desarrollo de la globalización económica, incluso, el escenario de cambio climático, considerado como un amplificador del riesgo de eventos extremos, ha generado la necesidad de nuevas estrategias de mitigación, evaluación y adaptación al riesgo, orientadas a un aumento de la resiliencia y disminución de la vulnerabilidad de la población que vive en territorios expuestos a amenazas.

Las comunidades presentan altos niveles de vulnerabilidad y exposición ante incendios forestales, debido a su localización en sectores donde se desarrollan actividades forestales, las coberturas vegetacionales, la escasa planificación y ordenamiento territorial y las características de ruralidad que presentan son los factores que definen en gran parte su nivel de riesgo. Razón por la cual se hace énfasis en reducir la vulnerabilidad mediante acciones de prevención, como la evaluación del riesgo, y mitigación, así, lo que realmente se logra con estas medidas es la reducción del riesgo, ya que al intervenir cualquiera de los componentes del riesgo se está interviniendo el riesgo mismo (Cardona, 2001).

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El concepto de riesgo, sus componentes y gestión para su reducción han sido definidos de diferentes formas, y por diversos autores, a lo largo del tiempo a medida que se ha desarrollado su análisis y comprensión. Es por lo anterior que resulta esencial dar un marco de referencia a los conceptos utilizados en la presente investigación, para así lograr identificar y comprender el riesgo, sus componentes y acciones de reducción a través de la gestión del riesgo con enfoque local.

A continuación, se realiza una revisión bibliográfica del concepto de riesgo y sus componentes, los cuales son amenaza, vulnerabilidad, exposición, resiliencia y desastre. Además, se revisa la importancia de comprender el riesgo como una construcción social, los medios de vida, marcos internacionales de reducción del riesgo y la gestión de éste con enfoque local.

2.1. La complejidad del riesgo de desastres

El concepto de riesgo corresponde a la probabilidad de pérdidas de toda índole en un sitio especifico vulnerable y expuesto a una amenaza, en el momento del impacto y durante el periodo de recuperación y reconstrucción que le siguen (Chardón, 2008). También puede ser expresado como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencia económicas, sociales o ambientales en cierto sitio y durante un cierto periodo de tiempo (Cardona, 2001). En este sentido, los componentes que conformar el riesgo corresponden a la amenaza, exposición y la vulnerabilidad (Lavell, 2007).

Con relación a lo anterior, la amenaza y la vulnerabilidad se encuentran en una relación o situación de mutuo condicionamiento, debido a que la sociedad no se encuentra vulnerable si no está amenazada, como también no existe una condición de amenaza para un elemento si no se encuentra en exposición y en condición de vulnerabilidad a la acción potencial que representa dicha amenaza, por ende, al intervenir cualquiera de los componentes del riesgo se está interviniendo el riesgo mismo (Cardona, 2001). De forma simplificada, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2012) propone la siguiente ecuación para representar el riesgo y sus componentes que, además, integra la resiliencia o capacidades, la cual se desarrolla y profundiza en el punto 2.5. de la presente investigación:

$$\boldsymbol{Riesgo}\ (R) = \left(\frac{\boldsymbol{Amenaza}\ (A)\ x\ \boldsymbol{Exposición}(E)\ x\ \boldsymbol{Vulnerabilidad}\ (V)}{\boldsymbol{Capacidades}\ (C)}\right)$$

Sin embargo, lograr que el nivel de riesgo se nulo o cero es muy poco probable o imposible, por lo que se busca alcanzar un nivel de riesgo aceptable, el cual depende del nivel esperado de desestabilización y de la relación costo/beneficio entre las medidas de mitigación y el valor previsto del riesgo, el cual es propio de cada sociedad o comunidad expuesta, y de su disposición e interés en asumir tal riesgo (Chardón, 2008).

Cabe señalar que existe diferencia entre los conceptos de riesgo y de desastre, siendo este último la manifestación o materialización del riesgo no manejado (Wilches-Chaux, 1998). El enfoque probabilista del riesgo plantea enfocarse en la prevención, evitando la generación de desastres.

De esta manera, con el objetivo de lograr comprender de manera integral el riesgo, se definen de manera conceptual e independiente los componentes que lo conforman, considerando que son mutuamente condicionantes y no existen independientemente (Cardona, 2001).

2.2. Amenaza

La amenaza corresponde a un evento o fenómeno potencialmente peligroso (Gellert de Pinto, 2012) de origen natural, antrópico o socio-natural, definido por su naturaleza, ubicación, recurrencia, probabilidad de ocurrencia, magnitud e intensidad (Chardón & González, 2002). En este sentido, es utilizada para describir la ocurrencia potencial de un evento que puede tener impactos físicos, sociales, económicos y ambientales en un área expuesta en un periodo de tiempo (Birkmann *et al*., 2013).

Según lo mencionado, Wilches-Chaux (1998: 22-23) diferencia los tres orígenes de la amenaza como:

- **Naturales**: Cuando se originan por la dinámica propia del planeta tierra, donde la sociedad no puede intervenir en su ocurrencia ni está en condiciones de evitarla, es decir, están asociadas a la dinámica geológica, geomorfológica, atmosférica y oceanográfica del planeta (Lavell, 2001).

- **Antrópicas**: Cuando es producto de la acción humana sobre la naturaleza o la población, como explosiones, conflagraciones, derrames de materiales tóxicos, contaminación de aire, tierra y agua por productos industriales, terrorismo, guerra, incendios forestales, entre otras (Lavell, 2001) y,

- **Socio-Naturales:** Cuando se expresan a través de fenómenos que parecen naturales, pero donde la acción humana interviene en su ocurrencia o en agravar sus impactos, vale decir, son producidas como resultado de la intersección o relación del mundo natural con las prácticas sociales, como son muchos casos de inundación, deslizamiento y sequía. En estas, la deforestación, cambios en los patrones de uso de suelo u otros procesos sociales, crean o amplían las condiciones de amenaza (Lavell, 2007: 10).

No obstante, clasificar todas las amenazas de la manera que presentan anteriormente resulta complejo, ya que en la mayoría de las veces estas se presentan, o desencadenan, de manera simultánea y compleja, donde la sociedad o comunidad se ve expuesta a un escenario de multiamenazas (Wilches-Chaux, 1998).

2.3. Exposición

Corresponde al grado en que una unidad de evaluación está inmersa en el rango de acción de una amenaza, que se extiende tanto a atributos físicos de la sociedad (infraestructuras), como a los sistemas humanos, medios de vida, economías y culturas que están espacialmente unidas a recursos y practicas específicas que también pueden ser expuestas, por lo que la exposición es cuantificada en términos de patrones espaciales y temporales (Birkmann *et al.*, 2013).

En efecto, existe una serie de infraestructura expuesta a escenarios de multiamenazas que resultan fundamentales para el mantenimiento de servicios esenciales de la comunidad y la respuesta ante una emergencia y desastre, cuya irrupción provocaría grandes consecuencias para territorios concretos, la que se denomina Infraestructura Crítica (IC) (Galindo, 2016).

Esta infraestructura está asociada a instalaciones, servicios y sistemas de información que son vitales para la sociedad, ya que su incapacidad o destrucción tendría un impacto debilitador en la seguridad, economía, salud pública y la seguridad y las funciones efectivas de un gobierno (Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), 2014 citada en Galindo, 2016: 9-10).

Por tanto, la importancia en la determinación de esta infraestructura en territorios expuestos recae en que la mayoría de las actividades humanas dependen del suministro eléctrico y de agua, telecomunicaciones y del transporte, por lo tanto, una irrupción de estos servicios, ya sea por causas naturales, antrópicas o socio-naturales, puede tener graves consecuencias para la sociedad, incluso, el problema es mayor cuando una infraestructura es dependiente de otra, por lo que la irrupción de una supondría la paralización de los servicios de ambas, donde la protección de la misma adquiere una mayor importancia (Galindo, 2016).

2.4. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se entiende como la condición en virtud de la cual una población está o queda expuesta a resultar afectada por una amenaza (Wilches-Chaux, 1998), siendo susceptible a sufrir daños o pérdidas materiales y humanas al momento de impactar un evento, existiendo dificultad para recuperar a corto, mediano o largo plazo, expresándose también como la imposibilidad de anticipar los eventos adversos, la inflexibilidad de los elementos expuestos, y la ineptitud al recibir el impacto y adaptarse a los cambios provocados por este con una óptima recuperación, por lo anterior es que se considera que la vulnerabilidad está presente antes, durante y después del evento adverso (Chardón, 2008).

En este sentido, Chardón (2008) enfatiza que la vulnerabilidad es una sola, donde no existen vulnerabilidades ligadas a campos específicos de estudio, sino que la vulnerabilidad se compone en la unión de distintos factores a diferentes ámbitos, como el físico-natural, ecológico, social, económico, físico-espacial, territorial, tecnológico, cultural, educativo, funcional, político institucional y administrativo, los cuales pueden ser propios de una sociedad, es decir, internos, o ligados a su entorno, vale decir, externos.

En base a lo anterior, la UNESCO (2012: 79-82) menciona y define algunos de los factores anteriormente mencionados que determinan la vulnerabilidad, los que serán referencia para el desarrollo de la presente investigación, siendo:

- Los **Factores sociales** se refieren al grado de cohesión y capacidad de organizarse de una sociedad para enfrentar el riesgo. Además, Cutter *et al*. (2003) mencionan que dentro de los factores que influencian la vulnerabilidad social de un lugar se encontrarían la falta de acceso a recursos (incluyendo información, conocimiento y tecnología), el acceso limitado a poder político y representación, el capital social (redes sociales y conexiones), las

creencias y costumbres, edad y acumulación de bienes, individuos frágiles y físicamente limitados, tipo y densidad de infraestructura y líneas de vida, entre otros.

- Los **Factores físicos** se refieren a la localización de la sociedad o población, relacionándose directamente con la planificación y ordenamiento territorial, la infraestructura y construcciones en zonas de exposición a una o más amenazas, así como también se relaciona con la escasa o nula normativa y reglamentos que indique el diseño de las construcciones.

- Los **Factores económicos** corresponden a la relación indirecta entre los ingresos y el impacto de los fenómenos físicos extremos, vale decir, la pobreza es un factor que aumenta el riesgo de desastres en la sociedad. En este sentido, la relación de la riqueza de una sociedad es directamente proporcional a los costos económicos asociados a los desastres.

En concreto, algunas comunidades se encuentran más propensas que otras al daño, pérdida y sufrimiento en el contexto de diferentes amenazas, y los atributos clave de estas variaciones incluyen clase, casta, etnicidad, género, incapacidad, edad o estatus, donde además son los grupos más vulnerables aquellos que también tienen mayor dificultad para reconstruir sus medios de vida después del desastre (Blaikie *et al.*, 1996). En este sentido, la diferencia de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un evento peligroso determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de dicho evento (Cardona, 2001: 2).

Por otra parte, son escasas las oportunidades en las que se logra intervenir la amenaza para reducir el riesgo, quedando como alternativa la modificación de las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos, razón por la cual se hace énfasis en la literatura acerca de reducir la vulnerabilidad mediante acciones de prevención y mitigación, así, lo que realmente se logra con estas medidas es la reducción del riesgo (Cardona, 2001). En los últimos años se ha reconocido cada vez más que el riesgo no se puede reducir al centrarse exclusivamente en las amenazas, y en futuros escenarios de cambio climático, sino que, a la reducción de su vulnerabilidad para hacer frente a amenazas naturales, por lo que se ha constituido un campo de investigación importante dedicado al estudio de la vulnerabilidad (Birkmann *et al*., 2013).

2.5. Resiliencia

Los orígenes conceptuales del concepto de resiliencia son ampliamente diversos y problemáticos, ya que se componen de perspectivas contradictorias y, tanto la ingeniería, la psicología, el estudio de los desastres y los sistemas socio-ecológicos han contribuido a su discusión (Matyas & Pelling, 2012). Así, desde la psicología se define como la capacidad de los seres humanos para recuperarse de una situación adversa o crisis (Deffuant & Gilbert, 2011).

Para efectos de la presente investigación, se entiende el concepto según la definición de The United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) (2009: 28) que dice la resiliencia corresponde a las capacidades de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. Así también, la capacidad o habilidad de una comunidad de anticipar, prepararse, responder y recuperarse rápidamente de los impactos de un desastre, no solamente midiendo la rapidez o velocidad de recuperación, sino también el aprendizaje social y la adaptación ante las amenazas presentes (Mayunga, 2007), incluyendo aquellas condiciones inherentes al sistema que le permiten absorber impactos y enfrentar el evento, así como los procesos adaptativos posteriores que facilitan la capacidad del sistema de reorganizarse, cambiar y aprender en respuesta al evento (Cutter *et al*., 2008)

En este contexto, la resiliencia se define tanto como un proceso como un resultado, y es más que el solo volver a un estado anterior, ya que las sociedades tienen la capacidad de anticipar los eventos y aprender de ellos, y una vez que esto ocurre, nunca será posible volver al estado anterior de la misma forma, incluso cuando las estructuras sean las mismas, los individuos y organizaciones inmersas en ellas han cambiado, destacando así la importancia de la reflexividad como un tema clave en la capacidad de recuperación (Matyas & Pelling, 2012).

Por su parte, Handmer & Dovers (1996 citado en Matyas & Pelling, 2012: 9), se refieren a los tres elementos o estados que componen la resiliencia para la reducción del riesgo de desastre:

- **Resistencia:** Se refiere a la resistencia a cambios de todo tipo donde el sistema permanece en el mismo punto de equilibrio inicial, y no hay reorganización de los bienes y capacidades. Las políticas en este caso se enfocan enteramente en la mitigación del riesgo, siendo una opción atractiva para los tomadores de decisiones que busca estabilidad. Pero

bajo un sistema social dinámico y en constate cambio, las estrategias que apuntan a la resistencia pueden ser vulnerables al colapso.

- **Persistencia:** Se enfoca en el cambio incremental. No desafía las estructuras de poder ni atiende a las causas subyacentes del riesgo, pero sí realiza una reflexión crítica, reconociendo e identificando la existencia de un problema. El sistema luego de un disturbio es capaz de reorganizar sus actividades logrando retornar a un equilibrio similar, comprometiéndose al mantenimiento del sistema actual, sin un margen que desafíe las causas de fondo que dan lugar a condiciones de vulnerabilidad o de organización ineficaz.

- **Transformación:** Es cuando existe un desafío a las causas subyacentes de la vulnerabilidad y la participación en la reflexión crítica acerca de los valores y las estructuras de poder que sustentan la gestión de riesgos. Implica una reestructuración más fundamental basada en el cuestionamiento de los valores y las metas establecidas, así como las prácticas asociadas, empujando el sistema hacia un nuevo estado.

No obstante, en general, las políticas de gestión del riesgo tienden a enfocarse en la resistencia, sobre todo en los sistemas urbanos, y en los últimos años, se han realizado avances en formas de persistencia en medios de vida rural asociados a medidas de seguridad alimentaria (Matyas & Pelling, 2012).

Bajo esta línea, Tierney & Bruneau (2007: 15) plantean que una comunidad o sistema es resiliente si cumple con las 4R (por sus siglas en inglés) en sus atributos, las cuales son:

- **Robustez** (*Robustness*): Se refiere a la capacidad de un sistema, elementos del sistema y otras unidades de análisis para resistir fuerzas del desastre sin degradación significativa o pérdida de funcionamiento.

- **Redundancia** (*Redundancy*): Corresponde al grado al cual los sistemas, los elementos del sistema u otras unidades son substituibles, es decir, capaces de satisfacer requisitos funcionales, si la degradación es significativa u ocurre la pérdida de funcionalidad.

- **Innovación** (*Resourcefulness*): Es la capacidad de diagnosticar problemas, priorizando e iniciando soluciones identificando y movilizando recursos humanos, materiales, monetarios, informativos y tecnológicos.

- **Rapidez** (*Rapidity*) **o velocidad**: Corresponde a la capacidad de restaurar la funcionalidad del sistema de modo oportuno, conteniendo las pérdidas y evitando irrupciones.

En este sentido, la Comisión Nacional para la Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (CREDEN) (2016: 6), en el marco de la Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para una Chile resiliente frente a desastres de origen natural del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, menciona y define que *"una nación resiliente a desastres de origen natural es aquella que abraza transversalmente una cultura de resiliencia, entendida como las capacidades de un sistema, persona, comunidad o país, expuestos a una amenaza de origen natural para anticiparse, resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, para lograr la preservación, restauración y mejoramiento de sus estructuras, funciones básicas e identidad"*.

2.6. Desastre

En la actualidad existen variadas definiciones sobre el concepto desastre, algunas de ellas concebidas erróneamente y otras, como se mencionó anteriormente, como sinónimo del riesgo o la amenaza, incluso a la catástrofe. Al respecto, Maskrey & Romero (1993) se refieren a esta confusión como algo común en la población más que en el mundo científico o académico, asociando al "fenómeno natural" con "desastre natural".

Con relación a lo anterior, el desastre se entiende como un proceso social que se desencadena como resultado de manifestaciones de uno o varios eventos naturales o antropogénicos, que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad (Yamin *et al*., 2013: 7).

El Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2003) afirma que los desastres son, finalmente, la concreción o materialización del riesgo, una realización de determinados niveles de riesgo en la sociedad, donde el evento físico sirve de detonador, pero no es la causa primordial que le da origen, sino que la concreción de las condiciones de vulnerabilidad preexistente en la sociedad, mostrando tales condiciones y revelando el riesgo latente, convirtiéndolo en un producto. Por tanto, emplear el concepto de "*desastre natural*" percibe al ser humano como una víctima de ellos, y no como sujetos responsables en la construcción del riesgo que permite su ocurrencia en el territorio (Gellert de Pinto, 2012).

A su vez, Cardona (1993: 53) señala que, al momento de materializarse el riesgo en un desastre, las pérdidas producidas por este pueden ser clasificadas como pérdidas "*directas*" e "*indirectas*". Las pérdidas *directas* están relacionadas con el daño físico, expresado en víctimas, en daños en la infraestructura de servicios públicos, en las edificaciones, espacio urbano, industria, comercio y deterioro del medio ambiente, es decir, la alteración física del hábitat. Por otra parte, las pérdidas *indirectas* se pueden subdividir en efectos sociales como la interrupción del transporte, de los servicios públicos, de los medios de información; y en efectos económicos que representan la alteración del comercio y la industria como consecuencia de la baja producción, la desmotivación de la inversión y la generación de gastos de rehabilitación y reconstrucción.

En este contexto, como consecuencia paralela del desencadenamiento de un fenómeno se produce un empobrecimiento de la población y un estancamiento de su economía, aumentando la vulnerabilidad de la sociedad para enfrentar el desencadenamiento de otra amenaza, como también sus capacidades para recuperarse (Cardona, 1993), corroborando así el carácter socio-natural de los desastres, y no quedando solamente relegado a la ocurrencia de una o más amenazas.

2.7. El riesgo de desastre como construcción social

En función del análisis presentado sobre los componentes del riesgo y la relación con su evaluación y gestión, es importante destacar que uno de los avances más significantes en cuanto a la investigación de la problemática del riesgo de desastre, es el que estos han dejado de ser considerados como algo impredecible e incontrolable, reconociendo que en realidad son producto de contradicciones de la relación entre la sociedad con su entorno, y en los mecanismos de apropiación del espacio (Mansilla, 2000). Por lo tanto, se entiende el riesgo como un constructo social y no como el determinismo de las condiciones físico-naturales en que está inserta una determinada sociedad.

Bajo esta lógica, el riesgo expresa el punto más alto aquella contradicción histórica entre sociedad y naturaleza, siendo producto del interminable proceso de satisfacción de necesidades humana y como resultado del uso de la capacidad transformadora de la sociedad sobre lo natural, la explotación intensa e irracional de los recursos naturales, desigualdad en la distribución de la riqueza, la exclusión y la falta de opción para la mayoría de la sociedad (Mansilla, 2000: 6-7).

En efecto, el riesgo es producto de procesos, decisiones y acciones derivadas de los modelos de crecimiento económico y desarrollo, y al estar relacionados, el tratamiento que se le dé al riesgo para su reducción debiera ser considerado en los marcos de desarrollo y gestión territorial (Lavell, 2007).

Por lo tanto, la construcción social del riesgo se refiere a la reproducción de condiciones de vulnerabilidad que determinan la magnitud de los efectos de las amenazas naturales o antrópicas, siendo por eso, la principal responsable de los procesos de desastre (García Acosta, 2005). Además, se identifica el carácter social del riesgo en su construcción, aceptando que no es algo determinado sólo por fuerzas sobrenaturales o fenómenos de la naturaleza, sino que surge de la interacción continua y permanente entre la comunidad humana y su entorno, mediado por circunstancias políticas y sociales (Wilches-Chaux, 1998). En este contexto, la vulnerabilidad se reconoce como el producto de las prácticas sociales y condiciones de riesgo acumuladas históricamente, entendiendo el desastre como procesos y no como eventos disruptivos (Ruiz, 2005; Cárdenas, 2008).

En síntesis, según lo indicado por Mansilla (2000: 150), el riesgo representa el umbral de una inseguridad en gran parte construida por la propia sociedad en un conflicto entre ella y la naturaleza, a partir de los mecanismos de transformación de los recursos naturales en bienes para satisfacer necesidades humanas, por lo tanto, es inherente al desarrollo humano, no siendo un problema exclusivamente moderno, sino presente en todas las culturas y épocas.

2.8. La necesidad de diversificar los medios de vida para mejorar la resiliencia

El incremento de la vulnerabilidad puede estar asociado entre otros, a la creciente dependencia de los asentamientos humanos y sus habitantes de mercados internacionales volátiles, a la pérdida de fuentes de ingresos como la pequeña agricultura, a problemas de aislamiento y al desplazamiento de población de escasos recursos a localidades periféricas.

En este contexto, los medios de vida o subsistencia (*livelihood*) se constituyen como un enfoque clave en la identificación y análisis de los factores que inciden en la reducción de la vulnerabilidad e incremento de las capacidades de recuperación y adaptación a nuevas condiciones (Beck, 1998; Mayunga, 2007). Este enfoque contempla el análisis de los capitales (humano, social, cultural, económico y natural) de cada asentamiento humano para evaluar en conjunto tanto la fragilidad como la potencialidad de sistemas socio-territoriales específicos (Anderson & Deshingkar, 2005; Mayunga, 2007).

De esta manera, los medios de vida están determinados por bienes que poseen las comunidades y grupos familiares y las estrategias que emplean para lidiar y adaptarse al rango de eventos adversos y factores de estrés. A mediados de los años ochenta el británico Robert Chambers define medios de vida como el sustento de una persona para asegurar y satisfacer sus necesidades básicas, que incluye las capacidades, activos (tanto recursos materiales como sociales) y actividades necesarias para vivir (Chambers & Conway, 1991).

Los medios de vida, por lo tanto, buscan reunir los factores críticos que afectan la vulnerabilidad o la fortaleza de las estrategias de supervivencia individuales o familiares, que comprenden, principalmente, activos que poseen las personas, las actividades en las que participan para generar un nivel de vida adecuado y para satisfacer otros objetivos, como la reducción del riesgo, y los otros factores que facilitan o inhiben a las personas a ganar acceso a activos y actividades (Allison & Ellis, 2001).

En definitiva, los medios de vida, asociados a la resiliencia ante desastres, corresponden a la capacidad de la sociedad o comunidad a través de las generaciones para mantener y mejorar sus oportunidades de subsistencia y bienestar a pesar de los disturbios ambientales, económicos, sociales y políticos (Tanner *et al*., 2015). Esta capacidad se respalda en la agencia humana y empoderamiento de la sociedad, por la acción individual o colectiva, y por los derechos humanos, establecidos dentro de procesos dinámicos de transformación social, donde los medios de vida comprenden el capital natural, físico, humano, financiero y social, mediado por instituciones y relaciones sociales, que en conjunto determinan la vida del individuo o grupo familiar (Allison & Ellis, 2001).

2.9. El compromiso del país con los tratados internacionales: El Marco de Sendai 2015-2030

Como se ha mencionado en el presente capítulo, hoy en día la reducción del riesgo de desastres es una problemática ambiental de nivel mundial debido a los diversos escenarios de desastres o catástrofes registrados en cada región y nación, los que han generado grandes daños, pérdidas humanas, económicas y ambientales.

En ese contexto, las Naciones Unidas han elaborado instrumentos que permiten marcar lineamientos en la gestión del riesgo dentro de cada país miembro, siendo el primero de ellos la “Estrategia y Plan de Acción de Yokohama para un mundo más seguro”, creada en el año

1994 en el marco de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales realizada en Yokohama, Japón. Esta estrategia y plan de acción tenía como objetivo dar las directrices a las naciones adscritas para la prevención de los desastres naturales, la preparación para casos de desastres y la mitigación de sus efectos (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), 1994). Sin embargo, a raíz de las enseñanzas extraídas y deficiencias detectadas en esta Estrategia al finalizar el milenio, en diciembre del año 1999 las Naciones Unidas adoptan la (EIRD) y funda la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), siendo la secretaría encargada de velar por su aplicación (UNISDR, 2018).

Posterior a su fundación, la UNIDR señala que las deficiencias en la Estrategia de Yokohama se enfocaban principalmente en la gobernanza, vale decir, los marcos institucionales, jurídicos y normativos existentes; la identificación, evaluación y vigencia de los riesgos y alerta temprana; la gestión de los conocimientos y educación; la reducción de los factores de riesgo subyacente; y la preparación para una respuesta eficaz y una recuperación efectiva (UNISDR, 2005). Así, la Asamblea General de las Naciones Unidas decide celebrar la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres en el año 2005, en la ciudad de Hyogo, Japón, con el objetivo de concluir el examen de la Estrategia de Yokohama y su Plan de Acción, así, actualizar el marco de orientación para la reducción de desastres en el siglo XXI.

En este sentido, como se menciona anteriormente, a partir de las conclusiones del examen de la Estrategia de Yokohama y las deliberaciones de la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres, se aprueba el “Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres”.

A modo general, este marco de acción, basado en los resultados previstos y objetivos estratégicos acordados en la Estrategia anterior, adopta cinco prioridades de acción para la reducción del riesgo de desastre para 2005-2015, a saber velar por que la reducción de los riesgos de desastre constituya una prioridad nacional y local, dotada de una sólida base institucional de aplicación; identificar, evaluar y vigilar los riesgos de desastre y potenciar la alerta temprana; utilizar los conocimiento, las innovaciones y la educación para crear una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel; reducir los riesgos subyacentes; y fortalecer la preparación para casos de desastre a fin de asegurar una respuesta eficaz a todo nivel (UNISDR, 2005).

Si bien los países y otros actores pertinentes han logrado avances en la reducción del riesgo de desastres a nivel local, nacional, regional y mundial a partir del Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015, en el mismo periodo de diez años, los desastres han seguido cobrándose un alto precio y, en consecuencia, afectando al bienestar y la seguridad de las personas, comunidades y países, donde las cifras muestran que más de 700.000 personas han perdido la vida, más de 1.4 millones han sufrido heridas y alrededor de 23 millones se han quedado sin hogar como consecuencia de los desastres (UNISDR, 2015).

La información existente indica que, en todos los países, el grado de exposición de las personas y los bienes ha aumentado con más rapidez de los que ha disminuido la vulnerabilidad, lo que ha generado nuevos riesgos y un incremento constante de las perdidas relacionadas con los desastres, con un considerable impacto en los ámbitos económico, social, sanitario, cultural y ambiental a corto, medio y largo plazo, en especial a nivel local y comunitario. En este sentido, los desastres recurrentes de pequeña escala y evolución lenta inciden particularmente en las comunidades, las familias y las pequeñas y medianas empresas, y constituyen un alto porcentaje de todas las pérdidas (UNISDR, 2015).

Bajo este contexto, en la tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas celebrada en Sendai, Japón, en el año 2015, se adopta el "Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030", siendo el documento sucesor del Marco de Acción de Hyogo, ya que resultaba fundamental prever el riesgo de desastres, planificar medidas y reducirlo para proteger de manera más eficaz a las personas, las comunidades y los países, sus medios de vida, salud, patrimonio cultural, activos socioeconómicos y ecosistemas, reforzando así su resiliencia (UNISDR, 2015).

Siguiendo con lo anterior, el objetivo del Marco de Sendai es lograr, en los 15 años de vigencia, la reducción sustancial del riesgo de desastres y las pérdidas ocasionadas por los desastres, tan en vidas, medios de vida y salud como en bienes económico, físicos, sociales, culturales y ambientales de las personas, las empresas, comunidades y países (UNISDR, 2015), considerando que la reducción del riesgo de desastre requiere la implicación y colaboración de toda la sociedad, ésta también requiere de empoderamiento y participación inclusiva, accesible y no discriminatoria, prestando especial atención a las personas afectadas desproporcionadamente por los desastres, en particular por lo más pobres, donde además deberían integrarse las perspectivas de género, edad, discapacidad y cultura en las políticas y prácticas, promoviendo el liderazgo de las mujeres y jóvenes (UNISDR, 2015: 12-13).

En concreto, y con el fin de lograr el objetivo mencionado anteriormente, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 se rige bajo cuatro prioridades de acción (UNISDR, 2015: 37) para su aplicación, las cuales son:

1) **Comprender el riesgo de desastres**, es decir, que la gestión del riesgo de desastres debe basarse en una comprensión del riesgo de desastres en todas sus dimensiones de vulnerabilidad, capacidad, exposición de personas y bienes, características de las amenazas y el entorno.

2) **Fortalecer la gobernanza de los riesgos de desastres para gestionar dicho riesgo**, vale decir, garantizar la coherencia de los marcos nacionales y locales de las leyes, regulaciones y políticas públicas que, al definir las distintas funciones y responsabilidades, ayuden, alienten e incentiven a los sectores público y privado para adoptar acciones y abordar el riesgo de desastres.

3) **Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia**, ya que las inversiones públicas y privadas para la prevención y reducción del riesgo de desastres mediante la aplicación medidas estructurales y no estructurales son esenciales para aumentar la resiliencia económica, social, sanitaria y cultural de las personas, las comunidades, los países y sus bienes, así como del medio ambiente. Estos factores pueden impulsar la innovación, el crecimiento y la creación de empleo.

4) **Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción**, ya que la experiencia adquirida indica que es necesario reforzar la preparación en casos de desastres a fin de ofrecer una respuesta más eficaz y garantizar que se dispone de las capacidades necesarias para la recuperación efectiva. Los desastres han demostrado también que la fase de recuperación, rehabilitación y reconstrucción, que debe estar preparada antes de la catástrofe, es una oportunidad decisiva para "reconstruir mejor", incluso a través de la integración de medidas de reducción del riesgo de desastres. Las mujeres y las personas con discapacidad deben encabezar y promover públicamente los enfoques basados en la equidad de género y universalmente accesibles durante las fases de respuesta y reconstrucción.

2.10. Gestión del riesgo de desastres

El riesgo, al estar en función de la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad puede ser reducirse, aumentarse o materializarse en una emergencia o desastre, conllevando consecuencias en y para la sociedad, lo que supone que el riesgo no solo responde a dinámicas naturales, sino que también a dinámicas sociales que lo configuran y transforman continuamente en el territorio (Aldunce *et al*., 2012), donde la gestión del riesgo y la adaptación al medio ambiente, han sido en muchos casos la base de la evolución de la sociedad (Lavell *et al*., 2004).

De acuerdo con lo anterior, la gestión del riesgo corresponde al enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales, abarcando la evaluación y análisis del riesgo, al igual que la ejecución de estrategias y acciones de control, reducción y transferencia de éste, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad que ocurra un desastre (UNISDR, 2009: 18). En este sentido, puede provenir de acciones tomadas tanto por individuos, familias, comunidades u organizaciones no gubernamentales que contribuyan al manejo del riesgo (PNUD, 2012).

La gestión del riesgo, por tanto, no sólo implica su reducción, sino que también la comprensión, que en términos sociales se requiere de la participación de los diversos estratos, sectores de interés y grupos representativos de conductas y modos de vida para comprender cómo se construye un riesgo social, colectivo, con la concurrencia de los diversos actores de una región, sociedad, comunidad o localidad concreta, por tanto, no es simplemente disminuir la vulnerabilidad, sino la búsqueda de acuerdos sociales para soportar o utilizar productivamente los impactos, sin eliminar la obtención inmediata de beneficios (Lavell, 2001). No obstante, mientras se tomen medidas que tengan como prioridad la ganancia o beneficios a cualquier costo, las acciones sociales encaminadas a la resolución de problemas serán a corto plazo, derivando en un encadenamiento y acumulación de riesgos (Cárdenas, 2008).

En este sentido, el PNUD (2012: 28) diferencia cuatro tipos de gestión del riesgo de desastres para su reducción y las actividades o medidas que se focalizan en cada una, las cuales son:

- **Gestión reactiva:** Se realiza en el contexto del desastre o cuando está cerca de materializarse, siendo su objetivo que no se desencadenen desastres secundarios. En este sentido, se enfoca en la organización y la gestión de los recursos y las responsabilidades

para abordar todos los aspectos de las emergencias, especialmente la preparación, la respuesta y los pasos iniciales de la rehabilitación (UNISDR, 2009).

- **Gestión correctiva:** Actúa sobre las condiciones preexistentes de riesgo, a través de medidas de prevención y mitigación para disminuir los impactos, interviniendo las principales vulnerabilidades e identificando las capacidades necesarias. Además, tiene como punto de referencia el riesgo ya existente, producto de acciones sociales diversas desplegadas en el tiempo pasado, sin embargo, también pueden existir condiciones de riesgo que son producto de cambios ambientales y sociales posteriores al desarrollo original de la comunidad, infraestructura y la producción (PNUD, 2003: 31).

- **Gestión compensatoria:** Busca reducir los niveles existentes de riesgo a través de intervenciones en el territorio, las cuales requieres de una alta inversión pública, sin tener una retribución en el corto plazo (Lavell, 2001).

- **Gestión prospectiva:** Se desarrolla en función del riesgo aún no existente pero que se puede crear a través de nuevas iniciativas de inversión y desarrollo, sean éstas estimuladas por gobiernos, sector privado, ONG's, asociaciones de desarrollo, familias o individuos. Además, significa una práctica que evita comente los mismos errores del pasado que han tenido como consecuencia los niveles ya existentes de riesgo en la sociedad, y que finalmente presagian los desastres futuros (PNUD, 2003: 31-32).

  La gestión prospectiva, por tanto, busca evitar el aumento o el desarrollo de nuevos riesgos de desastres, con un enfoque a largo plazo, centrándose en el tratamiento de riesgos que podrían desarrollarse en el futuro si no se establecen políticas para la reducción del riesgo, en vez de solo enfocarse en los riesgos que ya existen y que pueden gestionarse y reducirse en la actualidad (UNISDR, 2009: 19).

Además, el objetivo final de la gestión es "*garantizar que los procesos de desarrollo impulsado en la sociedad se den en las condiciones óptimas de seguridad posible y que la atención dado al problema de los desastres y la acción desplegada para enfrentarlos y sus consecuencias promuevan hasta el máximo el mismo desarrollo*" (Lavell, 2001: p.10).

Del mismo modo, resulta fundamental identificar en qué momento se deben llevar a cabo medidas para la reducción del riesgo de desastres para así lograr su objetivo y no generar otros

riesgos. Debido a lo anterior, la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI) en el año 2002, en el marco de su Instructivo para la Gestión Integral del Plan Nacional de Protección Civil, bajo el Decreto N°156, propone una metodología cíclica (Anexo n°11) para definir las etapas de la gestión del riesgo, las cuales son **prevención**, **respuesta** y **recuperación**, y las acciones que debe contener cada una de ellas.

Siguiendo con lo anterior, el conjunto de actividades o acciones que se deben realizar en cada **etapa** y *fase* de la gestión del riesgo (ONEMI, 2002 citada en Sánchez, 2010: 9) corresponden a:

- **Prevención**: Comienza antes de la ocurrencia de un evento, y consiste en acciones destinadas a suprimir, intervenir o evitar la ocurrencia de una o más emergencias. Esta etapa se compone por tres fases:

    a) *Prevención*, propiamente tal, que consiste en actividades destinadas a eliminar o evitar definitivamente los peligros (por ejemplo, erradicación de viviendas en áreas físicas vulnerables), si esta supresión es imposible se procede a la fase de

    b) *Mitigación*, que son acciones destinadas a reducir los impactos de un evento (por ejemplo, encauzamiento de ríos y canales), junto con esto se desarrolla la siguiente fase de

    c) *Preparación*, que consiste en disposiciones y procedimientos de respuesta y rehabilitación para actuar oportuna y eficazmente (por ejemplo, compra de maquinaria y acumulación de alimentos). Si a pesar de haber realizado las dos fases anteriores, b) y c), la ocurrencia de un evento es inminente, se debe decretar la *alerta* o *alarma.*

    d) *Alerta*: corresponde al estado de vigilancia para el alistamiento y disposición oportuna de operaciones de respuesta.

    e) *Alarma*: se activa una vez que ocurre el evento.

- **Respuesta**: Esta etapa se inicia seguidamente después de ocurrida la *alarma* y tiene como objetivo realizar las *operaciones de emergencia*, es decir, acciones inmediatas destinadas

al control de la situación (por ejemplo, alojamiento temporal, búsqueda y rescate de personas).

- **Recuperación**: Comienza después de que el evento destructivo aconteció, y consistirá, en un primer momento, en las fases de *reparación* y *rehabilitación* en el más breve plazo las condiciones básicas de vida de las personas y zonas afectadas (por ejemplo, restablecimiento de agua potable y la energía eléctrica). Posteriormente, en la fase de

    f) *Reconstrucción* se realizará la recuperación y/o reemplazo, a mediano y largo plazo, de la infraestructura dañada (por ejemplo, construcción de viviendas, reparación de caminos). Al finalizar esta fase, o paralelo a ella, comienza nuevamente la etapa de prevención con el fin de prepararse para el siguiente evento.

Sin embargo, la ONEMI (2002: p. 29) asume que "*existe una estrecha interdependencia entre las distintas actividades de cada fase y sus respectivas etapas, lo que no permite delimitar con exactitud cada una de ellas, es decir, no hay precisión sobre el comienzo y término de cada una de ellas; de allí que el modelo se aborde a partir de un ciclo*".

Por esa razón, y considerando la resiliencia como componente del riesgo y desastre, volver a un estado original de equilibrio sería indeseable ,ya que dejaría al sistema tan vulnerable como estaba en un principio (Mayunga, 2007), por lo que la gestión del riesgo no debe ser pensada como un ciclo donde se vuelve al mismo estado en el cual comenzó, sino que a un estado donde el riesgo se reduzca a través de la intervención y disminución de la vulnerabilidad, y el aumento y fortalecimiento de las capacidades.

A partir de lo anterior, nuevos estudios sobre la noción y compresión del riesgo, y la práctica de su gestión, enfatizan en que la dimensión local adquiere una gran importancia (Gellert De Pinto, 2012), ya que la capacidad de una comunidad de intervenir en las causas de un posible desastre, parte del reconocimiento del riesgo y de calcular cualitativa y cuantitativamente los efectos del posible desastre, con el objetivo de evitarlos o reducirlos (Wilches-Chaux, 1998).

2.10.1. Gestión local del riesgo

Definir la escala de acción de la gestión del riesgo ha sido material de debate entre autores e instituciones pertinentes en el tema, sin embargo, gran parte concuerda, como se ha

mencionado anteriormente, con que la dimensión adecuada para gestionar el riesgo de desastres es la local.

No obstante, al momento de definir qué es lo "local" han nacido nuevas discusiones teóricas, donde lo local se entiende como algo más pequeño que lo regional o lo nacional, aunque un área puede ser considerada como local y ser extensa territorialmente, siempre que la gestión del riesgo sea llevada adelante por los actores locales, particularmente por los habitantes, organizaciones e instituciones locales (Lavell, 2001), la cual requiere de estructuras organizacionales-institucionales permanentes, consolidadas y sostenibles (PNUD, 2003).

Bajo ese contexto, la dimensión local para la gestión del riesgo se da cuando existe cierta homogeneidad en las condiciones y modalidades de desarrollo; conjuntos de actores sociales con sentido de pertenencia territorial y relaciones interactivas cercanas, antagónicas o colaborativas; y un nivel y expresión del riesgo que reúne características con cierta homogeneidad (PNUD, 2003: 33).

Del mismo modo, lo local se articula y construye también con otros niveles territoriales y sociales de jerarquía inferior, como aldeas, comunidades, barrios, familias, entre otros. Así como también, se debe reconocer que el riesgo se genera en entornos territoriales de mayor escala y se deben tomar en cuenta en la gestión (PNUD, 2003).

En este sentido, el componente local se ve reflejado en dos ámbitos; el primero, hace referencia a los eventos de riesgos de desastres menores que, a escala local, provocan más daños humanos y materiales que los grandes eventos extremos, que dominan la atención de los medios, gobiernos y organizaciones humanitarias (Gellert de Pinto, 2012), ya que por cada gran desastre registrado, ocurren entre 100 y 200 eventos menores, que afectan a localidades muchas veces aisladas y en condiciones de pobreza (Lavell, 2007).

El segundo ámbito es la gestión local, el cual ha evidenciado la existencia de mejores resultados en los lugares o comunidades donde se sufren las consecuencias de los riesgos y existe una mayor conciencia frente al problema, y de esta manera se facilita vincular la gestión de riesgo a los proyectos de desarrollo local o comunitario (Gellert De Pinto, 2012).

Por lo tanto, es fundamental considerar que la gestión local del riesgo representa la mejor opción de acción directa sobre las condiciones inseguridad de las comunidades y su territorio,

y que actúa sobre las capacidades, conocimientos y la resiliencia que la comunidad construye (Durán Vargas, 2011 citado en Gellert de Pinto, 2012).

En síntesis, existe gestión local del riesgo cuando los actores locales, solos o en relación con otros actores externos, se implican en un proceso que logra reducir el nivel de riesgo local y establecer las condiciones para que esa reducción sea sostenible, es decir, la integran plenamente en los procesos de desarrollo local (Lavell, 2001).

3. CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

Para la evaluación del riesgo, dada su complejidad, se ha seleccionado una metodología multicriterio, ya que ésta goza de ventajas al ser comparada con las herramientas de decisión unidimensionales, en la medida en que hace posible considerar un número amplio de datos, relaciones, criterios y propósitos, los cuales se presentan dentro de un problema de evaluación y/o decisión dado en el mundo real que se estudia según un modelo multidimensional (Funtowicz *et al*., 1998 citados en Uribe, 2001).

La evaluación multicriterio (EMC), por tanto, permite descomponer un problema complejo en partes más simples permitiendo que el evaluador o tomador de decisiones pueda estructurar un problema con múltiples criterios en forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico que contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas (Nijkamp *et al*., 1990 citados en Uribe, 2001).

En este sentido, la evaluación del riesgo de incendios forestales se realizó mediante un enfoque mixto, vale decir, cuantitativo y cualitativo en su construcción. En efecto, utiliza métodos acordes a cada enfoque para la recolección y procesamiento de la información, debido a que la evaluación del riesgo debe integrar, por una parte, la vigilancia y monitoreo del fenómeno, junto con mapas y modelos de riesgo y exposición para evaluar la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Yamin *et al*., 2013), no obstante, los autores mencionan que las dificultades para encontrar métodos adecuados de evaluación de riesgos en términos objetivos tiene varias consecuencias, ya que gran parte de ellos limitan el proceso de toma de decisiones desde la perspectiva de la reducción y trasferencia del riesgo.

Para abordar esta dificultad, el profesor Thomas L. Saaty, Ph.D. en matemáticas de la Universidad de Yale, creó un modelo matemático de evaluación multicriterio llamado AHP (*Analytic Hierarchy Process*), o proceso de análisis jerárquico, a fines de la década de 1970, siendo una forma efectiva de definir medidas para dichos elementos y utilizarlos en los procesos de evaluación y toma de decisiones.

El método AHP permite la identificación de la mejor alternativa de acuerdo con las necesidades y recursos disponibles, actuando como una herramienta científica para abordar problemas difíciles de cuantificar, pero que, sin embargo, requieren de una unidad de medida. También, faculta el trabajo con varios escenarios al mismo tiempo, con la capacidad de priorizar objetivos sociales, económicos, ambientales, culturales y políticos, permitiendo la participación simultanea de diferentes grupos con varios objetivos, criterios y alternativas, creando un consenso entre los diferentes intereses (Saaty & Peniwati, 2008).

En ese contexto, el método AHP y sus métricas resultan útiles para problemas complejos como la evaluación del riesgo, donde las variables cuantitativas y cualitativas interactúan de manera sinérgica, que deben sintetizarse para obtener, como en este caso, un cierto nivel de riesgo. Estos modelos también permiten el análisis de la sensibilidad de los resultados que pueden simular escenarios futuros y las tendencias de riesgo y sus componentes para evaluar alternativas de decisión. Este método utiliza datos duros y opiniones de expertos, y proporciona sus propias evaluaciones (basadas en su conocimiento y experiencia) para obtener los pesos relativos de los criterios (Castro-Correa *et al*., 2016).

Como primera aproximación a la investigación, se realizó una revisión bibliográfica de los documentos elaborados por la Pastoral Social Caritas Chile (s/f) y Fundación Crate (2016), los cuales contienen los antecedentes de las comunidades estudiadas, como también el trabajo realizado con ellas dentro del proyecto que enmarca la presente memoria, con el fin de contextualizar la investigación y obtener la información base para la EMC de cada comunidad.

Para llevar a cabo la EMC del riesgo de incendios forestales, se realizó una revisión bibliográfica de documentos académicos y técnicos sobre los factores que inciden en la amenaza de dichos eventos, como también la exposición de infraestructura critica, los factores asociados a la vulnerabilidad y resiliencia de las comunidades e instituciones, obteniendo un total de 30 factores a evaluar, justificados bibliográficamente. Cabe señalar que al comienzo de la presente investigación fueron considerados 40 factores según la revisión bibliográfica realizada, no obstante, se redujo la cantidad para facilitar la sistematización y procesamiento

de la información, como también debido a la información disponible para evaluar, con el fin de que la evaluación sea representativa.

Además, para identificar y complementar los factores de vulnerabilidad y resiliencia se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores clave en el territorio, con el fin de obtener y actualizar la información territorial.

Por último, a partir de la EMC del riesgo de incendios forestales, se proponen acciones comunitarias que podrían contribuir a la reducción del riesgo ante estos eventos para las comunidades estudiadas.

3.2. Pasos metodológicos

3.2.1. Determinación de los factores que conforman la amenaza de incendios forestales

Para concretar este objetivo, se realizó una revisión bibliográfica de documentos académicos y técnicos que abordan los componentes de la triada o triangulo del fuego (Figura n°6), el cual describe los factores que determinan el comportamiento del fuego en un incendio forestal, es decir, su ignición, propagación y descontrol.

En este sentido, el comportamiento del fuego depende en gran medida de las características topográficas del territorio, su ambiente en términos climáticos y meteorológicos, y las propiedades del material vegetal, vale decir, su capacidad de combustión (CEIS, 2015).

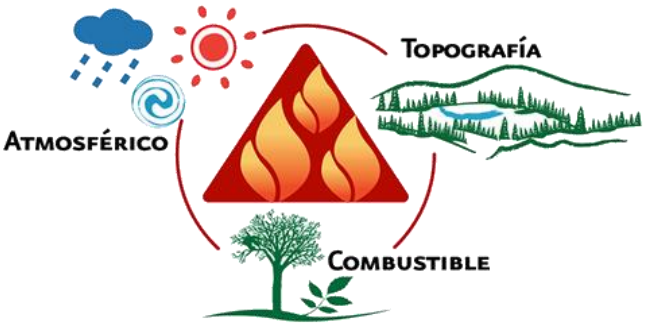


Figura n°6: Triada del fuego en incendios forestales.

Sin embargo, considerando el origen antrópico de la amenaza de incendios forestales, se integraron los factores asociados al uso de suelo, entendido como las formas en que las personas o la sociedad están usando un terreno en particular, asociado a las actividades que se realizan sobre el para obtener algún beneficio, producir algún cambio o mantener su condición; y las coberturas de suelo, refiriéndose a las coberturas biológicas o físicas presentes sobre la superficie de la tierra (FAO, 2000 citada en Hernández *et al*., 2016).

Además, la dinámica de la ocurrencia de incendios forestales tiene una variabilidad espacial y temporal condicionada por los componentes de la triada del fuego mencionada anteriormente, por lo que se integra el factor asociado al registro georreferenciado de incendios forestales de magnitud, es decir, los que superan las 200 hectáreas de afectación, en el periodo 1985 – 2017 en la región del Maule. Este registro corresponde a lo realizado por la CONAF desde 1985, ya que con anterioridad a ese año el registro de los eventos se realizaba con instrumentos de baja calidad o menos confiables (Úbeda & Sarricolea, 2016).

Por otra parte, resulta importante diferenciar para el desarrollo de la presente investigación, los incendios forestales según su afectación (área) y daño, considerándose como "*Incendios de magnitud*" los que son igual o superan las 200 hectáreas de afectación, sustentado en la segmentación del impacto sobre el medio ambiente y la carga de trabajo que se requiere para su control; e "*Incendios conflictivos*", los que no superan las 200 hectáreas, cuya determinación no está dada solamente por la extensión de estos sino por el riesgo y daño que generan, siendo un ejemplo de ellos los incendios de interfaz bosque – ciudad o cercanos a instalaciones estratégicas o críticas (CONAF, 2010).

3.2.2. Identificación de los factores de vulnerabilidad, resiliencia comunitaria e institucional, exposición de infraestructura crítica, actores territoriales clave y medios de vida de las comunidades

La identificación de los factores de vulnerabilidad y resiliencia ante incendios forestales se realizó, en primera instancia, a partir de una revisión bibliográfica abordando la vulnerabilidad social, física y económica ante el riesgo de incendios forestales, como también la resiliencia asociada a la participación comunitaria y gestión institucional ante tales eventos, utilizando principalmente el trabajo realizado por la Pastoral Social Caritas Chile (s/f) y Fundación Crate (2016), junto con documentos académicos y técnicos pertinentes.

Luego, para complementar la identificación de las vulnerabilidades mencionadas y los factores de resiliencia comunitaria y gestión institucional, se realizaron entrevistas 11 semiestructuradas a actores clave en el territorio (Tabla n°1), las cuales abordaron la prevención, respuesta y recuperación ante la ocurrencia incendios forestales, siendo adaptada a cada actor territorial, con un tiempo de 45 a 90 minutos por entrevista, aproximadamente.

3.2.2.1. Actores territoriales entrevistados

Tabla n°1: Actores territoriales entrevistados

Entrevistado/a	Institución/organización	Fecha	Duración
Dulia Marín	Presidenta Junta de vecinos Huelón	10/12/2016	85 min.
Osvaldo Quiñones	Presidente Comité APR Huelón	10/12/2016	75 min.
Nirza Bravo	Miembro Junta de vecinos Gualleco	11/12/2016	60 min.
Sara Vergara	Miembro Junta de vecinos Palmas de Toconey	14/12/2016	65 min.
Caren Torres	Miembro Junto de vecinos Cancha de Quillay	14/12/2016	70 min.
Carlos Bernales	Director Regional ONEMI Maule.	12/12/2016	60 min.
Dante Bravo	Jefe Departamento Manejo del Fuego CONAF Maule	14/12/2016	45 min.
Romualdo Aburto	Coordinador Área de Desarrollo Sustentable Fundación Crate	12/12/2016	65 min.
Walter Zencovich	Encargado de Emergencia y Vivienda de la I. Municipalidad de Curepto	10/12/2016	45 min.
Arturo Parra	Jefe Comunal de Emergencias de la I. Municipalidad de Pencahue y Director Escuela “Esperanza del futuro” de Cancha de Quillay	15/12/2016	50 min.
José Acevedo	Comandante 3ra Compañía de bomberos de Gualleco	13/12/2016	50 min.

3.2.3. Evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales

La evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales en las comunidades se basa en la generación de modelos en función de las componentes del riesgo, donde cada uno cuenta con criterios y subcriterios (indicadores), estructurados según el método AHP, con el objetivo de evaluar el riesgo de manera integral. Los modelos presentados corresponden al modelo de riesgo, el cual se compone del modelo de amenaza y modelo de vulnerabilidad, y el modelo de resiliencia, dado que los primeros se encuentran en términos negativos (-), y el último en términos positivos (+).

3.2.3.1. Criterios y subcriterios del modelo

Los criterios de cada modelo se definieron en función de la revisión bibliográfica realizada y disponibilidad de información, así, se generaron 3 criterios y 7 subcriterios para el modelo de amenaza (Tabla n°2), 4 criterios y 14 subcriterios para el modelo de vulnerabilidad (Tabla n°3), y 2 criterios y 9 subcriterios para el modelo de resiliencia (Tabla n°4), cada uno con subcriterios que permiten identificar, aplicar y evaluar los factores que inciden en la condición de riesgo ante incendios forestales en las comunidades estudiadas.

En este sentido, los criterios y subcriterios correspondientes a cada modelo son los siguientes:

Tabla n°2: Criterios y subcriterios del modelo de amenaza

Modelo de amenaza (-)	
Criterios	**Subcriterios**
Climático	Índice SU30 (modificado)
	Sequía
Relieve	Pendiente de laderas
	Exposición solar de laderas
Vegetacional	Cobertura de suelo
	Uso de suelo
	Registro incendios forestales de magnitud

Tabla n°3: Criterios y subcriterios del modelo de vulnerabilidad

Modelo de vulnerabilidad (-)	
Criterios	**Subcriterios**
Vulnerabilidad social	Población dependiente
	Nivel educacional
Vulnerabilidad física	Sin acceso a red vial
	Sin acceso a red eléctrica
	Sin acceso a agua potable
	Sin acceso a alcantarillado
	Falta de acumulador de agua
Vulnerabilidad económica	Diversificación de medios de vida
	Pobreza multidimensional comunal
Exposición infraestructura crítica	Viviendas
	Centros educacionales
	Centros de salud
	Bomberos
	Unidades policiales

Tabla n°4: Criterios y subcriterios del modelo de resiliencia

Modelo de resiliencia (+)	
Criterios	**Subcriterios**
Participación comunitaria	Participación de organizaciones sociales en CLE
	Acciones de adaptación al riesgo de IF
	Acciones de prevención del riesgo de IF
Gestión institucional	Velocidad en la reposición de servicios básicos
	Existencia de funcionarios municipales capacitados en GRRD.
	Jerarquía institucional del cargo de la UGRD
	Existencia de planes y programas de prevención del riesgo de incendios forestales
	Existencia de PRC
	Zonificación del riesgo

3.2.3.2. Pesos de criterios y subcriterios

La asignación de pesos a los criterios y subcriterios para la evaluación del riesgo de incendios forestales en las comunidades se realizó a través de la consulta a expertos y expertas, mencionados a continuación, utilizando una matriz de comparación a pares tomando su vector propio principal y la normalización de escalas (Saaty, 1980) (Anexo n°15) para la comparación. Para sistematizar la consulta a expertos y obtener los resultados (gráficos) de la evaluación se utilizó el software Expert choice 11 (versión educativa).

El método AHP facilita la obtención de los pesos de los criterios, comparando la importancia de estos sólo al interior de cada subconjunto (subcriterio), sin la necesidad de realizar una comparación directa de cada criterio con el resto de ellos (Castro *et al*., 2010). Además, éste método permite la construcción de escalas de medida (relativas y absolutas), que mantienen la proporcionalidad de las preferencias de los expertos y expertas, vale decir, tienen la capacidad de mantener la cardinalidad de las preferencias, como también la capacidad de operar inter e inter escalas de diferente naturaleza (Saaty, 1980).

3.2.3.3. Construcción de escalas

Con el fin de ajustar la información y antecedentes utilizados para la evaluación del riesgo de incendios forestales, se normalizó tal información a través de la construcción y aplicación de escalas, a partir de un umbral de medición justificado bibliográficamente acorde a cada subcriterio, las cuales son: **Alta**, **media** y **baja**, según corresponda en cada modelo y subcriterio en función de los antecedentes de cada comunidad. En algunos casos, se agregó la escala de **Muy alta** y **Muy baja**, con el fin representar de manera adecuada la realidad de las comunidades con respecto a los criterios utilizados.

3.2.3.4. Grado de consistencia.

El grado de consistencia de la consulta a expertos mide la coherencia entre las respuestas de cada expertos y experta involucrados en el proceso de comparación de los criterios y subcriterios que componen la evaluación del riesgo de incendios forestales, usando la fórmula de Saaty (1980) para esta medición, la cual es:

$$CI = [(\lambda_{max}-n) / (n-1)]$$

$$RC = CI / RI < 0.1 \ (10\%)$$

Donde:

CI = Grado de consistencia.
λ_{max} = Valor propio más alto en la matriz de comparación (asociado con el vector propio principal).
n = Dimensión de la matriz de comparación.
RI = Índice aleatorio de consistencia (Saaty, 1980).
RC = Relación de consistencia.

En el caso que la relación de consistencia (RC) exceda el número 0.1 (10%), estadísticamente la consistencia de las respuestas de los expertos y expertas no es aceptable, por ende, la comparación a pares se debe realizar nuevamente.

3.2.3.5. Consulta a expertos/as

Los expertos y expertas consultados para comparación a pares del modelo de evaluación multicriterio del riesgo (amenaza y vulnerabilidad) y resiliencia ante incendios forestales, a través del método AHP, fueron los siguientes:

- Pablo Sarricolea Espinoza, Geógrafo, Universidad de Chile. Doctor en Geografía y Magister en climatología aplicada, Universitat de Barcelona. Profesor asociado del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile.

- María Victoria Soto Bäuerle, Geógrafo, Universidad de Chile. Doctora en Geografía física y dinámica cuaternaria, Universität Tübingen. Magister en Geociencias, Universidad Federal do Río Grande do Sul. Profesora asociada del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile.

- Dante Bravo Rojas, Ingeniero de ejecución forestal. Jefe Departamento Manejo del Fuego, Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la región del Maule.

- Catherine Mella Quiroz, Trabajadora social, Universidad Cardenal Raúl Silva Henríquez. Magister en Intervención Social con mención en Gerencia Social y Políticas Públicas,

Universidad Autónoma de Temuco. Encargada del Programa Medio Ambiente, Gestión del Riesgo y Emergencias (MAGRE), Pastoral Social Caritas Chile.

- Sergio Barbera Pérez, Ingeniero civil, Universidad Técnica Federico Santa María. Jefe Nacional Unidad de Gestión del Riesgo de Desastres (UGRD), Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

- Miguel Contreras Alonso, Geógrafo, Universidad de Chile. Magister en Geografía con mención en Organización urbana y regional, Universidad de Chile. Profesor asistente del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile.

- Oscar Ortiz Osses, Ingeniero civil en obras civiles, Magister en Gestión de Activos. Dirección de Vialidad, Departamento de Puentes, Ministerio de Obras Públicas (MOP).

- María Verónica Bastías, Arquitecta, Universidad Central del Ecuador. Coordinadora de Desarrollo Regional para América Latina y el Caribe, Global Network for Disaster Reduction (GNDR).

- Antonio Fritis Estay, Arquitecto, Universidad de Chile. Encargado Nacional del programa "Quiero mi barrio", Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

3.2.4. Propuesta de acciones comunitarias para contribuir a la reducción del riesgo de incendios forestales en las comunidades

A partir de la evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales realizada, los gráficos de cada modelo y las entrevistas realizadas a cada actor territorial, se realiza una propuesta de acciones comunitarias para contribuir a la reducción del riesgo de incendios forestales en las comunidades evaluadas.

3.3. Limitantes

La presente memoria presenta limitantes en su desarrollo y obtención de resultados, debido a que, por una parte, las investigaciones sobre el riesgo de incendios forestales en Chile sólo abordan la componente de amenaza, y en algunos casos la exposición, graficando la poca disponibilidad de información para el análisis de las vulnerabilidades y resiliencia ante estos

eventos; por lo que los subcriterios y escalas que son utilizadas para la evaluación multicriterio fueron propuestas previamente a los expertos y expertas consultados antes de su aplicación y/o modificación.

Por otra parte, específicamente en la información relativa al subcriterio del índice Summer 30 (SU30), es importante señalar que el área de estudio cuenta con escasas estaciones meteorológicas que mide la variable temperatura del aire (ambiente) (Anexo n°12), siendo sólo la estación Pencahue (DGA), estación Rio Claro (DGA) y estación Talca (DGA) las que cuentan con esta base de datos. No obstante, la estación Rio Claro no cuenta con una serie de datos continuos de temperatura, sólo registrando desde el año 1999 al 2017; y la estación Talca se encuentra en un ambiente urbano, diferente a las condiciones del área de estudio de la presente memoria, por lo que sólo se utilizaron los datos de temperatura de la estación Pencahue debido a la disponibilidad de la misma información y el contexto territorial con respecto a las comunidades estudiadas.

Por otra parte, si bien el trabajo se centra en torno a la gestión del riesgo de incendios forestales, una de las limitantes que se presentó fue que no existió instancia de comunicación con la empresa forestal Celco Arauco, debido al tiempo de trabajo en terreno en el que se privilegió el intercambio con la comunidad y gobiernos locales para el objetivo principal de la presente investigación.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Determinación de los factores climáticos, topográficos y vegetacionales que conformas la amenaza de incendios forestales

Con el fin de determinar los factores asociados a la componente de la amenaza de incendios forestales, se realizó una revisión bibliográfica en función de la triada del fuego (Figura n°6), así, es posible descomponer los factores asociados a características climáticas, topográficas (relieve), y vegetación (combustible) particulares del área de estudio, para su posterior evaluación y análisis.

4.1.1. Factores climáticos

La zona central de Chile, vale decir, desde la región de Valparaíso hasta la región del Maule, es dominada por un clima mediterráneo, lo que genera las condiciones meteorológicas necesarias en temporada estival para la ignición, propagación y descontrol de un incendio forestal, particularmente cuando la temperatura del aire es igual o superior a 30°C, sumado a la condición de viento, registran una tasa de propagación de un incendio que supera los 2.000 m^2/minuto (Castillo, Quintanilla y Julio, 2009). Además, en este tipo de clima es habitual que se produzcan periodos de sequía prolongados cuando las temperaturas medias son más altas, ocasionando que la vegetación se seque total o parcialmente, convirtiéndose en altamente inflamable (CEIS, 2015).

Siguiendo con lo anterior, debido a los largos periodos de tiempo con altas temperaturas en verano, se genera un mayor estrés hídrico de la vegetación, conduciendo a un incremento del material combustible disponible y una fácil ignición de los incendios forestales, relacionándose directamente con la estacionalidad en la ocurrencia de los mismos eventos, su intensidad y susceptibilidad (Brown & Davis, 1973 citado en Julio, 1990), ya que las temperaturas y precipitaciones en estación lluviosa, en este tipo de clima, proporcionan un crecimiento importante de biomasa en primavera y se secan en los periodos de veranos, generando un paisaje con una alta probabilidad de incendios (Keeley *et al*., 2011; Abarzua *et al*., 2016).

En este sentido, largos periodos de tiempo con temperaturas sobre los 30°C generan las condiciones necesarias para la ocurrencia, propagación y descontrol de un incendio forestal, por lo que el índice de cambio climático SU30 (Donat *et al*., 2013), modificado y adaptado para el objetivo de la investigación, resulta de gran utilidad para determinar la probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal en función del número de días en verano con temperaturas sobre los 30°C, como también, la presencia del fenómeno de sequía en el territorio estudiado.

Cabe señalar que, uno los factores climáticos más importantes en la generación y propagación de un incendio forestales corresponde al viento, no obstante, debido a la falta de información en las estaciones meteorológicas del área de estudio, no fue considerado como factor asociado al clima, sino quedando asociado al punto 4.1.2. de la presente investigación, específicamente sobre el factor de pendiente de laderas y su incidencia en el comportamiento (velocidad y dirección) del viento en estos eventos.

- **Índice SU30 (modificado)**

El índice SU30 (*Summer, ≥ 30°C*), corresponde a uno de los índices de cambio climático que propone el Equipo de Expertos de Detección de Cambio Climático e Índices (ETCCDI por sus siglas en inglés) para analizar y evaluar eventos climáticos extremos, como la cantidad de días con temperatura ambiente por sobre los 30°C, con factores o indicadores de vulnerabilidad, y que pueda tener potenciales impactos en la población, medios de vida, recursos hídricos, seguridad, entre otros (Dirección Meteorológica de Chile (DMC), 2018).

El índice SU30 se genera a partir del número de días del año donde la temperatura máxima supera los 30°C. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, éste índice fue modificado para el presente trabajo de investigación debido a la estacionalidad de los eventos de incendios forestales, generando el Índice SU30 (modificado) en función del número de días en la estación verano (diciembre a febrero, 90 días) donde la temperatura máxima es igual o supera los 30°C.

La escala aplicada para evaluar a las comunidades en función del Índice SU30 (modificado) en las temporadas estivales del periodo 1987 – 2017 y su incidencia en la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales es la siguiente (Figura n°7):

- ❖ Alta (más de 50 días con temperatura máxima igual o sobre 30°C).
- ❖ Media (entre 26 y 50 días con temperatura máxima igual o sobre 30°C).
- ❖ Baja (0 a 25 días con temperatura máxima igual o sobre 30°C).

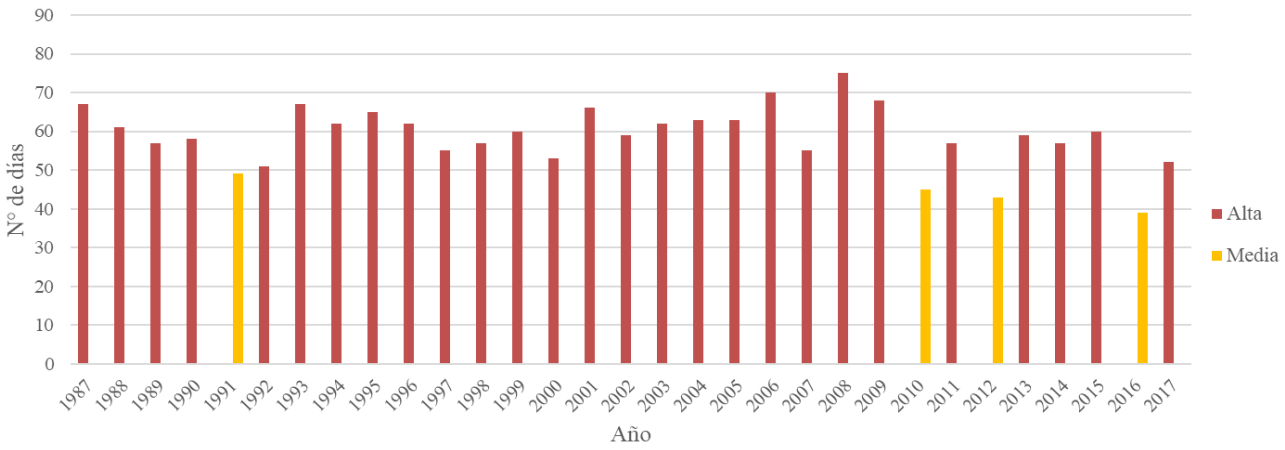


Figura n°7: Índice SU30 (modificado) en el periodo 1987-2017, estación Pencahue (DGA)

A partir de la figura n°7, se puede mencionar que la estación Pencahue no registra temporadas estivales anuales con 25 o menos días con temperatura del aire igual o superior a 30°C en el periodo 1987 – 2017, siendo predominantes los veranos con más de 50 días con esa temperatura, graficando la alta probabilidad de ocurrencia de incendios forestales producto de la cantidad de días que la vegetación (combustible) está expuesta a una alta radiación solar, acelerando su estrés hídrico e incrementando la cantidad y disponibilidad de material combustible, siendo susceptible a una fácil ignición a partir de una fuente de calor cercana.

- **Sequía**

Al igual que en otras regiones del planeta, en Chile los efectos del cambio climático proyectan un escenario para las próximas décadas de disminución pronunciada de las precipitaciones y el aumento de la recurrencia de sequías, lo que resulta en un incremento en la ocurrencia y el área afectada por incendios forestales, siendo particularmente vulnerables a estos cambios aquellas regiones dominadas por extensas plantaciones y ecosistemas remanentes altamente fragmentados e invadidos por especies exóticas, derivado principalmente del tipo, homogeneidad y continuidad del combustible (González *et al*., 2011).

En efecto, con temperaturas más altas, aumenta la pérdida de agua desde zonas cubiertas por nieve (sublimación), cultivos y vegetación natural (evapotranspiración), y lagos y embalses (evaporación), exacerbando el déficit hídrico, como también, la prolongación de la temporada de incendios forestales (CR2, 2015), dado que el fenómeno de sequía también grafica la humedad acumulada, incidiendo en la condición de la vegetación, su susceptibilidad a la ignición e inflamabilidad (Castillo y Pedernera, 2014).

En el periodo 2010 – 2015, el territorio comprendido entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía registró un déficit de precipitaciones cercano al 30%, siendo la década más cálida en 1000 años, denominándose como “mega-sequía”, debido a su persistencia temporal y extensión espacial, con un periodo de retorno del año más seco que varía entre 10 años en el Norte Chico y más de 30 años en la zona centro y sur del país, aproximadamente (CR2, 2015). Esto se relacionó con el aumento de la frecuencia de incendios, ya que periodos extensos de sequía pueden generar impactos, además de sociales y económicos, ambientales a largo plazo tales como disminución de la productividad de los ecosistemas, desertificación, pérdida de biodiversidad, contaminación atmosférica y aumento de temperatura ambiente, entre otros (Schröter *et al*., 2005).

La escala aplicada para evaluar a las comunidades en función de la sequía declarada en el territorio estudiado y su relación con la probabilidad de ocurrencia de un incendio forestales corresponde a la siguiente:

- Alta (Sequía declarada).
- Media (Sequía declarada, pero con medida de adaptación).
- Baja (Sequía no declarada).

4.1.2. Factores topográficos

- **Pendiente de laderas**

La pendiente ejerce influencia en las formas de trasmisión de energía (calor), donde en las zonas altas los fenómenos de convección y radiación son más eficientes, también, a mayor pendiente, mayor será la velocidad de propagación del fuego que asciende y más lento el progreso de las llamas en sentido descendente. Además, laderas muy cercanas entre sí generan condiciones para una rápida propagación, ya que, cuanto más reducidos sean los espacios abiertos en el desarrollo del incendio forestal, más rápido se calentará el aire que lo rodea. Esto provocará que el ascenso del aire se acelere y se generen vacíos que serán ocupados por las llamas, por lo que la pendiente tiene una gran influencia al favorecer la continuidad horizontal y vertical del material combustible (vegetación) (CEIS, 2015).

Sumado a lo anterior, el relieve condiciona la formación de microclimas, que tienen gran influencia en los regímenes de viento que van a incidir en la dirección y velocidad de propagación del fuego (CEIS, 2015), ya que los vientos dominantes en nuestro país, que derivan del suroeste, son los que, en ocasiones, cuando su velocidad sobrepasa los 30 km/hora, se constituyen como un factor importante para la propagación y descontrol de un incendio forestal, siendo una condición meteorológica extrema presente en estos eventos (Castillo, Quintanilla y Julio, 2009).

Esta condición del viento aporta oxígeno al fuego y seca el material combustible (vegetación), favoreciendo la emisión de partículas incandescentes, su transporte a grandes distancias y la eclosión de focos secundarios (CEIS, 2015). Por su parte, la propagación y descontrol de un incendio forestal aumenta con el ángulo que ofrece la pendiente (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2011), como también se acelera producto

del precalentamiento del combustible localizado en la zona superior de las vertientes (Ortiz, 2009).

Adicionalmente, la acumulación de material vegetal seco altamente combustible, especialmente en quebradas y zonas de altas pendientes, hace que el fuego presente comportamientos extremos (Mouillot *et al*., 2003; Rodríguez y Silva *et al*., 2010).

La escala aplicada para evaluar a las comunidades a partir de la pendiente de laderas, en grados (°), y su relación con la propagación del fuego y el comportamiento del viento, corresponde a una reclasificación de la clasificación de pendiente de Araya-Vergara & Börgel (1972), Young (1972) y Ferrado (1993) (Anexo n°13), siendo la siguiente:

- Alta (mayor a 20°).
- Media (entre 5,1° - 20°).
- Baja (0° a 5°).

- **Exposición solar de laderas**

La posición de las laderas respecto al ángulo de incidencia de los rayos solares tiene un efecto importante sobre la temperatura y la humedad relativa del ambiente. En general, las laderas de solana tienen una temperatura mayor, por lo que su vegetación contiene menor cantidad de agua y, por tanto, mayor probabilidad de ser material combustible. Por el contrario, las laderas de umbría tienen menor temperatura y su vegetación mayor humedad, dificultando su ignición (CEIS, 2015). Siguiendo esta lógica, a mayor insolación de la ladera, mayor es su sequedad, eso deriva en una mayor radiación y cantidad de material combustible, por lo tanto, mayor probabilidad de ignición de un incendio forestal (Abarca y Quiroz, 2005).

La escala para evaluar a las comunidades a partir de su localización y exposición solar de laderas, en grados (°), y su incidencia en la ignición y propagación del fuego corresponde a una reclasificación de la clasificación de la exposición solar según el grado de orientación de ladera de Abarca y Quiroz (2005) (Anexo n°14), la que corresponde a:

- Alta (Solana 270° - 45°; Plano 0°)
- Media (Semi-solana 225°-270°; Semi-umbría 45°- 90°)
- Baja (Umbría 90°- 225°)

4.1.3. Factores vegetacionales

- **Cobertura de suelo**

La ignición y propagación de un incendio forestal se verá favorecida según la cobertura vegetacional disponible en el territorio expuesto a tal amenaza, principalmente por la existencia de grandes masas de vegetación nativa y plantaciones forestales en nuestro país, en particular la zona centro sur (Castillo *et al*., 2012). Las coberturas vegetales presentes en los distintos ecosistemas responden de forma diferencial al fuego, dependiendo de sus habilidades para tolerarlo y de los mecanismos de regeneración que posean (Jaksic y Fariña, 2015), sin embargo, las especies nativas en Chile no presentan características pirófitas, es decir, que no han desarrollado adaptaciones especializadas para resistir incendios o regenerar post-incendio (Armesto *et al*., 1995; Úbeda & Sarricolea, 2016).

Asimismo, el reemplazo de especies nativas por exóticas puede provocar una disminución en la cantidad de precipitación interceptada, un mayor movimiento de la masa de aire y mayor cambio en la temperatura y humedad del suelo (Anchaluisa y Suárez, 2013), además, una mayor generación y acumulación de material altamente inflamable.

En el caso del recurso forestal, la frecuencia de los incendios forestales puede ocasionar cambios en la dinámica de cultivo como el bosque, ya que muchas especies no alcancen su etapa de madurez, causando disminución en la distribución espacial o incluso la extinción de la especie (Tessler *et al*., 2017).

La escala propuesta para evaluar a las comunidades a partir de la cobertura de suelo y su relación con la probabilidad ocurrencia y propagación de incendios forestales corresponde a una reclasificación simplificada de las coberturas de suelo de la CONAF (2011) en su Catastro de Uso del Suelo y Vegetación para la región del Maule en el año 2009, siendo:

- Alta (Plantación forestal, matorral y praderas)
- Media (Bosque nativo y mixto)
- Baja (Otras coberturas: cuerpos de agua, playas, urbano, roca, etc.)

- **Uso de suelo**

La probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal se verá favorecida por el uso de suelo en el territorio, ya que la actividad agrícola e industrial (forestal) y el crecimiento de áreas pobladas ha generado un aumento sostenido de incendios, como también en los niveles de gravedad de los mismos (Castillo *et al*., 2003), sumado a las condiciones se sequía y estacionalidad dan origen a eventos de fuego que pueden ocasionar cuantiosas pérdidas ambientales, bienes y servicios por los efectos en cercanía a sectores poblados (Álvarez, 2008; Tapia, 2008 en Castillo *et al*., 2012), a los usos industriales (faenas agrícolas y forestales, quemas), recreativos (turismo) y de interfaz urbano-forestal (ciudades, pueblos, red vial y eléctrica) se les atribuye históricamente la ocurrencia de incendios forestales en nuestro país (Castillo *et al*., 2013).

La escala propuesta para evaluar a las comunidades a partir del uso de suelo y su relación con la probabilidad ocurrencia de incendios forestales corresponde a una reclasificación simplificada de los usos de suelo de la CONAF (2011) en su Catastro de Uso del Suelo y Vegetación para la región del Maule en el año 2009, siendo:

- Alta (Forestal, agrícola, interfaz urbano-forestal y recreativo)
- Media (recreativo)
- Baja (Otro uso)

- **Registro de incendios forestales de gran magnitud**

El registro histórico y la localización de incendios forestales de magnitud, es decir, los que superan las 200 hectáreas de afectación, además de dar cuenta de la ocurrencia de eventos en el territorio, permite identificar y establecer aquellas áreas que revisten mayor ocurrencia, extensión y gravedad producto de estos eventos, graficando la necesidad de localizar las labores de prevención y respuesta, como consecuencia del nivel desarrollo de los programas de manejo del fuego y las características propias del territorio (Castillo *et al*., 2013).

La escala propuesta para evaluar a las comunidades a partir del registro de incendios forestales de magnitud (georreferenciado) en el periodo 1987 – 2017, y su relación con la probabilidad ocurrencia de incendios forestales corresponde a la clasificación de la CONAF (2010), la cual corresponde a:

- Alta (Existe registro de incendios forestales de magnitud, es decir, mayor a 200 Há)
- Media (Existe registro, pero no de incendios forestales de magnitud)
- Baja (No existe registro de incendios forestales de magnitud)

4.2. Identificación de los factores de vulnerabilidad física, social y económica, resiliencia comunitaria e institucional, y la exposición de infraestructura crítica que inciden en la condición de riesgo ante incendios forestales

A partir de la revisión bibliográfica sobre los factores de vulnerabilidad social, física y económica ante incendios forestales, como también los factores asociados a la resiliencia comunitaria e institucional, y la realización de entrevistas semiestructuradas mencionadas anteriormente, se logró identificar y descomponer cada factor para ser evaluado, junto con la exposición de infraestructura crítica ante la amenaza de un incendio forestal.

4.2.1. Vulnerabilidad social

- **Población dependiente**

Considerando que hay diversas combinaciones de la condición individual como de individuos en la sociedad, existe una serie de personas que, agrupadas por alguno de sus atributos, se consideran generalmente más vulnerables frente a la mayoría de las amenazas (Ocharan, 2008), entre ellas se encuentran niños y niñas, adultos mayores, y personas con discapacidad física, visual, auditiva y mental (Bambarén, 2011; Castro-Correa, 2014).

Respecto a lo anterior, los niños y niñas presentan una limitación de su normal desempeño producto de una menor resistencia y movilidad, dependencia de los adultos, enfermedades específicas, falta de experiencia, conocimiento formal y educación, y mayor susceptibilidad a ser alterados por condiciones adversas (Ocharan, 2008; UNICEF, 2008); mientras que los adultos mayores presentan un aumento en la pérdida de energía, limitaciones de movilidad como el mal equilibrio, debilidad muscular, disminución de la percepción sensorial y agotamiento para prevenir y enfrentar emergencias (World Health Organization (WHO), 2008; Dutton, 2013), generando importantes niveles de angustia y menor capacidad de recuperación (Castro-Correa, 2014).

De igual forma, las restricciones de movilidad pueden aumentar la vulnerabilidad de las personas mayores y discapacitados de dos formas: dificultando la conservación de su vivienda, prepararse para un posible desastre al aumentar sus problemas para la evacuación y protección (Organización Panamericana de Salud (OPS), 2012), y también una menor movilidad y gran dependencia de otros miembros de la comunidad para evacuar y protegerse (Ocharan, 2008).

En este sentido, la escala aplicada para evaluar la presencia de población dependiente corresponde a:

- Alta (Existe alta presencia de población dependiente, igual o mayor al 50%)
- Media (Existe presencia de población dependiente, entre 50% y 20%)
- Baja (Existe baja presencia de población dependiente, menor a 20%)

- **Nivel educacional de la población**

La falta de educación en la población limita la comprensión del funcionamiento de los procesos de las amenazas, de la señalética de seguridad, y el acceso a la información sobre planes de emergencia, lo que limita la planificación de acciones de prevención del desastre. La respuesta de estas personas es lenta frente a los eventos extremos, debido a la dificultad de la población para tomar medidas preventivas o de recuperación. Además, la población al poseer un nivel bajo de escolaridad, sus recursos para la autoprotección y recuperación son limitados. Además, la educación se vincula con el nivel socioeconómico, ya que, con mayor educación, se puede acceder a mayores recursos a través de fuentes de trabajo mejores (Castro-Correa, 2014: 441-442).

En este contexto, la escala aplicada para evaluar la vulnerabilidad social de las comunidades a partir del nivel educacional y su incidencia en la condición de riesgo de la población corresponde a lo propuesto por Castro-Correa (2014), siendo lo siguiente:

- Alta (Sin educación formal)
- Media (Educación prebásica y básica completa)
- Baja (Educación media o superior)

4.2.2. Vulnerabilidad física

- **Sin acceso a red vial**

La presencia de una red vial es un factor al cual se le atribuye una de las posibles causas de ignición de incendios forestales producto de la acción de agentes tales como negligencias humanas, operaciones forestales (transporte), tránsito de vehículos, flujo de turistas, accidentes, entre otros que hacen uso de esta infraestructura, siendo el 35% de las causas de incendios forestales en el periodo 1976 – 2010 en Chile (Castillo *et al*., 2013). Sin embargo, la inexistencia de esta red, en mal estado o material de la vía no permite identificar o generar vías de acceso y evacuación en respuesta a un incendio forestal u otra amenaza.

La escala aplicada para evaluar la existencia y estado de una red vial y su incidencia en la condición de vulnerabilidad física ante incendios forestales es la siguiente:

- ❖ Alta (Existe red vial, pero en mal estado o sólo de tierra/ripio)
- ❖ Media (Existe red vial, pero pavimentada y de tierra/ripio)
- ❖ Bajar (Existe una red vial pavimentada)

- **Sin acceso a red eléctrica**

La presencia de una red eléctrica, o líneas de transmisión de electricidad, considerando baja, media y alta tensión, se puede considerar como uno de los factores de ignición de un incendio forestal producto de la negligencia humana al no considerar franjas de riesgo, seguridad o servidumbre respectiva al tipo de tensión, de instalaciones de servicio público o privado en sectores rurales (interfaz) (Castillo *et al*., 2013), prever cortes del cableado por condiciones de viento intenso o accidentes en faenas forestales o agrícolas que puedan generar una fuente o punto de calor (descarga eléctrica) cercana a material combustible, dejando a la población sin acceso a electricidad u optar por una fuente de energía secundaria, por ejemplo, un generador de energía eléctrica con combustibles fósiles.

La escala aplicada para evaluar la existencia de una red eléctrica en las comunidades y su incidencia en la condición de vulnerabilidad ante incendios forestales es la siguiente:

- ❖ Altas (No existe red eléctrica)
- ❖ Media (Existe red eléctrica, pero sin una fuente de energía secundaria)

- ❖ Baja (Existe red eléctrica y fuente de energía secundaria)

- **Sin acceso a agua potable**

El acceso al agua, o falta de ésta, es un factor crítico de vulnerabilidad en comunidades expuestas a fenómenos desastrosos debido a las enfermedades que puede ocasionar la ausencia o insuficiencia de este recurso (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2004), aumentando el número de personas afectadas en desastres (UNICEF, 2006). Por otra parte, ya ocurrido el desastre, una rápida rehabilitación de este servicio básico ayuda a brindar atención a los enfermos, el consumo humano, el mantenimiento de las condiciones mínimas de higiene, apoyo a las labores de búsqueda y rescate, y la reactivación de las actividades productivas y comerciales del territorio (UNICEF, 2006).

Cabe señalar que se considera que el acceso al agua es óptimo cuando la fuente de ésta se encuentra a menos de un kilómetro de distancia del lugar de utilización y si se puede obtener de manera confiable al menos 20 litros diarios para cada miembro de una familia, ya sea de una conexión domiciliaria, fuente pública, pozo de sondeo, pozo excavado protegido, surgente protegida, aguas pluviales, entre otras (OMS, 2018). Además, la suspensión de los servicios de distribución de agua obliga a las personas a movilizarse para conseguirla, muchas veces en fuentes inseguras, especialmente en las zonas rurales (UNICEF, 2006).

La escala aplicada para evaluar la falta de acceso a agua potable en función de su importancia en la condición de vulnerabilidad es la siguiente:

- ❖ Alta (No hay acceso a agua potable)
- ❖ Media (Acceso limitado o intermitente, pozo o noria)
- ❖ Baja (Acceso continuo)

- **Sin acceso a alcantarillado**

El acceso a alcantarillado compromete los beneficios sanitarios y sociales obtenidos desde su instalación, no obstante, su ausencia o daño producto de un evento pueden provocar la contaminación de los cuerpos de agua cercanos, perdida de fuentes de agua y deterioro ambiental, conllevando a condiciones insalubres dentro de las comunidades, afectando la calidad de vida de las personas con un consecuente aumento de la exposición a numerosas

enfermedades, siendo las más comunes causantes de un aumento en la morbilidad y mortalidad en la población (UNICEF, 2006; Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2016).

La escala aplicada para evaluar el acceso a alcantarillado en las comunidades estudiadas y su relación con la condición de vulnerabilidad es la siguiente:

- Alta (Sin acceso a alcantarillado)
- Media (Sin acceso a alcantarillado, pero con sistema complementario de saneamiento)
- Baja (Acceso a alcantarillado)

- **Falta de acumulador de agua**

La existencia de un acumulador de agua, integrado en un sistema de captación de aguas, permite incrementar la disponibilidad hídrica en zonas urbanas y rurales en periodos estivales y de sequías, para satisfacer las demandas de agua potable, riego, consumo animal o combate eficiente de incendios forestales (UNESCO, 2015; p. 2). No obstante, junto con la existencia de la infraestructura necesaria para acumular agua, debe existir un comité, cooperativa u otra figura jurídica que administre y resguarde el uso y mantenimiento del mismo recurso y sistema.

La escala aplicada para evaluar la falta de un acumulador de agua en las comunidades estudiadas y su relación con la vulnerabilidad es la siguiente:

- Alta (No existe acumulador de agua)
- Media (Existe un acumulador de agua)
- Baja (Existen dos o más acumuladores de agua)

4.2.3. Vulnerabilidad económica

- **Diversificación de medios de vida**

La diversificación de los medios de vida comprende la habilidad, los activos (materiales y sociales) y actividades necesarias para subsistir, siendo sustentable cuando puede enfrentarse y recuperarse del estrés y la crisis y mantener o mejorar su capacidad y activos tanto en el

presente como en el futuro, siempre y cuando no perjudique ni dependa de los recursos naturales básicos (Chambers & Conway, 1991).

Por otra parte, la reducción o inexistencia de medios de vida afecta a la vulnerabilidad o fuerza de las estrategias de supervivencia de un individuo o comunidad, los que están compuestos principalmente por los bienes que posee la gente, las actividades que ocupan para generar un estándar de vida y para satisfacer otras metas como la reducción del riesgo (Allison & Ellis, 2001).

La escala aplicada para evaluar la diversificación de medios de vida y su incidencia en la condición de vulnerabilidad de la población es la siguiente:

- Alta (No existen actividades asociada a medios de vida)
- Media (Existe sólo una actividad asociada a medios de vida)
- Baja (Existen dos o más actividades asociadas a medios de vida)

- **Pobreza multidimensional**

El fenómeno de la pobreza es mucho más amplio que la sola falta de ingresos, ya que ésta incluye privaciones en distintas dimensiones, tales como la educación, salud, vivienda, empleo, empoderamiento, discriminación, seguridad personal, y al mismo tiempo, estas privaciones pueden afectar con distinta intensidad a los hogares y las personas dependiendo de factores como su distribución regional, género, etnia, entre otras (Ministerio de Desarrollo Social, 2014).

En este sentido, el Ministerio de Desarrollo Social, a través de la encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) del año 2015, incorpora la metodología desarrollada por Alkire & Foster (2008) para la medición multidimensional de la pobreza en el pais, la cual identifica a quienes se encuentras en situación de pobreza considerando la intensidad de las privaciones o carencias que sufren, abordando distintas dimensiones del bienestar (Ministerio de Desarrollo Social, 2014).

Las dimensiones y sus pesos corresponden a educación (22,5%), salud (22,5%), trabajo y seguridad social (22,5%), vivienda y entorno (22,5%), y redes y cohesión social (10%), las cuales fueron consideradas para la EMC del riesgo de incendios forestales. En este sentido, se considera que un hogar se encuentra en situación de pobreza multidimensional si presenta un

22,5% o más de carencias o privaciones, que es equivalente a una dimensión tradicional (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017), aumentando la vulnerabilidad socio-económica y disminuyendo la capacidad de soportar y reponerse a un desastre. Esto se debe a que sus variables abordan los factores subyacentes del riesgo como el acceso a la educación, rezago escolar, nivel de escolaridad, malnutrición, adscripción a sistema previsional de salud, acceso a atención de salud, ocupación, seguridad social, jubilación, hacinamiento, estado de la vivienda, servicios básicos, habitabilidad, entorno, apoyo y participación social, trato igualitario y seguridad (Ministerio de Desarrollo Social, 2018).

Cabe señalar que, en el año 2017 no se aplicó la encuesta Casen a las comunas presentes en el área de estudio, por lo que se utilizaron las cifras de la encuesta Casen 2015, que grafica un 20,9% el promedio nacional de personas en situación de pobreza multidimensional (5 dimensiones) y un 22,4% en la región del Maule. Además, se consideró que los resultados de la encuesta Casen 2015 corresponden a una muestra estadística de la población y no a la totalidad o universo, por lo que no se puede asignar un lugar a la información obtenida a partir de la medición, por ende, se utilizó la pobreza multidimensional comunal (PMC) para la EMC del riesgo de incendios forestales, además, se identificó el número de hogares que presentan la carencias o privaciones en cada dimensión (Figura n°8).

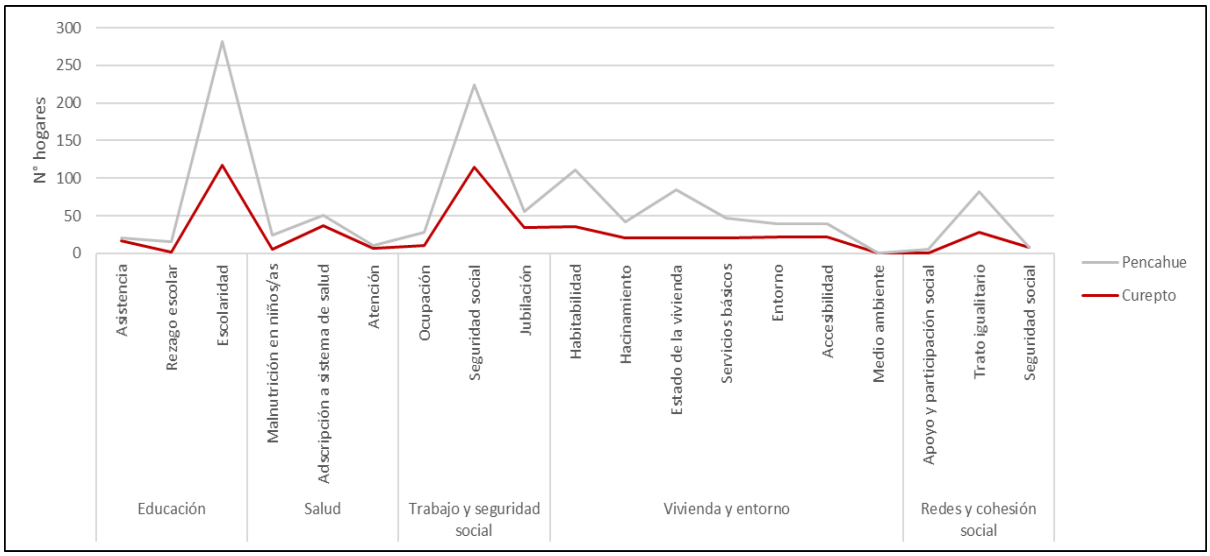


Figura n°8: Número de hogares por dimensiones y carencias que inciden en la PMC

La escala aplicada para evaluar la pobreza multidimensional comunal (PMC) es la siguiente:

- Alta (Hogares comunales con 22,5% o más de carencias o privaciones)
- Media (Hogares comunales entre 5,1% y 22,4% de carencias o privaciones)
- Baja (Hogares comunales con 5% o menos de carencias o privaciones)

4.2.4. Exposición de infraestructura crítica

- **Viviendas**

La existencia de viviendas y su materialidad determinan el grado exposición y vulnerabilidad de la comunidad frente a una amenaza, siendo susceptible a sufrir daños o pérdidas humanas y materiales, económicas, medios de vida y cultura, que están espacialmente unidas a recursos y prácticas culturales específicas que también pueden ser expuestas y afectadas, al momento de impactar un evento (Chardón, 2008; Birkmann *et al*., 2013).

La escala aplicada para evaluar la existencia de viviendas y su condición de infraestructura critica frente a incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Existen viviendas de materialidad ligera, es decir, madera, adobe y/o autoconstruidas)
- Media (Existen viviendas de materialidad mixta, es decir, material ligero y sólido)
- Baja (Existen viviendas de material sólido)

- **Centros educacionales**

La existencia de establecimientos educacionales, en todos sus niveles, en territorios expuestos a amenazas compone uno de los factores de vulnerabilidad social en cuanto a la prevención, respuesta y recuperación ante un evento desastroso, ya que dependerá de su localización y organización una evacuación eficiente, como también, es el lugar donde se pueden generar instancias de educación preventiva. No obstante, ocurrido el desastre, existirá una pérdida del espacio educativo y/o carencia de medios socioeconómicos para su rápida recuperación, donde el uso de la infraestructura educacional como albergues relega el derecho de niños y niñas a la educación, provocando una lenta o nula rehabilitación del sistema perturbado (UNICEF, 2007).

La escala aplicada para evaluar la existencia de centros educacionales, en todos sus niveles, y su condición de infraestructura critica frente a incendios forestales es la siguiente:

- ❖ Alta (Existe un establecimiento educacional expuesto)
- ❖ Media (Existen dos o más establecimientos educacionales expuestos)
- ❖ Baja (No existen establecimientos educacionales expuestos)

- **Centros de salud**

La existencia de uno o más centros de salud es de gran importancia para la recuperación sostenible después de un desastre, debido a que son un símbolo del progreso social y un prerrequisito para la estabilidad y el desarrollo económico, por lo que se debe prestar atención a su integridad física y funcional en situaciones de emergencia, asegurando la continuidad del funcionamiento y suministro de sus servicios esenciales cuando más se necesita. Además, desempeñan un papel esencial en el proceso de recuperación, cohesión social y desarrollo económico, por lo que las instalaciones de salud deben continuar operando durante los desastres y no estar localizadas en zonas expuesta a eventos (UNISDR, 2009).

La escala aplicada para evaluar la existencia de centros de salud, y su condición de infraestructura critica frente a incendios forestales es la siguiente:

- ❖ Alta (Existe sólo un centro de salud expuesto)
- ❖ Media (Existen dos o más centros de salud expuestos)
- ❖ Baja (No existen centros de salud expuestos).

- **Bomberos**

Si bien, en la actualidad es la CONAF la encargada de responder y combatir los incendios forestales, la peligrosa y cercana exposición de la población a bosques y plantaciones forestales hace necesaria la presencia de bomberos en estos territorios de interfaz para dar una respuesta rápida a la emergencia, ya sea en el combate del incendio o colaborando en las acciones de rescate y evacuación.

La escala aplicada para evaluar la existencia de bomberos y su condición de infraestructura critica frente a incendios forestales es la siguiente:

- ❖ Alta (Existe un cuerpo de bomberos expuesto)
- ❖ Media (Existe dos o más cuerpos de bomberos expuestos)
- ❖ Baja (No existe cuerpo de bomberos expuesto)

- **Unidades policiales**

La presencia de unidades policiales en el territorio permite dar una protección inmediata a vidas y bienes de la población, desarrollando acciones tendientes a la normalidad social ante una emergencia, como también la identificación de grupos de trabajo, coordinación en función de la naturaleza de la emergencia, rescate de personas, cierre perimetral y generar áreas de seguridad, atención y evacuación de lesionados, e informar en conjunto con instituciones, prensa, familias, entre otros (Carabineros de Chile, s/f).

La escala propuesta para evaluar la existencia de unidades policiales, y su condición de infraestructura critica frente a incendios forestales es la siguiente:

- ❖ Alta (Existe una unidad policial expuesta)
- ❖ Media (Existen dos o más unidades policiales)
- ❖ Baja (No existen unidades policiales expuestas)

4.2.5. Resiliencia comunitaria

- ❖ **Participación de organizaciones sociales en el Comité Local de Emergencia (CLE)**

La existencia de asociaciones estratégicas, como son las organizaciones sociales, fomentan una cultura de protección civil y autoprotección a través de la participación social, puesto que la misma puede significar la diferencia en relación al éxito, o no, de la gestión del riesgo en un determinado territorio, como también, disponen de recursos que conforman el capital social, cuya importancia recae no sólo en el manejo de situaciones de riesgo, sino también en la gobernanza y actitudes que permitan el desarrollo sostenible de las comunidades (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED, 2006).

En este sentido, la participación de organizaciones sociales en los CLE, como parte del proceso de gestión del riesgo "*requieren la participación de todos los actores sociales, entre ellos: instituciones públicas, municipalidades, sector privado y sociedad civil. La*

participación debe contemplar enfoques de consenso, concertación, recursos disponibles y capacidades instaladas para unificar los criterios en el corto, mediano y largo plazo sobre la reducción del riesgo" (Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), 2014; 13).

Además, la participación comunitaria a través de organizaciones sociales en el proceso de gestión del riesgo refleja procesos locales característicos como una mayor conciencia de perdidas, impactos y riesgos de desastres a nivel local por parte de los hogares expuestos, como también, la generación de alianzas con gobiernos locales que hacen posible la negociación de prioridades, inversiones públicas y ayudas, mejorando infraestructura y servicios locales (Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR), 2011).

La escala aplicada para evaluar la participación de organizaciones sociales en el CLE y su relación con la resiliencia comunitaria ante incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Existen organizaciones sociales y participan en el CLE)
- Media (Existen organizaciones sociales, pero no participan en el CLE)
- Baja (No existen organizaciones sociales)

- **Acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales**

La adaptación al riesgo de incendios forestales corresponde a las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de la sociedad y la susceptibilidad de los sistemas naturales, ante los efectos reales o esperados del evento (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambia Climático (IPCC), 2001), con educación de calidad, que puede ser vital para abordar las desigualdades sociales que se exacerban por el cambio climático y el riesgo de desastres, y medidas de mitigación como corta fuegos (UNICEF, 2012).

La escala aplicada para evaluar las acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Existen acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales)
- Media (Existen acciones de adaptación, pero no para el riesgo de incendios forestales)
- Baja (No existen acciones de adaptación)

- **Acciones de prevención del riesgo de incendios forestales**

Las acciones preventivas ante la amenaza de incendios forestales es parte fundamental del proceso de gestión del riesgo, ya que permite "*la generación de una cultura preventiva y una conciencia de las acciones de cada una de las fases. Esto exige una estructura a nivel de país (región, ciudad, comunidad) que permita la coordinación interinstitucional e intersectorial de actores públicos y privados, y una activa participación ciudadana*" (Geenen, 2008; Stötter & Zischg, 2008 citados en Sánchez, 2010: 10).

La escala aplicada para evaluar las acciones de prevención del riesgo de incendios forestales y su relación con la resiliencia comunitaria ante estos eventos es la siguiente:

- Muy Alta (Existen acciones de prevención del riesgo de incendios forestales)
- Media (Existen acciones de prevención, pero no del riesgo de incendios forestales)
- Muy Baja (No existen acciones de prevención del riesgo de incendios forestales)

4.2.6. Resiliencia institucional

- **Velocidad en reposición de servicios básicos e infraestructura**

La velocidad en la rehabilitación de los servicios básicos corresponde a la capacidad de restaurar la funcionalidad del sistema de modo oportuno, conteniendo las pérdidas y evitando irrupciones, ya que es fundamental contar con el recurso hídrico en las primeras 72 horas siguientes al desastre, como también, en la mayoría de los eventos, la mayor demanda de servicios de salud es en las primeras 48 horas. Después de las 72 horas, pueden comenzar a presentarse enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada, hacinamiento, exposición climática, incremento de vectores, entre otros (OPS, 2004).

La escala aplicada para evaluar la velocidad (Tierney & Bruneau, 2007) en reposición de servicios básicos e infraestructura y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales es la siguiente:

- Alta (entre 0 y 72 horas después de ocurrido el evento)
- Media (entre 72 horas y una semana después de ocurrido el evento)
- Baja (más de una semana después de ocurrido el evento)

- **Existencia de funcionarios municipales capacitados en GRRD**

La existencia y nivel de preparación del encargado de la UGRD se asocia a la especialización del profesional a cargo en ámbitos de manejo del ciclo completo de la gestión del riesgo de desastres, asesorando a la autoridad comunal para la generación y activación del plan de gestión del riesgo y la toma de decisiones en términos de prevención, respuesta y rehabilitación del territorio; coordinar las acciones, actividades e instancias de prevención con los actores locales; realizar estudios de evaluación del riesgo, monitoreo, zonificación y microzonificación de amenazas; recopilar la información antes, durante y después de un evento desastroso; y coordinar las comunicaciones con las entidades estatales, privadas y comunitarias (I. Municipalidad de Iquique, 2014).

Además, la redundancia (Tierney & Bruneau, 2007) en el cargo del encargado de la unidad de GRRD municipal recae en el grado en que este elemento es substituible, es decir, la capacidad del sistema o unidad para satisfacer los requisitos funcionales ante una degradación significativa cuando ocurre la perdida de funcionalidad de la unidad.

La escala aplicada para evaluar la existencia de funcionarios municipales capacitados en GRRD y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Existe uno o más funcionarios capacitados en GRRD)
- Media (Existe uno o más funcionarios en la Unidad, pero no capacitados en GRRD)
- Baja (No existen funcionarios en la Unidad)

- **Jerarquía institucional del cargo de la UGRD**

La importancia en la jerarquía institucional del cargo de la UGRD (Castro-Correa *et al*., 2010) recae en la autonomía administrativa, logística, económica y comunicacional para el manejo del ciclo completo de la gestión del riesgo de desastres, ya que facilita la labor de la autoridad comunal en el ámbito de la coordinación de los procesos de la gestión, en cumplimiento de la legislación nacional respectiva, articula la planificación del desarrollo y ordenamiento territorial, asesora, aconseja y asiste el seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones y acciones permanentes para el conocimiento y reducción del riesgo de la comuna, con el propósito de contribuir a la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible del territorio (Alcaldía Municipal de Sincelejo, 2016).

La escala propuesta para evaluar la jerarquía institucional del cargo (Castro-Correa *et al*., 2010: 13) y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Jerarquía independiente, es decir, Dirección o Departamento de GRRD)
- Media (Dependencia de otra unidad con mayor jerarquía)
- Baja (No existe jerarquía asociada al cargo)

- **Existencia de planes y programas de prevención.**

Los planes y/o programas en GRRD (Castro-Correa *et al*., 2010) de incendios forestales deben considerar la prevención, respuesta (emergencia) y rehabilitación del territorio afectado, incluso planes de evacuación y formación de comités de salvamento y primeros auxilios, servicios de información, higiene, seguridad, alimentación; establecimiento de sistemas participativos de alerta temprana controlados a nivel local; campañas de prevención antes incendios forestales municipales y privadas, entre otros (Bollin, 2003).

La escala propuesta para evaluar la existencia de planes y programas de prevención (Castro-Correa *et al*., 2010: 12) y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Existen planes y programas de prevención que consideran los incendios forestales)
- Media (Existen planes y programas de prevención, pero no consideran los incendios forestales)
- Baja (No existen planes y programas de prevención)

- **Existencia de Plan Regulador Comunal (PRC).**

La existencia de un Plan Regulador Comunal (PRC) (Castro-Correa *et al*., 2010), como herramienta normativa de ordenamiento y regulación del desarrollo urbano de una comuna, permite gestionar el territorio teniendo consciencia de los riesgos existentes y tomando medidas para su control, así como previniendo las consecuencias a mediano y largo plazo de las intervenciones en el entorno y los riesgos que estas puedan generar (PNUD, 2003).

La escala propuesta para evaluar la existencia de un PRC (Castro-Correa *et al*., 2010: 11) y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales es la siguiente:

- Muy Alta (Existe PRC vigente).
- Media (PRC en proceso de actualización y/o aprobación).
- Muy Baja (No existe PRC).

- **Zonificación del riesgo**

La existencia de una zonificación, o microzonificación, de amenazas proporciona información relevante respecto a la ubicación y área de influencia que presenta un evento, además, puede representar atributos espaciales, como distancia y ubicación, y no espaciales, como por ejemplo, recurrencia histórica o características de eventos pasados, siendo un soporte para la toma de decisiones, donde el objetivo es identificar el fenómeno y la afectación del mismo en función de su ubicación, magnitud y probabilidad de ocurrencia con respecto a los centros poblados o red de infraestructura (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), 2011).

La escala propuesta para evaluar la existencia de una zonificación del riesgo y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales es la siguiente:

- Alta (Existe zonificación del riesgo y considera los incendios forestales)
- Media (Existe zonificación del riesgo, pero no considera incendios forestales)
- Baja (No existe zonificación del riesgo)

4.3. Evaluación multicriterio del riesgo y resiliencia ante incendios forestales

Para cumplir con el objetivo establecido en el presente trabajo, se ejecutaron dos modelos de evaluación multicriterio para determinar el nivel de riesgo de cada comunidad estudiada, los cuales corresponden a los modelos de riesgo (amenaza y vulnerabilidad) y de resiliencia.

A continuación, se presentan los modelos de la evaluación multicriterio, con sus respectivos criterios y subcriterios, en la plataforma AHP, junto con la ponderación realizada por los expertos y expertas para cada uno de ellos, la que se muestra entre paréntesis a la derecha de cada criterio.

4.3.1. Modelo de riesgo

4.3.1.1. Modelo de amenaza

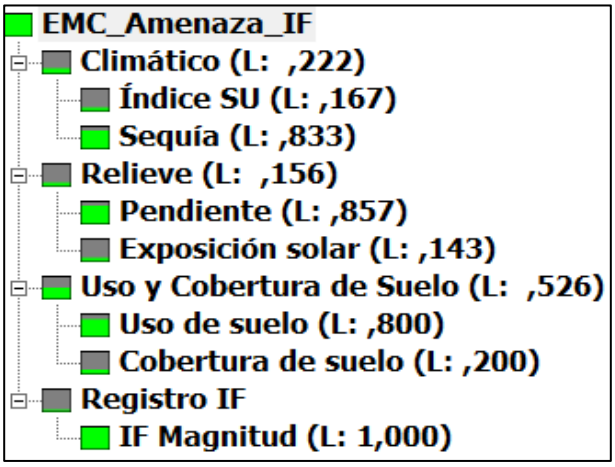


Figura n°9: Modelo multicriterio de la amenaza de incendios forestales

El grado de consistencia de la consulta a expertos y expertas para la evaluación de la amenaza de incendios forestales es de 0.02, es decir, las respuestas de los expertos son 98% consistentes con el objetivo de la investigación.

En primera instancia, a partir de la figura n°9 que grafica la ponderación de la consulta a expertos y expertas, a partir de la comparación a pares, se logró determinar que el criterio de uso de suelo y cobertura de suelo (52,6%) tiene la mayor relevancia en la conformación de amenaza de incendios forestales, seguido del criterio climático (22,2%), luego las características del relieve (15,6%) y finalmente el criterio asociado al registro georreferenciado de incendios forestales de magnitud (9,6%).

Siguiendo con lo anterior, el subcriterio de uso de suelo (80%) presenta una alta incidencia en la generación de incendios forestales, lo que grafica claramente, según el criterio de los expertos y expertas, la preferencia por la importancia de la actividad humana y prácticas culturales del uso del suelo en la ignición y propagación de incendios forestales, donde el rubro forestal, agrícola y turismo son las actividades que históricamente han predominado en la región. Por su parte, el subcriterio de cobertura de suelo (20%), asociado al tipo de vegetación predominante en la región, presenta una menor incidencia en la amenaza de incendios forestales, no obstante, no deja de ser importante debido a que va a depender en

gran medida de las características de la vegetación la propagación y descontrol de un incendio forestal, cuando las condiciones meteorológicas extremas estén presentes en el territorio.

En relación al criterio climático, ubicados en el segundo lugar de incidencia en la amenaza de incendios forestales, el subcriterio fenómeno de sequía (83,3%) en el territorio, es el que tiene mayor importancia en la ocurrencia y área afectada por incendios forestales, ya que aquellas regiones dominadas por extensas plantaciones y ecosistemas remanentes, altamente fragmentados e invadidos por especies exóticas, como se observa entre la región del Maule y la Araucanía, generan un escenario altamente inflamable, derivado principalmente del tipo, homogeneidad y continuidad del combustible, no así, por ejemplo, entre las regiones de Valparaíso y O'Higgins, debido a que las temperaturas y precipitaciones en estación lluviosa, características del clima mediterráneo en esta zona, proporcionan un crecimiento importante de biomasa en primavera, particularmente parches de matorrales de menor extensión que las plantaciones forestales, los que se secan en los periodos de veranos, generando un paisaje con una alta probabilidad de incendios forestales.

En el factor de relieve, el subcriterio de pendiente de laderas (85,7%) es el que tiene mayor incidencia en el comportamiento del fuego, por sobre la exposición solar de laderas (14,3%), graficando la incidencia del relieve en la propagación y descontrol de un incendio forestal, dada su relación directa con el comportamiento (velocidad y dirección) del viento, promoviendo la eclosión de focos secundarios por el transporte de partículas incandescentes, junto con la acumulación de material combustibles en quebradas y generación de microbasurales.

Por su parte, el criterio asociado al registro georreferenciado de incendios forestales (9,6%) es el que presenta la menor incidencia en la amenaza de estos eventos, lo que se puede explicar por el escaso registro que se tiene de los eventos, sumado a la calidad de los mismos datos dado que recién se cuenta con un registro confiable desde el año 1985 en nuestro país.

4.3.1.2. Modelo de vulnerabilidad

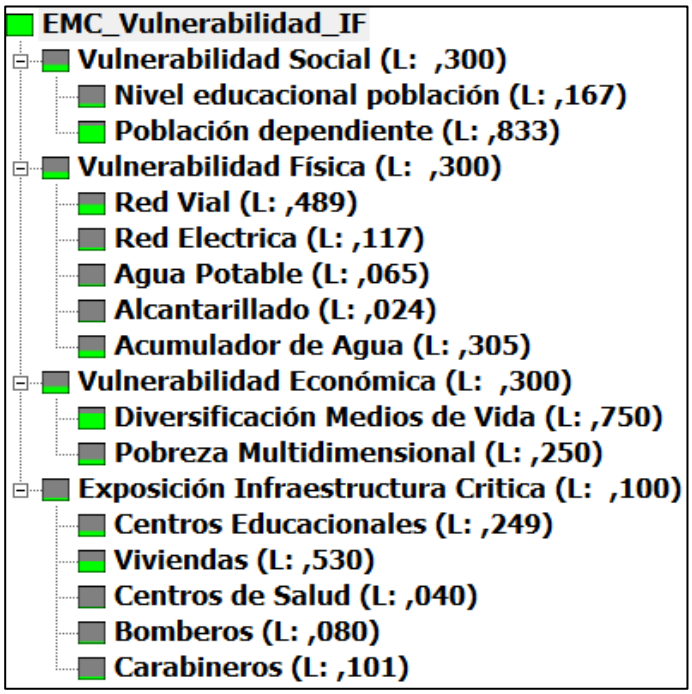


Figura n°10: Modelo multicriterio de vulnerabilidad ante incendios forestales

El grado de consistencia de la consulta a expertos para la evaluación multicriterio de la vulnerabilidad ante incendios forestales es de 0.0, es decir, las respuestas de los expertos son 100% consistentes con el objetivo de la investigación.

Según lo graficado en la figura n°10, en función de la ponderación de la consulta a expertos y expertas, a partir de la comparación a pares, se identificó que los criterios de vulnerabilidad social (30%), vulnerabilidad física (30%) y vulnerabilidad económica (30%) son los factores que tienen mayor incidencia en la componente de vulnerabilidad ante incendios forestales, seguidas por el criterio de exposición de infraestructura crítica en el territorio (10%).

En relación a lo anterior, dentro de la vulnerabilidad social el subcriterio que tiene mayor incidencia en tal condición de fragilidad corresponde al de población dependiente (83,3%), es decir, niños y niñas, adultos mayores y personas con algún tipo de discapacidad, lo que se puede explicar debido a la alta presencia de ese grupo de población en el área estudiada con respecto a la comuna de Curepto (35,9%) y Pencahue (33,3%), seguida del nivel educacional predominante (16,7%), dado que gran parte de la población cuenta con enseñanza básica y/o

media completa, y un grupo minoritario de persona que cuentan con enseñanza superior y/o postgrados.

En cuanto a la vulnerabilidad física, el subcriterio de acceso a una red vial (48,9%) y su estado de conservación representan la mayor incidencia en la condición de vulnerabilidad en ese criterio, seguido de la falta de acumulador(es) de agua (30,5%), luego la falta de acceso a red eléctrica (11,7%), y finalmente el acceso a agua potable (6,5%) y acceso a alcantarillado (2,4%). Lo anterior se puede asociar a la condición de ruralidad de las comunidades, dado que Huelón, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay se localizan en sectores rurales, a una gran distancia de los centros comunales y capital regional (Talca), inmersos en contexto de explotación y producción forestal. Por el contrario, Gualleco se encuentra localizada en un contexto urbano, con acceso a agua potable, alcantarillado, red vial y eléctrica.

Por su parte, el subcriterio de diversificación de medios de vida (75%) es el que presentó mayor importancia en la condición de vulnerabilidad económica debido a que las actividades realizadas por los miembros de las comunidades para su subsistencia se relacionan directamente con las actividades agrícolas y forestales, provocando una disminución y cese de ellas ante la ocurrencia de un incendio forestal. El subcriterio de pobreza multidimensional (25%) graficó un menor nivel de incidencia en esa condición, lo que puede ser explicado por el instrumento que se utilizó (Casen 2015) para obtener esa información, que sólo contiene la estadística de la población de estratos socioeconómicos bajos y no la totalidad o universo de la población, por lo que no es completamente representativa de las comunidades estudiadas.

En el criterio de exposición de infraestructura crítica, la viviendas y su materialidad (53%) son las que presentan la mayor importancia en la componente de exposición ante incendios forestales, debido a que en cada comunidad esta infraestructura está directamente expuesta a incendios forestales por su cercanía a predios dedicados al rubro forestal y agrícola, y los medios de vida de la comunidad; seguida de los centros educacionales (24,9%), los que, además de ser espacios de encuentro definidos como “áreas de seguridad” ante la ocurrencia de algún evento extremo, son espacios donde se llevan a cabo los planes y programas en prevención del riesgo de incendios forestales en la comunidades. Luego, las unidades policiales (10,1%), las que son escasas en las comunidades, quedando relegadas a sólo participar en la emergencia y colaborar con la evacuación y rescate, lo que, en parte, también hace bomberos (8%), con una baja importancia en la condición de exposición, siendo explicado por la cantidad y distribución territorial de compañías de bomberos en el área de estudio, considerando también que sólo dos cuentan con preparación ante incendios forestales.

Finalmente, los centros de salud (4%) tienen una baja importancia en la componente de exposición, considerando que Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay cuentan cada una con una posta de salud rural cercana, que corresponden a centro de salud primarios.

4.3.2. Modelo de resiliencia

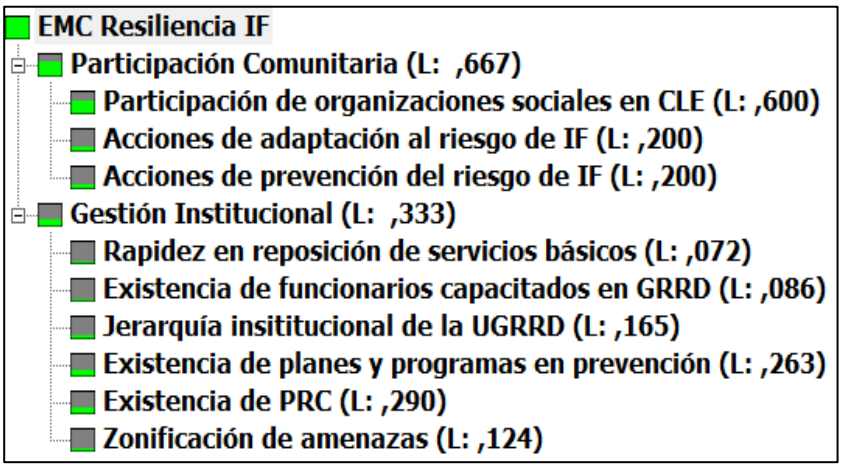


Figura n°11: Modelo multicriterio de resiliencia ante incendios forestales

A partir de la figura n°11, es posible identificar el criterio más importante para evaluar la resiliencia ante incendios forestales corresponde al criterio de participación comunitaria (66,7%), siendo el subcriterio de participación de organizaciones sociales en los CLE el que tiene mayor incidencia en la resiliencia comunitaria (60%), seguido de las acciones de adaptación (20%) y prevención (20%) llevadas a cabo por la comunidad ante el riesgo de incendios forestales, lo que grafica la importancia de involucrar a la comunidad en el proceso de gestión para la reducción del riesgo de incendios forestales en los territorios.

Por su parte, el criterio de gestión institucional, específicamente de los municipios correspondientes al área de estudio, posee menor importancia (33,3%) para evaluar la resiliencia ante incendios forestales, donde el subcriterio que tiene mayor incidencia en la resiliencia institucional corresponde a la existencia de un PRC vigente (29%), seguido por los subcriterios que abordan la existencia de planes y programas en prevención del riesgo de incendios forestales (26,3%), la jerarquía institucional de la UGRRD (16,5%), la zonificación del riesgo (12,4%), la existencia de funcionarios capacitados en GRRD (8,6%) y finalmente la velocidad en la reposición de servicios básicos, graficando la importancia de contar con instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, como también planes y programas

que permitan desarrollar medidas de prevención y mitigación del riesgo a nivel comunal y local ante incendios forestales a través de la gestión.

El grado de consistencia de la consulta a expertos para la evaluación de la resiliencia ante incendios forestales es de 0, es decir, las respuestas de los expertos son 100% consistentes.

4.3.3. Escalas de medición

Considerando las escalas definidas para cada uno de los criterios y modelos de evaluación del riesgo y resiliencia ante incendios forestales y las características propias de cada comunidad estudiada, se presenta la aplicación de las escalas para la evaluación multicriterio del riesgo:

- **Índice SU30 (modificado)**

Según lo graficado en la figura n°7, la cantidad de días durante el verano con temperatura igual o superior a 30°C y su relación con la probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal en las comunidades, es la siguiente:

Tabla n°5: Factor índice SU30 (modificado) en las comunidades

Índice SU30 (modificado)		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	Según lo obtenido a partir del Índice SU30 (modificado) de la estación Pencahue en la serie de 30 años (1987 – 2017) (Figura n°7), se determinó que las cuatro comunidades se han visto expuestas a extensos periodos de temperaturas extremas, superando los 50 días con temperaturas máxima por sobre los 30°C, presentando una alta probabilidad de ocurrencia de incendios forestales producto de esta condición meteorológica, siendo la temporada 2008 – 2009 la que ha registrado el mayor número de días con temperaturas extremas, con un total de 75 días, vale decir, el 83,3% de los días de verano, y registrando sólo 4 temporadas (1991 – 1992, 2010 – 2011, 2012 – 2013 y 2016 – 2017) con menos de 50 días con esa temperatura, categorizándose como una probabilidad media de ocurrencia de un evento, no obstante, sólo la temporada 2016 – 2017 registró menos de 40 días (39) con ese rango de temperatura extrema.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Sequía**

La sequía declarada y su relación con la probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°6: Factor sequía declarada en las comunidades

Sequía		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Se determinó que el factor sequía declarada está presente en la totalidad de las comunidades del área de estudio, no obstante, Huelón presenta medidas de adaptación al cambio climático y sequía, detalladas en la Tabla n°29.
Gualleco	**Alta**	
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Pendiente de laderas**

En relación a la figura n°12, la influencia de la pendiente de laderas en el comportamiento del viento y su relación con la propagación y descontrol de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°7: Factor pendiente de laderas en comunidades

Pendiente de laderas		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	La comunidad de Huelón se distribuye en sectores donde la pendiente varía entre 0° y 20°, lo que tiene incidencia directa en el comportamiento del viento y la propagación de un incendio forestal, ya que la cercanía de laderas junto con el aumento de la pendiente provoca un aumento en la velocidad del vector y su oxigenación, generando la eclosión de focos secundarios en sectores de difícil acceso para su control.
Gualleco	**Baja**	Gualleco, al ubicarse en una zona donde predominan pendientes inferiores a 5°, no favorece la propagación y descontrol de un incendio forestal producto de la baja influencia que ejerce en el comportamiento del viento, no obstante, su cercanía con laderas de montaña que superan los 20° podrían generar condiciones de vientos para su propagación y descontrol, generando focos secundarios en sectores poblados de la comunidad.

Palmas de Toconey	**Media**	Las comunidades se distribuyen en sectores donde la pendiente varía entre 0° y 20°, lo que tiene incidencia directa en el comportamiento del viento y la propagación de un incendio forestal, ya que la cercanía de laderas junto con el aumento de la pendiente provoca un aumento en la velocidad del vector y su oxigenación, generando la eclosión de focos secundarios en sectores de difícil acceso para su control.
Cancha de Quillay		

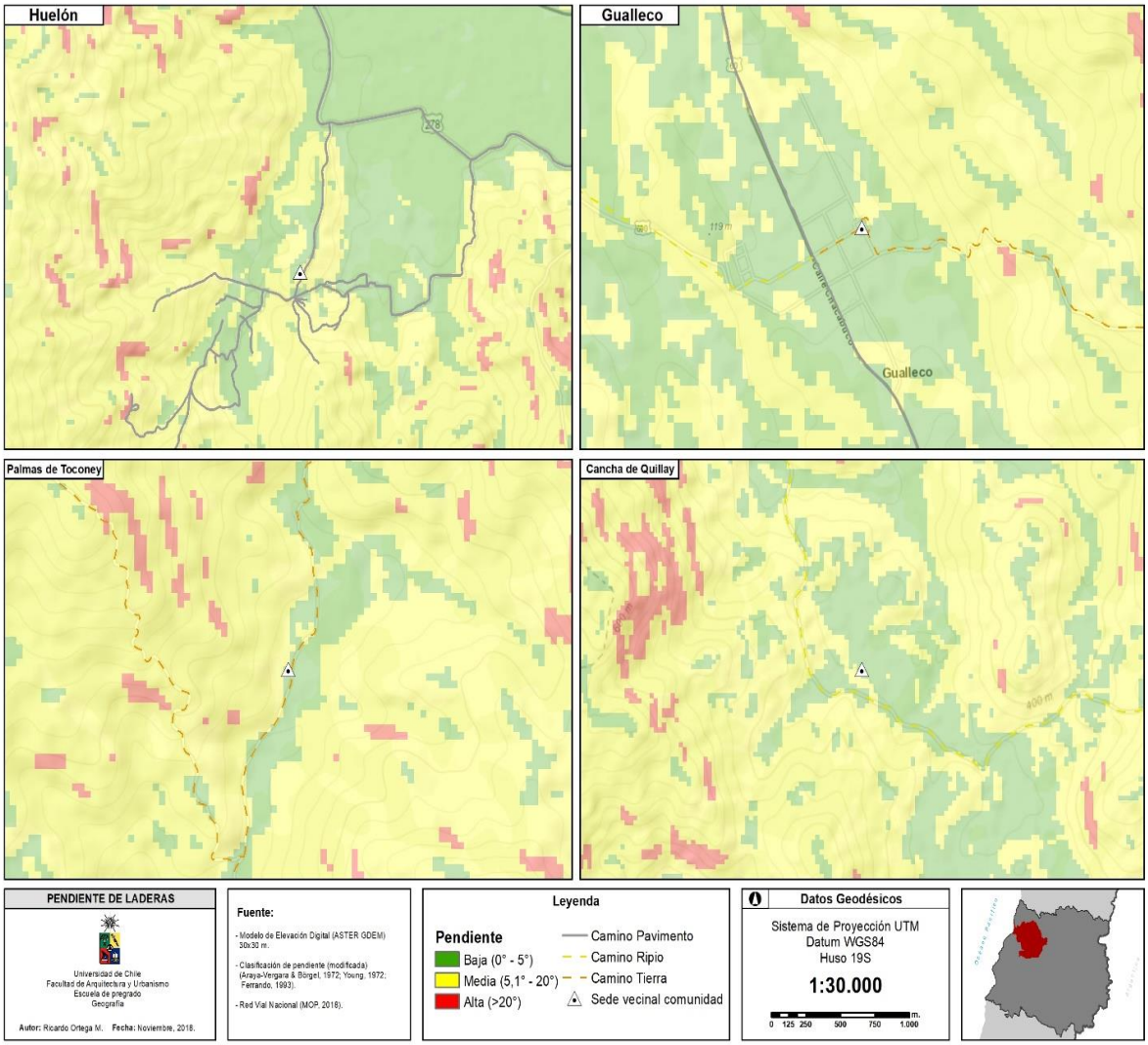


Figura n°12: Pendiente de laderas en las comunidades

❖ Exposición solar de laderas

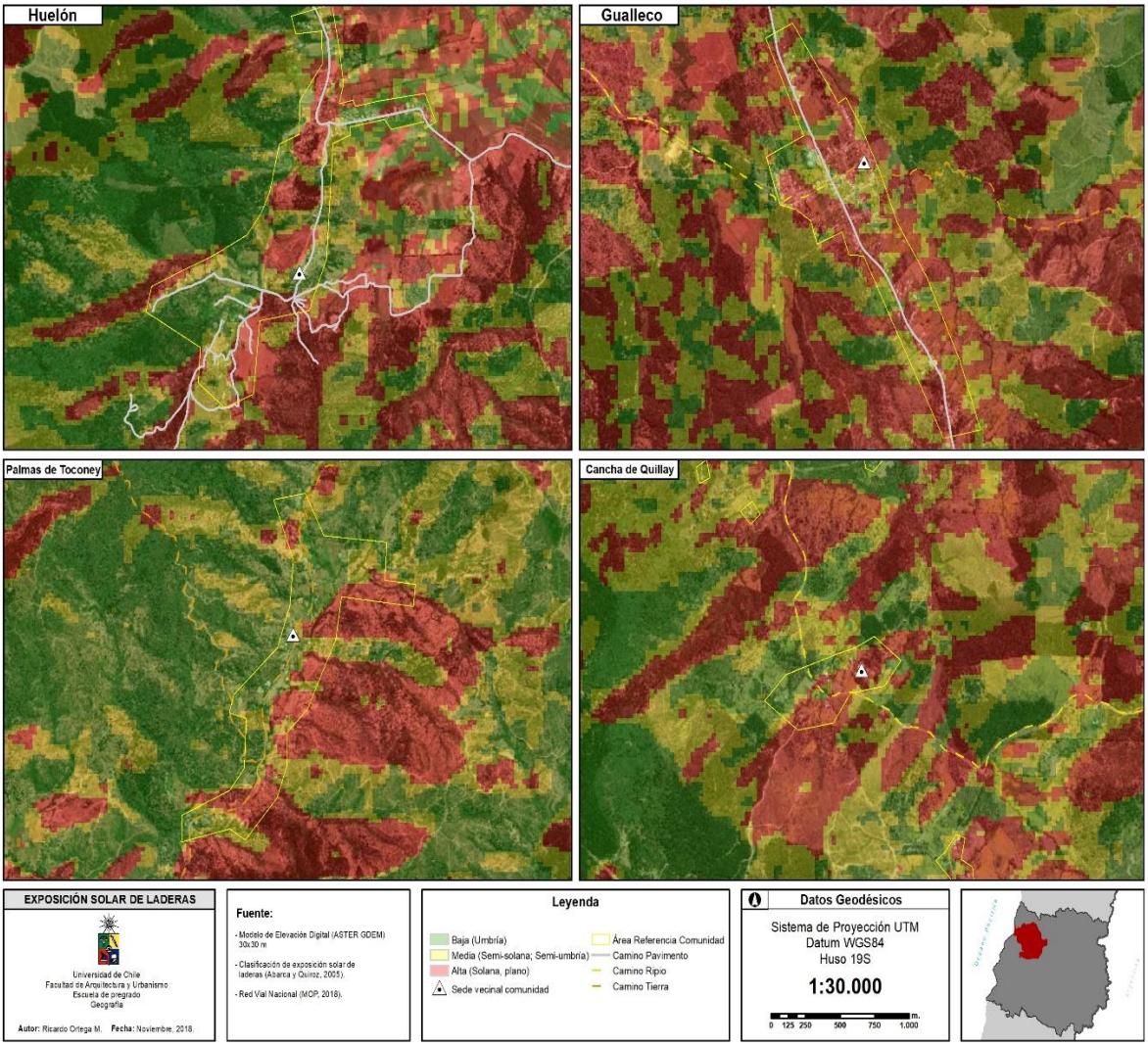


Figura n°13: Exposición solar de laderas en comunidades

La influencia de la exposición solar de laderas (Figura n°13) en el estrés hídrico de la vegetación, temperatura ambiente y su relación con ignición, propagación y descontrol de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°8: Factor exposición solar de laderas en las comunidades

Exposición solar de laderas		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	Las comunidades se distribuyen en sectores donde la exposición solar de sus laderas durante el día es solana y semi-solana, aumentando la temperatura del aire y la vegetación, favoreciendo su estrés hídrico, una fácil ignición y propagación a partir de una fuente de calor.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Cobertura de suelo**

El tipo de cobertura de suelo (Figura n°14) y su relación con la cantidad y disponibilidad de material combustible para la ignición, propagación y descontrol de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°9: Factor cobertura de suelo en las comunidades

Cobertura de suelo		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	Las comunidades de Huelón, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay se localizan inmersas entre extensos parches de vegetación introducida, predominando las coberturas de plantaciones forestales, matorral y pradera, donde, junto con la alta insolación solar (Figura n°13), provocan un escenario altamente inflamable, debido a las características pirófitas de la vegetación presente. Gualleco, por su parte, corresponde a la cobertura urbana, no obstante, su cercanía con coberturas forestales grafica la alta probabilidad de ignición del material combustible cercano a la interfaz urbano-forestal.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

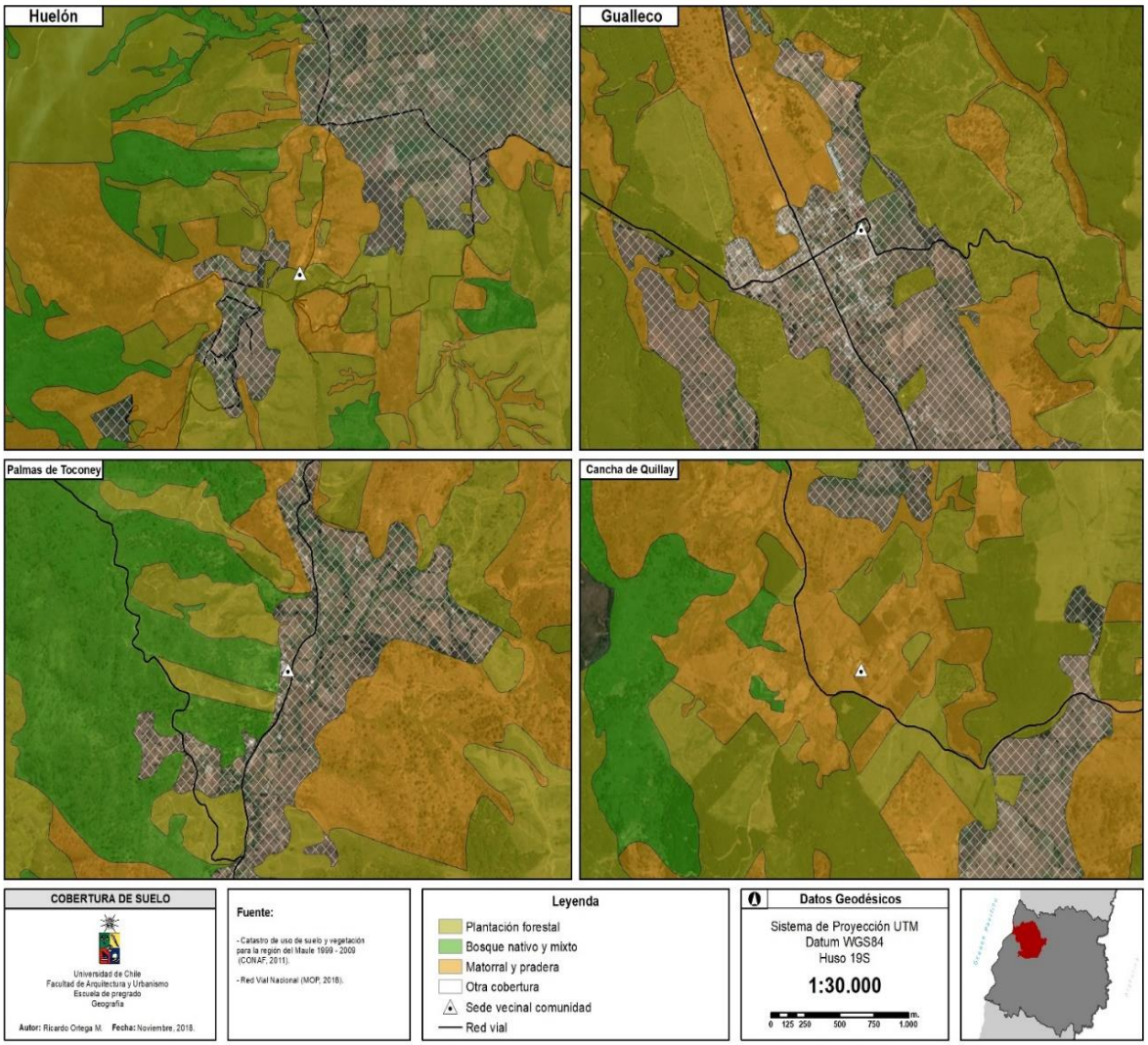


Figura n°14: Cobertura de suelo en las comunidades

❖ Uso de suelo

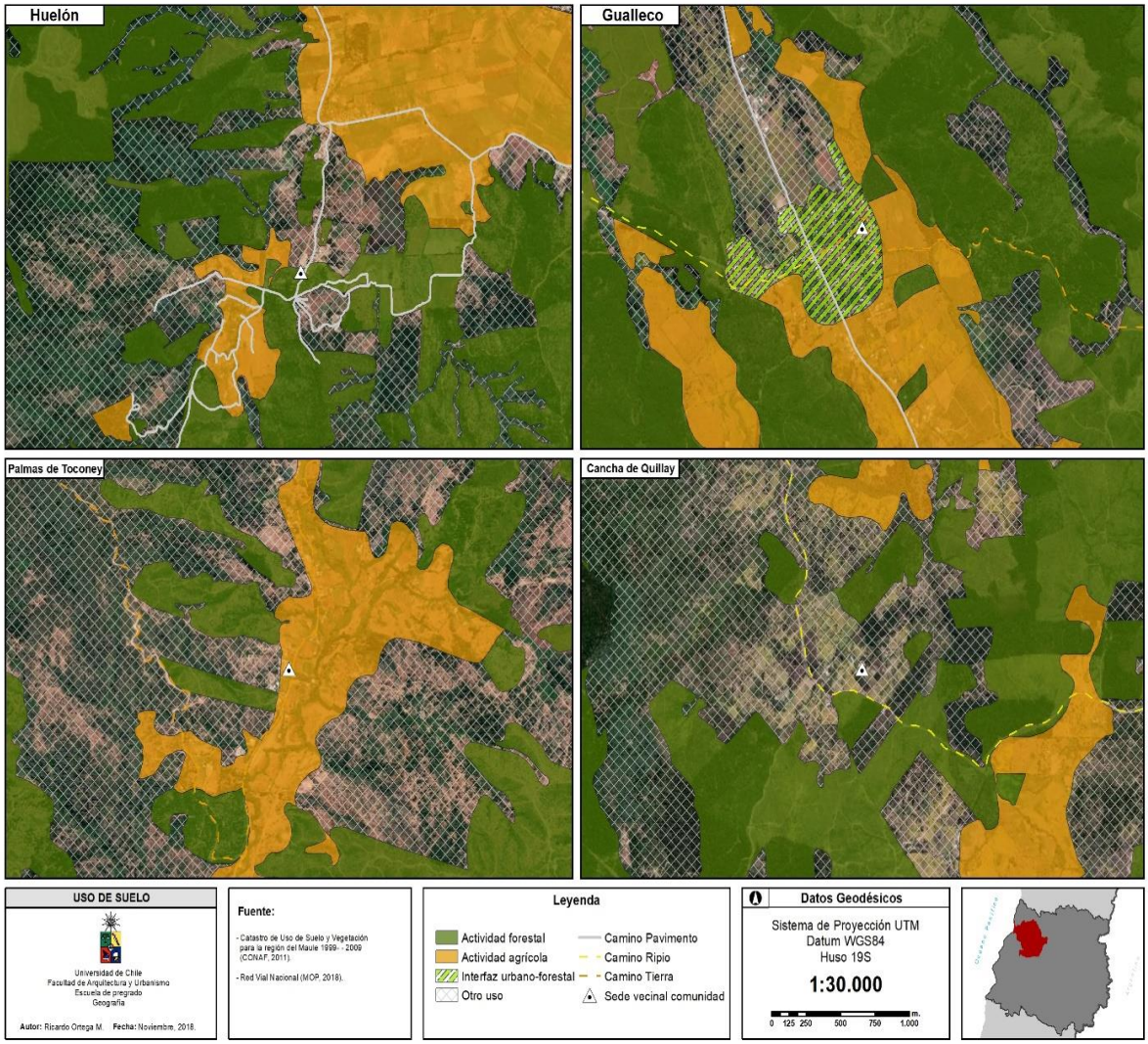


Figura n°15: Uso de suelo en las comunidades

Según lo graficado en la figura n°15, la influencia del tipo de uso de suelo y su relación con la ignición de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°10: Factor uso de suelo en las comunidades

Uso de suelo		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	Las comunidades de Huelón, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay se encuentran inmersas o cercanas a sectores donde el uso de suelo predominante corresponde a actividades forestales y agrícolas, teniendo una alta incidencia en la ocurrencia y propagación de los incendios forestales. Por su parte, Gualleco se ubica en un uso de interfaz urbano-forestal, adyacente a extensos terrenos cubiertos por plantaciones forestales y actividades agrícolas.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Registro de incendios forestales de gran magnitud**

Según lo graficado en la figura n°16, el registro georreferenciado de incendios de magnitud y su relación con la probabilidad de ocurrencia de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°11: Factor registro de incendios forestales de gran magnitud en las comunidades

Registro de IF de gran magnitud		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	La comunidad de Huelón registra la ocurrencia de 3 incendios forestales conflictivos en la temporada 2011 – 2012.
Gualleco	**Alta**	Gualleco registra la ocurrencia de un evento de magnitud en el año 2010 y 6 eventos conflictivos (1988, 1990, 2006, 2012 y 2017), graficando la alta probabilidad de ocurrencia de incendios forestales en el sector.
Palmas de Toconey	**Media**	El sector de Palmas de Toconey registra la ocurrencia de un incendio conflictivo en el año 2003.
Cancha de Quillay		Cancha de Quillay registra la ocurrencia de 3 eventos conflictivos en los años 1996, 2013 y 2017.

Figura n°16: Registro de incendios forestales de gran magnitud en las comunidades

Es importante señalar que, al relacionar el índice SU30 (modificado) (Figura n°7) con las fechas de los incendios conflictivos y de magnitud en las comunidades, de los 13 incendios identificados, 10 de ellos (temporadas 1988, 1990, 1996, 2003, 2006, 2011, 2013, 2017) se correlacionan con un índice SU30 (modificado) alto, es decir, más de 50 días con temperatura máxima igual o sobre 30°C, siendo el incendio del año 2006 el que registra la mayor cantidad de días con esa temperatura extrema (70 días, lo que corresponde al 77,8% de los días de verano).

❖ Población dependiente

Tabla n°12: Población dependiente en las comunidades

Comunidad	(A) Niños /as	A%	(B) Adultos	B%	(C) Adultos m.	C%	Total pob.	% Pob. Dep. (A+C)
Huelón	20	11,0	106	58,2	56	30,8	182	**41,8**
Gualleco	56	13,0	276	64,0	99	23,0	431	**36,0**
Palmas de Toconey	6	7,6	45	57,0	28	35,4	79	**43,0**
Cancha de Quillay	4	9,1	28	63,6	12	27,3	44	**36,4**

Fuente: INE, 2018

Resulta importante mencionar que, si bien la población dependiente se compone de los grupos de niños/as, adultos mayores y personas con algún tipo de discapacidad, para la elaboración de esta escala no fue considerado este último grupo debido a que el instrumento utilizado para obtener la información socio-demográfica corresponde al Censo 2017, el cual no recopiló información con respecto al número de personas en situación de discapacidad.

Por lo tanto, según la Tabla n°12, la presencia de población dependiente en las comunidades y su relación con la vulnerabilidad social es la siguiente:

Tabla n°13: Factor población dependiente en las comunidades

Población dependiente		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Las comunidades grafican la presencia de población dependiente en sus habitantes, siendo la localidad de Palmas de Toconey la que concentra un 43% de población con estas características, seguida de Huelón (41,8%), Cancha de Quillay (36,4%) y Gualleco (36%). Además, la totalidad de las comunidades presentan la presencia de población con discapacidad motora en el rango etario de adultos mayores (Fundación Crate, 2016), lo que incrementa la vulnerabilidad y disminuye las capacidades de la población al limitar el libre desplazamiento ante la ocurrencia de un incendio forestal y una posible evacuación.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Nivel educacional de la población**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3 del presente documento, el nivel educacional de la población y su relación con la vulnerabilidad social ante el riesgo de incendios forestales es la siguiente:

Tabla n°14: Factor nivel educacional de la población en las comunidades

Nivel educacional de la población		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Los miembros de las comunidades presentan diversos niveles educacionales según el rango etario predominante (tabla n°12), no obstante, gran parte de ellos y ellas sólo cuentan con educación básica y media, completa e incompleta, y un grupo reducido posee educación media completa y superior, lo que limita la planificación las acciones de prevención y respuesta ante la ocurrencia de incendios forestales. Además, los recursos se ven limitados al no poder acceder a fuentes de trabajo que permitan optar a mejorar su nivel educacional.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Sin acceso a red vial**

Por lo tanto, según lo graficado en la figura n°17, la falta de una red vial o en mal estado y su relación con la vulnerabilidad física ante un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°15: Factor sin acceso a red vial en las comunidades

Sin acceso a red vial		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Baja**	Huelón y Gualleco presentan una extensa red vial de caminos pavimentados en los sectores donde habita la población, lo que facilitaría el tránsito de vehículos de respuesta y rescate ante la ocurrencia de un incendio forestal, no obstante, se deben considerar los caminos de tierra o ripio cercanos a las comunidades, ya que estos son sectores de tránsito de vehículos pesados de las actividades forestales y agrícolas de la zona.
Gualleco		

Palmas de Toconey	**Alta**	La red de vías de ambas comunidades corresponde a tierra y/o ripio en su totalidad (Anexo n°9), dificultando el acceso de los equipos de respuesta ante la ocurrencia de un evento, como también aumentando la probabilidad de ignición producto de accidentes vehiculares debido a las condiciones del camino.
Cancha de Quillay		

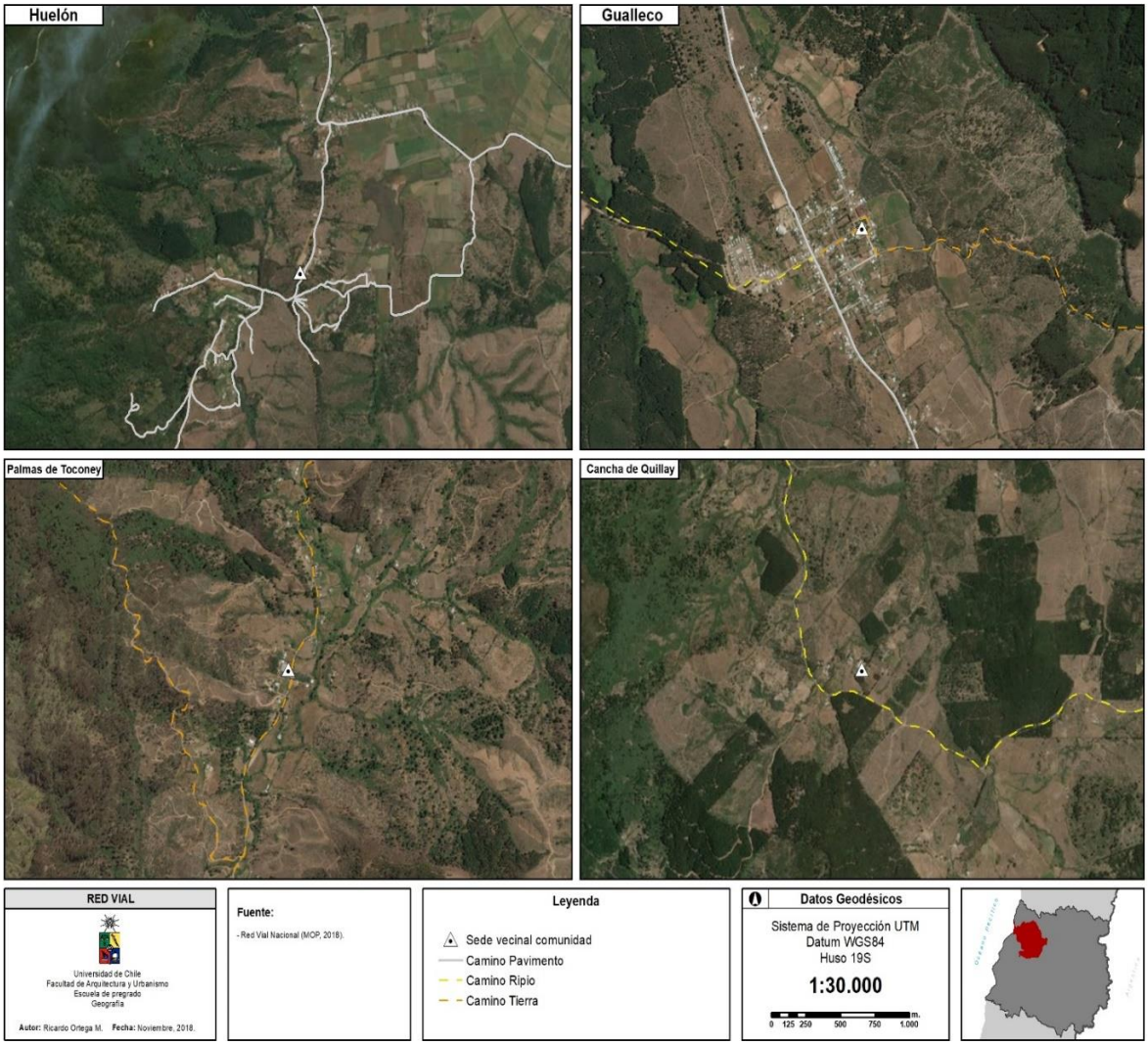


Figura n°17: Red vial en las comunidades

- **Sin acceso a red eléctrica**

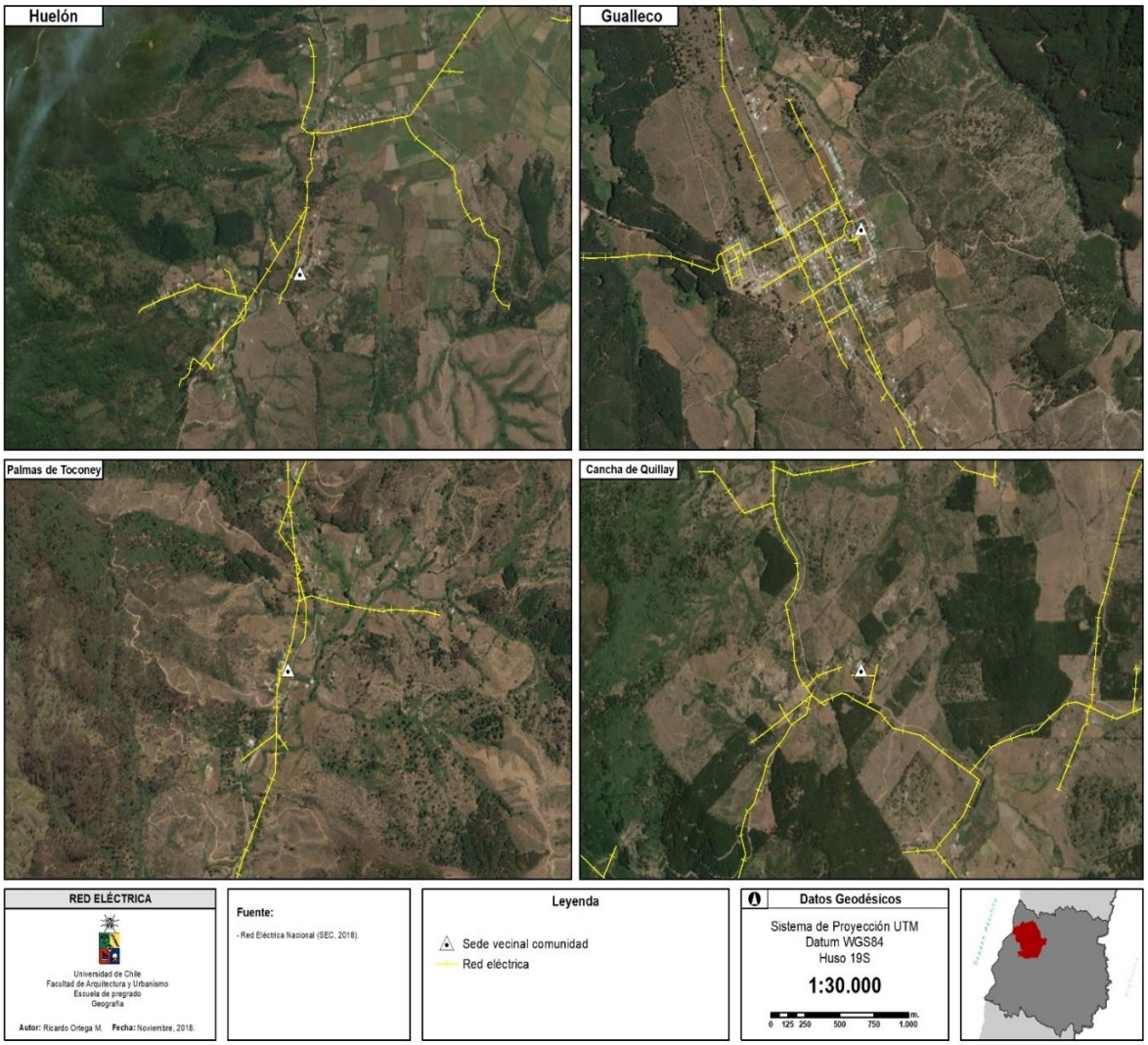


Figura n°18: Red eléctrica en las comunidades

Según la figura n°18, la falta de una red eléctrica y/o fuente secundaria de electricidad y su relación con la vulnerabilidad física ante la ocurrencia de un incendio forestal en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°16: Factor sin acceso a red eléctrica en las comunidades

Sin acceso a red eléctrica		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Las comunidades grafican una extensa red eléctrica que abastece en condiciones de normalidad, no obstante, según lo informado por Fundación Crate (2016), ninguna comunidad cuenta con una fuente secundaria de generación de electricidad, por lo que ante la ocurrencia de un incendio forestal y posible corte del suministro, las comunidades no tendrían acceso a este recurso, limitando sus actividades diarias y, en algunos casos, el abastecimiento y distribución de agua potable.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Sin acceso a agua potable**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, el acceso a agua potable y su relación con la vulnerabilidad física ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°17: Factor sin acceso a agua potable en las comunidades

Sin acceso a agua potable		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Huelón tiene acceso a agua potable a través de un comité de Agua Potable Rural (APR), el cual, además, posee un acumulador de agua para abastecer a la comunidad en temporada estival de manera intermitente.
Gualleco	**Baja**	La comunidad de Gualleco tiene acceso continuo al servicio de agua potable debido a su condición urbana.
Palmas de Toconey	**Media**	Los sectores de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay no tienen acceso al servicio de agua potable debido a que su captación se realiza a través de vertientes de manera intermitente y por distribución en camiones aljibe con frecuencia semanal.
Cancha de Quillay		

- **Sin acceso a alcantarillado**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, el acceso a alcantarillado y su relación con la vulnerabilidad física ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°18: Factor sin acceso a alcantarillado en las comunidades

Falta de acceso a alcantarillado		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	La comunidad de Huelón no tiene acceso a alcantarillado,
Gualleco	**Baja**	Gualleco, dada su característica urbana, tiene acceso a alcantarillado.
Palmas de Toconey	**Alta**	Las comunidades de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay no tienen acceso a alcantarillado.
Cancha de Quillay		

- **Falta de acumulador de agua**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la falta de acumulador(es) de agua y su relación con la vulnerabilidad física ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°19: Factor falta de acumulador(es) de agua en las comunidades

Falta de acumulador(es) de agua		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Huelón posee un acumulador de agua para su captación, siendo parte del APR, siendo de material sólido, con la capacidad de almacenar 62,5 m^3, y disponer del recuso en temporada estival de manera intermitente con el fin de mitigar los efectos de la sequía y servir como punto de captación de agua para equipos de respuesta ante incendios forestales.
Gualleco	**Alta**	Las comunidades de Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay no poseen un acumulador de agua.
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Diversificación de medios de vida**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la diversificación de medios de vida y su relación con la vulnerabilidad económica ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°20: Factor diversificación de medios de vida en las comunidades

Diversificación de medios de vida		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Las comunidades presentan más de dos actividades que permiten satisfacer sus medios de vida, las cuales se enfocan principalmente en la agricultura de subsistencia, venta de artesanías, servicio público y temporeros forestales, entre otros. Sin embargo, se debe considerar que, ante la ocurrencia de un incendio forestal, la mayoría de estas actividades se verán afectadas o limitadas, ocasionando un aumento en la vulnerabilidad socioeconómica y disminuyendo sus capacidades para reponerse ante un desastre.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Pobreza multidimensional**

Tabla n°21: Factor pobreza multidimensional comunal

Comuna	**Total hogares encuestados**	**Total hogares PM**	**%PMC**
Curepto	241	62	**25,7**
Pencahue	285	66	**23,2**

Fuente: Encuesta Casen 2015, Ministerio de Desarrollo Social.

Por lo tanto, según la tabla n°21 y figura n°8, los hogares de cada comuna que registraron estar en condición de pobreza multidimensional y su relación con la vulnerabilidad económica de la población en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°22: Factor pobreza multidimensional en las comunidades

Pobreza multidimensional		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	La comuna de Curepto registra un 25,7% de hogares en condición de pobreza multidimensional, superando el porcentaje nacional y regional, donde la carencia de escolaridad y seguridad social son los inciden en esta condición, dado que al menos uno de sus integrantes ha alcanzado menos años de estudio que los establecidos por ley (de acuerdo a su edad), como también, al menos uno de los integrantes no cotiza en el sistema previsional.
Gualleco		
Palmas de Toconey		La comuna de Pencahue registra un 23,2% de hogares en condición de pobreza multidimensional, superando el porcentaje nacional y regional, donde la carencia de escolaridad, seguridad social, habitabilidad, estado de la vivienda y trato igualitario son los inciden principalmente en esta condición.
Cancha de Quillay		

- **Viviendas**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la exposición de viviendas y su relación con la exposición infraestructura crítica ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°23: Factor exposición de viviendas en las comunidades

Viviendas		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	En Huelón existen 88 viviendas expuestas a eventos de incendios forestales, donde el 40% de ellas corresponde a autoconstrucciones de material ligero (madera), un 35% de materialidad sólida y 15% construidas con adobe.
Gualleco	**Media**	Gualleco, dada su característica urbana, la distribución y materialidad de las viviendas es equitativa, ya que existen 209 viviendas, donde el 45% corresponde a materialidad sólida, un 35% a autoconstrucción ligera y un 20% a adobe.
Palmas de Toconey	**Alta**	En Palmas de Toconey existen 66 viviendas, donde la totalidad corresponde a autoconstrucciones de adobe y/o madera. En Cancha de Quillay existen 24 viviendas, donde el 70% corresponde a construcción mixta (hormigón y madera) y un 30% a adobe.
Cancha de Quillay		

- **Centros educacionales**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la exposición de centros educacionales y su relación con la exposición infraestructura crítica ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°24: Factor exposición de centros educacionales en las comunidades

Centros educacionales		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	En cada comunidad existe sólo una escuela básica, uni-docente y multinivel, donde al verse afectadas o damnificadas ante la ocurrencia de un incendio forestal ocasionarían una pérdida del espacio educativo para las instancias de educación preventiva, como también, el uso de estos como albergues se relegaría el derecho básico de educación, dificultando la rehabilitación del sistema.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Centros de salud**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la exposición de centros de salud y su relación con la exposición de la infraestructura crítica ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°25: Factor exposición de centros de salud en las comunidades

Centros de salud		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Baja**	Huelón no cuenta con un centro de salud cercano, quedando relegados a movilizarse 3 km hacia el centro comunal, donde se ubica el Hospital de Curepto.
Gualleco	**Alta**	Las comunidades de Gualleco, Palmas de Toconey y Cancha de Quillay cuentan con una posta de salud rural cercana a cada una de ellas, las cuales corresponden a centros de salud primarios.
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Bomberos**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la exposición de cuarteles de bomberos y su relación con la exposición infraestructura crítica ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°26: Factor exposición bomberos en las comunidades

Bomberos		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Baja**	No existe un cuerpo o compañía de bomberos expuestos en Huelón, ya que la compañía más cercana corresponde al cuerpo de bomberos de Curepto, ubicado a 3 km de la comunidad aproximadamente, quienes cuentan con preparación ante incendios forestales.
Gualleco	**Media**	En Gualleco se localiza la 3ra Compañía de bomberos, ubicada a 28 km de Curepto, la cual cuenta con preparación ante incendios forestales
Palmas de Toconey	**Baja**	No existe un cuerpo o compañía de bomberos expuestos en Palmas de Toconey, ya que las compañías más cercanas se localizan en Pencahue a 31,7 km y Corinto a 24,3 km, las cuales no cuentan con preparación ante incendios forestales.
Cancha de Quillay		No existe un cuerpo o compañía de bomberos en Cancha de Quillay, debido a que las compañías más cercanas están en Pencahue a 23,3 km y Corinto a 33,2 km, las cuales no cuentan con preparación ante incendios forestales.

- **Unidades policiales**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la exposición de unidades policiales y su relación con la exposición infraestructura crítica ante el riesgo de incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°27: Factor exposición de unidades policiales en las comunidades

Unidades policiales		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Baja**	No existen unidades policiales expuestas en Huelón, ya que la unidad más cercana corresponde a la tenencia Curepto, ubicado a 3 km de la comunidad aproximadamente.
Gualleco	**Alta**	Existe una unidad policial en Gualleco, las cual corresponde al retén del mismo nombre, ubicada a 28 km de Curepto aproximadamente.
Palmas de Toconey	**Baja**	No existen unidades policiales expuestas en Palmas de Toconey, ya que las unidades más cercanas correspondes al retén Botalcura a 48,2 km, retén Corinto a 24,2 km y la tenencia Pencahue, ubicada a 32,1 km de la comunidad aproximadamente.
Cancha de Quillay		No existen unidades policiales expuestas en Cancha de Quillay, ya que las unidades más cercanas correspondes al retén Botalcura a 40 km., retén Corinto a 33,5 km y la tenencia Pencahue, ubicada a 24 km de la comunidad aproximadamente.

- **Participación de organizaciones sociales en el Comité Local de Emergencia (CLE)**

Según lo informado por Fundación Crate (2016) en el punto 1.3. del presente documento, la participación de organizaciones sociales en el CLE y su relación con la resiliencia comunitaria ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°28: Factor participación de organizaciones sociales de las comunidades en CLE

Participación de organizaciones sociales en el CLE		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	Las comunidades cuentan con organizaciones sociales estratégicas en el territorio, principalmente juntas de vecinos y club del adulto mayor, participando en los CLE en conjunto con autoridades comunales y regionales encargadas de la gestión del riesgo.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

❖ Acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales

Según lo informado a través de la realización de entrevistas, las acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales y su relación con la resiliencia comunitaria ante estos eventos en las comunidades son las siguientes:

Tabla n°29: Factor acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales en las comunidades

Acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	Según lo mencionado por la presidenta de la Junta de Vecinos de Huelón, Dulia Marín, y lo registrado en terreno, la comunidad cuenta con medidas de adaptación al riesgo de incendios forestales y sequía, a través de la construcción de un acumulador de agua (Anexo n°16) para su captación, parte del APR, siendo de material sólido, con la capacidad de almacenar 62,5 m^3, disponiendo del recuso en temporada estival de manera intermitente con el fin de mitigar los efectos de la sequía y servir como punto de captación de agua para equipos de respuesta ante incendios forestales. Sin embargo, Huelón no cuenta con corta fuegos en los sectores cercanos a matorrales y plantaciones forestales.
Gualleco		Según lo mencionado por la Sra. Nirza Bravo, miembro de la Junta de Vecinos de Gualleco, la comunidad sólo cuenta con corta fuegos en las zonas de interfaz urbano-forestal como medida de mitigación ante incendios forestales.
Palmas de Toconey	**Baja**	Las comunidades de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay no cuentan con medidas de adaptación al riesgo de incendios forestales ni de sequía.
Cancha de Quillay		

❖ Acciones de prevención del riesgo de incendios forestales

Según lo informado a través de la realización de entrevistas, las acciones de prevención del riesgo de incendios forestales y su relación con la resiliencia comunitaria ante estos eventos en las comunidades son las siguientes:

Tabla n°30: Factor acciones de prevención del riesgo de incendios forestales en las comunidades

Acciones de prevención del riesgo de incendios forestales		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Muy Alta**	Según lo informado por las juntas de vecinos de las comunidades, miembros de la comunidad han participado en simulacros de evacuación ante incendios forestales, coordinados por la ONEMI, como también en el Curso Equipos Comunitarios de Respuesta ante Emergencias (CERT) (Anexo n°10), llevadas a cabo por la ONEMI, el cual consiste en "*un programa de capacitación y entrenamiento que propicia la prevención, preparación y respuesta de la comunidad frente a la ocurrencia de emergencias y desastres, cuyo objetivo es desarrollar las capacidades a nivel local, proporcionando las habilidades básicas que necesitarán para prevenir y responder adecuadamente y prestar apoyo los primeros momentos luego de un desastre, antes de la llegada de los equipos especializados de emergencia.*" (ONEMI, 2018). Además, la participación de miembros de las comunidades en los Comité Local de Emergencia (CLE) permite la generación de medidas de prevención, como las campañas de verano e invierno, limpieza de quebradas (micro basurales), reciclaje en el colegio, quemas controladas, entre otras, con el fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de amenazas.
Gualleco		
Palmas de Toconey		
Cancha de Quillay		

- **Velocidad en la reposición de servicios básicos e infraestructura**

Según lo obtenido a través de la realización de entrevistas, la velocidad en reposición de servicios básicos e infraestructura y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°31: Factor velocidad en la reposición de servicios básicos e infraestructura en las comunidades

Velocidad en la reposición de servicios básicos e infraestructura		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	Según lo informado por el Encargado de Emergencia de la I. Municipalidad de Curepto, la velocidad en la reposición de servicios básicos agua ante la ocurrencia de un incendio forestal es entre 48 y 72 horas, sin embargo, la velocidad dependerá de la cantidad de focos que existan en el momento de la emergencia, ya que sólo dispone de un camión aljibe para responder y rehabilitar el servicio a las comunidades.
Gualleco		
Palmas de Toconey		Según lo informado por el Jefe Comunal de Emergencia de la I. Municipalidad de Pencahue, la velocidad en la reposición de servicios básicos de agua y electricidad ante la ocurrencia de un incendio forestal es entre 24 y 72 horas, sin embargo, la velocidad dependerá de la cantidad de focos que existan en el momento de la emergencia, ya que se dispone solo de un camión aljibe para responder y rehabilitar el servicio a las comunidades, aunque se encuentran a la espera de 4 nuevos camiones para la comuna.
Cancha de Quillay		

- **Existencia de funcionario(s) municipal(es) capacitado(s) en GRRD**

La existencia de funcionarios municipales capacitados en GRRD y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°32: Factor existencia de funcionario(s) municipal(es) capacitado(s) en GRRD

Existencia de funcionario(s) municipal(es) capacitado(s) en GRRD		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	La comuna de Curepto cuenta con un Encargado de Emergencia Comunal, como también, con un coordinador comunal suplente, quien tiene las mismas atribuciones que el

Gualleco		encargado titular en el caso de estar ausente ante la ocurrencia de una emergencia, donde ambos cuentan con capacitaciones que abordan la gestión del riesgo y emergencia (I. Municipalidad de Curepto, 2016). Sin embargo, según lo informado por el Encargado, éste cumple una doble función en la municipalidad, ya que también es el encargado de vivienda de la comuna, dependiente de la Dirección de Obras Municipales.
Palmas de Toconey		La comuna de Pencahue cuenta con un Jefe Comunal de Emergencia, sin embargo, no existe otro funcionario que pueda suplir las funciones del Jefe Comunal en el caso de estar ausente ante la ocurrencia de una emergencia. Cabe señalar que el Jefe Comunal de Emergencia cumple doble función en el municipio, siendo director de la escuela básica "Esperanza del Futuro" de Cancha de Quillay.
Cancha de Quillay		

- **Jerarquía institucional del cargo en el municipio**

La jerarquía institucional del cargo y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°33: Factor jerarquía institucional del cargo en las comunidades

Jerarquía institucional del cargo		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Baja**	El Encargado de Emergencia Comunal, la I. Municipalidad de Curepto no cuenta con un departamento o dirección de gestión del riesgo, quedando relegado sólo a contar con un Encargado que cumple doble función en el municipio en la Dirección de Obras Municipales.
Gualleco		
Palmas de Toconey		Según lo informado por el Jefe Comunal de Emergencia, la I. Municipalidad de Pencahue no cuenta con un departamento o dirección de gestión del riesgo, quedando relegado un Jefe Comunal que cumple doble función en el municipio (director de escuela básica).
Cancha de Quillay		

- **Existencia de planes y programas en prevención del riesgo en el municipio**

La existencia de planes y programas de prevención y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°34: Factor existencia de planes y programas en prevención del riesgo en las comunidades

Existencia de planes y programas en prevención del riesgo		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Alta**	La comuna de Curepto cuenta con un Plan de Protección Civil, el que establece una Coordinación Comunal de Protección Civil, donde la unidad de Educación y Prevención del Comité Local de Protección Civil (CLPC), coordinada por el Departamento de Educación Municipal, es la encargada de la prevención del riesgo y de cómo actuar en caso de emergencia, realizando campañas masivas de tipo educativas, a través de colegios, instituciones, empresas, medios de comunicación y organizaciones sociales, desarrollando una actitud de autoprotección y seguridad integral de la comunidad. Además, junto con la ONEMI, se llevan a cabo simulacros de evacuación en las comunidades y escuelas de la comuna.
Gualleco		
Palmas de Toconey		Según lo informado por el Jefe Comunal de Emergencia, la comuna de Pencahue realiza, en conjunto con la ONEMI, campañas de verano para la prevención de incendios forestales, y campañas de invierno para la prevención de inundaciones fluviales y anegamiento. Además, se llevan a cabo simulacros de evacuación en las comunidades y escuelas de la comuna, enmarcados en el Plan Integral de Seguridad Integral (PISE) y la creación de CLE en diferentes sectores de la comuna.
Cancha de Quillay		

- **Existencia de Plan Regulador Comunal (PRC)**

La existencia y estado de un PRC y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°35: Factor existencia de PRC en las comunidades

Existencia de Plan Regulador Comunal		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Muy Alta**	La comuna de Curepto cuenta con un PRC vigente actualizado el año 2015 para las áreas urbanas de Curepto y Gualleco.
Gualleco		
Palmas de Toconey	**Media**	La comuna de Pencahue no cuenta con un PRC vigente, ya que se encuentra en proceso de formulación.
Cancha de Quillay		

- **Zonificación del riesgo**

La existencia de una zonificación del riesgo y su relación con la resiliencia institucional ante incendios forestales en las comunidades es la siguiente:

Tabla n°36: Factor zonificación del riesgo en las comunidades

Zonificación del riesgo		
Comunidad	**Escala aplicada**	**Justificación**
Huelón	**Media**	La comuna de Curepto en su PRC para las áreas urbanas de Curepto y Gualleco cuenta con una zonificación del riesgo, definida como "Áreas Restringidas al Desarrollo Urbano", que considera las áreas de riesgo de inundación por proximidad a ríos, esteros y quebradas, como también, áreas de riesgo propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas, pero no ante incendios forestales. Además, las comunidades tampoco cuentan con una zonificación del riesgo a partir de metodologías participativas, como lo son las cartografías participativas de microzonificación del riesgo.
Gualleco		
Palmas de Toconey	**Baja**	La comuna de Pencahue al no tener un PRC vigente no cuenta con zonificación del riesgo de desastres de ningún tipo.
Cancha de Quillay		

A partir de la aplicación de las escalas en la totalidad de los subcriterio o factores del riesgo y la resiliencia, se presentan las siguientes tablas resumen:

Tabla n°37: Resumen aplicación de escalas en el modelo de riesgo

			Región del Maule			
			Curepto		Pencahue	
Componente	**Criterio**	**Subcriterio/Factor**	**Huelón**	**Gualleco**	**Palmas de Toconey**	**Cancha de Quillay**
Amenaza	Climático	Índice SU30 (modificado)				
		Sequía				
	Relieve	Pendiente de laderas				
		Exposición solar de laderas				
	Uso y cobertura de suelo	Cobertura de suelo				
		Uso de suelo				
	Registro de eventos	Registro de IF de magnitud				
Vulnerabilidad	Social	Población dependiente				
		Nivel educacional				
	Física	Sin acceso a red vial				
		Sin acceso a red eléctrica				
		Sin acceso a agua potable				
		Sin acceso a alcantarillado				
		Falta de acumulador de agua				
	Económica	Diversificación de medios de vida				
		Pobreza multidimensional				
Exposición	Exposición de infraestructura crítica	Exposición de viviendas				
		Exposición de centros educacional				
		Exposición de centros de salud				
		Exposición de bomberos				
		Exposición de unidades policiales				

Muy baja	**Baja**	**Media**	**Alta**	**Muy alta**

Tabla n°38: Resumen aplicación de escalas en el modelo de resiliencia

			Región del Maule			
			Curepto		Pencahue	
Componente	**Criterio**	**Subcriterio/Factor**	**Huelón**	**Gualleco**	**Palmas de Toconey**	**Cancha de Quillay**
Resiliencia	Comunitaria	Participación de organizaciones sociales en el CLE				
		Acciones de adaptación al riesgo de IF				
		Acciones de prevención del riesgo de IF				
	Institucional	Velocidad en la reposición de servicios básicos e infraestructura				
		Existencia de funcionario municipal capacitado en GRRD				
		Jerarquía institucional del cargo				
		Existencia de planes y programas en prevención del riesgo de IF				
		Existencia de un PRC				
		Zonificación del riesgo				

Muy baja	**Baja**	**Media**	**Alta**	**Muy Alta**

4.4. Análisis de sensibilidad de los resultados

4.4.1. Evaluación del riesgo de incendios forestales en las comunidades

A continuación, se presenta la evaluación del riesgo de incendios forestales a partir de los modelos de amenaza y vulnerabilidad, la importancia de los criterios y los umbrales utilizados para la determinación del nivel de riesgo de las comunidades frente a estos eventos.

4.4.1.1. Evaluación de la amenaza

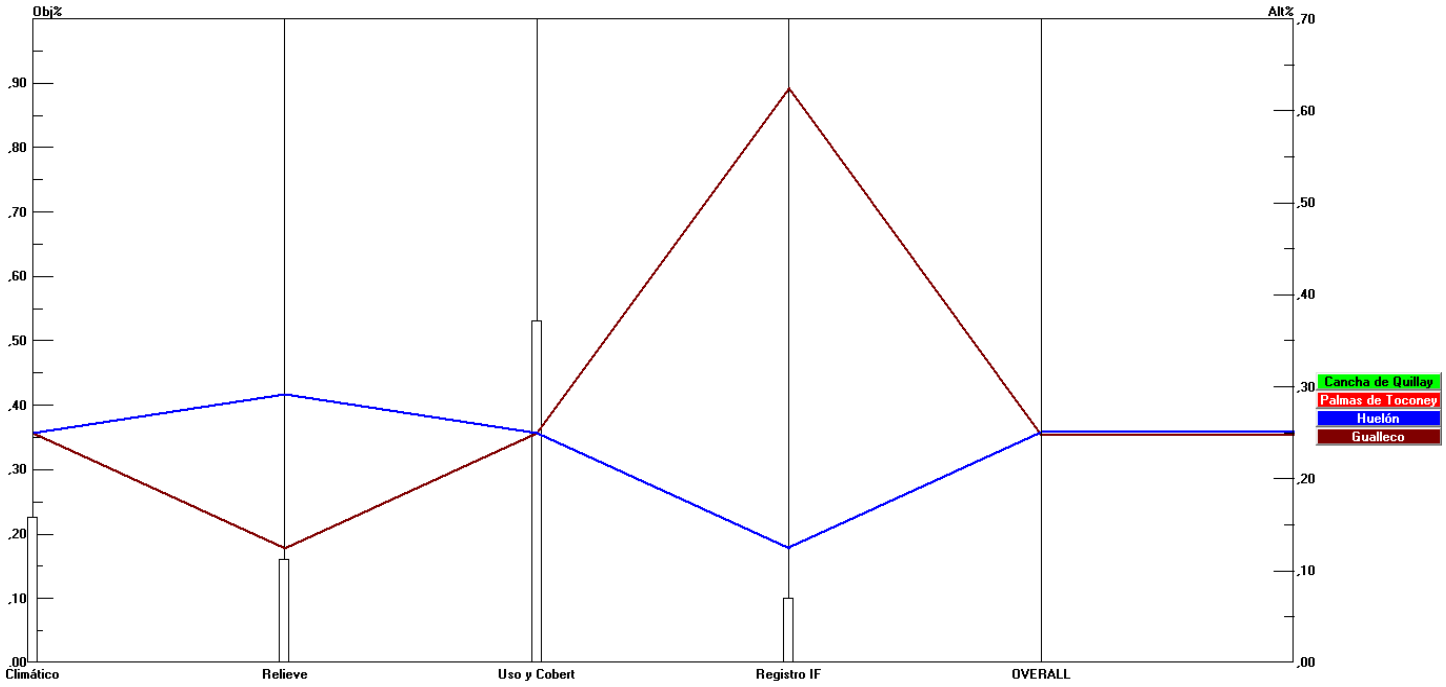


Figura n°19: Evaluación multicriterio de la amenaza de incendios forestales en las comunidades

El resultado de la evaluación multicriterio de la amenaza de incendios forestales (Figura n°19) muestra que las comunidades (alternativa) de Cancha de Quillay (25,1%), Palmas de Toconey (25,1%) y Huelón (25,1%) se encuentran en igual condición de amenaza ante estos eventos, seguidas por Gualleco (24,7%).

4.4.1.2. Evaluación de la vulnerabilidad

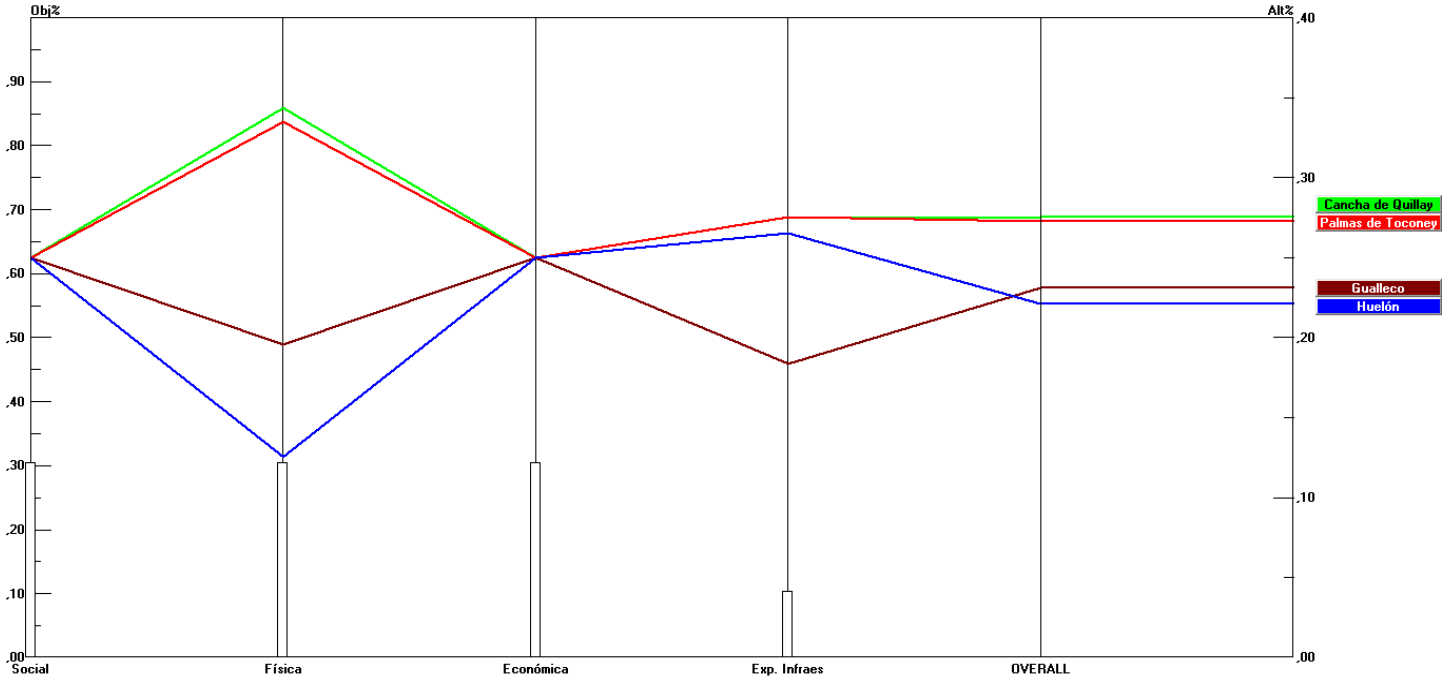


Figura n°20: Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad ante incendios forestales en las comunidades

El resultado de la evaluación multicriterio de la vulnerabilidad ante incendios forestales (Figura n°20) muestra que la comunidad (alternativa) que se encuentra en mayor condición de vulnerabilidad ante estos eventos corresponde a Cancha de Quillay (27,5%), seguida levemente por Palmas de Toconey (27,3%), luego Gualleco (23,1%) y finalmente Huelón (22,1%).

4.4.2. Evaluación de la resiliencia ante incendios forestales en las comunidades

A continuación, se presenta la evaluación de la resiliencia ante incendios forestales a partir del modelo de resiliencia, la importancia de los criterios y los umbrales utilizados para la determinación del nivel de resiliencia de las comunidades frente a estos eventos.

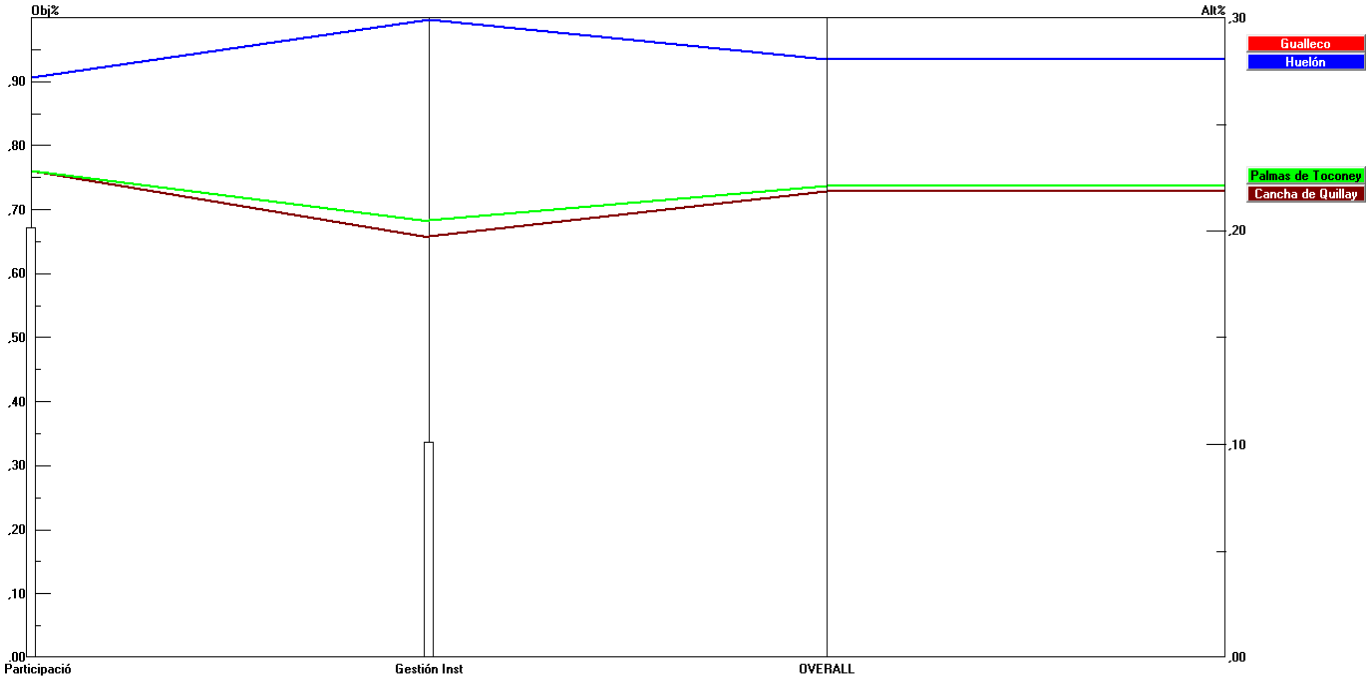


Figura n°21: Evaluación multicriterio de la resiliencia ante incendios forestales en las comunidades

A partir de la Figura n°21, el resultado de la evaluación multicriterio de la resiliencia ante incendios forestales muestra que las comunidades que muestran mayor resiliencia ante estos eventos corresponden a Gualleco (28%%) y Huelón (28%), seguidas por Palmas de Toconey (22,1%) y finalmente Cancha de Quillay (21,9%).

4.5. Propuesta de acciones comunitarias de reducción del riesgo de incendios forestales

En función de la evaluación multicriterio del riesgo y de la evaluación de la resiliencia ante incendios forestales realizada, como también las entrevistas realizadas a los actores territoriales, a continuación, se proponen acciones comunitarias de carácter prospectivo que contribuyan a la reducción del riesgo ante estos eventos en las comunidades estudiadas.

- Generar mapas de microzonificación del riesgo de incendios forestales entre las comunidades, municipio e instituciones relacionadas con los incendios forestales, con el fin de identificar zonas que requieren medidas de mitigación a corto, media y largo plazo, ante estos eventos, así como también, permitan reconocer e identificar la localización de población.

- Crear un Plan Comunitario de Gestión del Riesgo de Desastre en conjunto con el municipio y autoridades regionales, el cual debe asignar roles y responsabilidad, velar por la seguridad y protección de la población, así como definir las medidas de prevención, mitigación, respuesta y rehabilitación ante la ocurrencia de incendios forestales, siendo actualizado en un periodo no superior a dos años.

- Identificar, definir y demarcar vías de evacuación y zonas de seguridad frente a IF, las cuales deben estar validadas y reconocidas por la comunidad, el municipio y autoridades regionales con el propósito de garantizar la seguridad de la población y sus medios de vida. Estas zonas deben contar con el equipamiento necesario para satisfacer las necesidades básicas (agua, abrigo, alimentación, sanitarios) de la población por 72 horas ante una evacuación.

- Construir cortafuegos como medida de prevención frente a los IF con el fin de reducir o detener la propagación del fuego, los cuales deben tener un ancho superior al doble de la altura de la vegetación presente en los sectores habitados. Para el caso de los caminos, el cortafuego debe contar con una franja adyacente a la vía con un ancho de 3 a 5 metros quedando libre de cualquier tipo de vegetación.

- Desarrollar reuniones y campañas preventivas previas a la temporada critica de incendios forestales en las que participen la comunidad y autoridades comunales y regionales, con el fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales, que se encuentren ajustadas a la realidad de cada una de las comunidades. Al mismo tiempo, generar un calendario en el que se identifiquen fechas críticas de eventos, reuniones y metas.

- Organizar charlas con expertos y expertas en incendios forestales y cambio climático con apoyo de la municipalidad, Oficina Nacional de Emergencias, Corporación Nacional Forestal y empresas forestales, con el fin de promover una educación preventiva en torno a la problemática del riesgo de incendios forestales en las distintas comunidades, las cuales deben ser llevadas a cabo de forma previa a la temporada de incendios.

- Formular proyectos comunitarios de gestión del riesgo de desastre en conjunto con el municipio, los cuales estén enfocados en la implementación de medidas preventivas y

de mitigación acordes a la realidad de cada comunidad y en los que se consideren sus propios recursos humanos, económicos y capacidades.

- Crear un sistema comunitario de prevención y respuesta ante incendios forestales, basado en la comunicación radial entre comunidades, CONAF, ONEMI, bomberos y municipios, con el fin de informar y transmitir acerca de campañas preventivas y, durante una emergencia, sobre ocurrencia, estado y posible evacuación ante un incendio forestal.

- Promover campañas de reciclaje en colegios y la comunidad, con el fin de evitar la generación de microbasurales que puedan ocasionar un foco de incendio forestal, como también, la creación de cuadrillas comunitarias de limpieza de quebradas y zonas cercanas a viviendas e infraestructura critica donde se acumule material inflamable.

- Instalar señaléticas en los sectores clave (caminos, interfaz urbano-forestal, sectores de recreación) con mensajes relativos a la prevención de incendios forestales.

5. CAPÍTULO V: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

5.1. Discusiones

En los últimos años, los incendios forestales en nuestro país han sido tema mediático tanto para las autoridades de gobierno como para la sociedad civil en general, debido a la cantidad, magnitud y daño que han ocasionado en las temporadas estivales en el territorio nacional, particularmente entre la región de Coquimbo y la Araucanía, lo que ha conllevado a generar nuevas estrategias de evaluación que han contribuido a la reducción del riesgo a través de medidas de prevención, respuesta y recuperación antes estos evento en pro de una gestión prospectiva del riesgo, dado que la gestión se ha enfocado principalmente en la respuesta ante amenazas de origen geofísico e hidrometeorológico en nuestro país.

La investigación realizada en las comunidades de la diócesis de Talca evidencian la alta vulnerabilidad de éstas comunidades, tanto social, física y económica, ante la ocurrencia de un incendio forestal, como también, las capacidades que tienen las mismas comunidades y las instituciones para hacer frente a esta problemática socio-ambiental, razón por la cual, el presente documento busca ser un aporte a la comunidad y autoridades locales para una futura gestión local del riesgo de incendios forestales, la que debe incorporar las dimensiones naturales y prácticas sociales para la prevención de estos eventos.

De acuerdo a la evaluación multicriterio del riesgo de incendios forestales, plantean la clara incidencia de las prácticas sociales por sobre las condiciones naturales en la construcción social del riesgo, como también factores asociados a la propia ignición y propagación de un incendio forestal en el territorio, tales como las asociadas a la Triada del Fuego (Figura n°6) que sólo considera la interacción entre variables climatológicas, topográficas y de vegetación. Lo anterior se explica a partir de la importancia del uso de suelo predominante en la zona, los que corresponden principalmente a actividades forestales y agrícolas, coincidiendo con los lugares donde se ha registrado la ocurrencia de los incendios forestales y de mayor magnitud, como también, la cercanía a caminos y a la zona de interfaz urbano-forestal, como es el caso de Gualleco, lo que corrobora que el 99% de los incendios forestales son antropogénicos, es decir, son producto de las actividades humanas, ya sean por malas prácticas en las actividades forestales o por intencionalidad (Castillo *et al*., 2013).

Por su parte, el índice SU30 (modificado) calculado para las temporadas estivales del periodo 1987 – 2017 reafirma que las condiciones extremas, amplificadas por el cambio climático,

para que ocurra, se propague y descontrole un incendio forestal, sumado a la sequía que, además de incidir en la condición de la vegetación para una fácil ignición y propagación del fuego, limita las capacidades de los equipos de respuesta y comunidades para enfrentar estos eventos, producto de la falta del recurso hídrico para combatir los incendios.

El análisis del factor topografía, específicamente la pendiente de laderas, reflejó tener poca incidencia en la propagación de incendios en los sectores donde se emplazan las comunidades, dado que todas se localizan en sectores de pendiente baja o plana, disminuyendo la velocidad del viento y la probabilidad de propagación de un incendio forestal. La exposición solar de laderas, al igual que la pendiente, tuvo una baja ponderación en la evaluación, no obstante, esta última tiene una estrecha relación con el aumento del estrés hídrico de la vegetación, principalmente en los sectores con presencia de plantaciones forestales, que predominan, junto con matorrales, en la cobertura de suelo del área de estudio, relacionándose así con la triada del fuego mencionada anteriormente.

Por otra parte, al asignar igual ponderación a los factores de vulnerabilidad social, física y económica, estos muestran tener una alta incidencia en el riesgo de incendios forestales, siendo las comunidades de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay las que presentan mayor nivel de vulnerabilidad física por sobre el resto de las comunidades estudiadas, debido a la falta de acceso y estado de la red de caminos, demostrando que el factor asociado a la accesibilidad y conectividad es relevante en la condición de riesgo de los territorios, como también la falta de acumuladores de agua como medida de mitigación ante la sequía e incendios forestales, y falta de acceso al agua potable y alcantarillado. En cuanto a la vulnerabilidad social, la totalidad de las comunas presentan un comportamiento similar, debido a que presentan una alta presencia de población dependiente, adultos mayores y niños, como también bajos niveles de escolaridad, incrementando su condición de exclusión y dependencia, corroborando el carácter selectivo de la severidad de los efectos de estos eventos según las característica sociodemográficas y socioeconómicas de la población (Blaikie *et al.*, 1996; Cardona, 2001) y, limitando sus recursos para la autoprotección, prevención, respuesta y recuperación ante un desastre.

Siguiendo con lo anterior, en relación a la vulnerabilidad económica, las comunidades presentan una alta diversificación de sus medios de vida, dado que pueden sustentar sus necesidades a través de la realización de diversas actividades, no obstante, gran parte de ellas se vinculan a prácticas culturales que, ante la ocurrencia de un incendio forestal, se verían afectadas, por lo que la capacidad de reponerse luego del desastre se verían disminuidas,

principalmente en las comunidades de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay, por lo que la gestión del riesgo en la totalidad de las comunidades debe apuntar al incremento y mejora de los medios de vida de las comunidades, como también a la reducción de sus vulnerabilidades y a potenciar sus capacidades (Cardona ,2001; Birkmann *et al*., 2013; Castro-Correa *et al*., 2016). Es importante señalar que, la baja ponderación de la pobreza multidimensional comunal en el área de estudio se explica porque, en primera instancia, ese indicador es aplicable y representativo en contextos urbanos, debido a las dimensiones que considera para evaluar la pobreza, diferentes a lo que se presenta en contextos rurales, como también, a la baja representatividad que presenta el instrumento de medición de la pobreza multidimensional, ya que sólo contiene la estadística de la población de estratos socioeconómicos bajos y no de la totalidad o universo de la población.

En relación a la infraestructura física presente en las comunidades, la presencia de viviendas y su estado de conservación es la que presentó mayor incidencia en este factor de exposición, debido a que las viviendas de las comunidades de Huelón, Palmas de Toconey y Canchar de Quillay se encuentran cercanas de plantaciones forestales, por lo que, al momento de la ocurrencia de un incendio forestal, gran parte de ellas se verían afectadas o damnificadas por el fuego. Caso contrario es el de Gualleco, ya que es la única comunidad que cuenta con cortafuegos en la zona de interfaz urbano-forestal, reduciendo la probabilidad de que las viviendas se vean afectadas por la ocurrencia de estos eventos. Por otra parte, la baja presencia de establecimiento educacionales y de centros de salud en las comunidades explica la escasa o nula cobertura de servicios básicos de las comunidades, debido a que, si se ven afectadas o damnificadas por el fuego, no existe infraestructura similar cercana para satisfacer los requisitos funcionales, si el daño es significativo u ocurre la pérdida de funcionalidad de éstas (Tierney & Bruneau, 2007).

Siguiendo con lo anterior, en relación a los resultados obtenidos sobre la resiliencia de la comunidad e instituciones ante incendios forestales, la participación comunitaria mostró una mayor relevancia por las capacidades de las comunidades, dado que la totalidad de éstas tienen participación en las organizaciones sociales, específicamente en los CLE. Sin embargo, esta participación es simbólica, es decir, permite que quienes no tienen poder sólo puedan tener acceso a la información e intervenir sólo a través de consultas ciudadanas, de esta forma quienes tienen el poder en la gestión del riesgo y la toma de decisiones ofrecen la posibilidad a los ciudadanos de situarse en el extremo del proceso de participación, a través del entendimiento mutuo, no obstante, esta inclusión en el proceso de gestión no asegura que las opiniones que se viertan sean tomadas en cuenta, por lo que no se considera en esta evaluación,

como una forma de participación consistente, sino que sólo tiene el objetivo de mantener el *statu quo* (Arnstein, 1969), considerando que sólo existe gestión local e integral del riesgo cuando los actores locales, solos o en relación con otros actores externos, se implican y empoderan en el proceso de toma de decisiones, logrando así reducir el nivel de riesgo local y establecer las condiciones para que esa reducción sea sostenible, es decir, se integran plenamente en los procesos de desarrollo local (Lavell, 2001).

A partir del análisis de las acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales, las comunidades mostraron diferencias notables en las medidas que han realizado en sus territorios para adaptarse al riesgo de estos eventos, dado que Huelón cuenta con un acumulador de agua para disponer del recurso hídrico en verano, pero no cuenta con corta fuegos en los sectores que colindan con plantaciones forestal, caso contrario el de Gualleco que cuenta con ellos para mitigar y reducir el riesgo de incendios forestales. Por su parte, las comunidades de Pencahue no cuentan con medidas ni acciones de prevención ante incendios, aumentando su vulnerabilidad y exposición ante estos eventos, y disminuyendo las capacidades de prevenir y enfrentar estos eventos (UNICEF, 2012). Las acciones de prevención del riesgo de incendios forestales se presentan de la misma manera en la totalidad de las comunidades, ya que sus miembros participan en los CLE comunales, pero como se mencionó anteriormente, sólo de manera consultiva, no así en las capacitaciones CERT que imparte la ONEMI en los territorios. Esto permite que las comunidades desarrollen capacidades de prevención y respuesta comunitaria ante la ocurrencia de evento, generando una cultura preventiva, empoderando a las comunidades del conocimiento que poseen con respecto a sus territorios, mejorando el grado de cohesión y la capacidad de organizarse (UNESCO, 2012).

La resiliencia asociada a la gestión institucional queda relegada a la acción de los municipios ante los eventos de incendios forestales, no obstante, la falta de recursos, como también, la inexistencia de una jerarquía independiente en el cargo de la UGRRD disminuye sus capacidades para gestionar el riesgo en todas sus etapas, aumentando la vulnerabilidad del sistema y de las propias comunidades, al no poder responder de manera óptima ante la ocurrencia de un desastre (Tierney & Bruneau, 2007). Sin embargo, existen dentro de los municipios, funcionarios capacitados en gestión del riesgo desastre, lo que puede ser el primer paso para materializar una futura UGRRD independiente, sin embargo, ambos encargados municipales ante emergencia cumplen una doble función en el municipio, limitando sus capacidades, atribuciones y autonomía para ejercer el cargo, donde sólo la I. Municipalidad de Curepto, además de contar con un Plan de Protección Civil, tiene un funcionario suplente

en el caso de que el funcionario titular no pueda ejercer sus funciones, teniendo las mismas atribuciones, por lo que la redundancia en el cargo permite mantener el sistema ante una perturbación (Tierney & Bruneau, 2007).

En relación al ámbito de planificación y ordenamiento territorial, sólo la comuna de Curepto cuenta con un Plan Regulador Comunal y zonificación del riesgo, el cual no considera los incendios forestales, pero que, al existir una zonificación de otros riesgos, podría facilitar la generación de una evaluación y zonificación del riesgo de incendios forestales (PNUD, 2003). Caso contrario el de la comuna de Pencahue, que no cuenta con un PRC vigente, ya que aún se encuentra en proceso de formulación, limitando la posibilidad de identificar las zonas con diferentes niveles de riesgo para así gestionarlo y reducirlo.

Finalmente, la presente evaluación del riesgo de incendios forestales, a través un método multicriterio, utilizando métricas combinadas y con una ponderación de variables otorgada por la consulta a expertos y expertas, que arrojaron un alto grado de consistencia, logró corroborar su utilidad y rigurosidad como modelo de evaluación multidimensional en la identificación de alternativas y toma de decisiones en el territorio, debido a que permitió considerar un numero amplio de datos cuantitativos y cualitativos, sus relaciones, y la participación simultanea de diferentes actores territoriales con criterios y objetivos propios (Saaty & Peniwati, 2008). También, mostró ser un método eficiente para replicar en diferentes contextos territoriales y escenarios de amenaza, considerando las características propias de los territorios, como también la disponibilidad y calidad de los datos que se utilicen para su modelación.

5.2. Conclusiones

Las comunidades pertenecientes a las diócesis de Talca se encuentran expuestas a la amenaza de incendios forestales, diferenciándose en los niveles de vulnerabilidad y resiliencia según las características locales y comunales.

Las comunidades de Cancha de Quillay y Palmas de Toconey presentan un alto nivel de riesgo ante incendios forestales, como también, un bajo nivel de resiliencia ante la ocurrencia de estos eventos, debido a que, por una parte, su localización en sectores con alta exposición solar, presencia de plantaciones forestales, días en verano con temperaturas igual o superiores a 30°C, generan las condiciones extremas para un fácil ignición y propagación de incendios. Además, éstas no presentan medidas de adaptación al riesgo de incendio, como también, la

comuna donde se localizan no cuenta con un Plan Regulador Comunal que permita dimensionar e identificar los sectores que requieren medidas de mitigación y prevención de incendios. Caso contrario de Huelón y Gualleco, que presentan un menor nivel de riesgo y alto nivel de resiliencia ante estos eventos.

Al relacionar la vulnerabilidad, tanto de las comunidades como de la comuna, siguen siendo las comunidades de Pencahue las que tienen una mayor vulnerabilidad ante incendios forestales, muy superior a las de Curepto en cuanto a la vulnerabilidad física, ya que Palmas de Toconey y Cancha de Quillay cuentan con una escasa red de caminos, los que son principalmente de tierra o ripio, no cuentan con acceso a agua potable continuo ni a alcantarillado, así como tampoco poseen acumuladores de agua para mitigar la falta del recurso hídrico en temporada estival y/o sequía.

En relación a la vulnerabilidad social y económica, las cuatro comunidades presentan niveles semejantes de alta población dependiente, bajo nivel educacional, baja diversificación de medios de vida y alta pobreza multidimensional comunal, lo que incide directamente en la condición de riesgo, limitando las capacidades de prevención, respuesta y rehabilitación ante la ocurrencia de un incendio forestal, siendo grupos sociales vulnerables, con gran dificultad para responder y rehabilitarse después del desastre. Por lo tanto, el foco de la gestión debe ser en el aumento y mejora de los medios de vida de las comunidades, como también la reducción de la vulnerabilidad mediante acciones de prevención, adaptación y mitigación, para reducir el riesgo de desastres.

En cuanto a la exposición de infraestructura critica de las comunidades, nuevamente las comunidades de Palmas de Toconey y Cancha de Quillay son las que presentan mayor exposición ante estos eventos, principalmente por el alto porcentaje de viviendas de materialidad ligera, adobe y/o autoconstruidas. También influye su cercanía a las plantaciones forestales y la inexistencia de corta fuego que reduzcan o limiten el paso del fuego hacia la comunidad, la lejanía de los cuerpos de bomberos y unidades policiales, como también la escasa presencia de establecimientos educacionales y de salud, que, al verse afectados, la comunidad sólo contaría con los que se localizan en el centro comunal, a más de 40 km. de distancia.

De la misma manera, Huelón tiene una alta exposición de su infraestructura ante los incendios forestales, principalmente porque las viviendas, también de materialidad ligera y adobe, no cuentan con corta fuegos, caso contrario al de Gualleco que es la única localidad, de

características urbanas, que presenta viviendas de material sólido, corta fuegos, cuerpos de bomberos capacitados en combate de incendios forestales y unidades policiales cercanas.

Por su parte, la resiliencia asociada a la participación comunitaria en las comunidades estudiadas es similar entre ellas, ya que todas a través de sus organizaciones sociales, participan en los CLE comunales y capacitaciones CERT que imparte ONEMI, no obstante, la primera solo se realiza de manera consultiva y no promoviendo el empoderamiento de la población en la toma de decisiones y en la gestión del riesgo de incendios forestales en todas sus etapas, la cual debe apuntar a delegación de poder y control ciudadano, a través de la obtención de plenos poderes en términos de dicha gestión.

Las comunidades de Pencahue, al no realizar acciones de adaptación al riesgo de incendios forestales que permitan impedir o disminuir el avance del fuego, ni tampoco la sequía, disminuye en gran medida sus capacidades para prevenir, enfrentar y reponerse ante algún evento desastroso ocasionado por un incendio forestal, por lo que es primordial gestionar la construcción de medidas de mitigación estructural, como corta fuegos y acumuladores de agua en estos territorios.

En cuanto a la resiliencia asociada a la gestión institucional, principalmente de los municipios involucrados, la capacidad de reponer los servicios básicos, en Curepto y Pencahue, es menor a las 72 horas, no obstante, a pesar de que la velocidad es la óptima para evitar la generación de nuevos desastres, a parte del ocasionado por un incendio forestal, los recursos no satisfacen la demanda en la respuesta ante un escenario de múltiples focos de incendios o uno de gran magnitud, debido a que sólo cuentan con un camión aljibe por comuna, dependiendo de las autoridades y organismos regionales, como la CONAF y ONEMI, para poder responder de manera oportuna y eficaz ante un escenario de tal magnitud, superando sus capacidades.

Sumado a lo anterior, la falta de unidades de gestión del riesgo de desastres con jerarquía independiente también disminuye de gran manera la capacidad de gestionar el riesgo en todas sus etapas, por lo que es fundamental que las comunas puedan contar con estas unidades, así, tener autonomía administrativa y económica, siendo un gran paso el contar con funcionarios capacitados en la gestión para la reducción del riesgo de desastre, con un enfoque prospectivo y local, y que sólo tengan que cumplir la función de su unidad.

La comuna de Pencahue al no contar con un PRC vigente no tiene la capacidad de determinar qué zonas de la comuna son las que se encuentran en condición de mayor riesgo, por ende,

limita su poder de gestión territorial y el de las comunidades que se encuentran expuestas ante esta amenaza. Curepto, por su parte, cuenta con un PRC que contiene una zonificación del riesgo, pero sólo ante amenazas sísmicas e hidrometeorológicas, focalizándose en acciones de respuesta. Además, ninguna comunidad del área de estudio cuenta con zonificación del riesgo o de amenazas elaborada a partir de la aplicación de metodologías participativas, como mapas de microzonificación del riesgo, razón por la cual, considerando el carácter local de la gestión, este tipo de zonificación se podría presentar como una primera aproximación de la implementación de metodologías participativas y/o comunitarias desde lo local en cada territorio, facilitando la generación de mapas de riesgos a nivel comunal considerando la realidad local y fortaleciendo el conocimiento del riesgo.

Por lo tanto, en base a lo anterior, es que la hipótesis de trabajo de la presente investigación se cumple, ya que las comunidades presentan un alto nivel de fragilidad y exposición ante la amenaza de incendios forestales, dado que sus causas de fondo se asocian, por una parte, al modelo neoliberal de desarrollo, principalmente desde que se dictó el Decreto Ley 701 (DL701) del Ministerio de Economía en el año 1974 con el objetivo de impulsar el desarrollo forestal, bonificando a las empresas forestales el 75% de la plantación de pinos y eucaliptus, especies introducidas, en terrenos que técnicamente no sean arables de propiedad fiscal, como también, beneficios tributarios para realizar administración y manejo de bosques en terreno de aptitud preferentemente forestal, sumado a la escasa o nula planificación territorial en áreas rurales y de interfaz urbano-forestal, han facilitado la instalación de capital que no es regulado en función de la realidad, necesidades e intereses locales, y que modela el territorio en función del mismo capital a través de la expansión y concentración de la industria forestal a gran escala en la zona centro-sur de Chile, potenciando el monocultivo de las especies mencionadas anteriormente.

Siguiendo con esto, la extensa superficie de especies introducidas ha generado un paisaje forestal asociado sólo a plantaciones forestales, lo que ha intensificado el uso del agua en el rubro forestal, sumado a los escases de precipitaciones y aumento de la temperatura debido al cambio climático, y su efecto en el estrés hídrico de la vegetación y las actividades humanas que se desarrollan en estos territorios, han terminado en un escenario de construcción social del riesgo, siendo agudizado por la generación de verdaderas trampas de riesgo o círculos viciosos de acumulación de riesgo que afectan de forma desproporcional a los sectores sociales empobrecidos, debido a la reproducción de condiciones de vulnerabilidad o de los factores subyacentes del riesgo, como bajos ingresos, escasa planificación territorial e infraestructura inadecuada, carencia de servicios básicos, vacíos legales, estigmas sociales,

entre otras, y a las condiciones de amenaza, asociada al grado de exposición de la sociedad y sus medios de vida frente a un evento.

Finalmente, en concordancia con lo planteado por organismos internacionales y nacionales con respecto a que la escala ideal para la gestión del riesgo de desastres, la cual corresponde a la local, resulta fundamental, en primera instancia, articular la gestión con otro niveles territoriales y sociales, sean de mayor o menor jerarquía; contar con información local detallada, actualizada y de manera pública, con el fin de facilitar el trabajo de profesionales y equipos técnicos en gestión del riesgo, y, finalmente, integrar a los miembros de las comunidades en la gestión para la reducción del riesgo, ya que estos no son considerados como referentes para la generación e implementación de políticas públicas y planes de reducción de riesgos con participación activa, sino que sólo actúan como primeros respondedores ante la emergencia.

BIBLIOGRAFÍA.

ABARCA, O. Y QUIROZ, J. (2005). Modelado cartográfico de riesgo de incendios en el parque nacional Henri Pittier. Estudio de caso: Vertiente sur, área colindante con la ciudad de Maracay. *Agronomía Neotropical, 55*(1): 35-62 pp.

ABARZÚA, A. M., VARGAS, C., JARPA, L., GUTIÉRREZ, N. M., HINOJOSA, L. F., & PAULA, S. (2016). *Evidence of Neogene wildfires in Central Chile: Charcoal records from the Navidad formation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology,* 459, 76-85.

ALCALDÍA MUNICIPAL DE SINCELEJO (2016). Consejo Municipal de Sincelejo. Del proyecto de acuerdo por el cual se crea la oficina asesora para la gestión del riesgo de desastres en cumplimiento a la Ley N°1.523 del 2012, y se dictan otras disposiciones.

ALDUNCE, P., QUINTERO-ÁNGEL, M. & CARVAJAL-ESCOBAR, Y. (2012). Adaptación a la variabilidad y el cambio climático: Intersecciones con la gestión del riesgo. *Luna azul (34),* 257-271.

ALKIRE, S. & FOSTER, J. (2008). Recuento y medición multidimensional de la pobreza. Documento de trabajo OPHI N°7. Universidad de Oxford.

ALLISON, E. H. & ELLIS, F. (2001). The livelihoods approach and management of small-scale fisheries. School of Development Studies, University of East Anglia, UK. *Marine Policy* (25), 377-388.

ANCHALUISA, S., Y SUÁREZ, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus; Myrtaceae*) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías, 5(2).

ANEAS DE CASTRO, S.D. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, (4), 60.

ANDERSON, E. & DESHINGKAR, P. (2005). Livelihood diversification in rural Andhra Pradesh, India. *Rural Livelihoods and Poverty Reduction Policies*, Ellis F, Freeman A (eds). Routledge: London and New York.

ARMESTO, J. J., VILLAGRÁN, C., ARAVENA, J., PÉREZ, C., SMITH-RAMIREZ, C., CORTÉS, M. & HEDIN, L. (1995). Conifer forest of the coastal rango. Ecology Southern Conifers. Mebourne University. 156-170.

ARNSTEIN, S. (1969). Une échelle de la participation citoyenne. *Journal of the American Planning Association*, *35*(4), 216-224.

BAMBARÉN, C. (2011). Salud mental en desastres naturales. *Rev Psicol Hered*, *6*(1-2).

BECK, U. (1998). La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad. *Paidós Básica*, 305.

BIRKMANN, J., CARDONA, O. D., CARREÑO, M. L., BARBAT, A. H., PELLING, M., SCHNEIDERBAUER, S., KIENBERGER, S., KEILER, M., ALEXANDER, D., ZEIL, P. & WELLE, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. Natural hazards, 67(2), 193-211.

BLAIKIE, P., CANNON, T., DAVIS, I. & WISNER, B. (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres.

BOLLIN, C. (2003). Gestión local del riesgo. Experiencias de América Central.

CARABINEROS DE CHILE (s/f). Los organismos de respuesta y la coordinación interagencial. "Carabineros y el apoyo a la comunidad".

CÁRDENAS, E. (2008). La percepción social del riesgo, lo contingente y lo indeterminado: El caso de los huracanes y suicidios en Quintana Roo. *X Coloquio Internacional de Geocrítica*. Barcelona.

CARDONA, O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y planeación del desarrollo. En: MASKREY, A. Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red). 51-74.

CARDONA, O. D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Universitat Politècnica de Catalunya.

CASTILLO M., PEDERNERA P., Y PEÑA E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente. Una síntesis global. *Amb. Des. 19*: 88-99.

CASTILLO, M., QUINTANILLA, V. & JULIO, G. (2009). Vulnerabilidad y daño potencial ocasionado por incendios en áreas de interfaz urbano-forestal, provincia de Valparaíso. Chile central.

CASTILLO, M. (2013). Los incendios forestales en Chile un problema permanente y creciente. Departamento de Gestión de Bosques y Medioambiente, Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile.

CASTILLO, M., GARFIAS, S., JULIO, G. & GONZÁLEZ, L. (2012). Análisis de grandes incendios forestales en la vegetación nativa de Chile. vol. 37(11), 796-804.

CASTILLO, M., GARFIAS, R., JULIO, G. Y CORREA, L. (2013). Incendios forestales en Chile. Análisis general de riesgos. 639-650.

CASTILLO, M. Y PEDERNERA, P. (2014). Vigencia del índice del riesgo de incendios forestales. Laboratorio de incendios forestales. Universidad de Chile.

CASTRO-CORREA, C. P., GARUTI, C., ZAMORA, F., QUIROGA, S., CAMPOS, A., ACQUAVIVA, L., MANSILLA, E. Y GRAY, N. (2010). Identificación y análisis de los aspectos del ordenamiento territorial que contribuyen a la reducción del riesgo de desastres.

CASTRO-CORREA, C. P. (2014). Evaluación de riesgos ambientales en ámbitos urbanos costeros del semiárido chileno: Caldera. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.

CASTRO- CORREA, C. P., SARMIENTO, J. P., & GARUTI, C. (2016). Disaster Risk Assessment Developing a Perceived Comprehensive Disaster Risk Index: The Cases of Three Chilean Cities. *Applications and Theory of Analytic Hierarchy Process - Decision Making for Strategic Decisions* (8) 165-192.

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA. (CR2). (2015). La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Informe a la nación.

CHARDÓN, A. C. (2008). Amenaza, vulnerabilidad y sociedades urbanas una visión desde la dimensión institucional. *Gestión y Ambiente. 11* (2).

CHARDÓN, A. C., Y GONZÁLEZ, J. L. (2002). Amenaza, vulnerabilidad, riesgo, desastres, mitigación prevención. Primer acercamiento a conceptos, características y metodologías de análisis y evaluación. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales Instituto de Estudios Ambientales. IDEA.

CHAMBERS, R. & CONWAY, G. R. (1991). Sustainable rural Livelihoods: practical concepts for the 21st century. IDS Discussion paper, 296.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. CEPAL. (2017). Medición multidimensional de la pobreza. Taller "Uso de encuestas de hogares para la medición de los objetivos de desarrollo sostenible sobre pobreza y desigualdad, ciudad de Panamá".

COMISIÓN NACIONAL DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS. CNE. (2014). Gestión Municipal del Riesgo de Desastres: Normas y elementos básicos para su inclusión en el ordenamiento territorial Énfasis en Prevención, Control y Regulación Territorial.

COMISIÓN NACIONAL PARA LA RESILIENCIA FRENTE A DESASTRES DE ORIGEN NATURAL. CREDEN. (2016). Hacia un Chile resiliente frente a desastres: Una oportunidad. Estrategia Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación para un Chile resiliente frente a desastres de origen natural.

CONFERENCIA EPISCOPAL DE CHILE (2018). Glosario de términos religiosos y eclesiásticos. [En línea]. <http://www.iglesia.cl/glosario.php#D>

CONSORCIO PARA EL SERVICIO DE PREVENCIÓN, EXTINCIÓN DE INCENDIOS, PROTECCIÓN CIVIL Y SALVAMENTO DE GUADALAJARA. CEIS. (2015). Incendios de vegetación. Manual de incendios. Parte 6.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2010). Los grandes incendios forestales en Chile 1985-2009. Manual de trabajo n°539, 79.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2011). Catastro de uso del suelo y vegetación. Monitoreo y actualización región del Biobío (1998-2008) y región del Maule (1999-2009). Gerencia forestal, Departamento de fiscalización y monitoreo de ecosistemas forestales. Sección de monitoreo de ecosistemas forestales.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2016a). Estadísticas de ocurrencia y daño por comuna entre 1985-2016 (comunas críticas). Estadísticas históricas. [En línea]. <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2016b). Informe de riesgo de ocurrencia de incendios forestales en la comuna de Curepto. Departamento de protección contra incendios forestales.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2018a). Incendios forestales en Chile. Estadísticas históricas. Ocurrencia y daño por comuna 1985 a 2016 (comunas criticas). [En línea]. < http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2018b). Índice de riesgo de incendios forestales. [En línea]. <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/combate-de-incendios-forestales/indice-de-riesgo-de-incendios-forestales/>.

CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL. CONAF. (2018c). Incendios forestales en Chile. [En línea]. < http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/>.

COSTA, P., CASTELLNOU, M., LARRAÑAGA, A., MIRALLES, M. & KRAUS, D. (2011). La prevención de los grandes incendios forestales adaptados al incendio tipo. Oficina editora Unitat Tècnica GRAF, p. 88.

CUTTER, S. L., BORUFF, B. J. & SHIRLEY, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards*. *Social science quarterly*, 84 (2), 242-261.

CUTTER, S. L., BARNES, L., BERRY, M., BURTON, C., EVANS, E., TATE, E. & WEBB, J. (2008). A place-based model for understanding community resilience to natural Disasters. ELSEVIER. Global Environmental Change 18, 598-606.

DEFFAUNT, G. & GILBERT, N. (EDS.). (2011). Viability and resilience of complex systems: concepts, methods and case studies from ecology and society. Springer Science & Business Media.

DEPARTAMENTO PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL. DFID. (1999). *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets*. Framework, 26.

DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. DMC. (2018). Índices de cambio climático. [En línea] < https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/index/productos/RE3015 >.

DONAT, M. G., ALEXANDER, L. V., YANG, H., DURRE, I., VOSE, R., DUNN, R. J. H., WILLETT, K. M., AGUILAR, E., BRUNET, M., CAESAR, J., HEWITSON, B., JACK, C., KLEIN TANK, A. M. G., KRUGER, A. C., MARENGO, J., PETERSON, T. C., RENOM, M., ORIA ROJAS, C., RUSTICUCCI, M., SALINGER, J., ELRAYAH, A. S., SEKELE, S. S., SRIVASTAVA, A. K., TREWIN, B., VILLARROEL, C., VINCENT, L. A., ZHAI, P., ZHANG, X. & KITCHING, S. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme índices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of geophysical research: atmospheres, vol. 118*, 2098–2118.

DUTTON, K. (2013). La Vulnerabilidad de la Tercera edad en Desastres Naturales: Un Estudio de la Inundación en La Plata, Argentina el 2 de abril de 2013 = The vulnerability of the elderly during natural disasters: A study of the flooding in La Plata, Argentina on April 2nd, 2013. *Independent Study Project (ISP) Collection. Paper 1583.*

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES. EIRD. (1994). Directrices para la Prevención de los Desastres Naturales, la Preparación para Casos de Desastre y la Mitigación de sus Efectos. *La Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales Yokohama, Japón, del 23 al 27 de mayo de 1994s*.

FERRARI, M. (2010). Percepción social del riesgo: problemáticas costeras y vulnerabilidades en Playa Magagna (Chubut). Huellas Nº, 15, 21.

FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. UNICEF. (2006). Excluidos e invisibles. Estado mundial de la infancia 2006.

FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. UNICEF. (2007). Estado mundial de la infancia 2007.

FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. UNICEF. (2008). Acción humanitaria de UNICEF. Informe 2008 resumen.

FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA. UNICEF. (2012). Adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres en el sector de la educación. Manual de recursos.

FUNDACIÓN CRATE (2016). Informe narrativo intermedio Diócesis de Talca. Proyecto Gestión Local para la Reducción de Riesgo de Desastres: Hacia la Co-construcción de comunidades Resilientes. Cooperación Caritas Alemana.

GALINDO, F. (2016). Protección de Infraestructuras Críticas: Un análisis de derecho comparado. Trabajo de Fin de Grado. Facultad de Derecho, Universidad de Málaga.

GARCÍA ACOSTA, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. *Desacatos*, (19) 11-24.

GELLERT DE PINTO, G. I. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. Boletín Científico Sapiens Research, 2(1), 13-17.

GLOBAL ASSESSMENT REPORT ON DISASTER RISK REDUCTION. GAR. (2011). Revelar el riesgo, replantear el desarrollo. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Resumen y resultados principales.

GOBIERNO DE CHILE. GOB. (2017). Estrategia para el fortalecimiento de la gestión de incendios forestales 2017. Subsecretaría del interior, CONAF, ONEMI, y Bomberos de Chile. 37.

GONZÁLEZ, M., LARA, A., URRUTIA, R. & BOSNICH, J. (2011). Cambio climático y su impacto potencial en la ocurrencia de incendios forestales en la zona centro-sur de Chile (33º - 42º S). *Bosque* 32(3): 215-219.

GONZALEZ-MUZZIO, C., MENA, C., EJSMENTEWIZ, D., WAGEMANN, E., SANDOVAL, V. (2015). Nueva institucionalidad para la gestión de riesgos y emergencias en Chile. *Panel de especialista en el extranjero y en Chile conversando sobre el alcance y las limitaciones del proyecto de ley que busca mejorar la gestión de riesgos y emergencias en Chile*.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIA CLIMÁTICO. IPCC. (2001). Cambio climático 2001. Informe de síntesis. Glosario de términos.

GUERRERO, B. (2007). La ciudad y sus transformaciones: memoria urbana de Iquique. Revista de Ciencias Sociales (Cl), (019), 149-165.

HERNÁNDEZ, H. J., GALLEGUILLOS, M. & ESTADES, C. (2016). Mapa de cobertura de suelos de Chile 2014: Descripción del producto. Laboratorio de Geomántica y Ecología del paisaje. Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la naturaleza, Universidad de Chile.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUREPTO (2016). Plan operativo del Comité Local de Protección Civil, comuna de Curepto.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE CUREPTO (2017). Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Curepto 2018-2022. Secretaria de Planificación Municipal.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE IQUIQUE (2014). Decreto Alcaldicio n°1424 que aprueba la actualización de Plan de Respuesta Comuna frente a situación de emergencia y/o desastre de la ciudad de Iquique.

ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE PENCAHUE (2014). Actualización del Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de Pencahue 2014-2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. INE. (2018). Resultados Censo 2017 por país, regiones, comunas y entidades. Región del Maule. [En línea]. <https://resultados.censo2017.cl/Region?R=R07>

JAKSIC, F. M., Y FARIÑA, J. M. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. In Anales del Instituto de la Patagonia (Vol. 43, No. 1, pp. 23-34). Universidad de Magallanes.

JULIO, G. (1990). Diseño de índices de riesgo de incendios forestales para Chile. Bosque 11 (2): 59 – 72.

KABISCH, S., KUNATH, A., SCHWEIZER-RIES, P. & STEINFÜHRER, A. (2011). Vulnerability, Risks, and Complexity, Impacts of Global Change on human Habitats. *Advances in People Environment Studies, Germany (3):317.*

KEELEY, J. E., BOND, W. J., BRADSTOCK, R. A., PAUSAS, J. G., & RUNDEL, P. W. (2011). *Fire in Mediterranean ecosystems: ecology, evolution and management. Cambridge University Press.*

LAVELL, A. (2000). Desastres y desarrollo: hacia un entendimiento de las formas de construcción social de un desastre. El caso del huracán Mitch en Centroamérica. En: Garita, Nora y Nowalski, J. (Eds.). Del desastre al desarrollo sostenible: huracán Mitch en Centroamérica. BID-CIDHCS.

LAVELL, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. Scripta Nova-Revista.

LAVELL, A., MANSILLA, E. & SMITH, D. (2004). *La gestión local del riesgo: concepto y práctica*. Managua: UNDP-CEPREDENAC.

LAVELL, A. (2007). Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. Proyecto de Apoyo a la Prevención de Desastres en La Comunidad Andina–PREDECAN.

MANSILLA, E. (2000). Riesgo y ciudad. Universidad Nacional Autónoma de México, División de estudios de postgrado. Facultad De Arquitectura. Libro digital. 181p.

MASKREY, A. & ROMERO, G. (1993). Como entender los desastres naturales. En: MASKREY, A. Los desastres no son naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red). 51-74.

MATYAS, D., & PELLING, M. (2012). Disaster Vulnerability and Resilience: Theory, Modelling and Prospective. Report produced for the Government Office of Science, Foresight

project 'Reducing Risks of Future Disasters: Priorities for Decision Makers' Crown Copyright, London.

MAYUNGA, J. S. (2007). Understanding and applying the concept of community Disaster resilience: a capital-based approach. *Summer academy for social vulnerability and resilience building*, *1*, 16.

MENDOZA, P. (2005). Percepción del riesgo en una región de pobreza, escenario sierra: los deslizamientos en Huancavelica Lima, Perú. MINSA. [En línea]. <http://www.minsa.gob.pe/ogdn/cd1/pdf/ELAS_05/doc50.pdf>

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL (2014). Pobreza multidimensional en Chile: Una nueva mirada. Subsecretaria de Evaluación Social.

MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL (2018). Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN) 2015. Síntesis de resultados: Redes y cohesión social.

MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PUBLICA (2016). Promulga Plan Regulador Comunal de la comuna de Curepto. Diario Oficial de la República de Chile. Talca, Chile, 23 sept., núm. 41.566, sección I.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. MMA. (2016). Acceso al agua potable y alcantarillado. Capítulo 5.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. MINVU. (2018). Estado de la planificación urbana. Planes Reguladores Comunales: Región del Maule. Observatorio Urbano. [En línea]. < http://observatorios.minvu.cl/esplanurba/stat.print.php?page=prc&rid=7>

MOUILLOT, F., RATTE, J.P., JOFFRE, R., MORENO, J. & RAMBLA, S. (2003). Some determinants of the spatiotemporal fire cycle in a mediterranean landscape (Corsica, France). *Landsc*. Ecol. 18: 665-674.

OCHARAN, J. (2008). Guía práctica de reducción del riesgo de desastres para organizaciones humanitarias y de desarrollo. Fundación "La Caixa". Barcelona. España.

OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA DEL MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. ONEMI. (2002). Plan Nacional. Instrumento Indicativo para la Gestión Integral, Decreto N°156.

OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA DEL MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. ONEMI. (2018). Visor Chile Preparado. [En línea] < http://www.onemi.cl/visor-chile-preparado/>.

OLCINA, J. (2008). Cambios en las consideraciones territoriales, conceptuales y metodológicas de peligros naturales. X Coloquio Internacional Geocrítica, Diez años de cambios en el mundo, en geografía y ciencias sociales, 1999-2008. Barcelona. 2008.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. (2004). Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. Hechos y cifras. Actualización de noviembre de 2004.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. (2018). Agua potable salubre y saneamiento básico en pro de la salud. [En línea]. <https://www.who.int/water_sanitation_health/mdg1/es/>.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. OPS. (2004). Manual de evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastres. Manuales y guías sobre desastres

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. OPS. (2012). Las personas mayores y los desastres.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA. UNESCO. (2012). Análisis de riesgos de desastres en Chile. VII Plan de acción DIPECHO Sudamérica 2011-2012.

ORTIZ, C. (2009). Plan de Protección Contra Incendios Forestales para la Comuna de Calbuco, Región de Los Lagos. Trabajo de titulación presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de ciencias forestales, Universidad Austral de Chile.

PASTORAL SOCIAL CARITAS CHILE (s/f). Prácticas de gestión local del riesgo de desastre: Hacia la co-construcción de comunidades Resilientes. Sistematización de la experiencia de trabajo de Caritas Chile con 10 comunidades de las diócesis de Talca y San Felipe.

PASTORAL SOCIAL CARITAS CHILE (2015). Proyecto Gestión Local Para la Reducción de Riesgos: Hacia La Co-Construcción De Comunidades Resilientes.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. PNUD. (2003). La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central. CEPREDENAC-PNUD.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. PNUD. (2012). Curso gestión del riesgo con enfoque de género. Hoja de Ruta Unidad I: Conceptualización de la Gestión de Riesgo con Enfoque de Género en las Políticas Públicas.

RODRÍGUEZ Y SILVA F., JULIO, G., CASTILLO, M., MOLINA, J.R., HERRERA, M.A., TORAL, M., CERDA, C. Y GONZÁLEZ, L. (2010). *Aplicación y Adaptación del Modelo SEVEIF para la Evaluación Socioeconómica del Impacto de Incendios Forestales en la Provincia de Valparaíso, Chile.* AECID. Córdoba, España. 52 pp.

RUIZ, J. C. (2005). De la construcción social del riesgo a la manifestación del riesgo. Reflexiones en torno al imperio de la vulnerabilidad. Comentario. *Desacatos*, 19: 99-110.

SAATY, T. (1980) The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York.

SAATY, T. & PENIWATI, K. (2008*). Group Decision Making. Drawing Out and Reconciling Differences*. RWS Publications, USA. 385 p.

SCHRÖTER, D., CRAMER, W., LEEMANS, R., PRENTICE, I. C., ARAÚJO, M. B., ARNELL, N. W., BONDEAU, H. BUGMANN, T.R. CARTER, C.A. GRACIA, A.C. DE LA VEGA-LEINERT, M. ERHARD, F. EWERT, M. GLENDINING, HOUSE JI, S. KANKAANPÄÄ, R.J.T. KLEIN, S. LAVOREL, M. LINDNER, M.J. METZGER, J. MEYER, T.D. MITCHELL, I. REGINSTER, M. ROUNSEVELL, S. SABATÉ, S. SITCH, B. SMITH, J. SMITH, P. SMITH, M.T. SYKES, K. THONICKE, W. THUILLER, G. TUCK, S. ZAEHLE, B. ZIERL (2005). *Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. science*, 310 (5752), 1333-1337.

SÁNCHEZ, R. (2010). La debilidad de la gestión del riesgo en los centros urbanos. El caso del Área Metropolitana de Santiago de Chile. Revista Geografía Norte Grande, 47: 5-26.

SANTILLÁN, G. (2015). Informe Nacional Visión de Primera Línea en Chile. Percepciones locales de avance en la implementación de la Gestión del Riesgo. Santiago de Chile.

TANNER, T., LEWIS, D., WRATHALL, D., BRONEN, R., CRADOCK-HENRY, N., HUQ, S., LAWELESS, C., NAWROTZKI, R., PRASAD, V., MD. RAHMAN, A., ALANIZ, R., KING, K., MCNAMARA, K., MD. NADIRUZZAMAN, HENLEY-SHEPARD, S. & THOMALLA, F. (2015). Livelihood resilience in the face of climate change. *Nature Climate Change* 2431, 23-26.

TESSLER, N., WITTENBERG, L., & GREENBAUM, N. (2016). *Vegetation cover and species richness after recurrent forest fires in the Eastern Mediterranean ecosystem of Mount Carmel, Israel. Science of The Total Environment*, 572, 1395-1402.

THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. UNISDR. (2005). Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres.

THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. UNISDR. (2009). Terminología sobre la reducción del riesgo de desastres.

THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. UNISDR. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres.

THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. UNISDR. (2018). Nuestro mandato. La oficina para la reducción del riesgo de desastres. [En línea]. <http://www.eird.org/americas/we/nuestro-mandato.html>

TIERNEY, K. & BRUNEAU, M. (2007). Conceptualizing and measuring resilience. *A key to Disaster loss Reduction.* TR News, 250. 14-18.

ÚBEDA, X. & SARRICOLEA, P. (2016). Wildfire in Chile: A review. *Global and Planetary Change*, 146: 152-161.

URIBE, T. (2001). La evaluación multicriterio y su aporte en la construcción de una función de valor económico total para los bosques en piedras blancas. (Tesis de Maestría en Bosques y Conservación Ambiental). Medellín: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO (2008). Older people in emergencies: Considerations for action and policy development.

WILCHES-CHAUX, G. (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo: Guía de La Red para la gestión local del riesgo. In Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo: Guía de La Red para la gestión local del riesgo. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red).

YAMIN, L. E., GHESQUIERE, F., CARDONA, O. D. & ORDAZ, M. G. (2013). Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: el caso de Bogotá, Colombia. Banco Mundial, Universidad de los Andes.

ANEXOS.

Anexo n°1: Fotografía contexto territorial de Huelón

Anexo n°2: Fotografía Junta de Vecinos de Huelón y Comité APR

Anexo n°3: Fotografía contexto territorial de Gualleco

Anexo n°4: Fotografía contexto territorial de Gualleco

Anexo n°5: Fotografía Escuela básica "Las Palmas de Toconey"

Anexo n°6: Fotografía Junta de Vecinos Palmas de Toconey

Anexo n°7: Fotografía contexto territorial de Cancha de Quillay

Anexo n°8: Fotografía escuela básica "Esperanza del futuro", Cancha de Quillay

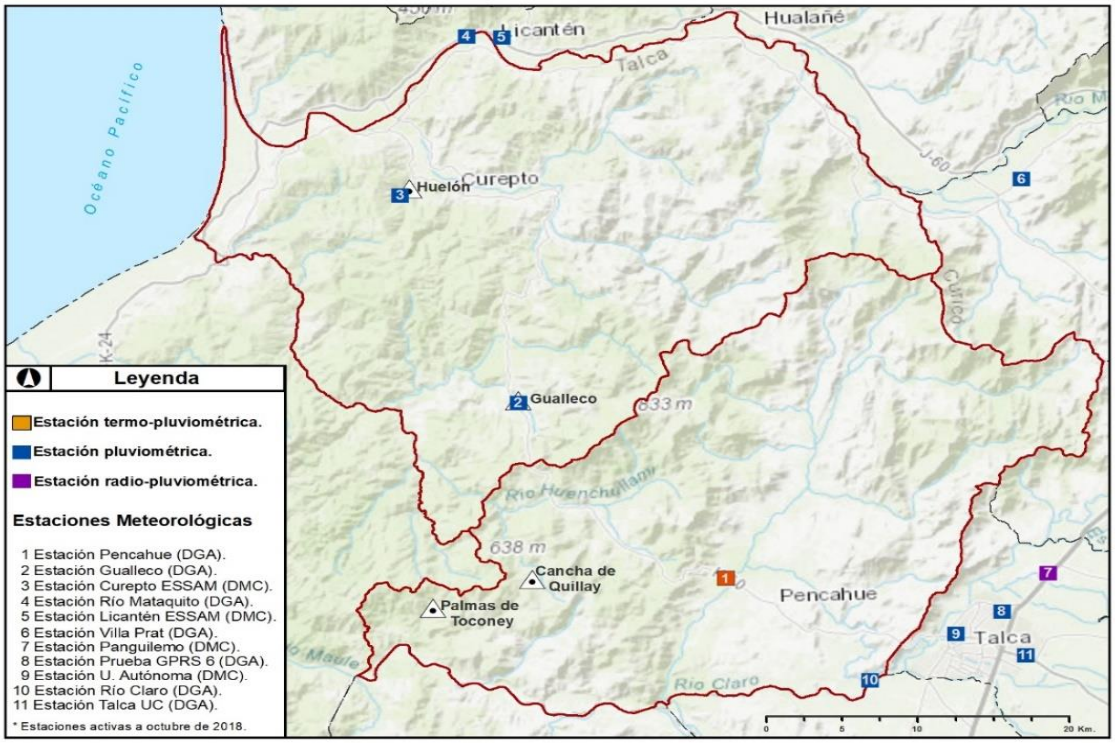
Anexo n°9: Fotografía red vial Palmas de Toconey

Anexo n°10: Fotografía CERT comunidad de Huelón

Anexo n°11: El ciclo del manejo (gestión) del riesgo.

Fuente: Sánchez, 2010.

Anexo n°12: Estaciones meteorológicas activas en el área de estudio.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Anexo n°13: Clasificación de pendiente.

Pendiente [º]	Tipo de Pendiente	Justificación Geomorfológica
0-2	Horizontal	Erosión nula o leve
2,1-5	Suave o leve	Erosión débil, difusa (shett wash), inicio de regueros y solifluxión fría.
5,1-10	Moderada	Erosión moderada a fuerte, inicio de erosión lineal (rill wash).
10,1-20	Fuerte	Erosión intensa, cárcavas insipientes.
20,1-30	Muy fuerte a moderadamente escarpada	Cárcavas frecuentes, movimientos en masa, reptación.
30,1-45	Escarpada	Coluvionamiento, solifluxión intensa.
>45	Muy escarpada a acantilada	Desprendimientos, derrumbes, corredores de derrubios.

Fuente: Araya-Vergara & Börgel, 1972; Young, 1972; Ferrando, 1993.

Anexo n°14: Clasificación de exposición solar.

Orientación	Grados [°]
Solana	0 – 45
Semi-Umbría	45 – 90
Umbría	90 – 225
Semi-Solana	225 – 270
Solana	270 – máx.

Fuente: Abarca y Quiroz, 2005.

Anexo n°15: Escala de Saaty (1980).

Escala numérica	Escala verbal	Explicación
1	Ambos elementos son de igual importancia	Ambos elementos contribuyen con la propiedad de igual forma
3	Moderada importancia de un elemento sobre otro	La experiencia y el juicio favorece a un elemento por encima del otro
5	Fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es fuertemente favorecido
7	Muy fuerte importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es muy fuertemente dominante
9	Extrema importancia de un elemento sobre otro	Un elemento es favorecido por lo menos con un orden de magnitud de diferencia

Anexo n°16: Fotografía acumulador de agua, Huelón.