



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

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFA
ESTUDIO DEL INCREMENTO DE LA EXPOSICIÓN AL RIESGO VOLCÁNICO
COMUNA DE PUERTO VARAS, REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE

Proyecto Fondecyt N° 1130259 – 2013

PALOMITA RUIZ PINTO

Profesor Guía: Carmen Paz Castro Correa

SANTIAGO - CHILE

2016

*“Por la sonrisa de mi madre,
que vale un millón”*

Rene Pérez.

Agradecimientos

Esta memoria, significa en lo personal, el término de una gran etapa, que no solo se constituye de esta investigación, sino más bien de todo lo que la antecede, en especial, mis años universitarios.

En primera instancia, agradezco a la Prof. Carmen Paz, a ella le debo infinitamente los conocimientos transmitidos, su comprensión y apoyo en todo momento, la oportunidad de ser parte de este proyecto Fondecyt y su consideración en múltiples actividades.

De igual manera quisiera agradecer a todos aquellos que en más de una ocasión me brindaron ayuda o comprensión, sobre todo en circunstancias complejas. Rodrigo Moreno, Joselyn Arriagada, Ignacio Ibarra, Katherine Wyndham, Sebastián Muñoz, Carolina Rodríguez, Paulina Ruz, Ma. Jesús Pérez, Javiera Espinoza, Leonardo Muñoz, entre otros que sin tener la obligación de hacerlo, siempre se mostraron disponibles para colaborar en lo que fuera necesario, sin su ayuda todo hubiera sido más difícil.

A los que fueron mis compañeros en los múltiples desafíos que se presentaron durante la carrera, todos y cada uno de ellos son algún buen momento, anécdota, concejo o aprendizaje que recordar. Especialmente mis amigos Diego Urzúa, Pablo Corvera, Nicole Benavente, Natalia Orellana y Javiera Yáñez, que sin ellos este camino no hubiera sido lo mismo, los trasnoches no hubieran sido tan llevaderos y los terrenos probablemente no hubieran sido tan divertidos.

Javi, mi compañera incondicional, de buenos y luchados momentos, inmensas gracias por la comprensión, el apoyo, las risas, los retos, la confianza, etc. No podría haber tenido mejor copiloto en esta carrera y afortunadamente, en lo que sigue hacia adelante. No sólo nos ha tocado estudiar, sino también crecer juntas y eso le ha dado significado y valor real a las palabras compañerismo y amistad. Gracias por todo.

Finalmente, y no menos importante, la raíz de todo lo que he logrado: mi familia. Mis abuelos, mis tíos, Kimbo, mis padres, mi hermana y su familia, que siempre tuvieron confianza en mí en cada desafío que se presentó y que me han brindado sostén y ayuda durante toda mi vida.

A mi padre, quien tuvo como meta de vida brindarme educación de calidad y fortalecerme para superar cualquier dificultad que se presentara en el camino a cumplir mis sueños. Todos sus esfuerzos y enseñanzas me han permitido ser quien soy y llegar felizmente hasta esta instancia.

Mi adorada madre, mi principal guía en este camino, quien me ha enseñado lo mucho que sé es capaz de luchar cuando es necesario, y que en esos momentos es cuando más se disfruta la sonrisa y el abrazo fraterno. Gracias por nunca fallarme, por confiar y apoyarme en todas mis decisiones y aconsejarme sobre lo que era preciso. Te amo viejita.

Todos y cada uno ha dejado en mí huellas permanentes. Gracias.

Índice de Contenidos

1.	INTRODUCCIÓN.....	12
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3.	ÁREA DE ESTUDIO.....	18
4.	OBJETIVOS.....	22
	4.1. Objetivo General.....	22
	4.2. Objetivos Específicos.....	22
5.	HIPÓTESIS	22
6.	MARCO TEÓRICO	23
	6.1. Amenaza	26
	6.2. Vulnerabilidad.....	28
	6.3. Exposición.....	33
	6.4. Riesgo	34
	6.5. Amenaza Volcánica	37
7.	MARCO METODOLÓGICO	44
	7.1. Realizar un diagnóstico de los componentes sociales, económicos y de infraestructura de la comuna.....	44
	7.1.1. Componentes Sociales	45
	7.1.2. Componentes Económicos	46
	7.1.3. Infraestructura	49
	7.2. Analizar y cartografiar las zonas que están afectadas por amenaza volcánica en Puerto Varas.....	53
	7.3. Evaluar el incremento de la exposición de la población y sus medios de vida a amenaza volcánica	55
	7.4. Evaluar la vulnerabilidad de la población expuesta a la amenaza volcánica.....	57
	7.4.1. Vulnerabilidad Sociodemográfica.....	57
	7.4.2. Vulnerabilidad Socioeconómica	57
	7.4.3. Vulnerabilidad Socioresidencial	59
8.	RESULTADOS	60
	8.1. Diagnóstico de los componentes sociales, económicos y de infraestructura de Puerto Varas.....	60
	8.1.1. Componentes Sociales	60
	8.1.2. Componentes Económicos	73

8.1.3. Componentes de Infraestructura	82
8.2. Analizar y cartografiar las zonas que están afectadas por amenaza volcánica en la comuna.....	90
8.2.1. Volcán Puntiagudo	94
8.2.2. Volcán Tronador	95
8.2.3. Volcán Osorno	98
8.2.4. Volcán Calbuco.....	104
8.3. Incremento de la exposición de la población y sus medios de vida a la amenaza volcánica	117
8.3.1. Evolución urbana de Puerto Varas	117
8.3.2. Exposición Comunal	127
8.3.3. Exposición a volcanes Tronador y Puntiagudo.....	132
8.3.4. Exposición a volcanes Osorno y Calbuco	135
8.4. Evaluar la vulnerabilidad de la población expuesta a la amenaza volcánica.....	154
8.4.1. Vulnerabilidad Sociodemográfica.....	155
8.4.2. Vulnerabilidad Socioeconomica	157
8.4.3. Vulnerabilidad Socioresidencial	161
9. DISCUSIÓN.....	165
10. CONCLUSIÓN	174
11. BIBLIOGRAFÍA.....	178

Índice de figuras

Figura 1: Erupción volcán Calbuco, Febrero de 1961	17
Figura 2: Superficie de la comuna de Puerto Varas	18
Figura 3: Área de estudio, Comuna de Puerto Varas, Región de Los Lagos	19
Figura 4: Ciudad de Puerto Varas, volcán Osorno	21
Figura 5: Evolución de la percepción del riesgo	24
Figura 6: Proceso de construcción del riesgo	35
Figura 7: Procesos internos asociados a distintos casos de volcanismo.....	39
Figura 8: Cálculo del Cociente de Localización.....	47
Figura 9: Densidad de la Comuna de Puerto Varas, por distritos	62
Figura 10: Población y densidad por distritos	64
Figura 11: Población por grupos etarios.....	66
Figura 12: Pirámide Poblacional años 1992 y 2020 (proyección), Comuna de Puerto Varas	67
Figura 13: Niños entre 4 a 5 años, que no asisten a Educación Pre-escolar.....	68
Figura 14: Niños entre 6 a 13 años, que no asisten a Educación Básica.....	69
Figura 15: N° de matrículas en establecimientos municipales y subvencionados, por unidad vecinal.....	70
Figura 16: Último nivel aprobado de enseñanza formal.....	71
Figura 17: Mall Paseo Puerto Varas.....	74
Figura 18: Complejo comercial en ribera de lago Llanquihue	74
Figura 19: N° de Trabajadores y Cociente de Localización por rama económica.....	75
Figura 20: Centro de comercio y servicio en ribera de lago Llanquihue, ciudad de Puerto Varas.....	77
Figura 21: Volcán Osorno y Saltos de Petrohué.....	77
Figura 22: Principales fuentes de empleo.....	78
Figura 23: Empresas según tamaño.....	79
Figura 24: Estratos Socioeconómicos, Comuna de Puerto Varas, Región de los Lagos.....	80
Figura 25: Estratos Socioeconómicos, distrito Puerto Varas	82
Figura 26: Equipamiento de la Comuna de Puerto Varas, Región de los Lagos.....	85
Figura 27: Equipamiento Urbano de la Ciudad de Puerto Varas, Región de los Lagos.....	86
Figura 28: Familias sin Alcantarillado, por unidad vecinal.....	88
Figura 29: Origen del Agua Potable de Puerto Varas.	89
Figura 30: Familias con acceso informal a agua potable, por unidad vecinal.....	89
Figura 31: Volcanes de la comuna de Puerto Varas.....	92
Figura 32: Volcanes de Puerto Varas, vista desde carretera Panamericana	93
Figura 33: Vista superior cono volcán Puntiagudo	94
Figura 34: Perfil de elevación ladera sur, volcán Puntiagudo	95
Figura 35: Vista superior cono volcán Tronador.....	96
Figura 36: Perfil de elevación ladera suroeste, volcán Tronador	97
Figura 37: Vista superior cono volcán Osorno.....	98
Figura 38: Cronología del volcán Osorno	99

Figura 39: Áreas de amenaza de volcán Osorno	101
Figura 40: Perfil de elevación ladera suroeste, volcán Osorno	103
Figura 41: Vista superior cono volcán Calbuco	104
Figura 42: Erupción de volcán Calbuco en 1929	105
Figura 43: Cronología del volcán Calbuco.....	106
Figura 44: Columna eruptiva de volcán Calbuco, 2015	107
Figura 45: Áreas de amenaza de volcán Calbuco.....	110
Figura 46: Perfil de elevación ladera oeste, volcán Calbuco.....	112
Figura 47: Área de amenazas de los volcanes Calbuco y Osorno	115
Figura 48: Plan Regulador Comunal de Puerto Varas, 1990.....	119
Figura 49: Población, vivienda y superficie construida, sector urbano.....	121
Figura 50: Modificación PRC, 2000	122
Figura 51: Evolución del Área Urbana de la ciudad de Puerto Varas	125
Figura 52: Exposición comunal a amenaza volcánica.....	131
Figura 53: Entidad rural en quebrada suroeste de volcán Tronador.....	133
Figura 54: Quebradas noroeste de volcán Tronador, posibles flujos hacia Peulla.....	133
Figura 55: Posibles flujos de lahares en quebradas sur de volcán Puntiaquedo.....	134
Figura 56: Entidad rural en desembocadura de quebrada sur de volcán Puntiaquedo	135
Figura 57: Exposición Local a Amenaza Volcánica	136
Figura 58: Abanico lahárico de volcán Calbuco	139
Figura 59: Exposición a Amenaza Volcánica en la localidad de Ensenada	141
Figura 60: Conjunto habitacional aledaño a ruta CH 225	142
Figura 61: Parcelaciones expuestas a amenaza volcánica	143
Figura 62: Venta de parcelas en ruta CH 225.....	144
Figura 63: Colapso de gimnasio de cuartel policial, Ensenada	147
Figura 64: Colapso de gimnasio de escuela Epson, Ensenada	148
Figura 65: Colapso de techumbre de 7ma. Brigada Vicente Pérez Rosales.....	149
Figura 66: Carretera U-99-V, desde Ensenada con volcán Osorno en el fondo.....	151
Figura 67: Limpieza de ruta CH 225, Ensenada.....	151
Figura 68: Aeródromo Peulla	152
Figura 69: Aeródromo El Mirador	152
Figura 70: Tormenta eléctrica en erupción de volcán Calbuco, 2015	154
Figura 71: Población Dependiente	156
Figura 72: Estratos socioeconómicos vulnerables.....	158
Figura 73: Casas en parcelaciones aledañas a ruta CH 225, Los Riscos.....	158
Figura 74: Vacunos en zona de exclusión, erupción del volcán Calbuco, 2015	159
Figura 75: Educación y Condición Laboral.....	161
Figura 76: Vulnerabilidad socioresidencial.....	162
Figura 77: Materialidad de la techumbre.....	163

Índice de Tablas

Tabla n° 1: Cambios en la consideración de las sociedades de peligrosidad de los fenómenos naturales.....	26
Tabla n° 2: Número de Trabajadores y Cociente de Localización por rama Económica.....	47
Tabla n° 3: Interpretación del Cociente de Localización	47
Tabla n° 4: Matriz de clasificación socio-económica de los hogares de Chile	49
Tabla n° 5: Sistemas de Infraestructura Estratégica	50
Tabla n° 6: Población y densidad por distritos	61
Tabla n° 7: Actividades Económicas de Puerto Varas	73
Tabla n° 8: Número de Trabajadores y Cociente de Localización por rama Económica.....	76
Tabla n° 9: Disponibilidad de Alcantarillado	87
Tabla n° 10: Volcanes con erupciones en el sector Centro Sur de la región Andina, por periodo	90
Tabla n° 11: Áreas que pueden ser afectadas por lavas y/o lahares, volcán Osorno.....	102
Tabla n° 12: Áreas que pueden ser afectadas por lavas y/o lahares, volcán Calbuco	111
Tabla n° 13: Áreas que pueden ser afectadas por lavas y/o lahares, volcanes Osorno y Calbuco.....	116
Tabla n° 14: Cambio en especificaciones de uso de suelo	123
Tabla n° 15: Modificación de índices en Zona C, Enmienda PRC 2011	124
Tabla n° 16: Modificación de índices en Zona H1, Enmienda PRC 2011	124
Tabla n° 17: Áreas con susceptibilidad alta y moderada de riesgo volcánico de la región de Los Lagos	128
Tabla n° 18: Crecimiento poblacional de distritos expuestos, periodo 1992-2002.....	129
Tabla n° 19: Poblados en riesgo, por volcán	129
Tabla n° 20: Catastro de viviendas dañadas en erupción de volcán Calbuco, 2015.....	145
Tabla n° 21: Habitantes con Discapacidad en distritos expuesto.....	155

Resumen

El riesgo de desastre, asociado a procesos sociales y naturales, está determinado tanto por las características de la población que se desarrolla bajo su alero, como por las manifestaciones propias del medio ambiente natural. Esto significa, que el riesgo se compone de la vulnerabilidad de los habitantes y de la amenaza a la cual se encuentran expuestos, en un escenario caracterizado por los procesos inherentes al desarrollo de las ciudades, tales como el crecimiento demográfico, su consecuente expansión territorial, la multifuncionalidad de las ciudades, la exclusión social, la explotación de los recursos, entre otros.

Bajo este contexto, Puerto Varas figura como una comuna que, si bien no ha estado fuera de la tendencia global del incremento de población, ha podido mantenerse como un territorio poco densificado de vocación principalmente turística, caracterizado por la riqueza paisajística, la calidad de vida y la accesibilidad a centros urbanos de mayor jerarquía. Esto ha conllevado un crecimiento demográfico que no se caracteriza por la expansión territorial alrededor del límite urbano, sino más bien por la instalación de habitantes de estratos socioeconómicos medios en torno al eje vial CH 225 y en la localidad de Ensenada. Esta situación, construye un territorio de riesgo creciente que no presentaba la comuna en las erupciones del volcán Calbuco y Osorno previas a 2015.

En este sentido, la presente investigación postula que se ha producido un incremento de la exposición, y en consecuencia, del riesgo en la comuna, el cual se ha desarrollado al alero de la inminente amenaza volcánica que supone la presencia de los cuatro macizos en el sector (Tronador, Puntiagudo, Osorno y Calbuco). A su vez, esta situación estaría caracterizada por una baja vulnerabilidad socioeconómica, pero una creciente y constante exposición de población flotante, la cual es considerada como especialmente susceptible frente a eventos extremos.

Palabras clave: riesgo, amenaza volcánica, vulnerabilidad, exposición, crecimiento demográfico.

Abstract

The disaster risk, associated with social and natural processes, is determinate by the characteristics of the people who live in the area, and the natural environment manifestations. This means that people vulnerability and hazards are elements of risk, including the inherent process of cities development, like demographic increasing, territorial expansion, social exclusion, resource utilization and others.

In this context, Puerto Varas is a district which is not exempt to the global tendency of the population increasing, however, it conserves like a less density city with tourist vocation, characterized by many landscapes, life quality and accessibility to main cities. This has led a demographic increasing not around the urban limit, but rather around CH 225 road and Ensenada village, where people of the middle class are located. This situation constructs an increasing risk territory not seen in eruptions of Calbuco and Osorno volcanos before 2015.

In this sense, this investigation proposes that the exposition, and in in consequence, the risk in the district is increasing, which has developed under the imminent volcanic hazard produced by the four volcanoes in the survey area (Tronador, Puntagudo, Osorno y Calbuco). At the same time, this situation is characterized for a low socio economic vulnerability, but a constant increase of exposition of floating population, who are especially susceptible to this kind of extreme events.

Key words: risk, volcanic hazards, vulnerability, exposition, demographic increasing.

1. INTRODUCCIÓN

Chile es un país de variada riqueza paisajística, donde destacan la Cordillera de la Costa y de los Andes, los cordones montañosos transversales, la depresión intermedia, las planicies litorales, entre muchos otros. Todo este relieve ha sido el resultado de la interacción de diversos procesos naturales endógenos y exógenos, que hasta el día de hoy van modificando el paisaje en el que la raza humana se desenvuelve. Muchos de estos procesos dinámicos propios de la Tierra, se producen cada cientos de años, mientras otros tienen un periodo de retorno menor. El hecho de que algunos de estos fenómenos se manifiesten cada largos periodos de tiempo, y que otros lo hagan casi de manera diaria pero imperceptible, ha conllevado su desestimación al momento de considerarlos dentro de las distintas áreas y dinámicas en las cuales el hombre está inserto.

Puerto Varas, comuna de la Región de Los Lagos, situada al suroeste de la ribera del Lago Llanquihue y en la provincia del mismo nombre, consta de una superficie total de 4.073,1 km², donde 5,37 km² corresponden a la ciudad de Puerto Varas, 2.320,9 km² al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, 159,9 km² a la Reserva Nacional Llanquihue, 482,42 km² al Lago Llanquihue y 1.095 a sectores rurales productivos y costeros (Municipalidad de Puerto Varas, 2012). Indiscutiblemente, la comuna está constituida por paisajes naturales únicos, de gran extensión y preponderancia, que la caracterizan a nivel nacional como un foco turístico y una localidad en la cual se puede residir bajo aceptables índices de calidad de vida (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011). La distribución de sus actividades económicas son: Servicios con un 41% en primer lugar, luego Turismo y Comercio con un 22%, en tercer lugar la Industria con 19% y finalmente la Agricultura y Minería con 18% (Municipalidad de Puerto Varas, 2012). En resumen, la comuna en sí posee numerosos factores a su favor: paisaje atractivo, base económica sustentada en actividades poco contaminantes, buena conectividad con la capital regional (Puerto Montt), baja densidad poblacional (8 habitantes por km² (Municipalidad de Puerto Varas, 2012)), entre otros. En conjunto, suman condiciones de grata estadía que conforman un territorio con potencial para recibir el progresivo crecimiento demográfico que se viene presentado en el país y a nivel global desde las últimas décadas. Puerto Varas, para el año 2002 contaba con 32.912 habitantes, los que para el año 2017 se estiman en 44.192, un crecimiento poblacional de alrededor de un 34% (Municipalidad de Puerto Varas, 2012).

La expansión de los asentamientos humanos, trae consigo no sólo el aumento de la población y sus lugares de residencia, sino también el esparcimiento de sus actividades productivas y lugares de desenvolvimiento, ya sea recreacionales, laborales, cotidianos, etc. Esto implica que junto con el nacimiento de áreas urbanas para alojar nueva población, se originan nuevas zonas destinadas a la satisfacción de las necesidades de ésta; son unidades espaciales que se caracterizan por determinados usos de suelo.

Bajo dicho contexto, el nacimiento de nuevos territorios poblados, y su consecuente exposición a sufrir daños por localizarse en zonas de amenazas “naturales” es una discusión que debiese ser considerada en el ordenamiento territorial. Exposición se entenderá como el contexto social y material representado por las personas y por los recursos, producción, infraestructura, bienes y servicios, que se sitúan dentro del área de influencia directa de un fenómeno o evento físico (Lavell, 2007).

La presente investigación se desarrolló en el marco del proyecto FONDECYT N° 1130259 – 2013, titulado “*Los riesgos como efectos no deseados del desarrollo: hacia la construcción de territorios seguros*”, y buscó, en primera instancia, diagnosticar las características que definen a la comuna actualmente, pudiendo determinar los habitantes que residen en ella y los medios de vida que los sustentan. Posteriormente, se llevó a cabo un estudio de la amenaza volcánica presente en el área, desde el cual se identificó las posibles zonas en las cuales el fenómeno podría manifestarse.

A partir del crecimiento histórico que ha presentado Puerto Varas desde sus inicios, se pretende dilucidar patrones que actualmente estén direccionando nuevos asentamientos y a su vez, diagnosticar la causa de la exposición evidenciada, como podría ser el turismo desarrollado en áreas aledañas a los volcanes. Todo esto, permitirá caracterizar la exposición actual que presenta la comuna dentro de los sectores donde la amenaza volcánica eventualmente podría ocasionar daños.

Finalmente se procedió a identificar la vulnerabilidad de quienes se encuentran en las áreas de peligro.

La expansión territorial que viven muchas ciudades actualmente, debe ser considerada desde todas sus aristas, involucrando tanto los beneficios, como los peligros y consecuencias que ésta conlleva. Siendo un asunto de primordial importancia dentro de la planificación territorial, las políticas públicas y la conciencia colectiva de quienes habitan y visitan el lugar.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Eternamente, el ser humano ha tenido que lidiar con la naturaleza. El asentamiento de grupos humanos ha conllevado la alteración del medio ambiente natural, ya sea para la satisfacción de diferentes necesidades a través de la explotación de recursos, o para el establecimiento en sí de infraestructura habitable.

Esta estrecha y permanente relación entre el hombre y la naturaleza, ha traído consigo beneficios y consecuencias en distintas áreas y escalas. La instalación de centros poblados en sectores donde es probable la manifestación de algún fenómeno natural, ha significado, en numerosas ocasiones la ocurrencia de desastres en las poblaciones, *“acarreamo graves consecuencias para la supervivencia, la dignidad, los medios de vida, (...) y el desarrollo logrado por estos grupos humanos. A esto se suma la vulnerabilidad exacerbada por la evolución de las condiciones demográficas, tecnológicas y socioeconómicas, la urbanización sin plan, el desarrollo en zonas de alto riesgo, el subdesarrollo, la degradación del medio ambiente, el cambio climático, la competencia por los recursos escasos, entre otros”* (Naciones Unidas, 2005:1-2).

En la última década (2005-2015) *“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 a causa de los desastres”* (Naciones Unidas, 2015:3). Si bien, estas cifras han implicado que actualmente la temática de los desastres haya tomado relevancia a escala global, desde el establecimiento de las primeras civilizaciones el hombre ha buscado enfrentar los fenómenos naturales de la mejor forma posible. La investigación del funcionamiento de estos procesos constituyó el principal lineamiento para conocer y manejar lo que hasta la década de 1980 se consideraba como el estudio de los desastres, entendiéndose como sinónimos de eventos naturales extremos, exentos de responsabilidad social (Pinto, 2012). Sin duda, este enfoque contribuyó en gran medida al conocimiento de las amenazas, desarrollando, dentro de lo posible, su predicción y monitoreo.

Entre 1970 y 1980 el enfoque cambia y se orienta en la probabilidad de pérdida que trae consigo una amenaza, basándose en la necesidad de un impacto medible en el entorno físico, social y/o económico para constituir un desastre. No obstante, estos elementos susceptibles a daño se mantienen como agentes pasivos ante lo natural (Pinto, 2012).

La conciencia de que las grandes catástrofes y desastres que ha sufrido la humanidad no son sólo responsabilidad de la naturaleza recién se comienza a distinguir, y por lo tanto a considerar, desde la década de 1980. La manifestación de las amenazas y el exponencial crecimiento poblacional, ha hecho evidente la urgencia de re-estudiar los componentes que engloba un desastre. De esta manera, es como el enfoque que primaba ante la investigación y manejo de estas situaciones toma un fuerte vuelco en dicha década.

Este “nuevo” paradigma, impulsado por autores como Lavell, Cardona y Chardon, visualiza la responsabilidad del hombre en la ocurrencia de los desastres, entendiendo que los aluviones, los sismos, el vulcanismo y muchos otros fenómenos, no son más que procesos naturales del territorio en que habitamos y que pasan a convertirse en amenaza en el momento donde alguna vida humana o alguno de sus medios de vida pudiesen verse afectados. En consecuencia es el hombre, el que al situarse en el área de trabajo de estos procesos naturales, se expone a ser afectado por ellos, generando riesgo para sí mismo.

“La información existente hasta ahora indica que, en todos los países, la exposición de las personas y los bienes ha aumentado con más rapidez de lo que ha disminuido la vulnerabilidad” (Naciones Unidas, 2015:3) y Chile, no es la excepción. Durante la década de 1990 el país aumentó su población alrededor de un 13% (Instituto Nacional de Estadística, 2002), trayendo consigo la expansión urbana para alojar este crecimiento demográfico y la multiplicación de infraestructura para abastecer y sostener a la población en sus diversas y numerosas demandas.

Los patrones de asentamiento que rigen en los territorios, tanto urbanos como rurales, obedecen a diversas dinámicas que pueden estar ligadas a numerosos factores, como el bajo valor del suelo en sectores riesgosos, la alta plusvalía de terrenos ricos en paisajismo, la economía ligada al turismo y la agricultura, entre muchos otros. Las externalidades negativas que caracterizan a las grandes metrópolis, hoy también comienzan a visualizarse en aquellas localidades que se encuentran en periodos de crecimiento y expansión. La búsqueda de lugares habitables que aminoren o que posean menos de estas externalidades ha sido la causante de que un porcentaje no menor de población en las ciudades, se establezca de manera definitiva o transitoria, en territorios cercanos a la naturaleza, pero expuestos a más amenazas. Un ejemplo considerable es La Serena, el desarrollo turístico en el borde costero, asociado a sus condiciones escénicas, climáticas y paisajísticas, ha traído consigo el establecimiento de servicios, instalaciones y grupos humanos (principalmente flotantes) en zonas inundables por tsunamis o anegamiento de lluvias; y que a su vez, son propensas a licuefacción en caso de sismos (Wyndham, 2013).

Pero esa no ha sido la única razón por la cual hoy se registra un alto número de habitantes situados en sectores riesgosos: la periferia de las metrópolis históricamente se ha caracterizado por un bajo valor de suelo a causa de la lejanía al centro y el acceso dificultoso a los servicios, esto se ha materializado en el establecimiento de asentamientos, en muchas ocasiones, precarios e informales, sin regularización alguna, y en sectores propios de la manifestación de fenómenos naturales. Este es el caso de las quebradas, riveras de ríos, etc.

Sumando a todo lo anterior, en el contexto cotidiano de quienes pueblan un territorio, todas las actividades que realiza el hombre en su habitar, en la extracción y manipulación de recursos naturales, en su transporte, etc., involucran en alguna medida la alteración y/o degradación del medio ambiente natural. Estos perjuicios son “asumidos” por el hombre como el daño y/o costo que debe pagar la naturaleza por acoger los asentamientos, el ser

humano no es capaz de visualizar el daño y/o costo que él mismo sufrirá instalándose en estos lugares. Por ejemplo: se sabe que la tala de árboles es un perjuicio para la naturaleza, pero no se asumen las consecuencias que la ladera desforestada podría traer para quienes habitan y trabajan en sus cercanías.

En Chile existen aproximadamente 120 volcanes (Clavero en Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011) que han tenido actividad en los últimos 10.000 años; 62 de ellos presentaron actividad eruptiva en los últimos 500 años. Esta actividad volcánica se debe a que el país se encuentra en el sector sureste del cinturón de Fuego del Pacífico, donde se desarrolla una notable actividad sísmica y volcánica (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011).

Puerto Varas es una comuna caracterizada por su belleza paisajística y arquitectónica, baja densidad poblacional y buena conectividad hacia otros centros poblados de mayor jerarquía (Puerto Montt, capital regional y punto neurálgico de los flujos interregionales (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011)). Su crecimiento a lo largo de los años no ha traído grandes ni visibles consecuencias negativas para el medio ambiente, lo que no la excluye de posibles riesgos. Desde la instalación de la comuna en 1853, sus pobladores han sido testigos de a lo menos dos explosiones freatomagmáticas provenientes del cráter central del volcán Osorno (González-Ferrán, 1995), situado a tan solo 47 km lineales del núcleo urbano, así también han presenciado cinco eventos de fuerte actividad provenientes del volcán Calbuco (Fig. 1), el que se encuentra aún más cercano a la población (19 km) y se ha caracterizado por la manifestación de lahares a consecuencia de sus erupciones. Puerto Varas es una comuna enmarcada en un contexto de riesgo volcánico, con cuatro volcanes dentro de sus límites (Calbuco, Osorno, Puntagüedo y Tronador). La Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, ha calificado dentro de las principales erupciones del siglo XX y XXI, 4 eventos que tuvieron lugar en la comuna:

- Volcán Calbuco: Abril 1917, Enero 1929 y Febrero 1961.
- Volcán Osorno: Abril 1930.

Estos constituyen según la misma institución, un alto riesgo de defunciones y muy alto riesgo de daño para la infraestructura y los sistemas de abastecimientos.

Desde el año 2002 a la actualidad la comuna ha aumentado su número de habitantes en aproximadamente un 25,4% (Instituto Nacional de Estadística, 2013), lo que concuerda con la tendencia global de aumento de la población. Si bien Puerto Varas no es una comuna de alta densidad, se hace necesario evaluar desde un principio, cuál es la tendencia espacial de esta expansión demográfica. Frente a la alta y evidente amenaza volcánica es primordial identificar la exposición que se tiene y que se está construyendo frente a ella, de manera de controlar la probabilidad de ocurrencia de un desastre.

Cabe destacar que durante el transcurso de esta investigación, el 22 de abril de 2015 se produjo una nueva erupción del volcán Calbuco, con pulsos de distintas intensidades y lahares. Para el 1 de mayo, los evacuados a nivel regional eran 6.685, de los cuales 4.900 pertenecían a la localidad Ensenada de Puerto Varas (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, 2015). Esta situación generó la necesidad inmediata de plantear la temática del riesgo volcánico como un asunto urgente a ser abordado tanto por las autoridades gubernamentales en todas sus escalas, como por la población permanente y flotante, que se desenvuelve al alero de cuatro volcanes en una misma comuna.



Figura 1: Erupción volcán Calbuco, Febrero de 1961

Fuente: Sitio web [twitter.com/Josemiguel_ARQ]

3. ÁREA DE ESTUDIO

Puerto Varas, comuna perteneciente a la Región de Los Lagos, ocupa un rango latitudinal que va desde los 40°47'23'' a los 41°26'3'' lat. Sur; y longitudinal desde los 71°49'10'' a los 73°20'44'' long. Oeste. Se sitúa al suroeste de la ribera del Lago Llanquihue (Fig. 3) y en la provincia del mismo nombre, a 20 km de Puerto Montt. En el contexto regional, Puerto Varas constituye el 6,10% de la superficie, mientras que a escala provincial abarca el 27,32% (Instituto Nacional de Estadística, 2002), siendo la comuna de mayor tamaño en la provincia de Llanquihue, y la segunda con más superficie en la región de Los Lagos.

A nivel más local, la comuna consta con un total de 4.073,1 km², de los cuales gran parte pertenece a espacio lacustre correspondiente a los lagos Todos Los Santos (177,6 km²) y Llanquihue (482,42 km²), mientras otra superficie considerable la abarcan zonas protegidas por su valor ecológico, como el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, con 2.320,9 km² y la Reserva Nacional Llanquihue, con 159,9 km². Del área restante, la ciudad de Puerto Varas solo ocupa 5,37 km² y los sectores rurales productivos y costeros 927 km² (Municipalidad de Puerto Varas, 2012) (Fig. 2).

Dados estos antecedentes, la comuna posee una localización geográfica de grandes atributos paisajísticos que le otorgan un importante potencial turístico (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011), donde destacan los volcanes Osorno y Calbuco, además de las ya nombradas masas lacustres, que son de vital importancia para el desarrollo de actividades como la pesca deportiva y recreativa.

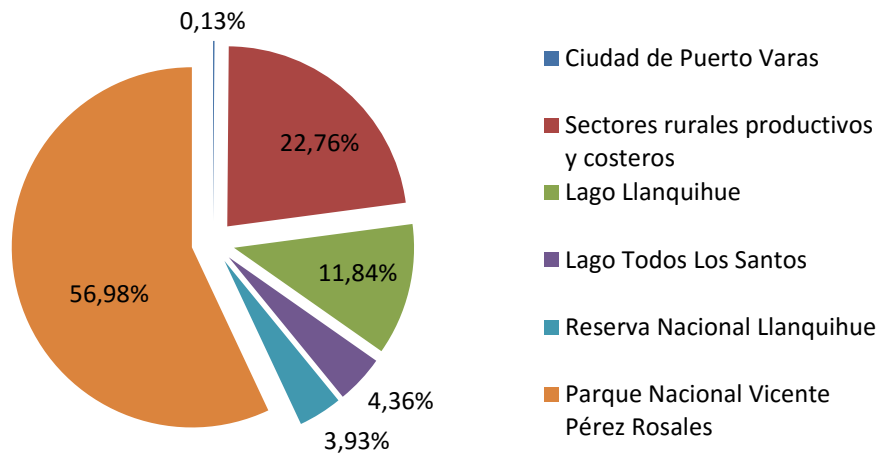


Figura 2: Superficie de la comuna de Puerto Varas

Fuente: Plan de Desarrollo Comunal 2012 - 2017

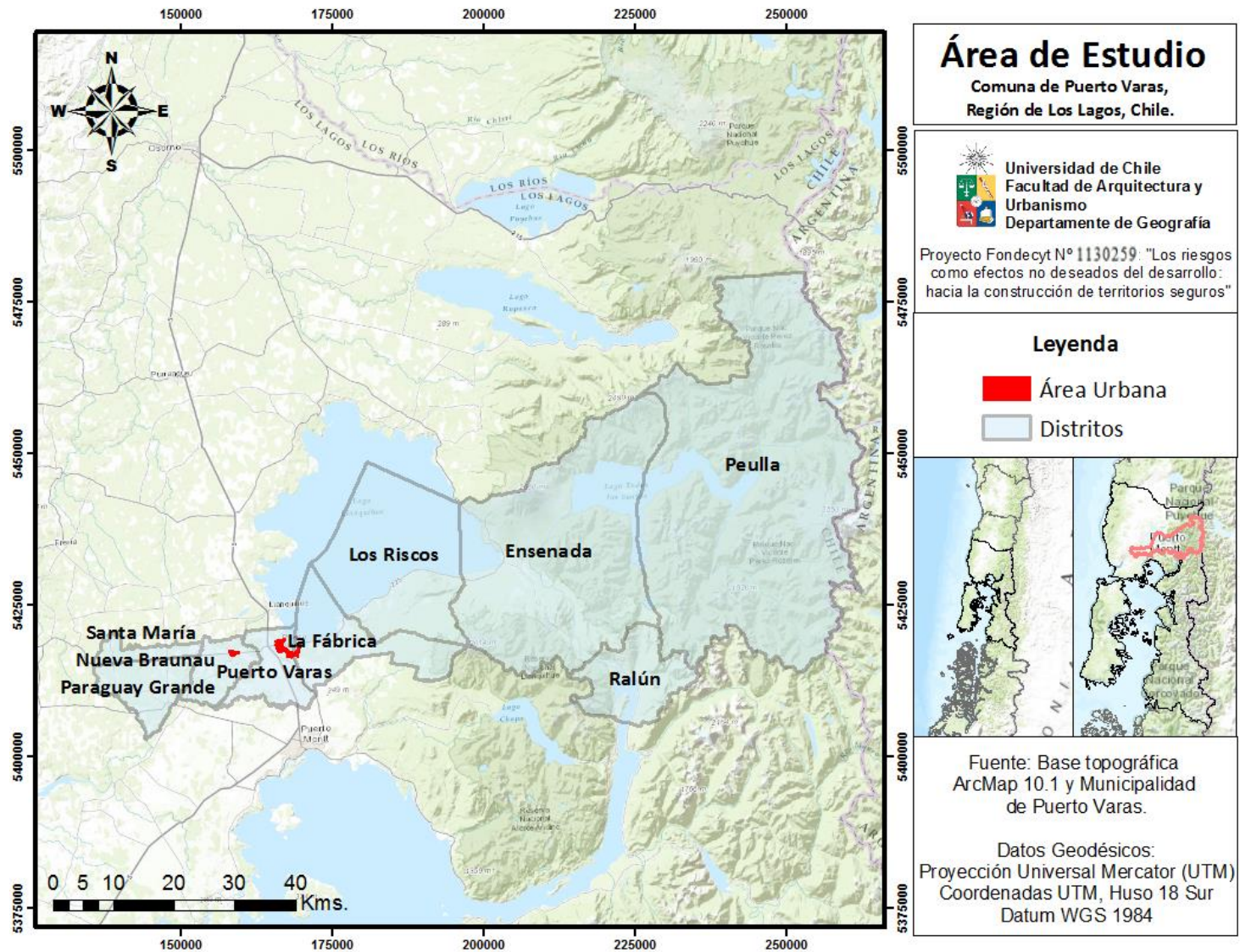


Figura 3: Área de estudio, Comuna de Puerto Varas, Región de Los Lagos

Puerto Varas corresponde a un importante centro de servicios, además de consolidarse como el principal polo de atracción turística de la región, condición favorecida por su amplia oferta hotelera y gastronómica (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011). Tanto en el aspecto económico como en el uso de suelo, dichas características prevalecen: dentro de la distribución de las actividades económicas, el Turismo y el Comercio ocupan el segundo lugar con un 22%, después de los Servicios (41%), finalmente le siguen la Industria, y la Agricultura y Minería, con un 19% y 18% respectivamente. Así mismo, el uso de suelo de la comuna es mayoritariamente bosque nativo adulto, renoval y bosque achaparrado (70,95% del total de la superficie) (Municipalidad de Puerto Varas, 2012), consecuente con la presencia de la reserva y el parque nacional.

El área urbana de la ciudad se encuentra ubicada a partir de la ribera del lago Llanquihue hasta la depresión intermedia, mediante una suave pendiente con una continuidad casi ininterrumpida hasta el límite con la Ruta 5 (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

En lo que respecta a la población de la comuna, los datos del Censo de Población y Vivienda 2002 muestran que la comuna posee 32.912 habitantes, de los cuales el 73,87% se concentra en el sector urbano, específicamente en la ciudad de Puerto Varas, y el 26,13% en sectores rurales. La densidad promedio es de 8 h/km², lo que refleja su amplia extensión y la presencia de vastas áreas de cuidado y conservación de la naturaleza. Es bajo este paisaje natural que la comuna se establece desde 1853, siendo testigo de a lo menos cuatro manifestaciones de sus volcanes cercanos, estos son: Puntiaugudo, Tronador, Osorno (Fig. 4), y Calbuco. Si bien, se sabe que las erupciones volcánicas en general tienen periodos de retorno que pueden ser desde decenas hasta millones de años, la alta concentración de estos evidencia la presencia de un punto calórico bajo la región, o más bien refleja la localización del país sobre el denominado “Cinturón de fuego del Pacífico”. Chile está situado a unos pocos kilómetros y de forma paralela a lo largo de la fosa de subducción entre las placas Nazca y Sudamericana, zona identificada como la fuente generadora de los característicos fenómenos sísmicos y volcánicos del país. Si bien la distribución de estos es heterogénea a lo largo del territorio, la comuna de Puerto Varas destaca no tan sólo por poseer cuatro volcanes dentro de su límite, sino también por su cercanía a ellos (Calbuco es el más próximo, situándose a solo 19 km).

Las amenazas sísmica y volcánica guardan estrecha relación, no solo porque para Chile ambas poseen el mismo mecanismo generador, sino también porque la ocurrencia de uno de estos fenómenos puede derivar en la activación del otro. Es decir, la actividad volcánica ha evidenciado en múltiples casos manifestarse a través de movimientos telúricos con anterioridad a la emisión de gases, cenizas o lava. Por otro lado los sismos pueden generar compresión y descompresión en las cámaras magmáticas, provocando agitación y burbujas que podrían derivar en actividad volcánica (Nakada, 2013).

Puerto Varas es una comuna con una alta concentración de amenaza volcánica, sus suelos, formados por depósitos aluviales, coluviales, remociones en masa, morrénicos, avalanchas volcánicas, entre otros (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2003), evidencian que dichos procesos naturales suceden y han construido el paisaje actual desde miles de millones de años atrás, lo cual no descarta que se manifiesten en la actualidad, pero esta vez materializados como amenaza, dada la presencia de asentamientos humanos en estas áreas de riesgo.



Figura 4: Ciudad de Puerto Varas, volcán Osorno

Fuente: Sitio web [www.casaazul.net]

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Realizar un estudio del incremento de la exposición al riesgo volcánico en la comuna de Puerto Varas, Región de los Lagos, Chile.

4.2. Objetivos Específicos

4.2.1._Realizar un diagnóstico de los componentes sociales, económicos y de infraestructura de la comuna.

4.2.2._Analizar y cartografiar las zonas que están afectadas por amenaza volcánica en la comuna.

4.2.3_Evaluar el incremento de la exposición de la población y sus medios de vida a la amenaza volcánica.

4.2.4._Evaluar la vulnerabilidad de la población expuesta a la amenaza volcánica.

5. HIPÓTESIS

El crecimiento demográfico y consecuente expansión territorial que evidencia la gran mayoría del país desde la década de 1990, ha derivado en el nacimiento de nuevos sistemas interurbanos, como sucede con las comunas de Puerto Varas y Puerto Montt. Sin embargo, el atractivo turístico que caracteriza a la primera, ha generado una tendencia al establecimiento de población de ingresos medios en sectores aledaños a los volcanes activos de la zona. Esta disposición, que va en aumento, trae consigo el consecuente incremento del riesgo, el cual, no estaría influenciado por la pobreza u otras condiciones de vulnerabilidad, sino más bien, por la acrecentada exposición a la amenaza volcánica.

6. MARCO TEÓRICO

A lo largo de la historia la relación entre el ser humano y la naturaleza se ha visto determinada por la utilización de recursos del hombre sobre el medio ambiente con el fin de satisfacer sus distintas necesidades. Estas van desde alimento, abrigo, vivienda, etc. y en un principio solo consistían en lo que hoy denominamos “necesidades básicas”. Las grandes civilizaciones se caracterizaron por establecerse en cercanías de ríos, que les permitían un fácil acceso al elemento más vital: el agua y el alimento generado gracias a ella. Dada la poca cantidad de habitantes y la gran oferta de recursos por parte de la naturaleza, su explotación tenía un ritmo equilibrado que permitía al medio ambiente regenerarse a la vez que iba siendo “consumido”, de esta manera, la presencia del hombre no significaba una huella negativa e irreversible para la naturaleza.

Los grupos humanos parecían haber logrado desarrollar estrategias de subsistencia y adaptación a su entorno, caracterizadas por un apenas perceptible impacto en las dinámicas del territorio circundante (Linayo, 2012). En la mayor parte del tiempo esta relación se mantuvo en armonía y frente a la generación de grandes desastres, como la erupción del monte Vesubio, que devastó la ciudad de Pompeya, el hombre buscó explicaciones divinas e interpretó estos eventos como manifestaciones de los dioses que los castigaban por sus malas prácticas en el territorio o sus faltas de sacrificios y/o alabanzas hacia este. Si bien, la divinización no garantizaba la no ocurrencia de desastres, sí legitimaba un conjunto de prácticas socialmente preestablecidas y aceptadas, que al ser cumplidas lograban evitar que acciones y decisiones humanas despertaran las ira de los dioses (Herzer, 1990; Linayo, 2012; Martínez, 2009; Maskrey & Romero, 1993).

Con el paso de los siglos, como lo muestra la Fig. 5, la evolución del hombre le permitió verse a sí mismo como el único ser dotado de raciocinio, con la capacidad de dominar sobre la naturaleza. Los griegos la consideraron como objeto de investigación, una naturaleza no sometida a caprichos divinos, sino que a leyes que la vuelven previsible. En concordancia con esto, las culturas posteriores, tales como el Judaísmo, Cristianismo e Islamismo, diferenciaron la exterioridad del hombre con respecto al mundo del Creador, y en la Tierra se autodenominaron como los designados por Él para ejercer un papel especial (Linayo, 2012). Esta visión (Naturalismo) ha desligado al ser humano de la responsabilidad de la ocurrencia de los desastres, definiéndolos como “problemas naturales” que necesitan de algún nivel de gestión humana, pero que provenían de la voluntad de actores supraterrrenales.

Esta concepción ha ido evolucionando hasta el día de hoy, y si bien en la actualidad la ciencia ha permitido aclarar que los desastres naturales tienen explicaciones físicas y no divinas, el hombre continúa desligado de responsabilidad en la ocurrencia y producción de estos, ignorando que las prácticas cada vez más audaces de ocupación del territorio y los nuevos modelos de desarrollo depredadores del medio han elevado la propensión a sufrir desastres (Linayo, 2012), o más bien han elevado el Riesgo de Desastre.



Figura 5: Evolución de la percepción del riesgo

Fuente: Elaboración en base a Linayo et. al., 2012

Los eventos naturales considerados como dañinos, ocurren bajo un contexto dentro del cual, se combinan condiciones de peligrosidad fundadas por la presencia humana y la acción de eventos extremos, a esto se le denomina Riesgo. En un principio y en correlación con la historia antes descrita, el ser humano ha intentado controlar el riesgo a través del estudio de la naturaleza y sus manifestaciones nocivas para el hombre. Las ciencias básicas, físicas o duras se han encargado de investigar fenómenos físicos que pueden convertirse en amenazas, postulando que cualquier evento extremo es sinónimo de un desastre (Herzer, 1990; Martínez, 2009; Maskrey, 1998 en Pinto, 2012). Posteriormente las ciencias aplicadas se centraron en el impacto medible que se producía en el entorno físico construido, en la sociedad o en la economía una vez concretizada la amenaza, trabajando en mejorar las estructuras para hacerlas resistentes a los daños (Antropocentrismo en Fig. 5). Un ejemplo de esto es la elaboración de las distintas normas sísmicas que condicionaron la forma de construcción de las edificaciones, entre otras medidas. Si bien, este enfoque refleja que el hombre decide hacer algo al respecto, se sigue considerando *“que las sociedades se tornan riesgosas a partir de que sus estructuras (sociales y materiales) se encuentran localizadas en zonas con una alta presencia de amenazas. El elemento físico-natural juega un papel dominante en esta concepción y es el elemento activo. La sociedad, por su parte, es un elemento pasivo frente a lo natural”* (Mansilla, 2000 en Pinto, 2012:14).

A partir de 1980, dentro del estudio del riesgo se comenzó a vislumbrar la posible responsabilidad que tenía la sociedad frente a la ocurrencia de desastres (Briones, 2008; Martínez, 2009), así como también, qué características de ella determinan el nivel de daño que se podría producir a partir de una amenaza determinada. Desde ese momento, la vulnerabilidad de los individuos comenzó a tener mayor relevancia y una connotación más social que sus anteriores percepciones, donde era considerada como un factor físico, propio de las estructuras (Adger, 2006). Sanahuja (1999) llamó a esto *“el modelo conceptual propio del riesgo”*, definiéndolo como producto de la amenaza y la vulnerabilidad. Es aquí donde se considera la *“sociedad como elemento activo y, por ello, responsable en la formación de riesgos, a través de procesos económicos, sociales, políticos y ambientales propios de ella”* (Pinto, 2012:14).

Como muestra la Tabla n° 1, en los últimos 35 años la concepción del riesgo ha cambiado su paradigma en conjunto con las políticas que se han adoptado para manejarlo, evolucionando desde medidas curativas, a una conciencia ambiental basada en el ordenamiento territorial y en la combinación de medidas tanto curativas como preventivas.

Tabla n° 1: Cambios en la consideración de las sociedades de peligrosidad de los fenómenos naturales

Periodo	Actitud social ante el riesgo	Políticas ante los desastres naturales
Hasta los años 60	- Respeto al medio y sus dinámicas - Adaptación del hombre y sus actividades a las condiciones de la naturaleza	- Medidas curativas post desastre
Años 60 y 70	- Ruptura de la dinámica natural por parte del hombre - Actitud de superioridad del hombre frente a la naturaleza	- Medidas curativas pre y post desastre
Años 80 en adelante	- Reconocimiento del deterioro ambiental causado por el hombre - Llamamiento desde la racionalidad científica a la adopción de medidas de reducción de desastres compatibles con el medio - Adopción de medidas de ordenación racional de usos del territorio	- Medidas preventivas - Sistemas de alerta temprana - Orientación racional del territorio - Medidas curativas post desastre

Fuente: Francisco Ayala - Carcedo en Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011

La evolución histórica del concepto y su comprensión ha derivado en que actualmente se identifiquen y estudien al menos tres componentes principales, que se desagregan en múltiples factores. Todos ellos se interrelacionan de manera transversal e inter-escalar conformando distintos niveles de riesgo. A continuación se detallará sobre estos eslabones conocidos como Amenaza, Exposición y Vulnerabilidad, para finalmente comprender el Riesgo, como un constructo social dinámico que se basa en estos pilares.

6.1. Amenaza

La amenaza, al igual que todos los factores que componen el peligro de desastre, ha ido progresando en su concepción. Como se dijo anteriormente, primero tuvo un carácter netamente divino e inesperado, como algo que solo puede ser evitable a través de la oración, el sacrificio y el buen comportamiento humano para con la naturaleza. Posteriormente, la explicación se vuelve científica y el origen se considera natural, pero mantiene la característica de imprevisto y a su vez inevitable. El ser humano se localiza cerca de ella, sin embargo no puede hacer nada para evitarla, la sociedad adquiere un papel impotente, víctima de los desastres que origina la naturaleza (Martínez, 2009).

La noción de amenaza se ha ido perfeccionando en los últimos años y variados autores han hecho aportes al respecto. En la actualidad la definición básica que se maneja hace referencia a la “*probabilidad de la ocurrencia en un espacio y tiempo determinado de uno o varios fenómenos físicos peligrosos que pueden contribuir en la concreción de daños y pérdidas de tal monto e impacto que la sociedad entra en una condición de desastre*” (Lavell, 2007:9). Es importante destacar ciertos aspectos relevantes dentro de esta concepción: la amenaza se considera como una probabilidad, lo que indica que no es un hecho certero que ésta se

concreto y que por lo tanto, genere un desastre. Habiendo un escenario dado con factores propios que lo caracterizan, pueden haber distintos resultados posibles a partir de la interacción de estos factores, dentro de los cuales hay un escenario que es “favorable” en el sentido de que es el resultado deseado (Ebdon, 1982): la no ocurrencia de fenómenos físicos desastrosos. Esto se puede ejemplificar con variados casos como la simple localización de asentamientos humanos en áreas costeras: se tiene el escenario dado de lugares sin mucha pendiente, con presencia de mar, fuente laboral y alimentaria accesible; es decir, un escenario donde interactúan distintos factores que se engloban en los modos de vida del ser humano y las características de la naturaleza del lugar. Cuando interactúan estas variantes se obtienen distintos resultados, los que en su mayoría son provechosos para los seres humanos, mientras que el resultado desfavorable sería que la naturaleza alterara de algún modo esta relación aparentemente equilibrada, generando disturbio en la cotidianidad de los individuos (Briones, 2008).

Así como se define una amenaza como probabilidad y sus posibles resultados, se hace necesario destacar que lo que se considera como resultado “favorable” dentro de la interacción del hombre con el medio ambiente, depende de quién hace esta evaluación probabilística: la sociedad. Dada la definición, los posibles daños o pérdidas que podría generar una amenaza son a los seres humanos y sus medios de vida; por lo tanto, si hay la posibilidad de que un evento físico extremo ocurra dentro de un perímetro no habitado, esto no se concibe como amenaza, ya que nadie vería afectada su cotidianidad. El domingo 17 de noviembre del año 2013, a 680 km al noroeste de la base Prat en la Antártica se registró por la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI) un terremoto de 7.8° en la escala de Richter. Dada la lejanía a centros poblados, el terremoto no fue considerado como una amenaza. De esto se desprende que la definición de “amenaza”, y en consecuencia, de riesgo, deriva de la percepción humana, no es una característica propia de la naturaleza (Chardon, 2002; Lavell, 2007; Maskrey & Romero, 1993).

Hay distintos tipos de amenazas, las cuales, como también dice la definición, pueden actuar de forma individual o conjunta. Estos tipos de amenaza son:

- Natural: están asociadas a las dinámicas propias de los procesos de transformación y modificación de la Tierra y el ambiente (Cardona, 1993; Lavell, 2007; Wilches Chaux, 1993). Se hacen evidentes cuando elementos de la sociedad están situados en el área de influencia de un determinado fenómeno. Dada su relación con los procesos naturales, estas amenazas se clasifican en función de su dinámica de origen, como geológica, atmosférica, etc.
- Socio-Natural: son el resultado de la interacción de las prácticas sociales con el ambiente natural, es decir, su existencia, intensidad y recurrencia se debe a procesos de degradación, transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas. A través de ellos los procesos de conversión de los recursos naturales

son convertidos en amenazas (Lavell, 2007). Entre ellos se encuentran la deforestación, el efecto invernadero, etc.

- Antropogénicas: son producto directo y unilateral de la actividad humana (Cardona, 1993; Lavell, 2007), hay autores que también las denominan amenazas tecnológicas y tienen que ver con la poca o nula regularización de los procesos productivos del hombre y su relación con el ámbito industrial, pueden ser derrames de sustancias tóxicas, la contaminación, fallas de infraestructura, entre otras.

Como se ha dicho anteriormente, antes de la década de 1990, el estudio del riesgo, se centró en la investigación de la amenaza. Esto ha permitido que en la actualidad el conocimiento sobre estos eventos sea bastante amplio y preciso, si bien hay fenómenos como los terremotos que no se pueden predecir, la ciencia ha logrado avanzar bastante en el conocimiento de ellos, ya sea en sus consecuencias, comportamiento, etc.

La investigación sobre diversas amenazas ha permitido en algunas, predecir o estimar su comportamiento a través del estudio (para un territorio determinado) de distintos factores: identificar elementos expuestos; verificar la existencia de eventos que han ocurrido en el pasado, ya sea mediante el registro histórico (escrituras bíblicas, libros de colonos, registro oral, etc.) o evidencia que pueda haber quedado establecida en el territorio (estratos de suelo, dendrocronología, fósiles, etc.); la intensidad, característica, extensión y ubicación geográfica que han tenido estos eventos pasados; periodo de retorno, correspondiente al tiempo “promedio” entre fenómenos físicos con características similares en una misma región (Cardona, 1993); estudio del mecanismo generador y monitoreo del sistema perturbador de la amenaza; y finalmente considerar la existencia de razones o argumentos técnico-científicos para creer que ocurrirá o se verificará un fenómeno esperado en un tiempo determinado. En resumen, la medición de una amenaza, para un territorio específico se realiza combinando el análisis probabilístico con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora (Aneas de Castro, 2000; Cardona, 1993).

Una amenaza, no necesariamente se presenta aislada, en la mayoría de los casos se produce de forma interrelacionada, presentando sinergia y concatenaciones multi-amenaza (Lavell, 2007), es decir un evento en particular puede desencadenar una serie de otros eventos físicos dañinos progresivos que se presentan en cadena. Esta característica se traduce en una dilución de la línea que separa las amenazas naturales, socio-naturales y antropogénicas o llega a provocar que en todo caso, tenga poca validez la diferenciación absoluta entre estas tipologías bajo la realidad compleja de las condiciones de riesgo y desastre (Lavell, 2007).

6.2. Vulnerabilidad

Otro componente que Sanahuaja definió como productor del riesgo es la vulnerabilidad. El origen etimológico del concepto es el latín y corresponde a la unión de tres palabras: el sustantivo *vulnus* que quiere decir “herida”; *abilis* que significa “que puede” y finalmente el

sufijo *dad* que indica “cualidad”. En resumen se puede interpretar como la cualidad de poder ser herido. Esta es una condición aplicable a muchas áreas de las ciencias, ya sean sociales o físicas, como algunos las dividen. Es por esto que muchos autores, con distintas perspectivas han trabajado en elaborar definiciones de ella, pero muy difícilmente éstas pueden ser aplicables a otras disciplinas más que dentro de las cuales fueron desarrolladas. Incluso dentro de un mismo ámbito podemos encontrar subdivisiones de vulnerabilidad, que a su vez se componen de distintos factores.

Sin dejar de considerar lo complejo que es el término vulnerabilidad, dentro de la temática del riesgo, ésta es abordada como un “*factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que se manifieste un fenómeno peligroso de origen natural, socio natural o antropogénico*” (Lavell, 2007:32). Es decir, frente a la ocurrencia o posibilidad de ocurrencia de un evento extremo, los elementos situados en su área de manifestación poseen características de distinta índole que los hacen más o menos susceptibles a sufrir daño una vez ocurrida la amenaza, es por esto que se dice que la vulnerabilidad determina el carácter selectivo de los efectos del evento, en otras palabras, podríamos decir que en gran medida, establece el nivel de desastre que puede dejar un evento extremo.

La vulnerabilidad es delimitada para cada tipo de amenaza y territorio, lo que a su vez la hace más compleja; nace y/o se condiciona por las características y procesos que resultan de la interacción de los factores físicos, sociales, económicos y medioambientales (Chardon, 2008; Lavell, 2007; Wilches Chau, 1993) del lugar en específico. Por lo tanto, es una condición dinámica que se va construyendo con la historia, pero que tiene la ventaja de ser manejable. Por esto, dentro de su definición la vulnerabilidad es considerada un factor interno del riesgo, que es propio del ser humano. Las amenazas son los factores externos, el hombre no puede hacer mucho para manejarlas, no así la vulnerabilidad, que va siendo construida por la propia sociedad que la padece, relacionando sus factores socioeconómicos, técnicos, políticos, institucionales y funcionales. Como observó Chardon (2002): es una condición que está presente antes, durante y después de la ocurrencia del evento extremo.

Las personas, sus medios de vida, recursos, infraestructura, servicios, modos productivos, entre otros, son “elementos” que se desarrollan y relacionan bajo un marco político, económico, cultural y ambiental que se establece en función de las decisiones gubernamentales, los objetivos del país, y las tendencias globales, por lo tanto es un escenario “dado”, que puede variar mucho dependiendo del territorio, pero que es difícil de modificar (Chardon, 2002).

Por otro lado, cada ser humano está inserto y se desenvuelve bajo un perfil propio, ceñido por la condición socioeconómica y el medio ambiente construido que lo rodea. Son aspectos menos rígidos que el contexto nacional y pueden ser manejados por el hombre.

Finalmente, cada ser humano tiene una capacidad distinta de acceso a los recursos, la cual está determinada por aspectos sociales, el capital financiero y la información disponible, la institucionalidad y el medio ambiente.

Estos contextos establecidos y a la vez más o menos manejables, se relacionan entre ellos de manera interdependiente, entre distintas escalas temporales y espaciales (Briones, 2008; Turner *et. al.*, 2003 en Adger, 2006). Sumados a la capacidad adaptativa y a la percepción personal del riesgo, dan como resultado la vulnerabilidad del hombre para una amenaza y territorio determinado (Hufschmidt, 2011).

Como se dijo anteriormente, ser susceptible a un daño, es decir, ser vulnerable, es una característica dinámica, que se va construyendo y se modifica en el tiempo; es por esto que no hay que olvidar el factor tiempo dentro de la conformación del concepto: no sólo el marco y el perfil van cambiando en los periodos; dependiendo del grado de vulnerabilidad, la propia crisis (manifestación de la amenaza) puede alterar el perfil, los recursos disponibles y en general las condiciones de encuadre (Hufschmidt, 2011), por lo tanto la susceptibilidad al daño se presenta antes, durante y después del evento extremo, pero puede ser distinta en cada una de estas etapas.

De manera más específica, Wisner *et. al.*, (2004 en Hufschmidt, 2011) agrupa los elementos genéricos de la vulnerabilidad en:

- Condiciones de bienestar existente: se limitan a las características más particulares del ser humano, incluye la salud (física y mental), alimentación, calidad de vida, sentido de seguridad e identidad, entre otros.
- La resiliencia de las bases de la existencia social y económica: hace referencia a lo que sostiene el acceso a los recursos por parte del individuo, contempla el capital o financiamiento que manejan las personas, sus posesiones materiales, su nivel de desarrollo humano, el capital natural (recursos naturales que apropian), estabilidad laboral (resiliencia de las relaciones entre personas y su empleo), la resiliencia de las relaciones entre el patrimonio de las personas y sus flujos de ingresos.
- La autoprotección: corresponde a todo lo que nos pueda servir de colchón al momento de una crisis; son, entre otros, los niveles de ingreso individual o familiar y sus excedentes para garantizar la seguridad ambiental, financiera, etc., la disponibilidad de materiales adecuados y los conocimientos técnicos necesarios para la construcción, y la disposición personal de tomar los pasos necesarios para autoprotgerse.
- La protección social: está relacionado con el elemento anterior, pero a una escala no tan personal, más regional. Esto puede ser el grado en que gobiernos u otras instancias velan por la seguridad de las personas y sus bases de existencia, la efectividad de

normas y controles económicamente fuertes y socialmente comprometidos, entre otros.

- Sociedad civil y ambientes e instituciones participativos: son las condiciones de una sociedad para relacionarse y generar buenos planes y gestiones. Incluyen, entre otros, el capital social y político de personas, el grado de apertura de los procesos políticos en un país, los niveles de discriminación ínter grupo, los niveles de los derechos de género y de la mujer, redes e instituciones y sus capacidades de operar libremente, grado de libertad de la prensa, etc.

En resumen, son estos componentes los que dan a la vulnerabilidad su carácter de factor interno. Condiciones propias del hombre y de la sociedad que al ser intervenidos, ya sea de forma específica o en combinación, pueden hacer manejable la vulnerabilidad, y en consecuencia, el riesgo (Lavell, 2007).

Los seres humanos, a partir de todo lo que se ha expuesto anteriormente, pueden ser susceptibles a distintos daños, en diferentes sentidos. Primeramente pueden sufrir el deterioro físico de sí mismos, lo que se llama vulnerabilidad social y considera la muerte o enfermedad, que a su vez puede ser visto desde el punto de vista individual o colectivo.

Otro tipo es la vulnerabilidad física, entendida como la susceptibilidad a pérdidas o daños en los elementos “satisfactoros” de las vidas materiales y/o espirituales del hombre (Lavell, 2007), hace referencia a los componentes más concretos que permiten el desarrollo de la sociedad, estos son la infraestructura, los medios de comunicación y las vías de transporte, etc.

Actualmente también se considera la vulnerabilidad económica, y que toma mucha relevancia en un planeta globalizado donde la mayoría de los países gozan de variados tratados de libre comercio. Corresponde netamente a la pérdida de capital a través del daño sufrido, en distintas etapas de los procesos productivos, además del dinero que debe ser invertido durante la emergencia y en la posterior recuperación y/o reconstrucción (Wilches Chaux, 1993; Yamin *et. al.*, 2013).

Hay ocasiones en las que también se hace necesario considerar la vulnerabilidad por rezago. Ésta agrupa aquellas estructuras que ya han sido afectadas por alguna amenaza y que no han sido restauradas y/o mejoradas para resistir a otro evento extremo. Así también considera aquellas viviendas o edificaciones construidas antes de la existencia de un código de construcción establecido para resistir perturbaciones.

A lo largo de la historia, las definiciones del riesgo y las de sus componentes han ido cambiando, los paradigmas han jugado un papel fundamental en la toma de decisiones a la hora de gestionar el riesgo. La resiliencia es un concepto relativamente nuevo y que distintos

autores han discutido, respecto de incluirlo dentro de la vulnerabilidad o si considerarlo independiente de esta, sin desmerecer la gran relación que evidencian ambos términos.

Resiliencia se refiere a la capacidad de absorber pérdidas y recuperarse (Chardon, 2008; Kelman & Weichselgartner, 2014; Naciones Unidas, 2013), puede ser evaluada por la “*magnitud de un disturbio que un sistema puede absorber sin que su estructura fundamental se altere*” (Hufschmidt, 2011:626). Esto implica, que las variables de dicho sistema pueden cambiar o alterarse frente a una amenaza concretada, pero de todas maneras pueden seguir ejerciendo sus funciones primordiales. Para que esto se cumpla, el sistema debe contar con variables flexibles y/o diversas, que sean capaces de absorber el disturbio propio de la amenaza o que puedan ser reemplazadas rápidamente por otras opciones que se tengan a mano y que agilicen el proceso de respuesta y recuperación del sistema frente al evento extremo (Kelman & Weichselgartner, 2014).

Esta condición está intrínsecamente relacionada con la vulnerabilidad desde el punto de vista de que ambas se dan a partir de los procesos sociales de diversas escalas espaciales y temporales (Adger, 2006; Kelman & Weichselgartner, 2014). Si una comunidad vive en un contexto y posee características que la hacen vulnerable, susceptible a sufrir daños si se manifiesta una amenaza ya que no tiene las condiciones para resistir, difícilmente podrá salir adelante de manera rápida y eficaz una vez ocurrido un desastre.

La economía es un claro ejemplo de esta relación: los países “desarrollados”, que cuentan con una base económica fundada en grandes negocios mundiales, podrían ser más resilientes a los desastres que aquellos países donde gran porcentaje de su economía se basa en la mono producción y/o en pequeñas y medianas empresas. En el primer caso, los negocios cuentan con instalaciones diversificadas, operaciones en varios países y regiones y una buena cobertura de seguros. Por el contrario, en el resto de los otros países, abundan los productores del sector informal, las pequeñas y medianas empresas se localizan en zonas peligrosas y es menos probable que hayan invertido en planes de protección y de reducción del riesgo, por lo tanto, son menos resilientes (Naciones Unidas, 2013).

Otros aspectos importantes, aparte de la economía, son el transporte, las telecomunicaciones y la misma gobernanza, entre otros. Si hay una gobernabilidad débil, se hará muy complejo poder controlar los procesos que conllevan la reacción al desastre y posterior recuperación (Adger, 2006). Así mismo la falta de alternativas en las comunicaciones y en el sistema vial, complejizan la situación de emergencia. Chile, cuenta con una sola carretera que conecta de forma rápida y efectiva la mayoría del territorio nacional (Panamericana); para el terremoto que sacudió la zona centro-sur del país el año 2010, se evidenció que si esta carretera se ve afectada en su estructura, se pierde comunicación y conectividad terrestre con las regiones afectadas.

Como lo definió Sanahuaja (1999) y como también lo han propuesto y confirmado otros autores (Cardona, 1993; Chardon, 2008; Lavell, 2007), el riesgo es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, pero ¿qué es lo que explícitamente une estos conceptos?

6.3. Exposición

La vulnerabilidad de un sistema se confirma o se hace evidente al momento del desastre. Su manera de evaluarla es para un momento, territorio y amenaza específicos, es decir, se evalúa en función del contexto en el cual el sistema se está exponiendo. La vulnerabilidad de una comunidad establecida en el borde costero, no es la misma que para una ubicada hacia el interior.

Numerosos autores han hecho sus propias teorías respecto de considerar o no la exposición como parte de la vulnerabilidad. En 1979, un grupo de expertos definió el Riesgo Total como el producto de las pérdidas y daños debidos a la ocurrencia de un evento desastroso (Riesgo Específico) y por los elementos bajo riesgo (Exposición) (Cardona, 1993). Esto se sintetizó en la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo Total} = (\text{Exposición}) * (\text{R. Específico})$$

Esto a su vez se puede desglosar en:

$$\text{Riesgo Total} = (\text{Exp.}) * (\text{R. Específico}) = (\mathbf{Exp.})(\mathbf{Amenaza * Vulnerabilidad})$$

Para el año 1985 la fórmula se mantuvo, pero se le eliminó el elemento Exposición por considerarlo implícito en la Vulnerabilidad (Cardona, 1993).

En la actualidad, el paradigma que se maneja indica lo contrario. La relevancia de la exposición toma validez cuando se aplica a la amenaza (sin desligarla completamente de la vulnerabilidad), esto se explica porque una no puede existir sin la otra: si no hay un sistema, sea vulnerable o no, que se exponga a un evento extremo, éste último no puede ser considerado como amenaza. Un claro ejemplo de esto es Chile: a lo largo de la historia, el país ha logrado disminuir las pérdidas humanas frente a la ocurrencia de eventos extremos, pero a su vez, han aumentado las pérdidas en infraestructura. Esto nos indica una disminución de la vulnerabilidad, pero un aumento de la exposición a las amenazas.

Exposición, concretamente corresponde a una precondition para una situación de amenaza (Adger, 2006; Hufschmidt, 2011), es decir “*el contexto social y material representado por las personas y por los recursos, producción, infraestructura, bienes y servicios, que se encuentran dentro del área de influencia directa de un fenómeno o evento físico*” (Lavell, 2007:32).

Estos elementos expuestos, dentro del contexto de la emergencia, pueden agruparse en Instalaciones Críticas, tales como hospitales, establecimientos educacionales, bomberos, etc., o en Instalaciones Estratégicas, relacionadas con los servicios energéticos, de telecomunicaciones, entre otros. Si estos elementos se sitúan en territorios peligrosos, la

recuperación de la sociedad que hace uso de ellos se hace más lenta y compleja (Chardon, 2002). Además, lógicamente también se expone infraestructura de uso más particular, como los hogares de la población y sus lugares de trabajo, pero son las instalaciones críticas y estratégicas las que toman mayor relevancia a la hora de contraponerse al desastre y poder manejar la emergencia.

La exposición, puede ser entendida como “*estar en la línea de fuego de un evento físico que es posible que suceda según estudios científicos*” (Lavell, 2011). Esto se estudia mediante la determinación de la localización geográfica y de las características de cada elemento expuesto, también es necesario disponer de información relacionada con su valoración económica, su eventual ocupación humana y sus características de interacción socioeconómica (Yamin *et. al.*, 2013).

Dado que en síntesis el riesgo y sus componentes son el resultado de la relación del hombre con la naturaleza, la exposición también debe ser interpretada de esta manera, y así lo ha evidenciado la historia de la humanidad, sobre todo en las últimas décadas. El desarrollo de nuevas tecnologías, el crecimiento demográfico, la exponencial demanda de recursos, las economías globalizadas, la expansión de las fronteras productivas, el cambio climático, entre muchos otros procesos inherentes de la ocupación del medio ambiente por parte del hombre, han conllevado no solo el aumento de las amenazas y el nacimiento de otras nuevas, sino también el incremento de las áreas propensas a éstas. Este aumento de la exposición es directamente proporcional a los denominados “procesos de desarrollo” (Aneas de Castro, 2000; García, 2005).

6.4. Riesgo

Como se ha visto a lo largo de este marco teórico, el análisis de los componentes del riesgo hace evidente su carácter de “proceso”. Con esto, se elimina la idea de que es algo que aparece súbitamente y de forma inmanejable; más bien es un proceso de bastante complejidad, que se va construyendo paulatinamente y que casi siempre se mantiene impalpable para la sociedad hasta que se materializa el desastre (Mansilla, 2000).

Concluyendo, el riesgo se puede definir como la probabilidad de que ocurra un potencial evento extremo sobre un territorio en un momento determinado, con consecuencias negativas de tal grado, que la sociedad o algunos componentes de ella son severamente afectados, impidiendo el funcionamiento rutinario y la recuperación autónoma de ella (Aneas de Castro, 2000; Cardona, 1993; Lavell, 2007).

Como ilustra la Fig. 6, esta probabilidad es el resultado de la interacción de muchos factores: los modelos de desarrollo han condicionado a lo largo de la historia la manera mediante la cual el ser humano satisface sus necesidad a través de la explotación (o sobreexplotación) de los recursos; el registro histórico de desastres ocurridos con anterioridad y la internalización del aprendizaje derivado de ellos por parte de la sociedad, determina como esta se comporta en su interacción con el medio ambiente; los actores claves que protagonizan los distintos

procesos que se dan en un territorio son la Sociedad Civil, el Estado y los Privados, todo ellos intrínsecamente relacionados con los modelos de desarrollo que se llevan a cabo. Todos estos factores interactúan dando origen a una serie de procesos complejos, de distintas índoles y a la vez relacionados entre sí, que fijan las fuerzas, y el contexto en el que éstas actúan para satisfacer las necesidades humanas, sin tomar en consideración la construcción social paralela que se va haciendo del riesgo, ya sea aumentando los niveles de vulnerabilidad, incrementando la desigual distribución de la resiliencia, creando nuevas amenazas y aumentando la exposición a ellas.



Figura 6: Proceso de construcción del riesgo

Gil Calvo (2003) resume la situación actual como el proceso histórico de modernización (globalización) en el cual lo que asciende no es el nivel agregado de seguridad pública y bienestar humano, sino, por el contrario, el saldo neto de inseguridad colectiva.

Manejar y/o gestionar el riesgo es una tarea muy compleja, pero que a la vez comienza por concientizar a los actores que van construyendo el contexto social, sobre qué conductas lo están volviendo inseguro. Esto dejando claro que se está inserto en un tejido donde las decisiones que se toman son transversales para todas las escalas del territorio, mientras que las consecuencias de ellas no siempre afectan a todos quienes participan del constructo social.

La naturaleza, es la que desde la existencia del ser humano en el planeta, otorgó los recursos necesarios para que en un principio éste se mantuviera con vida, hoy en día esos recursos brindados por el medio ambiente natural no sólo son utilizados para cubrir las necesidades básicas, sino también para cumplir muchos otros objetivos que conllevan estos procesos de desarrollo de los cuales todas las naciones son parte de algún u otro modo.

Los procesos de globalización, a los que actualmente responden las ciudades e incluso pequeñas localidades, han impactado de diversas maneras el funcionamiento del sistema físico natural. El desarrollo de las actividades económicas, el trascendental cambio en los modos de comercialización del suelo y la reciente oferta inmobiliaria ligada al aumento

demográfico (Castro, 2014) han generado diversas consecuencias, dificultando el manejo del espacio: la *“segregación socioespacial, los altos niveles de densidad, la existencia de construcciones vulnerables, el deterioro ambiental y normalmente la no incorporación de la reducción del riesgo en sus procesos de planificación y desarrollo”* (Castro, 2014:70).

Las actividades económicas sobre las cuales las sociedades se asientan, son una de las principales aristas a la hora de investigar el riesgo presente en el territorio. El turismo se ha convertido en una de las razones que moviliza más personas en el mundo y que además se ha transformado en un instrumento eficaz de desarrollo socioeconómico y cultural en diversos países (Municipalidad de la Serena, 2004, en Wyndham, 2013). Puerto Varas, constituye uno de los principales puntos turísticos del país, evidenciando que esta actividad es uno de los pilares en el desarrollo de su población. Sin embargo, esto trae consigo diversas consideraciones que no se pueden pasar por alto a la hora de evaluar el riesgo: desde el punto de vista de la amenaza y la exposición, la actividad turística deriva del *“desplazamiento de personas hacia destinos y lugares en los que confluyen distintos factores de riesgo de origen natural. De este modo, la preferencia por espacios con atractivos relacionados con el medio natural implica, en ocasiones, la valorización de áreas consideradas como espacios o territorios de riesgo, e incluso de catástrofe en determinados momentos. Con respecto a lo anterior, la producción de áreas turísticas se asocia a un entramado de intereses económicos que tienden a minimizar la conciencia sobre el riesgo de origen natural”* (Vera, 2003 en Wyndham, 2013:30). La exposición del sector turismo a desastres naturales está directamente relacionada con el atractivo de muchos lugares exóticos de alto riesgo. A su vez, desde la vulnerabilidad, es posible destacar la situación de fragilidad de los turistas, los cuales están menos familiarizados con los riesgos locales y con los recursos con los cuales pueden contar para evadir las consecuencias de una amenaza natural. De igual forma, son menos independientes y no cuentan con una comunidad de apoyo (Mistilis, 2005 en Wyndham, 2013).

Frente a lo anterior se acota (Wyndham, 2013:32):

- *“El comportamiento de los turistas en algún destino es impredecible, por tanto, es difícil de controlar en caso de desastre. Esto resalta la necesidad de acceso a información de calidad en los destinos turísticos.*
- *Generalmente, los turistas no hablan el mismo idioma, por lo que no pueden seguir instrucciones fácilmente en caso de desastre.*
- *Cuando un desastre azota un área turística, la primera reacción de los turistas es volver a su lugar de origen, lo que genera grandes complicaciones a nivel local.*
- *Los turistas son más dependientes, menos familiarizados con los riesgos locales (Faulkner, 2001 en Wyndham, 2013). Incluso si son un visitante recurrente, tienen menos conocimiento del territorio, y poseen menos conocimiento de las reacciones que deben tener frente a un desastre, a dónde ir, con quién hablar, y de los procedimientos de emergencia existentes.”*

Como ya se ha hecho mención, Puerto Varas es una ciudad de creciente interés turístico, donde la belleza paisajística es caracterizada, en gran parte, por las masas lacustres y los volcanes presentes, para los cuales se ofrecen numerosas visitas y recorridos. Ante esto, se hace necesario detallar las particularidades y componentes de la amenaza en estudio, a fin de comprender bien su funcionamiento y visualizar sus tipos de manifestación, los cuales podrían afectar tanto al turista como a la población circundante.

6.5. Amenaza Volcánica

Las mal llamadas catástrofes naturales, son, como se ha explicado anteriormente, procesos naturales que de no encontrar presencia humana en su área de manifestación no son amenazas. Estos fenómenos son parte importante dentro de los distintos ciclos que se dan en el planeta y que por lo tanto, en la combinación de varios de ellos, ayudan a la construcción del paisaje que habitamos y a la elaboración de los recursos que aprovechamos, sobre todo en la actividad turística.

Hace miles de millones de años, el vulcanismo, junto con muchos otros procesos naturales, generaron las condiciones ideales para que la vida, tal como se conoce hoy, se desarrollara. Partiendo por la liberación de gases y vapor de agua en ese entonces, hasta hoy donde el vulcanismo sigue contribuyendo a la existencia del hombre, proporcionando suelos fértiles, fuentes de energía y posibilidades de esparcimiento (Blodgett & Keller, 2007).

Para el aprovechamiento de cada recurso que brinda la naturaleza, el hombre ha tenido que generar distintos procesos y herramientas, así como también situarse en ciertos sectores cercanos a estas fuentes de materias primas. Por ejemplo, en el caso de los recursos que brinda el vulcanismo, para aprovechar los suelos volcánicos caracterizados por ser ricos y fértiles a consecuencia de tener su origen en las cenizas, los agricultores deben situarse en ellos y en consecuencia, vivir y trabajar en zonas peligrosas, es decir, exponerse.

La comprensión de la génesis de los variados fenómenos que han sido parte de la configuración del planeta, puede ayudar a entender su funcionamiento en la actualidad y por lo tanto contribuir al conocimiento de las amenazas que hoy son posibles.

“Los volcanes son una especie de válvulas que liberan el exceso de energía del interior de la Tierra, almacenada por decenas de millones de años. Energía que se libera en forma de un alto flujo calórico, movimientos sísmicos o violentas explosiones liberadoras de gases, que fragmentan y pulverizan las rocas que los contienen; o bien, la eyección de abundantes flujos de lavas, etc.” (González-Ferrán, 1995:27). Se ha pensado muchas veces, que estas liberaciones provienen de una de las capas líquidas del interior del planeta, esto no es así. La Tierra está compuesta por cuatro capas, desde el centro hacia el exterior, estas son: núcleo interno, núcleo externo, manto y finalmente la litósfera, que es donde el ser humano habita. En la interacción de las dos últimas se configura una etapa fundamental del mecanismo generador del vulcanismo, llamada Astenósfera. *Las propiedades físicas del manto a una*

escala de tiempo corto (segundos), se comportan como un sólido rígido; en cambio, a una escala de tiempo grande (unidad de tiempo geológico, un millón de años), el manto es plástico y con esto se pueden generar los procesos convectivos” (Gonzalez-Ferrán, 1995:29), denominados “Celdas de Convección Térmica”. La fricción que este movimiento genera, entre la interacción del manto con la litósfera produce una zona de fusión (Astenósfera) en dónde se da origen al magma líquido y caliente. Las placas tectónicas están sobre esta capa y dependiendo de cómo se muevan contribuyen con la renovación del suelo oceánico, el vulcanismo, la creación de islas, el nacimiento de cadenas montañosas, etc. La actividad volcánica en particular, está directamente relacionada con la tectónica de placas y la mayoría de los volcanes más activos están localizados cerca de los límites de estas (Blodgett & Keller, 2007).

Los tipos de volcanes y por lo tanto los tipos de amenazas que se presenten en el territorio dependerán de cómo se muevan y posicionen las placas sobre la Astenósfera, en función de esto, el mecanismo volcánico se puede manifestar de las siguientes formas (Fig. 7):

1.- Dorsal Oceánica (situación B en Fig. 7): cuando las placas divergen (fisuras en la Litósfera) el magma proveniente de la Astenósfera sale “directamente” a la superficie, mezclándose muy poco con otros materiales, por lo tanto, *“las lavas resultantes están compuestas casi por completo de basalto de viscosidad muy baja” (Blodgett & Keller, 2007:75).*

2.- Zonas de Subducción (situación D en Fig. 7): poseen la dinámica inversa a las dorsales. Dado que estas últimas implican “nacimiento” de suelo nuevo en la Litósfera, es necesario que el suelo antiguo desplazado abandone esta capa, introduciéndose a altas presiones en otras fisuras donde las placas convergen. Aquí la placa que tenga mayor densidad cede ante las fuerzas, deslizándose por debajo de la de menor densidad, para finalmente fundirse en la Astenósfera. Precisamente en esta área de fricción, hay una cuña de material que está determinada por el ángulo de subducción: *“si el ángulo es mayor a 25°, se facilita su existencia, la que a su vez, posibilita la generación de magmas con la consiguiente formación de cadenas volcánicas típicas, como ocurre en los Andes e Indonesia. Cuando el ángulo es menor a 15°, la cuña astenosférica está prácticamente ausente, y no es posible la generación de vulcanismo, sólo ocurre una intensa actividad sísmica como acontece en los segmentos de la Cordillera Andina entre Santiago y Copiapó, y en Perú entre el norte de Arequipa y el sur de Ecuador” (Gonzalez-Ferrán, 1995:30).*

El material caliente producido por este mecanismo, no solo está compuesto por el magma basáltico de la Astenósfera, sino también de la fusión del material previo, dando origen al magma llamado andesítico. Este comienza a ascender en busca de su liberación y genera numerosos arcos volcánicos, consecuentes con la presencia paralela de dorsales oceánicas. Más del 80% de las erupciones volcánicas de la historia provienen de volcanes situados por encima de las zonas de subducción (Blodgett & Keller, 2007).

3.- Puntos Calientes (situación C en Fig. 7): Hay ocasiones en las cuales el magma que se origina en la Astenósfera, simplemente asciende penetrando en la litósfera como una chimenea, sin necesidad de que haya divergencia o convergencia entre placas, produciendo Vulcanismo Intraplaca. Este se originan en sectores permanentes del manto, es decir, su fuente es considerada como un punto caliente fijo, sobre el cual se desplaza la capa litosférica, generando muchas veces, cadenas de islas volcánicas (Blodgett & Keller, 2007).

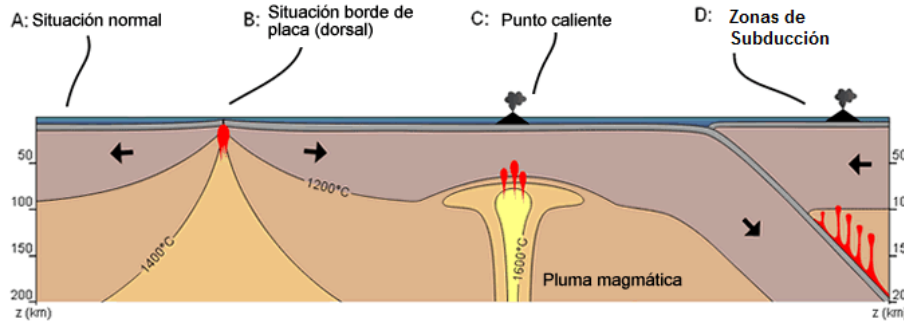


Figura 7: Procesos internos asociados a distintos casos de vulcanismo

Fuente: Sitio web [biologíaygeología.org]

Dependiendo de estos tipos de vulcanismo se expulsarán distintas lavas, de composiciones variables, unas más puras de magma basáltico con baja viscosidad y otras más andesíticas, con mayor aporte de material pre-existente que hizo fusión y que por lo tanto tienen mayor contenido de sílice, siendo más viscosas y menos fluidas. Estas características determinarán el tipo de volcán que se presente, el magma que este expulse, y en consecuencia, el tipo de erupción que este posiblemente tendrá.

En el caso de los magmas basálticos, su lava tiende a fluir por los lados del volcán, formando los denominados volcanes Escudo, estos están compuestos casi completamente por flujos de lava (Blodgett & Keller, 2007).

Por el contrario, los volcanes Compuestos o Estrato-Volcanes integran capas de lava y de depósitos piroclásticos. Esto se debe a que su magma con más sílice opone resistencia al movimiento del flujo, acumulando más presión. Las erupciones que se generan a partir de estos volcanes y lavas más viscosas son en su mayoría explosivas, expulsando no solo lava sino también todo lo que esta destruye y/o pulveriza en su camino desde la cámara magmática hasta la superficie, generando piroclastos. La denominación de estos fragmentos, proviene de dos palabras griegas: *pyro*, “fuego” y *klastos*, “roto”, es decir, son partículas de detritos que pueden tener distintos tamaños: polvo fino de ceniza con el tamaño de la arena (menor a 2 milímetros), pequeños lapilli del tamaño de la grava (de 2 a 64 milímetros), hasta grandes bloques angulares llamados bombas (mayores a 64 milímetros) (Blodgett & Keller, 2007). Las erupciones explosivas que contienen todos estos materiales y que en su mayoría son expulsados a grandes velocidades a varios kilómetros del volcán “*son responsables de la mayor parte de las muertes y la destrucción causadas por volcanes en la historia*” (Blodgett & Keller, 2007:75).

“En todo el mundo, entre 50 y 60 volcanes entran en erupción cada año (...) Unos 500 millones de personas en la Tierra viven cerca de ellos y al ir aumentando la población cada vez más gente vive en las faldas, o laderas de volcanes activos o potencialmente activos” (Blodgett & Keller, 2007:83). Es por esto que se hace necesario informar a esta población, ya que talvez muchos de ellos saben que las erupciones traen consigo flujos de lava y grandes nubes de cenizas, pero pocos tienen conciencia de que sin la necesidad de que se concrete la erupción pueden ocurrir otros fenómenos, tales como los lahares, que son tanto o más destructivos que los mismos flujos de lava, y que por lo demás, se dispersan a través de los valles de los ríos, donde probablemente muchas personas se asientan para tener acceso expedito al recurso hídrico.

La amenaza volcánica está determinada por la intensidad de los procesos y su manifestación en el territorio (Silva, 2011). Los peligros que conllevan las erupciones volcánicas son múltiples, y se clasifican en primarios y secundarios. Los primarios son efectos directos de la erupción, es decir tienen completo origen en la expulsión de lava del volcán y los distintos materiales asociados que ésta trae consigo desde las profundidades de la litósfera hasta el cráter. Esto son los flujos de lava, actividad piroclástica y emisión de gases. En detalle:

1.- Flujos de Lava: son emanaciones de roca fundida que sale a la superficie por medio de una fisura de la litósfera o cráter de un volcán (Silva, 2011). La composición química del magma que le da origen y la pendiente de la superficie sobre la cual se derrama, determinará la conducta que tendrá este flujo (velocidad, potencial destructivo, etc.). A excepción de las laderas pronunciadas, la mayoría de éstos son lentos y permiten que la gente pueda apartarse de su camino. No obstante, pueden avanzar lo suficiente como para generar destrucción en vastas áreas de terreno, provocando *“enterramiento, trituración o incendio de todo lo que encuentre a su paso”* (Silva, 2011:15).

2.- Actividad piroclástica: *“son piroclastos y gases que se movilizan rápidamente a gran temperatura (...) y a velocidades en un rango de diez a varios cientos de metros por segundo”* (Silva, 2011:15). Las principales son las erupciones de ceniza, que corresponden a nubes de roca finamente molida, vidrio volcánico y gas que salen disparados al aire a gran altura, para luego ser depositados, pudiendo cubrir cientos e incluso miles de kilómetros (Blodgett & Keller, 2007). Esto trae consigo la destrucción de la vegetación; la contaminación de aguas superficiales por aumento de su acidez y la presencia de partículas finas que obstruyen las agallas de los peces y matan otros tipos de vida acuática, además de la intoxicación en seres humanos y animales; el posible daño estructural en la infraestructura, por la acumulación de cenizas que genera peso extra en las edificaciones; el peligro para la aviación, donde los motores pueden deteriorarse si en ellos entra ceniza fundida; y por supuesto los *“daños a la salud, tales como irritación de las vías respiratorias y de los ojos, provocados por el contacto con la ceniza en cuestión y gases cáusticos”* (Blodgett & Keller, 2007:85). Cabe destacar para este último punto, que el polvo volcánico fino se deposita y

puede seguir generando perjuicios para la salud hasta varios meses después de ocurrida la erupción.

3.- Gases venenosos: el magma tiene una serie de gases disueltos en su interior, cuando comienza a ascender hacia la superficie, estos gases se expanden, generando más presión. Estos vapores, presentes en todo tipo de erupciones, son: vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono y sulfuro de hidrógeno, los dos primeros constituyen el 90% del total emitido. Estos no sólo son tóxicos al inhalarlos, su presencia en la atmósfera puede producir lluvia ácida, que al ser absorbida por el suelo, comienza una cadena de intoxicaciones que incluye plantas, animales y seres humanos, en especial el ganado. Así mismo, esta solución dañina puede llegar hasta pozos y norias. La potencia de la lluvia ácida puede incluso extraer plomo de los tejados metálicos y de las tuberías.

Los peligros secundarios que involucra la actividad volcánica, son aquellos que no provienen directamente de ella, sino de las consecuencias del actuar de los peligros primarios o de otros comportamientos que puede generar el volcán sin siquiera concretar la erupción.

1.- Flujos de detritos: hay varios tipos de ellos y consisten principalmente en el desplazamiento de grandes volúmenes de sedimentos y rocas por las laderas del volcán. Los deslizamientos de terreno y los flujos de piroclastos son algunos de ellos. En el primer caso, los sismos previos a la erupción pueden movilizar material suelto, no consolidado. Para el caso de los flujos, hay ocasiones donde las nubes de piroclastos, al perder su energía potencial en altura, colapsan, desplazándose por las laderas y alrededores del volcán.

2.- Lahares: se originan a partir de terrenos saturados de agua que fluyen cual aluvión. Este fenómeno se puede iniciar por el calor del volcán en acción que derrite las cubiertas de hielo de las cumbres, desplazando agua que satura el suelo y los sedimentos de las laderas del volcán, trasladándolos por las quebradas de forma violenta y veloz, pudiendo llegar a recorrer varios kilómetros. Así mismo, cualquier lluvia intensa podría saturar los depósitos meteorizados y hacer que estos se deslicen (Tarbuck *et. al.*, 2005).

Estos son los principales fenómenos que engloba la actividad volcánica activa y que presentan un riesgo elevado para quienes se sitúan en las áreas a través de las cuales estos se podrían manifestar.

El vulcanismo, en su conjunto de amenazas asociadas, es un riesgo poco recurrente, lo que permite a las personas sentirse seguras en sus cercanías. Pero aunque tiene largos periodos de retorno, sí constituye un peligro altamente desastroso e incontrolable. Frente a estos fenómenos toma gran relevancia manejar la exposición de la población frente a ellos. No se puede determinar con exactitud el área de riesgo que abarcará una erupción volcánica o sus efectos secundarios, por lo tanto, el actuar ideal por parte del ser humano, sería no poblar las zonas que podrían ser afectadas si se concreta la amenaza. Esta probabilidad que tiene como principal origen la historicidad de la cual se tiene registro sobre el volcán en cuestión, no siempre se puede elaborar con mucha o mediana exactitud. Volcanes que hicieron erupción

hace miles de años, hoy tienen sus depósitos cubiertos por el desarrollo vegetacional, con lo que la evidencia de su actuar no es muy claro, y nada garantiza que si ya ocurrió una vez, no pueda volver a ocurrir y por lo menos afectar las mismas áreas que ya afectó en el pasado.

Entonces, si la amenaza no se puede controlar, la intervención para reducir el riesgo se debe hacer en los componentes sociales que éste tiene, es decir, controlando la exposición y vulnerabilidad. Primeramente se debe evitar la ocupación residencial por parte del ser humano de las superficies que tengan evidencia de haber sido afectadas anteriormente. El valor del suelo toma mucha relevancia en esta medida. Es sabido, que los suelos mal posicionados, lejanos o con dificultades de conexión a centros poblados de mayor jerarquía tienen valores menores respecto de aquellos con buena conectividad, poca densidad, altos niveles de calidad de vida, etc. Esta podría ser una condicionante importante a la hora de la localización en áreas de riesgo. El mercado del suelo no puede o no debería determinar el establecimiento de poblados de bajos recursos en áreas riesgosas, pues se debe velar porque ningún habitante, cualquiera sea su situación económica, se exponga a una amenaza como la volcánica, sobre todo si además su vulnerabilidad probablemente sea mayor que la de alguien de estratos socioeconómicos altos. La información acerca de cómo se percibe este riesgo es limitada, pero las razones por las cuales se cree o se ha visto que las personas viven cerca de volcanes son: porque nacieron allí, la tierra es fértil y buena para el cultivo, la gente es optimista y cree que una erupción no es probable, y finalmente porque no pueden elegir donde vivir al estar limitados por condiciones económicas (Blodgett & Keller, 2007).

La exposición al riesgo viene dada principalmente por los patrones de crecimiento demográfico, los procesos de desarrollo y la participación de las instituciones públicas, sobre todo en lo que respecta a los instrumentos de planificación territorial.

Por otra parte, actualmente se cuenta con mucha información disponible y distintas metodologías efectivas en el conocimiento de la activación volcánica, por lo que la planificación del territorio podría direccionarse y llevarse a cabo sobre una buena y sencilla base científica, que involucra el registro histórico, las señales previas que pueden ayudar a un oportuno diagnóstico, así como también el apoyo de tecnologías que aporten en el pronóstico, conocimiento del fenómeno y que no requieran exponer capital humano a situaciones peligrosas. Entre ellas se encuentran (Blodgett & Keller, 2007):

- Monitoreo de la actividad sísmica: sugiere que los sismos proporcionan, en la mayoría de los casos, la alerta más temprana de una erupción volcánica inminente.
- Seguimiento de las condiciones térmicas, magnéticas e hidrológicas: el material caliente cambia las condiciones magnéticas, térmicas, hidrológicas y geoquímicas locales. Al calentarse las rocas circundantes, la elevación de la temperatura de la roca superficial puede observarse por detección remota vía satélite o por fotografía aérea infrarroja.

- Seguimiento de la superficie de la tierra para detectar inclinaciones o la deformación del volcán: los movimientos del suelo tales como inclinación, hinchamiento y abertura de grietas o cambios en el nivel de agua de los lagos del volcán o cerca del mismo pueden monitorearse mediante radares basados en satélites y Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).
- Seguimiento de las emisiones de gas volcánico: los cambios en la cantidad relativa de dióxido de carbono y dióxido de azufre, así como los cambios en la velocidad y emisión de gas, pueden tener relación con los procesos volcánicos subterráneos.
- Estudio de la historia geológica: se pretende reconstruir la historia geológica, pudiendo determinar en lo posible, las edades de los flujos de lavas y depósitos piroclásticos que tuvieron lugar en el pasado y que permiten estimar las posibles áreas de riesgo a futuro, proponiendo una ayuda en la planificación del uso de suelo, la disminución de la exposición y en la preparación para afrontar los desastres.

“En el mundo se han identificado alrededor de 1.500 volcanes activos, que han hecho erupción durante el Holoceno-reciente. En Chile, existe 10% de ellos, es decir, hay alrededor de 150 volcanes potencialmente activos” (González-Ferrán, 1995:17). El reconocer oportunamente las fuentes potenciales de peligro, así como tomar conciencia de la magnitud e intensidad que pueden alcanzar, es fundamental no sólo para aprender a convivir con ellos, sino para hacer una adecuada zonificación de los riesgos en el uso de la tierra, mitigando su impacto en las pérdidas de vidas y en la economía de las regiones (González-Ferrán, 1995).

Concluyendo, el riesgo volcánico, en congruencia con lo que se ha explicado anteriormente, se compone de la amenaza y de la vulnerabilidad de quienes se exponen a ella. La evidencia empírica ha demostrado que los eventos volcánicos en la mayoría de los casos, corresponden a situaciones muy destructivas, pero que si se logra una adecuada y veloz evacuación de la población expuesta, es posible que no haya pérdidas humanas, no así el caso de la infraestructura, que prácticamente puede quedar sepultada en cenizas y significar cuantiosas pérdidas, pudiendo vulnerar la base económica de una localidad, situación a partir de la cual se hace más complejo retomar el desarrollo de la comunidad y hacer frente a la emergencia.

“Conocer los ciclos del volcanismo vitales, sus dominios territoriales, las magnitudes e intensidades que puede alcanzar su despertar, el peligro que representa y al riesgo al que se está expuesto, es vital para el hombre hoy en día, por la densidad poblacional y la creciente demanda por mayor uso y ocupación de tierra” (González-Ferrán, 1995:18).

7. MARCO METODOLÓGICO

El principal propósito de esta investigación es diagnosticar y analizar el incremento de la exposición al riesgo volcánico en la comuna de Puerto Varas. Considerando, como se ha mencionado en el marco teórico, a la exposición como un concepto fundamental dentro del riesgo, que proporciona la articulación de los procesos de producción de éste. Es decir, la exposición se entenderá como el eje que relaciona la amenaza con la vulnerabilidad, ya que ninguno de estos dos elementos puede estudiarse sin la consideración de la exposición.

Bajo dicha premisa, la presente investigación pretende, a través del cumplimiento de sus objetivos, lograr una identificación clara de los elementos expuestos en el área de estudio (por ejemplo, población, infraestructura, edificaciones, entre otros) con una caracterización adecuada de cada uno (Yamin *et. al.*, 2013) y la determinación de las zonas de manifestación volcánica.

Para el cumplimiento de los distintos objetivos planteados, se abordará información tanto cuantitativa como cualitativa de fuentes primarias y secundarias, obtenida a distintas escalas, con el fin de lograr la mejor resolución posible de los resultados comunales. La accesibilidad y existencia de la información es el principal problema en Chile para construir análisis de riesgo (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011), dado el fracaso del último Censo de Población y Vivienda elaborado en el país el año 2012, los datos más precisos y detallados con los que se cuenta y con los que se trabajó en esta investigación, corresponden al Censo 2002, lo que suma una complicación a la elaboración de diagnósticos actuales, siendo necesaria la extrapolación de los datos fiables por parte del Instituto Nacional de Estadística.

Para el cumplimiento de los cuatro objetivos, se realizará en primera instancia, una revisión bibliográfica de diversas fuentes, para luego proceder con análisis espacial de la información recaudada, mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), la cual resulta particularmente útil en los análisis relacionados al riesgo dadas las enormes posibilidades de relación entre capas de información (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011).

Los resultados obtenidos en dichas etapas serán contrastados y/o complementados con trabajo en terreno, para finalmente realizar un análisis conjunto que permita comprobar o rechazar la hipótesis planteada.

7.1. Realizar un diagnóstico de los componentes sociales, económicos y de infraestructura de la comuna

La evaluación de Puerto Varas, consideró una primera etapa de gabinete, donde fueron revisados distintos instrumentos de planificación territorial, informes elaborados por ministerios y resultados de encuestas y censos. Una vez recaudada toda la información se procedió a su análisis mediante la utilización de procesos estadísticos y/o analítico-espaciales

(SIG), tales como la aplicación del Índice de Especialización Económica, planteado por Boisier (1980) y la elaboración de cartografías, respectivamente. Todo esto con el fin de construir un panorama lo más actualizado posible del área de estudio.

7.1.1. Componentes Sociales

Para diagnosticar los componentes sociales de Puerto Varas, constituidos principalmente por las características demográficas, la distribución de ellas en el espacio, la educación de los habitantes, la propiedad de la vivienda entre otros factores, se analizaron estadísticamente las variables posibles de obtener del Censo 2002, complementándolas con otras fuentes de información semicuantitativa, como los instrumentos de planificación territorial, en especial el Plan Regular Comunal Actual con sus modificaciones y el Plan de Desarrollo Comunal; las proyecciones elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística; datos municipales; e informes que cuenten con caracterizaciones de Puerto Varas en distintas temáticas, elaborados por diversas instituciones públicas.

Para visualizar la evolución de la densidad poblacional (2002-2012) del área de estudio, la localización de sus sectores poblados, su diferenciación a escala distrital y entre sectores urbanos y rurales, se procedió, mediante el software ArcGis 10.1 y la selección de datos censales permitida por el programa computacional Redatam, a la elaboración de una cartografía que refleja la proyección demográfica.

Los archivos en formato shape necesarios para dicho propósito fueron facilitados por la Municipalidad de Puerto Varas y el Ministerio de Desarrollo Social.

En Chile se entiende como “Área Urbana” a un conjunto de viviendas concentradas, con más de 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000, con el 50% o más de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias (Instituto Nacional de Estadística, s/f).

La caracterización más detallada, enfocada a la estructura etaria y los índices vitales de Puerto Varas, se llevó a cabo mediante la recaudación de datos presentes en el informe elaborado por Ministerio de Vivienda y Urbanismo: “*Ciudades con calidad de vida. Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Sistema urbanos Puerto Montt – Puerto Varas*”. A lo anterior se suma la utilización de las proyecciones censales y de los datos vitales proporcionados por el Departamento de Estadísticas e Información en Salud del Ministerio de Salud (2010), los cuales según dicha institución consistieron en:

- Tasa de Mortalidad General: Número de defunciones por 1.000 habitantes, en un determinado año.
- Tasa de Mortalidad infantil: Número de defunción de menores de un año por 1.000 nacidos vivos, en un determinado año.
- Tasa de Natalidad: Número de Nacidos vivos por 1.000 habitantes, en un determinado año.

En lo que respecta a la educación de la población, se estudió la cobertura escolar pre-básica (entre cuatro y cinco años según el Ministerio de Educación) y básica (seis a trece años) reflejada en la Ficha de Protección Social 2010 del Ministerio de Desarrollo Social en su pregunta sobre asistencia o matrícula en algún establecimiento educacional o preescolar; la matrícula total para cada una de las Unidades Vecinales¹, a partir de la ubicación de los establecimientos de enseñanza básica y media que poseen dependencia municipal o subvencionada, facilitado por el Gobierno Regional y el Ministerio de Educación (2011); y finalmente el nivel educacional de la población y del jefe de hogar (último nivel aprobado de enseñanza formal) reflejado en el Censo 2002.

La información de cobertura escolar fue espacializada a escala de unidades vecinales, mediante la georreferenciación y adaptación de figuras elaboradas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en el informe ya mencionado.

Otras variables consideradas fueron la propiedad de la vivienda por parte de los habitantes de la comuna (Censo 2002) y su respectivo nivel de ingresos, estimado por la Encuesta CASEN (2003, 2006, 2009 y 2011), levantada por el Ministerio de Desarrollo Social.

7.1.2. Componentes Económicos

En lo que refiere al sector económico, éste fue caracterizado a partir de información proveniente de la Encuesta CASEN 2009 levantada por el Ministerio de Desarrollo Social; por la recopilación de datos recaudados por el Servicio de Impuestos Internos (2011) e información disponible en el PLADECO 2012 – 2017.

Se procedió a determinar la base económica de la comuna tanto en términos absolutos, como relativos. Para esto último, se aplicó el Cociente de Localización, el cual corresponde a una técnica de análisis territorial con información limitada propuesta por Boisier (1980) y mide la proporción que una actividad determinada representa en una comuna comparada con la proporción de la misma actividad a nivel regional, tomando como dato el número de trabajadores que se desempeña en cada rama en las distintas escalas nombradas (SII, 2011 en Biblioteca del Congreso Nacional, 2013). Esta información fue ordenada mediante una matriz SECRE (Sector económico/ Regiones o Escalas de estudios), como muestra la Tabla n° 2, a continuación:

¹ **Unidad Vecinal (UV):** El territorio, determinado en conformidad con esta ley, en que se subdividen las comunas, para efectos de descentralizar asuntos comunales y promover la participación ciudadana y la gestión comunitaria, y en el cual se constituyen y desarrollan sus funciones las juntas de vecinos (Ministerio de Interior, 1995).

Tabla n° 2: Número de Trabajadores y Cociente de Localización por rama Económica

<i>Rama Económica</i>	Puerto Varas	Puerto Montt	Cociente de Localización
<i>Agricultura, ganadería, caza y silvicultura</i>	1479	38122	0,7
<i>Pesca</i>	763	17595	0,8
<i>Explotaciones de Minas y Canteras</i>	36	1345	0,5
<i>Industrias manufactureras no metálicas</i>	895	21350	0,7

Luego, a los datos ordenados, se les aplicó el cálculo del Cociente de Localización, el que se puede expresar algebraicamente de la siguiente forma:

Se denomina **Q_{ij}** al valor del cociente, según Boisier (1980):

$$Q_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}} : \frac{\sum_j V_{ij}}{\sum_i \sum_j V_{ij}}$$

en que:

V_{ij} = valor de V correspondiente al sector "i" de la región "j".
 $\sum_i V_{ij}$ = valor de V correspondiente al total regional.
 $\sum_j V_{ij}$ = valor de V correspondiente al total sectorial.
 $\sum_i \sum_j V_{ij}$ = valor de V correspondiente al total nacional.

Figura 8: Cálculo del Cociente de Localización

Esta fórmula consta de los siguientes pasos:

- Calcular el cociente del número de trabajadores de un sector económico A en la unidad territorial a estudiar (Comuna de Puerto Varas), dividido por el número total de trabajadores contabilizados para dicha área.
- Esto a su vez, debe ser dividido por el cociente entre el número de trabajadores del sector A en la unidad territorial mayor (Región de Los Lagos) y el total de trabajadores contabilizados para la región.
- Se obtuvo un valor para cada sector económico, el cual se interpretó de la siguiente forma:

Tabla n° 3: Interpretación del Cociente de Localización

Cociente = 1	El tamaño relativo del sector en la comuna es idéntico al tamaño relativo del mismo sector en la región. No se puede afirmar que exista una especialización comunal de esta actividad.
Cociente < 1	En la comuna el tamaño relativo del sector es menor que en la región. No hay especialización.
Cocientes > 1	En la comuna el tamaño relativo del sector es mayor que en la región en su conjunto. Hay especialización comunal de esa actividad.

Fuente: Boisier, 1980

Los resultados obtenidos fueron complementados con la información de los sectores que evidenciaron ser relevantes, y que han sido investigados por distintas instituciones públicas, entre ellas el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR).

Las características empresariales, se interpretaron a partir de los datos recaudados por el Servicio de Impuestos Internos, al año 2011.

Finalmente, para la determinación de los componentes económicos de Puerto Varas, se precisó en los niveles socioeconómicos que interactúan en el área de estudio, para esto se utilizó la metodología con que trabaja la empresa de investigación de mercado y opinión pública, Adimark. Ésta se basa en el sistema desarrollado originalmente por Esomar (World Association of Market Research), el cual consideraba las variables del nivel educacional alcanzado y la categoría ocupacional del principal sostenedor del hogar (Adimark, Microweb, 2000). Hoy en día, el modelo de estimación del nivel socioeconómico por hogar desarrollado por Adimark, también considera sólo dos variables, pero estas son el nivel de estudio del jefe de hogar y la tenencia de un conjunto de bienes, las cuales se relacionan con los ingresos, el nivel cultural y el stock de riqueza acumulado por un grupo familiar (Adimark, 2003).

En esta investigación la estimación del nivel socioeconómico se realizó a nivel de distritos comunales y las variables detalladas a continuación se obtuvieron de los datos censales del año 2002 y fueron procesados por el software Redatam +SP, versión R+SP Rev06.

Para la variable “nivel educacional”, los años de estudio se relacionaron de la siguiente manera con las categorías establecidas por Adimark:

- 1) Sin estudios: 0 años, nunca asistió.
- 2) Básica incompleta: 1 a 7 años de estudios.
- 3) Básica completa: 8 años de estudios.
- 4) Media incompleta: entre 9 a 11 años de estudio.
- 5) Media completa: 12 años de estudio.
- 6) Técnico incompleto: 13 años de estudio.
- 7) Universitaria incompleta o técnico completa: entre 14 y 15 años de estudio.
- 8) Universitaria completa o más: 16 y más años de estudio.

En lo que respecta a la variable “tenencia de bienes”, según Adimark, se consideraron los siguientes: ducha, televisión a color, refrigerador, lavadora, calefont, horno microondas, automóvil, TV cables o satelital, computador e internet.

Una vez que se han obtenido estas variables, se combinan en la matriz de clasificación socioeconómica, como muestra la Tabla n° 4.

Tabla n° 4: Matriz de clasificación socio-económica de los hogares de Chile

NIVEL DE ESTUDIO	CANTIDAD DE BIENES DEL HOGAR											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Sin estudios	E	E	E	E	E	D	D	D	D	C3	C3	
Básica incompleta	E	E	E	E	E	D	D	D	C3	C3	C3	
Básica completa	E	E	D	D	D	D	D	C3	C3	C3	C3	
Media incompleta	D	D	D	D	D	D	D	C3	C3	C3	C2	
Media completa	D	D	D	D	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	
Técnica incompleta	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	C2	C2	ABC1	
Técnica Completa o Universitaria incompleta (1-3 años)	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	C2	ABC1	ABC1	
Universitaria (4años o más)	C3	C3	C3	C3	C3	C2	C2	C2	ABC1	ABC1	ABC1	

Fuente: Adimark, 2003

Si bien, la escala a trabajar no representa una resolución precisa, ésta sirve para visualizar de manera general las condiciones sociales y económicas de la comuna, las cuales deben ser contrastadas con observaciones en terreno.

7.1.3. Infraestructura

Para el diagnóstico de la infraestructura que compone Puerto Varas se hizo una descripción de la distribución de las instalaciones críticas y estratégicas. Éstas son las instituciones o servicios, tendientes a generar redes asociadas a la movilidad de insumos, bienes, personas y flujos de información. Corresponden a sistemas en los cuales, cuando alguno de sus componentes se ve dañado, el impacto negativo se incrementa respecto a un escenario en que estos sistemas no se vean afectados. En otras palabras, su funcionamiento es crucial antes, durante y después de sucedido el desastre, ya que corresponden a estructuras que cumplen una o varias de las siguientes características, establecidas por la Organización de los Estados Americanos (OEA), en 1993, en su Manual sobre Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011):

- Espacios donde hay gran cantidad de personas expuestas que requieren inmediata e intensa ayuda de expertos especializados y de recursos limitados, durante las operaciones de búsqueda y rescate.
- Espacios vitales para las emergencias diarias, fácilmente saturadas durante un desastre y sin alternativas disponibles en caso de daños.
- Instalaciones que poseen el tamaño y la característica de uso continuo, cuya falla o interrupción puede causar peligros secundarios a áreas muy grandes y un aumento en el número de personas afectadas, es decir infraestructura con alto potencial de daño.
- Espacios cuya operación es necesaria para una respuesta efectiva y para las actividades de recuperación durante y después de una emergencia.
- Redes que afectan a gran cantidad de personas y a las actividades socioeconómicas vitales (sistemas de energía, instalaciones de agua potable).

- Sistemas que poseen extensa exposición debido a su característica lineal (sistema eléctrico) o el acceso único para reparar otras instalaciones críticas (carreteras).
- La inhabilitación de estos servicios proporciona aislamiento que causa demoras en la reparación.

En base a lo anterior, se trabajó en la identificación de la infraestructura según su funcionalidad, componentes y localización, considerando instalaciones esenciales, con alto potencial de daño, redes vitales y de transporte, como muestra la Tabla n° 5.

Tabla n° 5: Sistemas de Infraestructura Estratégica

Instalaciones esenciales	Instalaciones con alto potencial de daño	Redes de transporte	Redes vitales
Policía	Instalaciones de almacenamiento y producción de sustancias peligrosas	Vías carreteras	Sist. de agua
Escuelas		Puertos	Sist. de alcantarillado
Hospitales		Aeropuertos	Sist. de combustible
Bomberos	Acumulación de agua	Terminales de buses	Sist. eléctrico
Oficinas Públicas		Sistema ferroviario	Sist. de comunicación

Fuente: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011 en base a Montoya y Vargas, 2004

En lo que respecta a Instalaciones Esenciales, se consideró:

- **Policía:** es un sistema que se organiza en dos fuerzas, la de Carabineros y la de Policía de Investigaciones de Chile. El análisis de esta investigación, se centró en la primera, ya que corresponde a una institución de carácter militar y no deliberante, cuya finalidad básica radica en la generación directa y prestación inmediata de los servicios policiales que propendan a la seguridad pública de la comunidad. *“Por mandato de la Constitución Política del Estado y por disposición de su propia Ley Orgánica, Carabineros de Chile tiene un rol principal en la gestión de hacer prevalecer el respeto a las normas de convivencia y de restablecer el orden y la seguridad cuando tales normas son perturbadas o quebrantadas”* (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011:84). A lo anterior se agrega el Rol de Control del Orden Público y otras funciones que si bien no se encuentran estipuladas, en la práctica se han evidenciado, tales como la cuantificación más inmediata de desaparecidos y víctimas, y la prestación de comunicación por radio alternativa a los métodos convencionales que tienden a debilitarse en las catástrofes, ya sea por el deterioro de instrumentos físicos o por la saturación en su uso.
- **Escuelas:** son estructuras que la mayor parte del tiempo concentran gran cantidad de menores en edad dependiente, los cuales están bajo el manejo y responsabilidad de una cantidad limitada de adultos, por lo que podría considerarse como un espacio de alta densidad de población vulnerable. Se hace vital, a la hora de una evacuación y

ante una eventual emergencia, identificar previamente la localización de estos lugares y en consecuencia, priorizar su atención. Además, los establecimientos educacionales, dada su alta disponibilidad de espacio, generalmente son utilizados como albergues y centros de acopio. En esta investigación se procedió a la espacialización de distintos establecimientos educacionales y jardines infantiles, archivos facilitados por el Municipio y el Ministerio de Obras Públicas respectivamente.

- Establecimientos de Salud: desarrollan una labor esencial en la atención de heridos cuando se generan situaciones de emergencia, por lo que son un eslabón fundamental en la atención del desastre. La afectación de este tipo de instalaciones, conllevaría la dificultad del traslado de pacientes, por lo que se hace vital conocer la localización de los posibles centros afectados y de los que se encontrarían seguros para responder a la demanda.
- Bomberos: proporciona uno de los principales recursos humanos para atender la emergencia, es una institución dedicada únicamente a la atención del desastre, trabajando en conjunto con los servicios policiales y de salud, por lo tanto su deterioro y/o aislación dificultaría el rescate de los posibles afectados y la atención de heridos.
- Oficinas públicas: en periodos de emergencia cumplen la función de coordinar y ejecutar gran parte de las tareas de manejo de la emergencia, por ende, estas oficinas por razones estratégicas deben permanecer operativas (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011).

Redes de Transporte:

- Red Vial: en la mayoría de los casos son la vía más rápida y expedita de evacuación para quienes se vean afectados por el evento natural. Además de que corresponden a la conexión terrestre entre la población y otros servicios trascendentes. Su identificación posibilita elaborar planes de prevención y visualizar qué sectores podrían verse aislados ante un desastre. Se procederá a la identificación de las principales vías, caracterizándolas según su jerarquía y función.
- Aeródromos: en nuestro país, el sistema aeroportuario es administrado por la Dirección General de Aeronáutica Civil. Para efectos de esta investigación se consideró el aeropuerto “El Tepual” (situado en Puerto Montt) y los pequeños aeródromos de la comuna. Estos últimos están dotados con pistas entre 700 a 1.000 metros de longitud, asfaltadas o no pavimentadas, que son usadas por aviones pequeños de hasta 15 pasajeros como servicio eventual o de recorridos especiales

(Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011). Estas instalaciones son vitales en el proceso de distribución de alimentos y en el rescate de personas aisladas.

- Terminales de Buses: son edificios de uso público y fueron diseñados para recoger y dejar pasajeros en viajes urbanos o interurbanos. Su localización a menudo obedece a consideraciones relativas a los usos del suelo permitidos, la relación con las vías de acceso, y el origen y destino del servicio (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011).
- Puertos y Muelles: se consideró como infraestructura pública y privada de carga y descarga de mercancía y pasajeros.

Los sistemas ferroviarios no se considerarán en esta investigación, ya que no son utilizados en la comuna.

La mayoría de las instalaciones nombradas fue especializada con la utilización del software ArcGis 10.1, a partir de información georreferenciada y facilitada en formato shape por el Ministerio de Obras Públicas. Para la infraestructura restante se aplicó el mismo proceso, pero a partir de información adquirida en otras fuentes tales como Google Earth, plataformas web propias de cada servicio, etc. De esta forma se pudo conocer la distribución en el espacio y la dotación de los servicios necesarios para la emergencia, a escala comunal.

En lo que corresponde a las Redes Vitales, en función de la poca disponibilidad de información, los sistemas de combustibles y de comunicación no fueron considerados. Sin embargo los servicios básicos de agua y alcantarillado, se describieron conforme a la cobertura y distribución del acceso domiciliario a redes de saneamiento y agua potable, entendiendo a éstos como “*requerimientos de servicios sociales que posibilitan la subsistencia, la seguridad y el acceso a oportunidades*” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011:36). La disponibilidad de dichos servicios fue representada espacialmente a escala de unidades vecinales, adecuando cartográficamente (software ArcGis 10.1) información ya recaudada en el informe de calidad de vida elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2011). A su vez, fuentes ya utilizadas, como el PLADECO 2012 - 2017 (Municipalidad de Puerto Varas) y Censo 2002 (Instituto Nacional de Estadística), complementaron el panorama de la comuna.

En relación al Sistema Eléctrico, este fue abordado por la información facilitada por la Comisión Nacional de Energía, identificando la localización de líneas de transmisión, subestaciones e hidroeléctricas a escala comunal. Esta infraestructura es de vital importancia para el normal funcionamiento de las actividades económicas y de la población (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011).

En resumen, los productos obtenidos corresponden a una cartografía comunal y una urbana, que permiten el análisis y la visualización de los sistemas e instalaciones críticas y estratégicas del área de estudio. Mientras que para los servicios de agua potable y alcantarillado, se realizaron mapas adaptados a lo ya realizado por el Ministerio de Obras Públicas (2011), a nivel de unidades vecinales.

7.2. Analizar y cartografiar las zonas que están afectadas por amenaza volcánica en Puerto Varas

Para poder saber a qué fenómeno se está exponiendo la población, se hace necesario caracterizar la amenaza volcánica.

Primeramente, se realizó una revisión bibliográfica para analizar el contexto volcánico nacional y regional que rige el área de estudio, obteniendo una visión genérica del proceso endógeno que domina el territorio.

Una vez que se identificó el escenario macro, la investigación se centró en la particularidad de los volcanes presentes, considerando los aspectos establecidos por la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo en su “*Guía para el Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial*” (2011), estos fueron caracterizados y analizados individualmente mediante métodos empíricos (utilizan la representación, a modo de inventario, de los eventos ocurridos en el pasado) y heurísticos (basados en el criterio de expertos que clasifican las zonas de amenaza, por lo que están supeditados a la subjetividad de ellos).

En una primera etapa, se revisó estudios preliminares tales como inventarios de fenómenos naturales, fuentes secundarias e información científica disponible, para determinar aspectos como la localización absoluta y relativa de cada macizo, su altura actual, edad de formación, tipología en base a la composición de su lava, entre otros.

Para obtener una determinación de las posibles áreas que se verían afectadas por la amenaza volcánica, se tomará como premisa “*el asumir que en general las mismas áreas en los alrededores del volcán serían afectadas por eventos similares en el futuro a una tasa promedio igual que en el pasado*”, es decir, “*territorios afectados anteriormente son los que tienen mayor probabilidad de experimentar eventos nuevos y similares en el futuro*” (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011:51). Los sectores que fueron parte de la trayectoria de los distintos productos de la actividad volcánica, volverán a ser utilizados por estos ante un nuevo ciclo eruptivo.

En el caso de los volcanes sin registro histórico, se identificó, mediante la fotointerpretación de imágenes satelitales y el software Google Earth, las posibles evidencias de erupciones pasadas y los sectores por los cuales tendrían su trayectoria flujos de lava, piroclastos y

lahares. Dentro de las limitaciones propias de este trabajo digital, se intentó visualizar material no consolidado y depósitos de agua líquida que contribuyan negativamente a la manifestación de deslizamientos, lahares, etc.

Lo anterior fue complementado con la elaboración y análisis de perfiles de elevación de la ladera más pronunciada de cada volcán, utilizando Google Earth.

Para los volcanes que sí cuentan con algún registro temporal de su actividad, se realizará otra revisión bibliográfica de fuentes secundarias, estudios científicos y registros históricos que permitan vislumbrar las fases eruptivas de los macizos mediante sus unidades geológicas y las características de sus manifestaciones previas (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011). A partir de esta información se obtuvo:

- Estatus del volcán (activo/no activo)
- Última erupción
- Actividad explosiva
- Flujos de piroclastos, lahares y lava.
- Aspectos de la historia del volcán (su mecanismo eruptivo e índice de explosividad más frecuente)
- Identificación de valles en las laderas del volcán

Cabe destacar que el Índice de Explosividad es definido y catalogado por el Servicio Nacional de Geología Y Minería como un *“estimador de la intensidad de una erupción volcánica, definido por factores tales como altura de la columna eruptiva y volumen emitido. Se estructura sobre la base de una escala empírica de 8 grados donde el volumen crece exponencialmente”*.

Para proseguir, se revisó la zonificación de las amenazas de cada volcán a fin de caracterizar y saber el alcance de los fenómenos asociados, tales como los flujos de lava, piroclastos, lahares y dispersión de cenizas.

Otro supuesto a considerar fue la inexistencia de otros peligros volcánicos como ondas de choque, deformaciones del terreno, inyección de aerosoles a la estratósfera y variaciones del sistema geotérmico de acuíferos.

Para los casos de los volcanes Osorno y Calbuco, el geólogo Hugo Moreno y otros autores desarrollaron Mapas de Peligro, los cuales fueron georreferenciados y digitalizados mediante el software ArcGis 10.1. Esto permitió identificar las áreas que podrían ser afectadas durante una erupción, clasificadas por tipo de fenómeno y probabilidad de ocurrencia (alta, moderada y baja). Esta última es estimada es base a la experiencia del especialista y las evidencias de actividad e intensidad del fenómeno.

En base al registro y monitoreo elaborado por la Oficina Nacional de Emergencia desde la última erupción del volcán Calbuco a la actualidad, se identificaron y contrastaron las áreas afectadas y los procesos manifestados versus el pronóstico elaborado según los registros históricos y los estudios científicos ya descritos.

7.3. Evaluar el incremento de la exposición de la población y sus medios de vida a amenaza volcánica

El análisis de exposición consiste en verificar si los sistemas o parte de ellos coinciden con el área de influencia de la amenaza que se ha decidido estudiar, descartando de la investigación los que se encuentran fuera del polígono previamente determinado. Es decir, la exposición refleja la posición geográfica del sistema en relación a una amenaza, permitiendo identificar los componentes que serían afectados por el fenómeno natural (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011). Conforme con esto, siguiendo los lineamientos para medir exposición planteados en *“Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre. El caso de Bogotá, Colombia”* elaborada por Cardona *et. al.* (2013), y en función de la información disponible, se llevó a cabo una evaluación de los centros poblados y la infraestructura expuesta.

En un principio, considerando el alcance que pueden tener los depósitos de ceniza volcánica y su consecuente afectación al sector urbano de la comuna, se procedió a identificar las tendencias que han determinado el poblamiento y consecuente exposición de estas áreas. Para esto, se procedió a realizar una reconstrucción temporal de los hitos y normativas que marcaron y condujeron la evolución poblacional de la ciudad de Puerto Varas, desde su fundación hasta la actualidad. En primera instancia, se llevó a cabo una etapa de gabinete, en la cual se revisaron documentos históricos, municipales y los diferentes instrumentos de planificación territorial que se correlacionan con la expansión territorial y el aumento de la población.

Estos aspectos se analizaron en conjunto, mediante el estudio de los distintos Censos aplicados a la comuna (variables: número de viviendas y de habitantes) y la fotointerpretación de fotografías aéreas (1995) e imágenes satelitales (2003 y 2013), utilizando nuevamente el software Google Earth.

Posteriormente se evaluó la exposición comunal ante la amenaza volcánica, la cual fue unificada para cada macizo, aplicando los geoprosos *“Union”* y *“Dissolve”* a las áreas abarcadas por lavas, lahares y flujos de piroclastos, obteniendo una sola zona genérica que refleje a modo global el territorio que conforma la amenaza para cada macizo. En el caso de los volcanes Puntagudo y Tronador se consideró un *“Buffer”* de 12 kilómetros alrededor del cráter y la demarcación de las posibles quebradas por donde es probable que descendan flujos. Se utilizó esta medida ya que, al no haber registro histórico del alcance de una erupción de estos volcanes, se consideró un escenario de alta peligrosidad como el ocurrido en el

volcán Osorno, donde los 12 km representan hasta ahora, el máximo flujo de lava posible en el área de estudio.

Dichos procesos (Union, Dissolve y Buffer) corresponden a herramientas del software ArcGis, a partir de las cuales se elaboró una cartografía comunal para modelar las zonas amenazadas por cada volcán, y los sectores poblados e infraestructura expuesta, permitiendo un análisis global de estos.

Para lograr un diagnóstico más detallado se describió, en una primera instancia, la exposición en el área de influencia de los volcanes Puntagudo y Tronador, para luego profundizar sobre la exposición correspondiente a los macizos Osorno y Calbuco.

Para el primer caso, el análisis de la población y la infraestructura expuesta se abordó de forma general. Esto por tratarse de sectores aislados, con bajo número de habitantes y equipamiento (en comparación con otras zonas de la comuna); además de no existir una zonificación diferenciada y detallada del área que podría cubrir cada fenómeno que compone la amenaza volcánica, razón por la que, como ya se ha mencionado, se realizó un buffer que representa la influencia global de los procesos potencialmente peligrosos.

Una vez realizado esto, se identificó la exposición a los volcanes Osorno y Calbuco. Al igual que con los macizos anteriores, se analizó la localización de la población y la infraestructura en riesgo, poniendo especial énfasis en la situación de Ensenada, a partir de cuyo análisis se describieron los procesos que han encaminado la situación actual de exposición que vive la comuna.

Lo anterior, permitió la realización de una cartografía local del poblado de Ensenada, considerando las edificaciones y parcelaciones presentes en el sector, y su relación con las áreas amenazadas por el Calbuco y el Osorno. Posteriormente se fotointerpretó los loteos visibles en el territorio que une la ciudad de Puerto Varas con Ensenada, con el fin de identificar la situación actual de “acercamiento” a las zonas peligrosas y vislumbrar una posible conexión entre estos núcleos de la comuna.

Todo este proceso, fue complementado con trabajo en terreno.

Finalmente, mediante la revisión de los instrumentos de planificación territorial más actuales que rigen la comuna, se identificaron los lineamientos y objetivos que se propone la comuna para direccionar la expansión territorial y el desarrollo del área de estudio.

En lo que respecta a las instalaciones críticas expuestas, éstas se analizaron en detalle, con el fin de realizar una caracterización y consecuente análisis de la infraestructura en peligro, considerando su distribución espacial y la posibilidad de que ésta ayude a la atención de la emergencia, o que por el contrario, se encuentre en condiciones de agravar la situación.

La infraestructura a evaluar fue la identificada en el segundo objetivo de esta investigación, es decir Instalaciones Esenciales, Redes de Transporte y Redes Vitales. De la totalidad de

ellas, se trabajó solo con las que se encuentren efectivamente bajo amenaza. Logrando un acercamiento al escenario que podría presentarse ante una erupción, cuantificando las edificaciones propensas a ser dañadas, y diferenciando los fenómenos volcánicos por los cuales dichos elementos serían afectados.

Cabe destacar, que en el caso del volcán Calbuco, los resultados obtenidos a partir de los procesos descritos, fueron contrastados con lo evidenciado en la última erupción del año 2015, cuyo registro fue elaborado por la Oficina Nacional de Emergencia.

7.4. Evaluar la vulnerabilidad de la población expuesta a la amenaza volcánica

La vulnerabilidad, como se ha mencionado en el marco teórico de esta investigación, se puede medir desde distintos ámbitos, dependiendo del riesgo que se quiera evaluar.

Ante la amenaza volcánica en estudio, la fragilidad de los distritos expuestos se investigó en función de las condiciones sociodemográficas, socioeconómicas y socioresidenciales. Las cuales se justificaron de la siguiente manera, considerando las variables descritas a continuación:

7.4.1. Vulnerabilidad Sociodemográfica

Se compone de la población en edad dependiente y de los habitantes que presentan algún tipo de discapacidad (auditiva, visual, mudez, físicomotora o intelectual). La primera variable busca evidenciar que *“el ciclo de vida del ser humano repercute en la condición de vulnerabilidad social, ya que los cambios que se experimentan en los diferentes ciclos etarios influye en la exposición a las diferentes amenazas y la forma en como las enfrentan”* (Help Age International, 2009 en Castro, 2014:440). Los menores de 15 y mayores de 65 años necesitan de otras personas para actuar, movilizarse, comunicarse, etc., implicando preocupación y atención mayor ante una emergencia (Cutter *et. al.*, 2000 en Ortiz, 2014). Por otro lado, quienes padecen algún tipo de discapacidad también requieren de otra persona para informarse sobre una situación crítica y poder actuar eficaz y correctamente durante la emergencia, sin dejar de mencionar que en muchos casos estas limitaciones derivan en poco acceso a los recursos, y por tanto menos posibilidades de adoptar medidas preventivas en forma autosuficiente. Se trata de población marginada dependiente de diversos servicios sociales, y que en consecuencia, necesita ayuda adicional en el periodo post-desastre (Morrow *et.al.*, 1999 en Ortiz, 2014).

7.4.2. Vulnerabilidad Socioeconómica

Este tipo de fragilidad hace referencia a la capacidad para absorber las pérdidas y mejorar la resistencia a los impactos de las amenazas. La riqueza permite a las comunidades absorber y recuperarse de las pérdidas más rápidamente debido a seguros, redes de seguridad social, y otras medidas adquiridas gracias a un sustento económico que lo permite (Cutter *et. al.*, 2000 en Ortiz, 2014).

Para vislumbrar este aspecto en un principio se procedió a identificar la distribución espacial de los estratos socioeconómicos “D” y “E”, establecidos por la metodología Adimark como

aquellos con menores recursos (\$200.000 a \$300.000 y menos de \$160.000 respectivamente), bajo número de bienes y jefes de hogar con niveles de educación inferiores a media incompleta. Estas características son determinantes al momento de afrontar un desastre, ya que conforman un sistema interdependiente, donde una variable participa en la determinación de otra. La baja cantidad de bienes, refleja la poca capacidad de adquirirlos, por lo tanto, éstos están asociados a la satisfacción de las necesidades básicas, careciendo de redundancia o alternativas para reemplazar los bienes dañados o perdidos en un evento extremo, requiriendo mayores recursos.

A su vez, dado que los recursos económicos son reducidos, igualmente son enfocados en la satisfacción de necesidades primordiales, sin poseer un amplio margen de ahorro que permita invertir en gastos adicionales como adquirir más bienes en condiciones normales o comprar nuevamente los que fueron destruidos en un desastre (baja resiliencia).

Esta limitación de ingresos está fuertemente determinada por el nivel educacional del jefe de hogar, ya que actualmente el mercado laboral y la sociedad en la cual se está inserto, demanda mayores habilidades, destrezas, entrenamiento y certificación a la hora de competir por oportunidades que brinden mejores puestos de trabajo y consecuentemente, ingresos más elevados (Bazdresch, 2001).

La educación no sólo es relevante desde el punto de vista laboral y económico. En el contexto del riesgo, ésta posee un rol relevante en el conocimiento e información del medio ambiente y el entorno que rodea al individuo, proporcionándole formas de comportamiento adecuadas para responder a una emergencia (Wilches Chaux, 1989 en Castro, 2014), por lo tanto quienes no hayan superado los estudios básicos limitan su capacidad para entender la información de alerta y el acceso a ésta para la posterior recuperación (Morrow *et.al.*, 1999 en Ortiz, 2014), siendo más vulnerables. Para medir esta variable se consideró población sin educación formal y que solo haya cursado educación básica.

Finalmente, se analizó la variable Cesantía. El empleo es el principal sostén ante la ocurrencia de un desastre; contar periódicamente con un monto seguro de dinero permite la rápida adquisición de bienes, posibilidad de ahorro y en consecuencia, poder construir un escenario seguro ante la ocurrencia de un disturbio de la cotidianeidad del grupo familiar. Por el contrario, quienes se encuentran sin trabajo, no están en condiciones de realizar gastos que conlleven una buena autoprotección (seguros, adquisición de más de una propiedad, etc.) o que permitan recuperarse rápidamente (menor resiliencia). Son habitantes que poseen una dependencia económica que puede indicar, de diferentes maneras, la susceptibilidad a sufrir un daño mayor, que incluso se puede traducir en un aumento en el gasto público por servicios sociales y sistemas de apoyo. *“La capacidad de respuesta de la población cesante frente al desastre es extremadamente lenta, ya que al no formar parte de la población económicamente activa se transforma en una carga negativa para la sociedad”* (Castro, 2014:444). Dentro de este grupo se contempló a quienes estaban, según el Censo 2002, buscando trabajo, jubilados y/o incapacitados permanentemente para trabajar.

7.4.3. Vulnerabilidad Socioresidencial

Cuando la ocurrencia de un desastre conlleva la destrucción de viviendas o zonas residenciales, se hace necesario precisar la condición de propiedad de los habitantes para con la vivienda. Cuando los residentes se encuentran arrendando, se refleja una “*condición de menor estabilidad y recursos económicos. Las familias no tienen suficientes opciones de refugio cuando las viviendas quedan inhabitables y es muy costoso pagar otros alojamientos. Las personas que alquilan lo hacen normalmente porque se trata de viviendas transitorias o porque no tienen recursos financieros para ser propietarios de estas. A menudo carecen de acceso a la información sobre la ayuda financiera durante etapas de recuperación*” (Castro, 2014:437). Mientras quienes son propietarios, pueden esperar que, como ocurrió en el manejo de la erupción del volcán Chaitén y en su consecuente reasentamiento, el Estado les brinde ayuda monetaria para localizarse rápidamente en otra vivienda y a su vez, realice la compra los inmuebles afectados, evitando que se reitere su ocupación. Esta variable, correspondiente a Viviendas Arrendadas y fue analizada en conjunto con el Número de Hogares por Vivienda, lo que permitió vislumbrar el número de grupos familiares que habitan en una casa. A mayor cantidad de ellos, más dificultosa se hace la cobertura de las necesidades de todos los integrantes. A su vez, dice relación con el hacinamiento y la fragilidad social, ya que la existencia de más de un hogar en una vivienda es uno de los indicadores más importantes de la falta de recursos, reflejando las dificultades de sus moradores para recuperarse de un evento de desastre (Castro, 2014).

En lo que respecta a la materialidad de la vivienda, dada la incapacidad de la mayoría de los materiales de construcción para resistir flujos de lava o de lahares, la vulnerabilidad física de las residencias se midió en la capacidad de las techumbres para resistir el peso de las cenizas depositadas. Considerando techos inadecuados como aquellos elaborados por zinc, tejas, tejuelas, fibra de vidrio, pizarreño y fonolita.

Los tres tipos de vulnerabilidad a considerar, fueron obtenidos mediante la espacialización de los datos obtenidos en el Censo de Población y Vivienda aplicado el año 2002. Esto se llevó cabo con la utilización de los softwares Redatam y ArcGis, sobre los distritos expuestos a flujos de lava, piroclastos y lahares.

8. RESULTADOS

Como se indicó anteriormente, el riesgo se compone tanto por la amenaza presente en el territorio, como por las características de quienes, con sus medios de vida, se encuentran expuestos al fenómeno natural. Bajo este contexto, el primer objetivo planteado en esta investigación presenta una identificación de los antecedentes comunales, pudiendo conocer las principales características que conforman el área de estudio.

8.1. Diagnóstico de los componentes sociales, económicos y de infraestructura de Puerto Varas

8.1.1. Componentes Sociales

La comuna de Puerto Varas, situada en la región de Los Lagos, provincia de Llanquihue, presentaba para el año 2002 una población total de 32.912 habitantes, según el último Censo de Población y Vivienda vigente en el país. Esto representa alrededor del 10% de la población provincial, y 3% de la regional. No obstante, las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística, estimaban para el año 2012, 41.255 habitantes (Tabla n° 6), implicando un aumento de 25,4%, cifra superior a las variaciones estimadas para la región (19,6%) (Instituto Nacional de Estadística, 2013).

El área total que abarca la comuna, según el Plan de Desarrollo Comunal 2012 - 2017, es de 4.073,1 km² y se compone en su mayoría por superficies rurales (4.065,5 km² equivalentes al 98% del total), sin embargo, al igual que el patrón que mantienen otras regiones, los sectores urbanos son los que concentran mayor cantidad de habitantes. El territorio urbano se encuentra determinado por dos límites establecidos en el Plan Regulador Comunal (PRC) actual: uno de ellos corresponde a la ciudad de Puerto Varas, el cual abarca el distrito del mismo nombre y su aledaño al este, La Fábrica, cada uno con 4,2 km² y 1,2 km² respectivamente; mientras el segundo límite urbano, se localiza en el distrito de Nueva Braunau, a unos 9 kilómetros al oeste de Puerto Varas. Esta localidad urbana surgió a partir de la empresa lechera que se instaló a principios del siglo XX y que constituyó en ese entonces la principal fuente laboral hasta mediados de 1980. A partir de esta fecha la población comenzó a diversificar sus trabajos, inclinándose por las actividades agrícolas que se mantienen hasta hoy. En 1995, se hace necesario modificar el PRC de la comuna y considerar a Nueva Braunau como una entidad urbana, generando un límite ajustado a su regular morfología de solo 1,1 km² (Municipalidad de Puerto Varas, 2007). En términos de equipamiento, es la localidad más urbanizada, y presenta una fuerte dependencia de Puerto Varas en lo referente a comercio, servicios financieros y profesionales (Municipalidad de Puerto Varas, 2012).

La densidad total que comprenden estos sectores urbanos es de 3.432 hab/km², muy por encima de los 2 hab/km² que se dan en el sector rural (Instituto Nacional de Estadística, 2002), cuya desigualdad se proyecta potenciada para el año 2012 (Fig. 9).

Tabla n° 6: Población y densidad por distritos

DISTRITO	TOTAL					SECTOR RURAL			SECTOR URBANO		
	Superficie [km²]	Población 2002	Densidad 2002 [hab/ km²]	Población 2012	Densidad 2012 [hab/ km²]	Superficie [km²]	Población 2002	Densidad 2002 [hab/ km²]	Superficie [km²]	Población 2002	Densidad 2002 [hab/ km²]
<i>Puerto Varas</i>	113,3	21.313	185	26.727	232	109,1	1.292	12	4,2	20.021	3.730
<i>Nueva Braunau</i>	88,9	2.776	31	3.481	39	87,8	736	8	1,1	2.040	1.930
<i>Paraguay Grande</i>	125,9	1.203	10	1.509	12	125,3	1.203	10			
<i>Santa María</i>	45,2	457	10	573	13	45,2	457	10			
<i>La Fábrica</i>	221,8	1.130	6	1.727	8	220,6	883	4	1,2	247	206
<i>Los Riscos</i>	517,1	840	2	1.053	2	517,1	840	2			
<i>Ensenada</i>	1.040,3	1.623	2	2.035	2	1.040,3	1.623	2			
<i>Peulla</i>	1.715,7	327	1	410	1	1.715,7	327	1			
<i>Ralún</i>	203,4	831	4	1.042	5	203,4	831	4			
<i>Rezagados</i>		2.165		2.715							
<i>TOTAL</i>	4.073,1	32.912	8	41.272	10	4.065,5	8.439	2	6,5	22.308	3.432

Fuente: Instituto Nacional de Estadística 2002, 2012 y Municipalidad de Puerto Varas, 2012

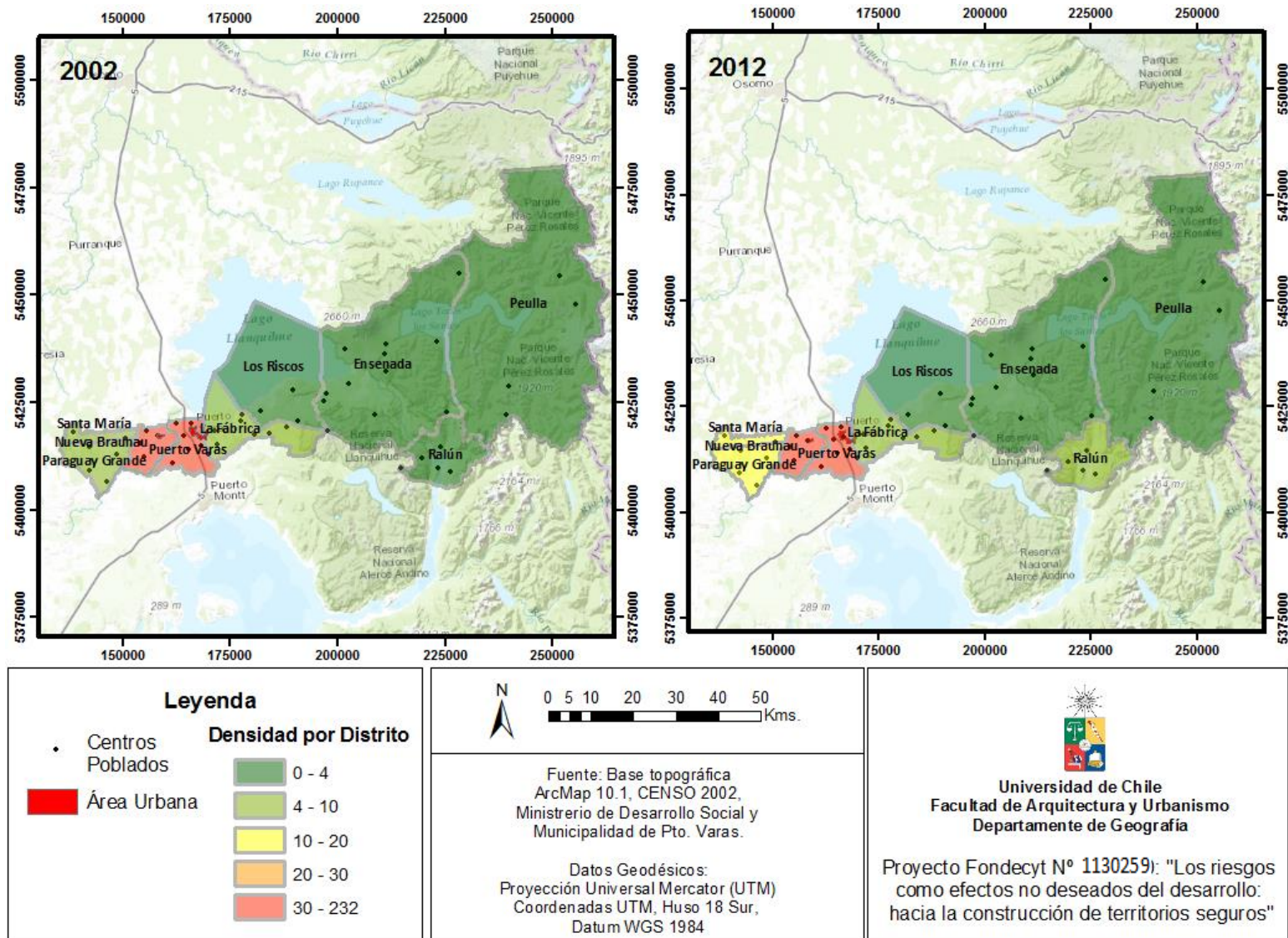


Figura 9: Densidad de la Comuna de Puerto Varas, por distritos

La densidad de la comuna integrada es de 8 hab/ km² y como se ha dicho anteriormente, se distribuye de manera desigual a lo largo de los 9 distritos que la conforman (Fig. 10 y Tabla n° 6), los cuales son: Puerto Varas, Nueva Braunau, La Fábrica, Paraguay Grande, Santa María, Los Risos, Ensenada, Peulla y Ralún.

Un análisis a menor escala indica que el distrito de Puerto Varas es el con mayor densidad (185 hab/km²), lo que se explica por ser uno de los con menor superficie (115,3 km²) y mayor número de habitantes (21.313), alojando a más de la mitad de los residentes, con un 64,8% del total comunal. Abarca gran parte del área considerada dentro del límite urbano actual y posee el mayor porcentaje de población urbana, con un 93% de ésta y solo un 6,1% de población rural, sin embargo dada su alta concentración en respuesta a su función de centro comunal, es el distrito con mayor densidad tanto rural (12 hab/km²), como urbana (4.767 hab/km²) (Fig. 10).

Aledaño al oeste, se sitúa Nueva Braunau, es el segundo distrito con alta población urbana y en consecuencia, alta densidad, ya que es uno de los con menor población rural. Si bien, al igual que Puerto Varas, mantiene la misma relación de alta agregación de habitantes en superficie reducida, con un total de 2.776 residentes, Nueva Braunau solo representa el 8,4% del total comunal, lejos de alcanzar el 64,8% de Puerto Varas.

La Fábrica, distrito colindante al este de Puerto Varas, es el punto de quiebre en las tendencias de población descritas en los sectores anteriores, ya que como muestra el gráfico adjunto (Fig. 10), los habitantes rurales superan en número a los urbanos, estos últimos decaen fuertemente a solo 247 residentes, al igual que su densidad (urbana), que baja desde 1.855 hab/km² en Nueva Braunau, a solo 206 hab/km². La densidad total de La Fábrica, es de solo 6 hab/km², ya que, si bien posee una considerable población rural y alberga siete localidades (Fig. 11), la superficie que abarca el distrito (221,8 km²) duplica el área de Puerto Varas y Nueva Braunau.

Al oeste de la comuna, se sitúa Paraguay Grande y Santa María, ambos con la segunda mayor concentración de población rural, es decir, una densidad de 10 hab/km². No obstante, el primero de ellos triplica en superficie y población al segundo, sin presencia de sectores urbanos. Siendo Santa María el distrito más pequeño y con una de las poblaciones más reducidas.

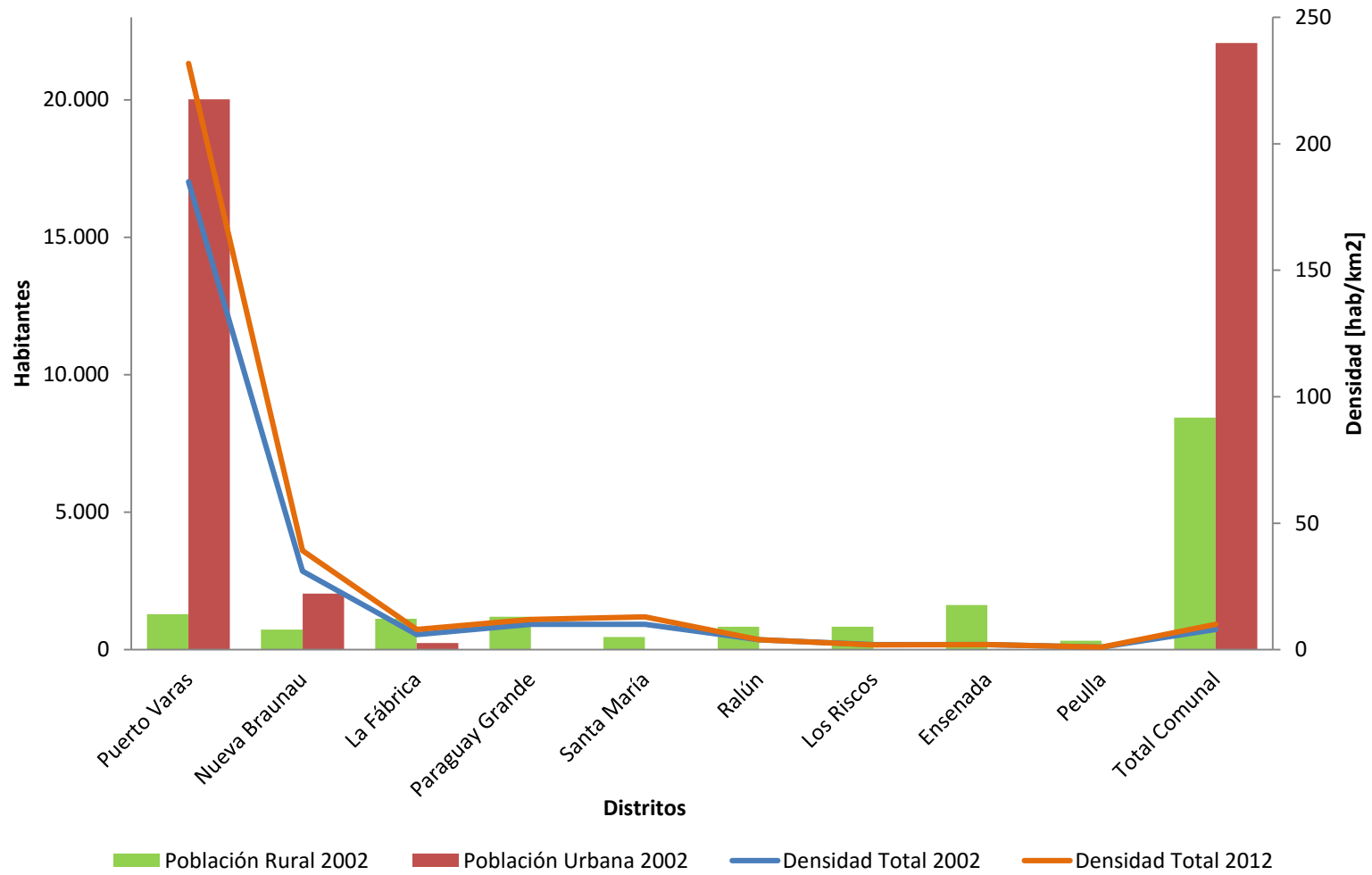


Figura 10: Población y densidad por distritos

Fuente: Censo 2002 y PLADECO 2012 – 2017

En cuanto a los distritos con menor densidad, situados al este de la comuna, estos poseen dentro de su superficie extensas áreas protegidas, como el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, la Reserva Nacional Llanquihue y el Lago Llanquihue. Estos son Peulla, Ralún, Los Riscos y Ensenada, todos con una densidad inferior a los 5 hab/km² y sin población urbana, pero cabe destacar que Ensenada posee el número más alto de localidades, con 11 de ellas (incluso más que el distrito de Puerto Varas que tiene 8 localidades) (Fig. 11) y con respecto a los sectores rurales, es el distrito con mayor número de habitantes, sus 1.623 residentes representan el 18% de la población total rural (Municipalidad de Puerto Varas, 2012). Si bien solo posee una densidad de 2 hab/km², como se ha mencionado anteriormente, el distrito abarca superficie con bajas posibilidades de albergar residentes, por lo que la densidad en los sectores donde la población está situada, podría ser mayor a lo estimado.

La proyección elaborada por el INE para el año 2012, consideró un aumento de población de 25,4%, este crecimiento demográfico contribuye a la densificación de los territorios. Como se observa en la Fig. 10 y Tabla n° 6, Puerto Varas aumentó en 47 hab/km² (desde 185 hab/km² en el 2002 a 232 hab/km² en el 2012). Sus distritos aledaños y los situados al oeste de la comuna: Nueva Braunau, Paraguay Grande, Santa María y La Fábrica incrementan su densidad entre 2 a 8 habitantes. Mientras Los Riscos, Ensenada, Peulla y Ralún no poseen incremento mayor a 1 hab/km².

Este cambio o mantenimiento de las densidades, es posible de apreciar en el territorio. Como muestra la Fig. 9, la densificación de la comuna se concentra principalmente en los distritos aledaños a Puerto Varas y Nueva Braunau. Sin embargo, esta condición no puede explicarse meramente por una expansión demográfica ligada a los centros urbanos, ya que factores geográficos como las vastas áreas protegidas que poseen los distritos rurales del este, no permiten el incremento de localidades y población. La presencia de estos sectores limita la posibilidad de surtir a estos territorios con una cantidad suficiente de bienes y servicios que apoyen el surgimiento de nuevas poblaciones y el crecimiento de las existentes.

El poblamiento de la comuna de Puerto Varas se inicia en 1853, cuando el Gobierno de Chile elabora políticas públicas enfocadas a poblar territorios deshabitados de la zona sur del país, creando así, a través de un Decreto Supremo dictado por el Ministerio del Interior, el territorio de colonización del lago Llanquihue, que comienza a poblarse paulatinamente con inmigrantes alemanes (212 en un principio) (Municipalidad de Puerto Varas, 2013). Actualmente, la comuna mantiene mucho de la herencia alemana, su arquitectura y paisajismo característico, hacen recuerdo del país europeo, sin embargo, la población que reside al presente es en un 95% chilena y un 1% extranjera (4% restante ignora su nacionalidad) (Instituto Nacional de Estadística, 2002), es decir, solo 430 personas del total, han nacido en otros países.

En lo que respecta a las características de quienes habitan este territorio, para el año 2002, había un leve predominio de los hombres, ya que superaban a las mujeres por una baja diferencia de 378 individuos, donde dichos sexos estarían representados por 16.645 y 16.267

habitantes, respectivamente (Instituto Nacional de Estadística, 2002). Las proyecciones elaboradas por el INE para el año 2012, indican la presencia de 21.093 hombres y 20.162 mujeres, estimando una acentuación en la diferencia de ambos sexos (932 hombres más que mujeres).

Como muestra la Fig. 11, considerando los datos del Censo de Población y Vivienda 2002, la población estaba compuesta en más de un 75% por personas menores de 45 años (0 a 44 años), donde si bien los rangos etarios considerados se distribuían homogéneamente, quienes se presentaban en mayor cantidad eran los niños entre 0 y 14 años, siendo el único rango que abarcaba más de un cuarto del total comunal (27%), mientras que los adultos mayores eran los menos, con solo un 7%.

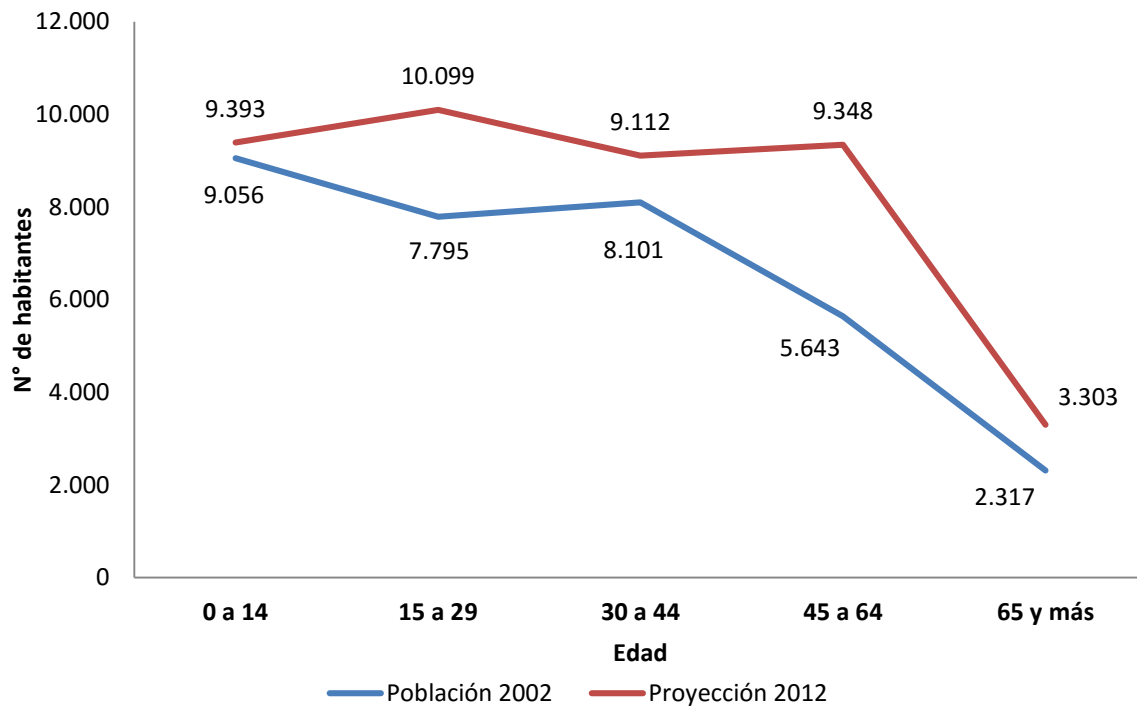


Figura 11: Población por grupos etarios

Fuente: CENSO 2002 y proyección 2012, INE.

Las proyecciones realizadas para el año 2012, muestran un evidente cambio en la distribución por grupos de edad, evidenciado un envejecimiento de la población, en donde los habitantes entre 45 y 64 años aumentaron un 40% y los del grupo de entre 15 a 29 años pasaron a ser el rango más numeroso, después de un incremento de un 23% respecto del 2002. Los mayores de edad (65 y más) suponen un crecimiento 26% mayor que los niños entre 0 y 14 años (Instituto Nacional de Estadística, 2013).

A su vez, si se hace una proyección a más largo plazo (2002-2020), la tendencia al envejecimiento en la estructura etaria de la comuna se mantiene, caracterizada por la

disminución de la proporción de niños y jóvenes, y un aumento de los grupos etarios de mayor edad: población adulta y adulta mayor (Municipalidad de Puerto Varas, 2013)(Fig. 12).

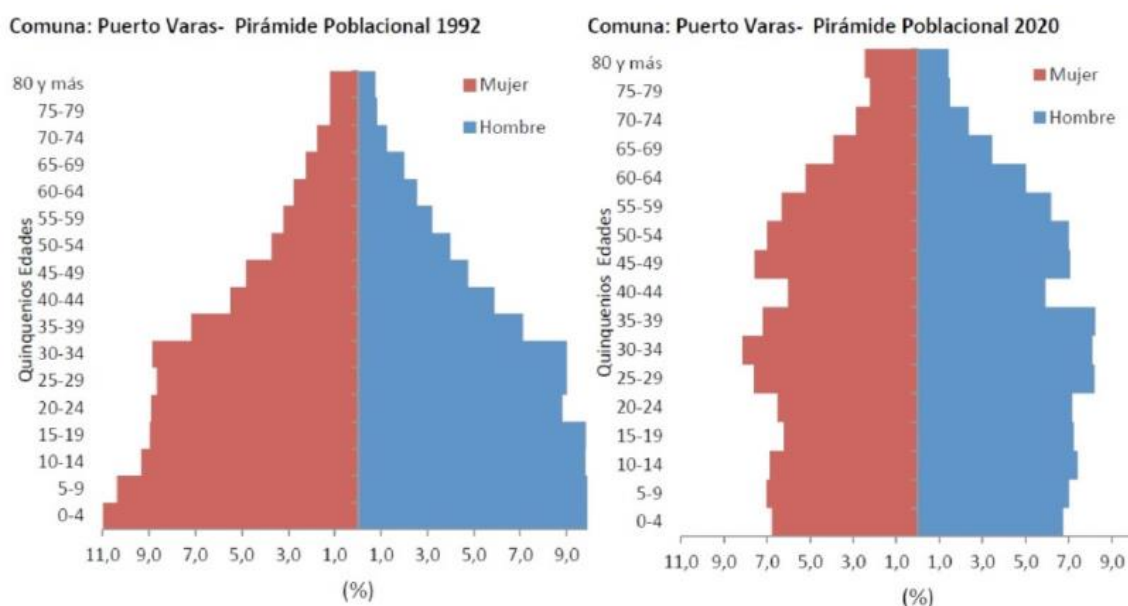


Figura 12: Pirámide Poblacional años 1992 y 2020 (proyección), Comuna de Puerto Varas

Fuente: Municipalidad de Puerto Varas en base a Reporte Observatorio Social, Ministerio de Desarrollo Social, 2012

La Tasa de Natalidad, manifestada por la comuna para el año 2010, según el Departamento de Estadísticas e Información en Salud del Ministerio de Salud, es de 19,20 (nacidos vivos por 1.000 habitantes en un determinado año), destacándose por sobre la región y el país, los cuales acusan 14,80 y 14,70 respectivamente (Ministerio de Salud, 2010). Compartiendo el mismo patrón se encuentran la Tasa de Mortalidad General y la Tasa de Mortalidad Infantil. La primera es de 5,10 (defunciones por 1.000 habitantes, en un determinado año) en Puerto Varas, mientras que la región y el país presentaron 5,7. Con aún mayor diferencia, la Tasa de Mortalidad Infantil, marca 3,90 (defunciones de menores de un año por 1.000 nacidos vivos, en un determinado año) a escala comunal, muy por debajo de los 7,30 y 7,40 manifestados en Los Lagos y Chile, respectivamente (Ministerio de Salud, 2010).

La educación en la comuna de Puerto Varas, considerada y medida a través de: Ficha de Protección Social (pregunta sobre asistencia o matrícula en algún establecimiento educacional o preescolar); número de matrículas de establecimientos subvencionados y municipales (Gobierno Regional y Ministerio de Educación en Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011); y del último nivel aprobado de enseñanza formal, tanto para la población total como para jefes de hogar, muestra lo siguiente:

En lo que respecta a educación pre-escolar, Puerto Varas posee 1.000 alumnos potenciales (niños entre 4 y 5 años) que no se encuentran asistiendo a clases. Como se observa en la Fig.

13, cuatro unidades vecinales (03, 04, 05 y 06) poseen media cobertura para este nivel educacional, es decir entre un 50% y 75% de los niños no están cursando esta etapa. Mientras que 6 unidades (01, 02, 07, 08, 09 y 16), situadas al oeste del límite urbano principal, poseen más de un 75% de niños en esta condición. La comuna posee un déficit considerable de asistencias a esta etapa pre-escolar.

La unidad vecinal Nueva Braunau (16 en el mapa) registra una cobertura en periodo pre-escolar de tan sólo un 20% respecto al total de niños considerados en la Ficha de Protección Social al año 2010, lo cual, al igual que para otras unidades vecinales con alta deficiencia, podría deberse a la presencia de sólo un establecimiento municipal en el área (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

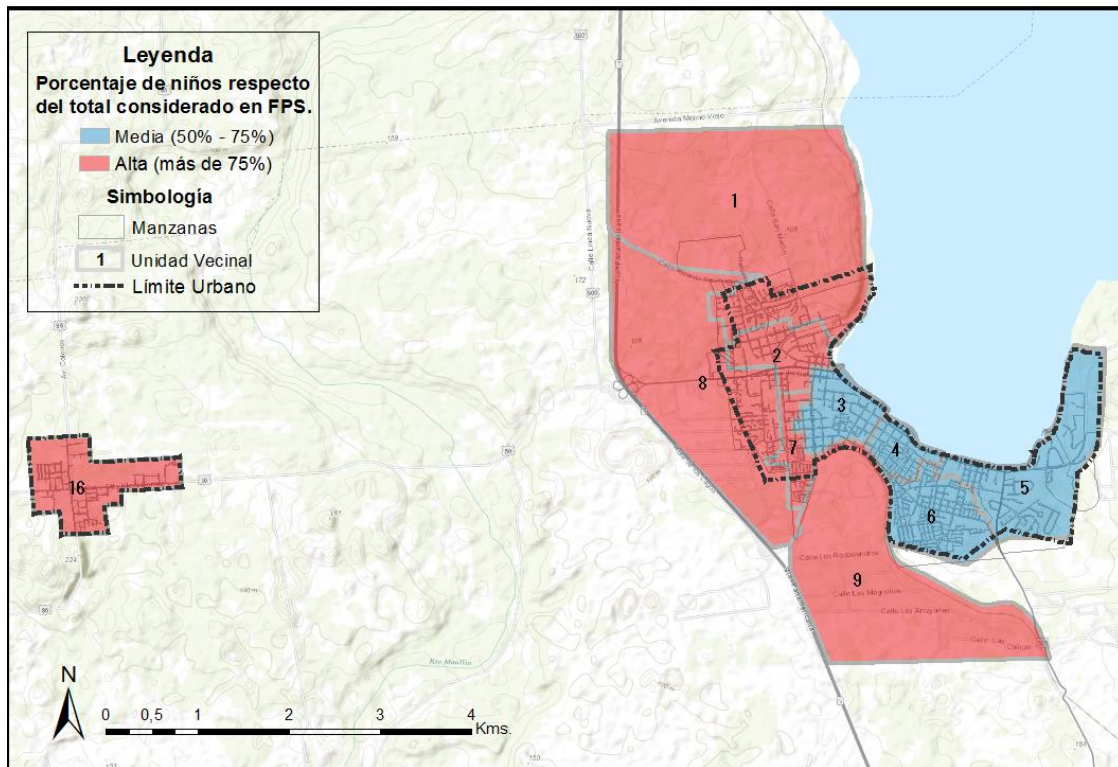


Figura 13: Niños entre 4 a 5 años, que no asisten a Educación Pre-escolar

Fuente: Adaptado de "Ciudades con Calidad de Vida. Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Puerto Montt-Puerto Varas". Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011
 Datos Ficha de Protección Social 2010

La Educación Básica, dentro de la cual se consideran niños entre 6 y 13 años, posee mayor cobertura que el nivel pre-escolar (Fig. 14), abarcando un alcance de 87.8%, lo que en términos numéricos, corresponde a casi 3.000 alumnos. Nueva Braunau, nuevamente se localiza como una de las unidades con alta deficiencia, donde solo el 84% de dicha población infantil asiste a esta etapa.

Si bien, se observa una mayor cobertura respecto de la educación pre-escolar, cabe destacar que 7 unidades vecinales poseen más de un 10% de niños que no se encuentran cursando

educación básica y se localizan en el sector céntrico del límite urbano ligado a la ciudad de Puerto Varas.

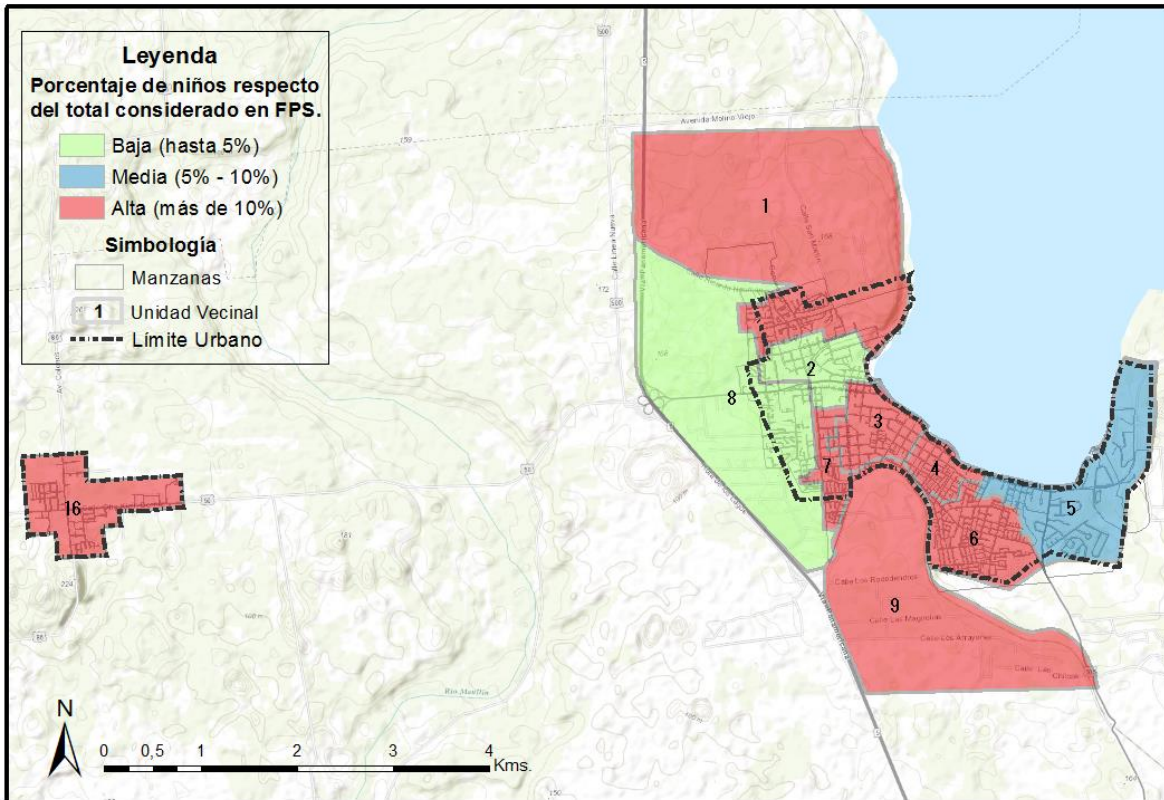


Figura 14: Niños entre 6 a 13 años, que no asisten a Educación Básica

Fuente: Adaptado de "Ciudades con Calidad de Vida. Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Puerto Montt- Puerto Varas". Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011

Datos Ficha de Protección Social 2010

Considerando, como se dijo anteriormente, el total de matrículas para cada unidad vecinal, a partir de la ubicación de los establecimientos educacionales de enseñanza básica y media que poseen dependencia municipal o subvencionada, se encuentra que la comuna posee cinco unidades vecinales con presencia de dichos establecimientos al año 2010, donde la matrícula se concentra fuertemente en la unidad vecinal n° 06, con más de 2.000 alumnos, asociada preferentemente en las áreas centrales (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011) (Fig. 15).

Los sectores periféricos del límite urbano central, al año 2010, no poseían establecimientos de carácter municipal o subvencionado, por este motivo no figuran con matrículas.

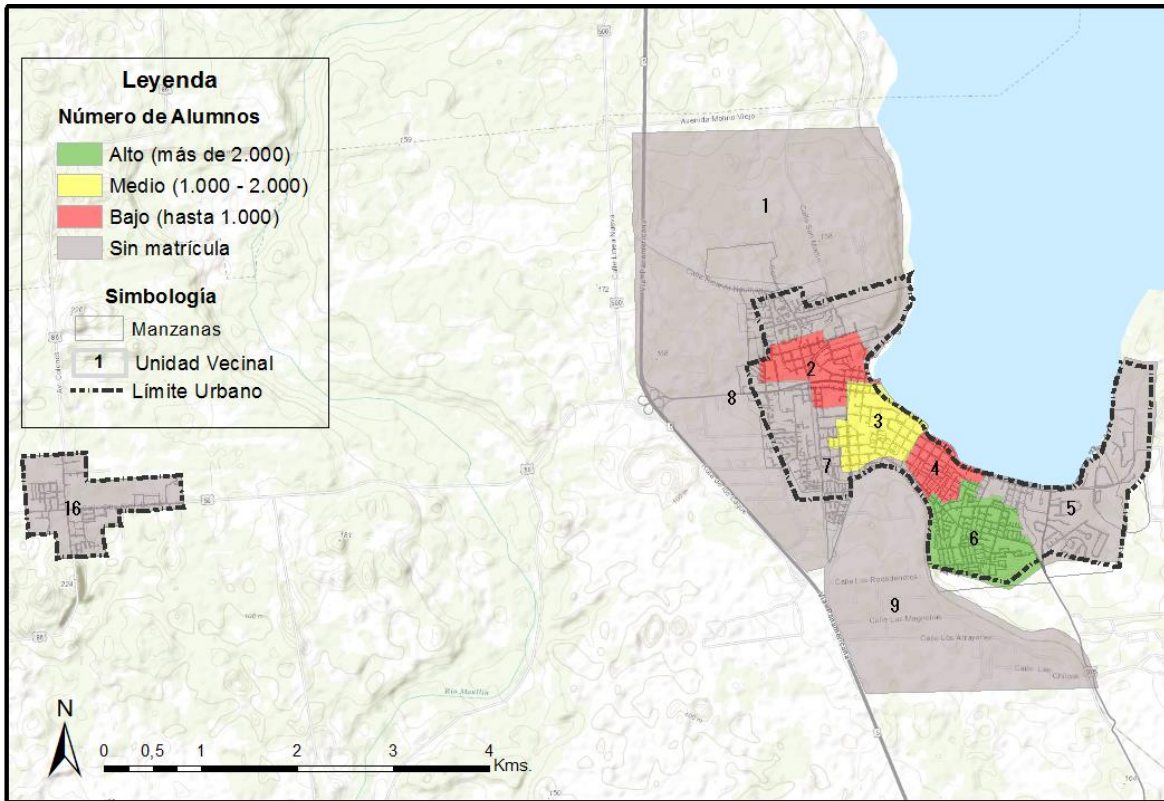


Figura 15: N° de matrículas en establecimientos municipales y subvencionados, por unidad vecinal

Fuente: Adaptado de "Ciudades con Calidad de Vida. Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Puerto Montt-Puerto Varas". Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011
Información de Gobierno Regional, 2011 y Ministerio de Educación, 2011

Al considerar estos tres últimos ámbitos de la educación escolar, es posible apreciar que el número de matrículas contabilizadas para cada unidad vecinal, no se encuentra directamente relacionado con la cobertura del nivel pre-escolar y básico, ya que, como es visible en las figuras, hay unidades vecinales como la n° 06, donde, si bien hay más de 2.000 alumnos, el sector posee entre un 75% y 50% de inasistencia al nivel pre-escolar y un 10% de niños que no asisten a educación básica. Cabe destacar, que la ausencia de establecimientos municipales y subvencionados en los sectores periféricos de la ciudad podría elevar las matrículas contabilizadas en sectores donde la cobertura propia de la unidad vecinal es deficiente.

Otro vértice de la variable educacional, es abordado no solo por la población que se encuentra o debería encontrarse cursando estudios, sino que también por quienes ya pasaron por esta etapa. Según el Censo 2002, considerando la totalidad de los residentes de Puerto Varas, la mayoría de ellos cuenta con educación Básica o Primaria, siguiendo la aprobación del nivel Medio y luego el Universitario, teniendo decaimientos de alrededor de un 50% entre dichas etapas educacionales (Instituto Nacional de Estadística, 2002) (Fig. 16).

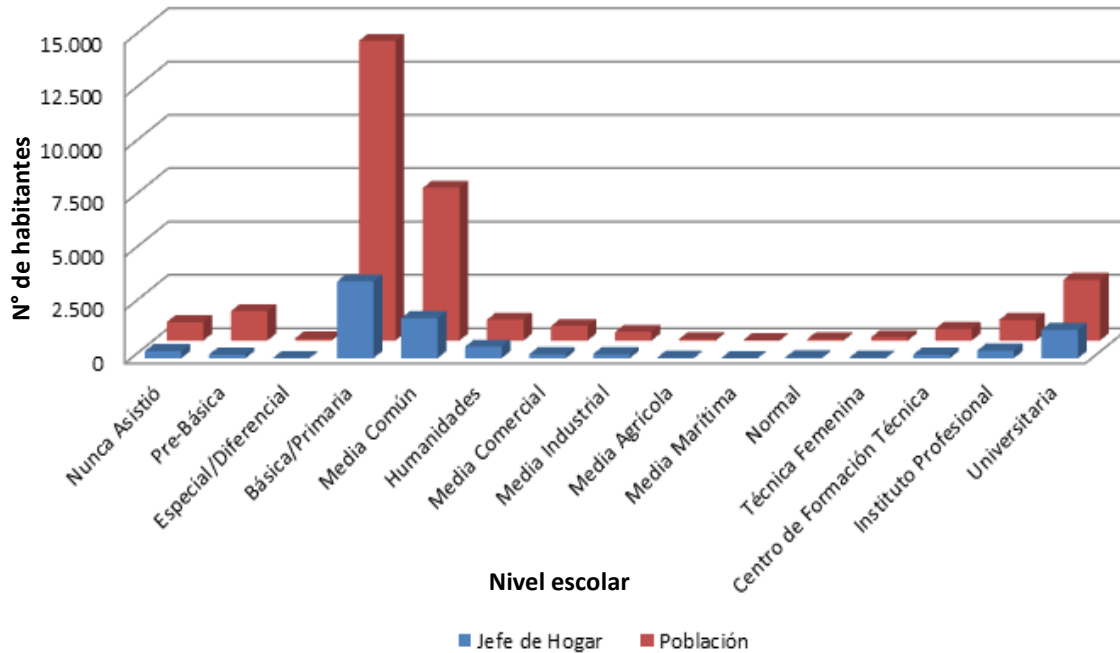


Figura 16: Último nivel aprobado de enseñanza formal

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002

Se hace necesaria la consideración del grupo de habitantes que cuenta con la aprobación de niveles de enseñanza formal superiores a básica/primaria. Esto tiene consecuencia con la evidente y a la vez muy cuestionada relación entre el nivel educacional de un individuo y su posterior nivel de ingresos. Socialmente se concibe la idea e imaginario de que la educación es una “*forma privilegiada de conseguir una posición económica y social más elevada dentro del conjunto social. Vale aclarar que en esta idea se entiende “educación” como “escolarización”*” (Bazdresch, 2001:65). Esto se evidencia durante la década de 1990, donde se comprobó la “*progresiva expansión del número de años de educación requeridos para evitar el desempleo y la pobreza*” (Calero, 2004:9).

Este grupo (población con niveles de enseñanza formal aprobados superiores a básica/primaria), a escala comunal está constituido por 13.884 residentes, de los cuales 331 corresponden a jefes o jefas de hogar. En su totalidad, quienes tendrían mayores posibilidades de acceder a una posición económica más elevada, engloban el 45,9% de la población de Puerto Varas (Instituto Nacional de Estadística, 2002). Por el contrario, los individuos que nunca asistieron a enseñanza formal (866) representan el 2,9% del total de los habitantes.

Bajo el contexto actual en el que se enmarca la sociedad, la educación es considerada como factor de cambio, tanto directo y principal, como también complementario de otras variables que participan dentro de la determinación del nivel de ingreso y en consecuencia, del estrato socioeconómico que tenga un individuo o familia. La *prima salarial educativa*, definida como “*las diferencias salariales a favor de los trabajadores con mayor nivel educativo*” (Calero, 2004:3), es en cierta medida la “teoría” que predomina sobre la relación del nivel

educativo y los salarios que estos pueden conllevar a futuro. Se tiene como supuesto y objetivo social, que *“los sistemas educativos tienen tres funciones: socialización; adquisición de habilidades, destrezas y entrenamiento; y certificación”*, por lo que *“la escolarización se convierte en el modo para que la sociedad, y no sólo los sujetos, se desarrolle y pueda sortear los obstáculos que representan la clase social y los modos estratificados y diferenciados de tener acceso a las oportunidades”* (Bazdresch, 2001:76). En conclusión *“mayor educación proporciona más “capital humano” (socialización, conocimientos y certificados) a los miembros de la sociedad para competir por los puestos y los ingresos”* (Bazdresch, 2001:68).

En la actualidad, la modernización de los medios de producción y sus procesos, la desindustrialización, los incrementos en el comercio internacional y el declive de la sindicación y el salario mínimo real, han conllevado la modernización de la fuerza laboral y la mano de obra. La industria de la globalización presente a escala mundial, exige individuos mejor cualificados, explicando la reducción de los salarios relativos de quienes se encuentran menos cualificados por su nivel de la enseñanza formal (inferior a lo exigido) (Gottschalk y Smeeding, 1997, en Calero, 2004).

El ingreso monetario promedio² de los hogares de Puerto Varas, al año 2011, era bastante cercano al del país, con \$742.223 y \$800.275 respectivamente, sin embargo era mayor que el de la región, de sólo \$632.217 (CASEN, 2011). Estos valores, escapan a más del doble del ingreso mínimo mensual fijado a contar del 01 de julio de 2014 en \$ 225.000 para los trabajadores mayores de 18 años y menores de 65 (Ministerio del Trabajo y Previsión Social, 2014). Esta favorable condición económica que ha evidenciado la comuna, con ingresos promedios superiores a los \$500.000, al menos desde el año 2003, en conjunto con un aumento del subsidio monetario desde dicho año hasta la actualidad (CASEN, 2003–2011), ha sido, entre otras cosas, el posible sostén de los residentes para la adquisición y mejoramiento de viviendas propias: el 54,1% de éstas ha sido pagada totalmente, mientras quienes se encuentra en este proceso (costeando a plazo) son el 14,5%. Las viviendas que han sido cedidas a los residentes por trabajo, servicio y/o de forma gratuita, engloban el 15,3% del total, un porcentaje no menor, tomando en cuenta que sumando dichas cifras el 83,9% del total de las viviendas pertenece o está en proceso de pertenecer a quienes las habitan. En contraste, las viviendas arrendadas solo representan el 16,1% (Instituto Nacional de Estadística, 2002).

² **Ingreso Monetario:** Suma del ingreso autónomo (ingreso por concepto de sueldos y salarios, ganancias provenientes del trabajo independiente, autoprovisión de bienes producidos por el hogar, bonificaciones, gratificaciones, rentas, intereses, así como jubilaciones, pensiones, montepíos y transferencias entre privados) y los subsidios monetarios (aportes en efectivo que distribuye el Estado a las personas y los hogares a través de sus programas sociales) (Ministerio de Desarrollo Social, s/f).

8.1.2. Componentes Económicos

Puerto Varas se inició económica y productivamente con actividades agrícolas que aprovechaban el lago como ruta de comercio entre los pueblos ribereños a través de embarcaciones a vapor. Luego, en el siglo XX se produce un cambio en sus bases económicas. En lo que corresponde a las principales actividades que sustentan la comuna, observando la matriz adjunta a continuación (Tabla n° 7), en términos absolutos se podría afirmar que la comuna está especializada en el rubro predominante: el Comercio al por Mayor y al por Menor, seguido de la Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura. Sin embargo, si bien esta estimación absoluta refleja parte de la economía, no logra dar cuenta del comportamiento de ésta respecto al panorama regional; consideración importante a la hora de determinar la especialización del territorio en una rama específica.

Tabla n° 7: Actividades Económicas de Puerto Varas

<i>Actividad Económica</i>	<i>En %</i>
<i>Comercio al por Mayor y al por Menor</i>	18%
<i>Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura</i>	13%
<i>Industrias Manufactureras</i>	9%
<i>Construcción</i>	9%
<i>Hogares Privados con Servicio Doméstico</i>	8%
<i>Transporte, almacenamiento y Comunicaciones</i>	7%
<i>Actividades Inmobiliarias, Empresariales y de alquiler</i>	7%
<i>Pesca</i>	5%
<i>Hoteles y Restaurantes</i>	5%
<i>Enseñanza</i>	5%
<i>Otras Actividades de Servicio Comunitarias, Sociales.</i>	5%
<i>Servicio Social y de Salud</i>	4%
<i>Administración Pública y defensa; Planes de Seguridad Social</i>	3%
<i>Suministro de Electricidad, Gas y Agua</i>	1%
<i>Intermediación Financiera</i>	1%

Fuente: Municipalidad de Puerto Varas, 2012

El hecho de que una actividad abarque la mayoría de la economía de una unidad territorial, podría ocultar a otra actividad que si bien tiene menor porcentaje asociado, lograría tener más relevancia si es que en la región no hay otra unidad territorial que la desempeñe. El comercio abarca el 18% de la economía comunal y como se pudo observar en terreno, ésta es efectivamente una rama trascendente en Puerto Varas y que estaría en expansión, como lo refleja el nuevo Mall Paseo Puerto Varas inaugurado en los primeros meses del año 2015 (Fig. 17) y uno de los complejos comerciales situados en la ribera del lago Llanquihue, el cual se caracteriza por mantener un paisajismo asociado a las particularidades de la comuna (Fig. 18). No obstante, se hace necesario aplicar el Cociente de Localización, a partir de las

fuentes laborales 2011 de la comuna y de la región, a fin de vislumbrar si es que Puerto Varas corresponde a una localidad especializada en algún ámbito económico respecto de la región en la cual está inserta (Fig. 19).



Figura 17: Mall Paseo Puerto Varas



Figura 18: Complejo comercial en ribera de lago Llanquihue

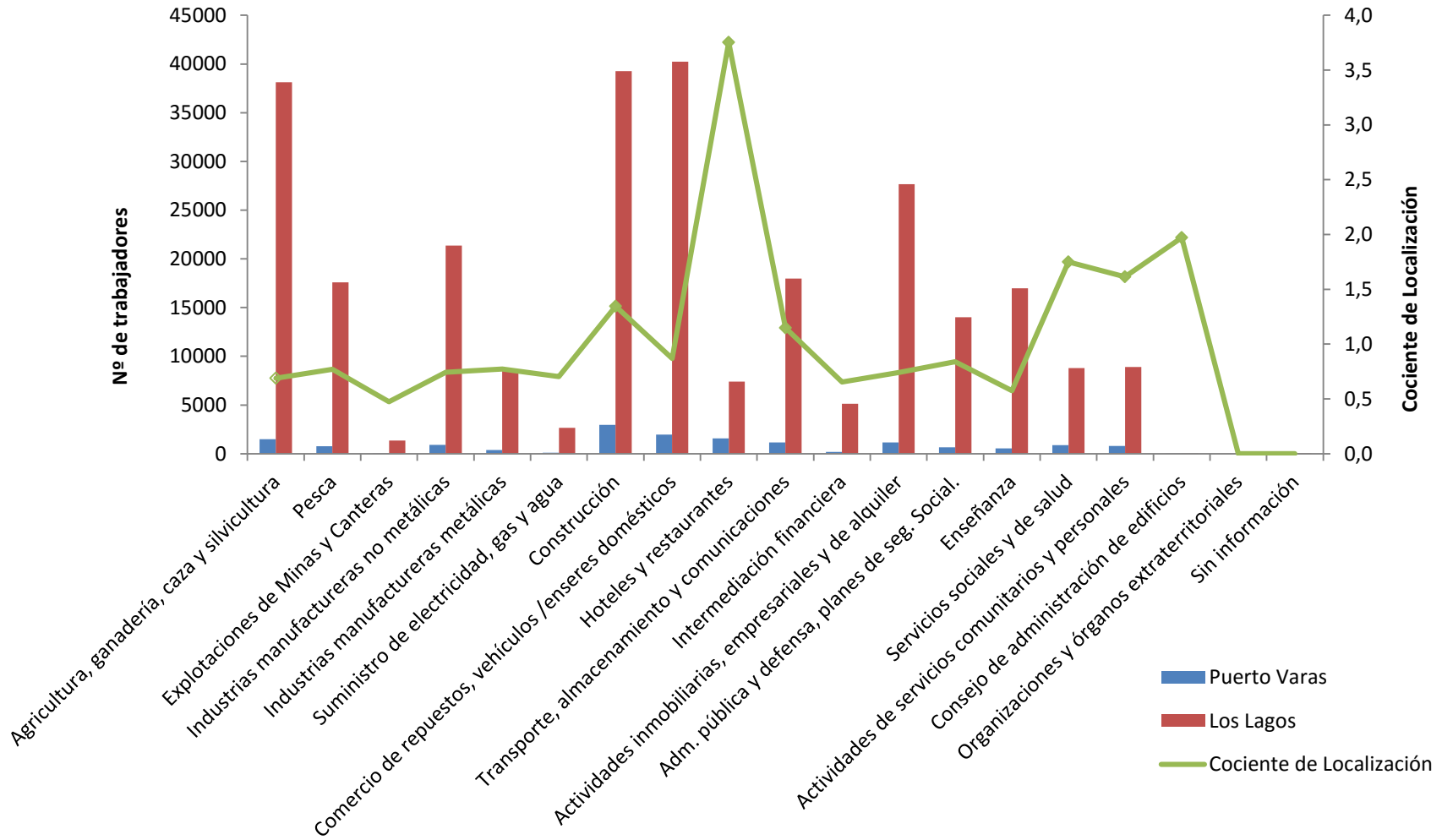


Figura 19: Nº de Trabajadores y Cociente de Localización por rama económica

Fuente: Elaboración propia en base a Servicio de Impuestos Internos, 2011

Como indica la Fig. 19, el cociente de localización permite dar una interpretación relativa de la comuna, en relación al total de la región. Los resultados obtenidos (Tabla n° 8) indican que el tamaño relativo de seis sectores es mayor en Puerto Varas que en Los Lagos en su conjunto, lo que indica que hay especialización comunal de estas actividades:

Tabla n° 8: Número de Trabajadores y Cociente de Localización por rama Económica

<i>Rama Económica</i>	N° de Trabajadores		Cociente de Localización
	Comuna de Pto. Varas	Región de Pto. Montt	
<i>Agricultura, ganadería, caza y silvicultura</i>	1479	38122	0,7
<i>Pesca</i>	763	17595	0,8
<i>Explotaciones de Minas y Canteras</i>	36	1345	0,5
<i>Industrias manufactureras no metálicas</i>	895	21350	0,7
<i>Industrias manufactureras metálicas</i>	376	8645	0,8
<i>Suministro de electricidad, gas y agua</i>	105	2652	0,7
<i>Construcción</i>	2975	39278	1,3
<i>Comercio de repuestos, vehículos /enseres domésticos</i>	1972	40245	0,9
<i>Hoteles y restaurantes</i>	1562	7389	3,8
<i>Transporte, almacenamiento y comunicaciones</i>	1162	17977	1,1
<i>Intermediación financiera</i>	189	5136	0,7
<i>Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler</i>	1154	27675	0,7
<i>Adm. pública y defensa, planes de seg. Social.</i>	662	13996	0,8
<i>Enseñanza</i>	550	16989	0,6
<i>Servicios sociales y de salud</i>	866	8789	1,7
<i>Actividades de servicios comunitarios y personales</i>	809	8899	1,6
<i>Consejo de administración de edificios</i>	5	45	2,0
<i>Organizaciones y órganos extraterritoriales</i>	0	1	0,0
<i>Sin información</i>	0	80	0,0
	15560	276208	

Fuente: Servicio de Impuestos Internos, 2011

Sin embargo, dentro del grupo es evidente la supremacía de una por sobre las otras. Los servicios de Hoteles y Restaurantes son en Puerto Varas los que abarcan mayor proporción de trabajadores respecto de la región, lo cual responde a la caracterización turística del área de estudio (Fig. 20). Su contexto tanto urbano como rural conforma áreas de atractivo turístico reconocido a nivel nacional: hitos del patrimonio natural como el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, los Saltos del Petrohué (Fig. 21), entre otros, poseen un valor

incrementado por la oferta hotelera y el desarrollo del turismo de intereses especiales en las localidades ribereñas de Petrohué y Peulla. A esto se suman los espacios públicos y equipamiento cultural propios de la ciudad, donde destaca la arquitectura alemana, concentrada en la Zona Típica, y sus monumentos históricos (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011). Todo lo anterior, evidencia que Puerto Varas es la puerta de entrada a la Patagonia chilena y ruta obligada del circuito de los grandes lagos del sur de Chile y Argentina, a través del Paso Internacional Pérez Rosales. En concordancia con esto, los objetivos planteados por y para la comuna apuntan a su continuo desarrollo señalando su consolidación como el principal polo de atracción regional (Municipalidad de Puerto Varas, 2007).



Figura 20: Centro de comercio y servicio en ribera de lago Llanquihue, ciudad de Puerto Varas



Figura 21: Volcán Osorno y Saltos de Petrohué

Fuente: sitio web [hotelgranpacifico.cl]

En el año 2009, la Región de Los Lagos presentó el 1° lugar en las visitas de chilenos y extranjeros al Sistema Nacional de Áreas Verdes Protegidas, con un número de 794.363 visitas del total de 2.056.218 registradas en el territorio nacional. Además, según datos municipales, la cantidad de turistas en la comuna durante el período 2010 - 2013 fue de 89.178 visitantes registrados en alojamiento formal, siendo el 52% nacionales y el 48% extranjeros, concentrándose un 52% en los meses de enero y febrero (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2014). Para contrarrestar esta tendencia a la estacionalidad, la comuna también ofrece actividades distribuidas a lo largo del año, las cuales contemplan principalmente ferias de artesanía local.

“El turismo es una actividad económica que se apoya en el sector terciario, especialmente en el rubro servicios de hotelería, restaurantes, transporte, construcción, actividades financieras y en la banca, generando de manera estacional, durante los meses de verano, una activación importante de la economía y, en el mediano y largo plazo, un aumento de las inversiones privadas en los rubros inmobiliario, transporte, además de inversión estatal en obras de carácter social e infraestructura vial” (Municipalidad de Puerto Varas, 2015:11).

Al momento de disminuir la escala, y estudiar el comportamiento de las fuentes de empleo diferenciadas por sector urbano y rural se observan considerables variaciones:

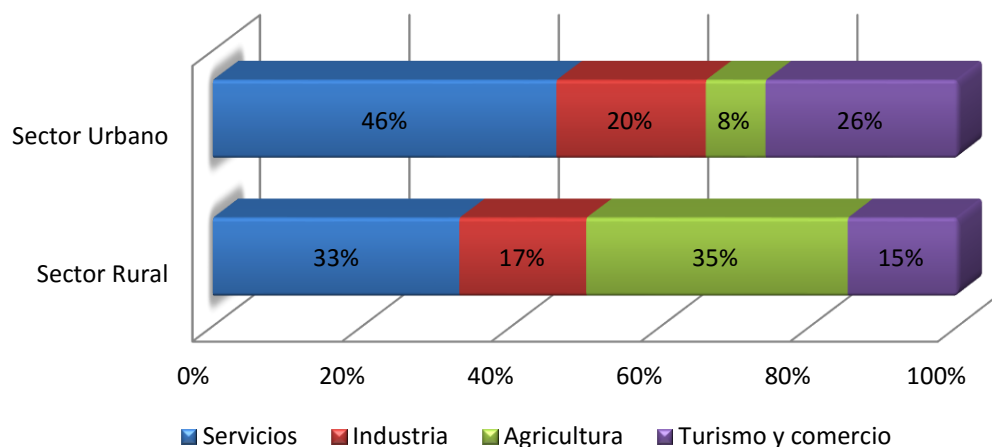


Figura 22: Principales fuentes de empleo

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2002

Como muestra la Fig. 22, los residentes establecidos en áreas urbanas responden en términos laborales a los mismos patrones evidenciados a escala comunal. La mayor fuente de trabajo la abordan los Servicios, con un 33%, seguido del Turismo y Comercio, con un 26%, Industria 20%, y Agricultura solo un 8%. Todos estos valores cambian drásticamente para los pobladores del sector rural, donde este último rubro es el de mayor importancia con un 35%. Según el Censo Agropecuario realizado el año 2007 la comuna posee una superficie de 891,76 km² destinados a explotaciones silvoagropecuarias, donde un 72,1% es utilizado con

fines agropecuarios y un 27,9% con fines forestales. Los servicios bajan su primacía en más de 10 puntos, representando solo un 33%, mientras que Turismo y Comercio también disminuyen alrededor de un 11%.

En lo que respecta al ámbito empresarial, en la comuna lideran por gran mayoría las pequeñas y micro empresas, las cuales, como se puede ver en el siguiente gráfico, representan el 97% de una totalidad de 3.007 catastradas a través del Servicio de Impuestos Internos. Según registros del año 2005 a la actualidad, habrían tenido un incremento promedio de 2,8%.

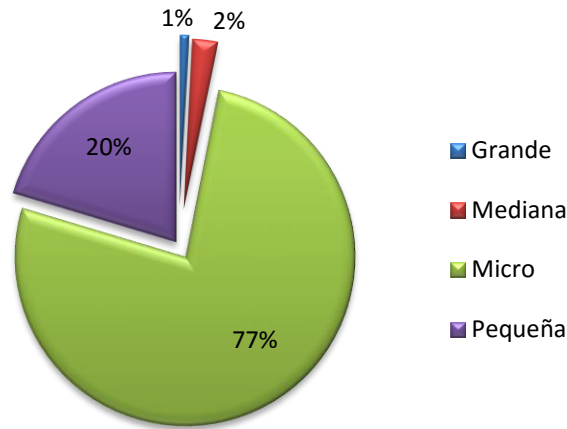


Figura 23: Empresas según tamaño

Fuente: Servicio de Impuestos Internos, 2011

Para obtener una caracterización económica a menor escala y enfocada en la población que habita la comuna, se procedió a aplicar la metodología Adimark. Con ella fue posible caracterizar y contabilizar los habitantes de cada estrato socioeconómico, a escala de distritos.

A fin de obtener un buen análisis, en una primera instancia se estudiarán todos los distritos, exceptuando Puerto Varas (Fig. 24), ya que sus habitantes superan ampliamente en número a los distritos restantes, haciendo menos perceptible la situación de sectores con menor población. Posteriormente, se analizarán los estratos de Puerto Varas (Fig. 25) en particular.

Como es posible apreciar en las Fig. 24 y 25, la totalidad de los distritos estarían dominados por el estrato socioeconómico “D”, el cual es caracterizado por hogares con un promedio de cuatro a cinco bienes, jefes de hogar con alrededor de 8 años de estudio (media incompleta) e ingresos que fluctúan entre \$200.000 a \$300.000, siendo el segundo estrato con menores recursos.

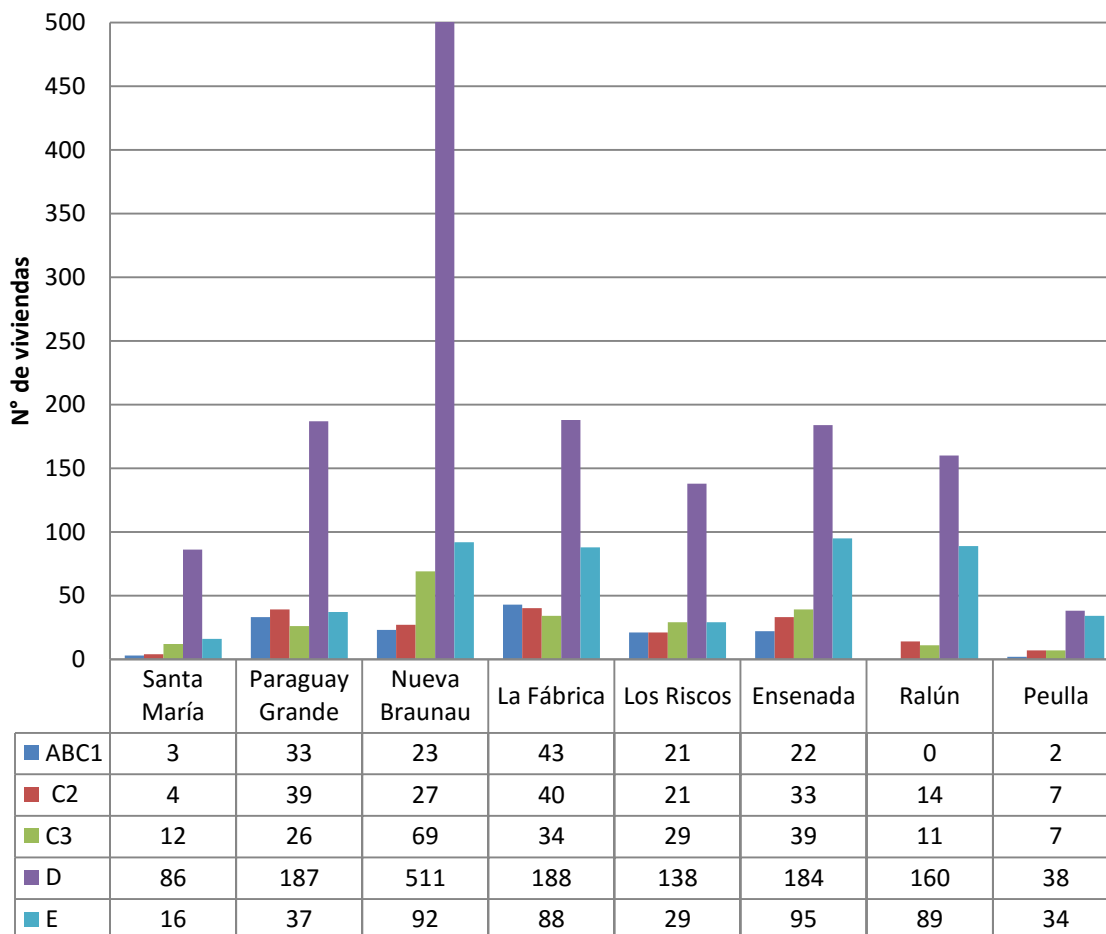


Figura 24: Estratos Socioeconómicos, Comuna de Puerto Varas, Región de los Lagos

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2002

Al analizar los resultados obtenidos para todos los distritos (Fig. 24), exceptuando Puerto Varas, se aprecia que la distribución de los estratos varía para cada sector.

El estrato socio-económico “E”, considerado como el más bajo de la escala, abarca un estimado de tres bienes, jefes de hogar con un promedio de 4 años de educación (básica incompleta) e ingresos menores a los \$160.000. En la comuna se presenta como el segundo nivel más abundante tanto en los distritos rurales del este, Ensenada, Ralún y Peulla, como en los urbanos del oeste, La Fábrica y Nueva Braunau, diferenciándose marcadamente respecto de los otros estratos. Esto evidencia que dichos distritos agrupan a la mayoría de la población con menos recursos y en consecuencia, los más vulnerables. Esta tendencia podría estar explicada por la alta presencia de población rural, donde el último nivel de educación aprobado en muchas ocasiones no supera la educación básica, lo cual es consecuente con los resultados obtenidos anteriormente en este capítulo, donde cerca de 13.000 habitantes (la mayoría) solo ha cursado esta etapa escolar.

A esto se suma que en ambientes rurales, los bienes considerados por la metodología, no son requeridos por la población de manera imprescindible, además que en muchas ocasiones, éstos demandan tecnología e instalaciones que no están presentes en sectores lejanos al centro urbano, tales como internet, Tv cable y computadores.

Para el resto de los distritos, como Santa María, Paraguay Grande y Los Riscos, que rodean los sectores urbanos, el estrato “E” se presenta mucho más cercano a los niveles restantes, llegando a igualarse con “C3” y en menor medida con “C2” y “ABC1” en Los Riscos.

En lo que respecta al estrato “C3”, el cual considera hogares con alrededor de 6 bienes, jefe de hogar con 12 años de estudio (media completa) e ingresos que van desde los \$400.000 a los \$500.000, éste se distribuye en la totalidad de la comuna, acercándose en proporción a los estratos más elevados, exceptuando Nueva Braunau, donde corresponde al tercer estrato más numeroso, pero se diferencia ampliamente de “C2” y “ABC1”, por al menos 42 viviendas. Cabe destacar que en Paraguay Grande y La Fábrica, es el nivel que se encuentra en menor cantidad, siendo superado incluso por el estrato de mayor categoría.

El estrato “C2” corresponde al segundo nivel más alto, y considera un aproximado de 7 bienes, un jefe de hogar con 14 años de estudio (técnica completa o universitaria incompleta) e ingresos entre \$600.000 y \$1.200.000. Se presenta en mayor cantidad en Paraguay Grande, La Fábrica y Ensenada, abarcando más de 30 habitantes en cada distrito y superando al nivel anterior “C3”. A diferencia del nivel “ABC1”, “C2” está en la totalidad del territorio y solo en Santa María, Ralún y Peulla no supera los 20 individuos.

En relación al nivel “ABC1”, éste es el más elevado y contempla 9 o 10 bienes, jefes de hogar con 16 o más años de estudio (universitaria completa y postítulos) e ingresos desde \$1.700.000. Se localiza en todos los distritos, exceptuando Ralún, uno de los más aislados. Su mayor presencia es en Paraguay Grande y La Fábrica, ambos colindantes de los distritos urbanos (Nueva Braunau y Puerto Varas, respectivamente). Al igual que “C2”, solo en Santa María, Ralún y Peulla no supera los 20 habitantes.

Por otro lado, el distrito Puerto Varas (Fig. 25), en concordancia con su concentración de población, posee los valores más elevados de cada estrato, no obstante, si bien se pudiera inferir que por consolidarse como núcleo urbano podría tener supremacía de los niveles más altos, esto no se cumple. El estrato “D” (segundo con menores recursos) es el que lidera en la unidad territorial, seguido de “C3”, “C2”, “ABC1” y finalmente “E”. Por lo tanto, si bien los tres estratos más altos superan los 640 habitantes cada uno, uno de los estratos más vulnerables es el que prima, pero sin la presencia abundante del nivel más inferior.

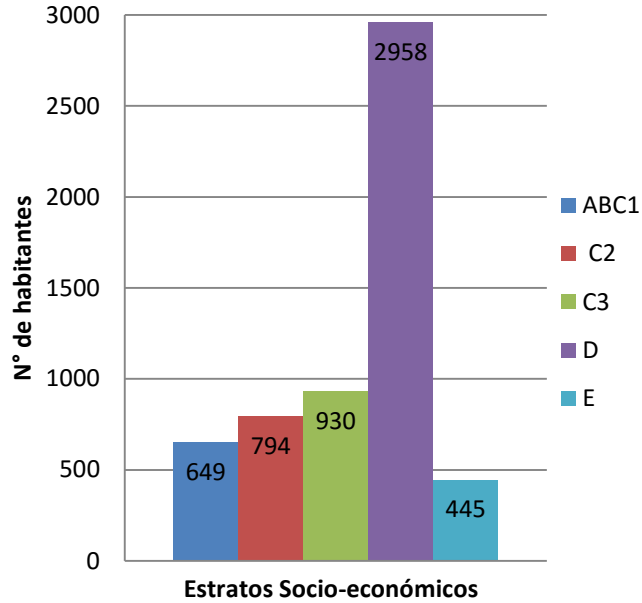


Figura 25: Estratos Socioeconómicos, distrito Puerto Varas

Realizando una descripción general, es posible visualizar que los estratos más bajos son los que dominan la comuna, no obstante, los niveles socioeconómicos medio-altos no son escasos, y entre ellos no hay grandes diferencias en el número de viviendas que engloban. Sólo los distritos más aislados y alejados de los centros urbanos poseen evidente minoría de niveles con mayores recursos.

El escenario presente en la ciudad varía respecto de lo evidenciado en los otros sectores. Si bien se mantiene el estrato “D” como el más abundante, el siguiente nivel más vulnerable (“E”) es el que menos se presenta, siendo desplazado por los estratos medio-altos.

Estos resultados deben ser considerados bajo el contexto de la comuna, que engloba en su mayoría superficies rurales bastante más amplias que las urbanas, lo cual puede influir en la accesibilidad a la educación por parte de los jefes de hogar, considerando que la actual presencia de escuelas en la comuna sigue siendo deficiente, al igual que la cobertura de la escolaridad.

8.1.3. Componentes de Infraestructura

8.1.3.1. Instalaciones Esenciales

- Policía: Carabineros de Chile, como organismo encargado del control del orden público y el restablecimiento de la seguridad, posee 6 cuarteles en toda la comuna los cuales se establecen, como muestra la Fig. 26, desde el distrito Nueva Braunau hacia la cordillera, con una distribución lineal y homogénea ligada principalmente a la Ruta CH 225.

Los distritos Santa María, Paraguay Grande, La Fábrica y Ralún no cuentan con servicios policiales. Siendo este último distrito el caso más crítico, por encontrarse alejado en casi 30 km del cuartel más cercano, localizado en Ensenada.

- Educación: Los establecimientos considerados de importancia a la hora de afrontar y recuperarse oportunamente de un desastre, se distribuyen en 8 de los 9 distritos, disminuyendo en número hacia la cordillera, patrón que se reitera para los jardines infantiles. Ambos tipos de establecimiento se concentran en Puerto Varas y en su distrito aledaño Nueva Braunau, dentro del límite urbano de la ciudad se pueden contabilizar 14 establecimientos y 6 jardines infantiles (Fig. 27).
Hacia el este, los colegios y unos pocos jardines se localizan principalmente por el borde del lago Llanquihue, en dirección a la localidad de Ensenada. Peulla es el único distrito que no posee infraestructura escolar, dada su lejanía hacia el interior y su localización en el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales.
- Salud: Los distintos establecimientos se distribuyen de manera desigual, desfavoreciendo a los sectores del occidente, como Paraguay Grande y Santa María, y a uno de los distritos más alejados del centro, Ralún. En total solo se dispone de 6 entidades de salud, situación a considerar dada la creciente población de la comuna y su amplio territorio.
- Bomberos: En la comuna hay un total de 6 compañías de bomberos (Abnegación y Constancia, Germania, Eleuterio Ramírez, Nueva Braunau, Puerto Chico y Vicente Pérez Rosales) que fueron creadas *“Para la mejor seguridad de poder auxiliar a los vecinos en caso de incendio, como también para fomentar la unión entre los vecinos de Puerto Varas”* (Cuerpo de Bomberos de Puerto Varas, 2000). Actualmente cuatro de dichas compañías se sitúan dentro de la ciudad, como se observa en la Fig. 26, las otras dos se localizan: una en el sector urbano de Nueva Braunau y la otra en Ensenada, por lo tanto el territorio principalmente rural no cuenta con bomberos de manera inmediata.
- Oficinas Públicas: La municipalidad, órgano responsable de la administración comunal en materias de desarrollo económico, social y cultural, tiene la prioridad en materia de gestión del riesgo (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011). La institución se encuentra en el sector norte de la ciudad.
Cabe destacar la presencia del paso internacional Pérez Rosales, al este del distrito Peulla.

8.1.3.2. Redes de Transporte

- **Vías Terrestres:** El equipamiento que presenta hoy en día Puerto Varas en términos viales, le permite una conectividad expedita entre sus localidades y para con el resto del país, especialmente con Puerto Montt, ciudad con la cual se puede vincular a través de la Ruta 5 y la Ruta V 505. Los sectores rurales de la comuna se encuentran ligados principalmente por la Ruta CH 225, que recorre la ribera sur del lago Llanquihue y que corresponde a la ruta a seguir hacia el paso fronterizo. Estas carreteras se nutren de una amplia red de caminos complementarios que disminuyen desde Petrohué al este, donde toma prioridad el transporte marítimo. Otra ruta de relevancia, es U 99 V, la cual comunica a la comuna con la localidad de Puerto Octay, recorriendo la ribera este del lago Llanquihue.
- **Terminal de Buses:** Se concentran en la ciudad, hacia el norte del límite urbano, aledaño al centro hospitalario y la municipalidad. De una totalidad de cinco terminales, tres se sitúan en ésta área (Fig. 27).
- **Aeródromos:** se destaca la presencia de dos, uno localizado en el límite del distrito de Puerto Varas con La Fábrica, y otro en el alejado distrito de Peulla. Cabe destacar el aeropuerto “El Tepual” en la ciudad de Puerto Montt, situado a 16 kilómetros lineales de la ciudad de Puerto Varas.
- **Puertos o Muelles:** mediante la fotointerpretación fue posible identificar 38 infraestructuras que permitirían la carga y descarga de mercancía y personas. Estas instalaciones se encuentran tanto en el Lago Llanquihue como en el de Todos los Santos, distribuidos en sus riberas. Los muelles localizados en este último lago son de vital importancia, ya que hacia esa zona la vialidad terrestre se ve muy dificultada por la geografía, y la vía lacustre es la mejor alternativa, presentándose incluso como la continuación de la Ruta CH 225 hacia Argentina.

Cabe destacar que los distritos Santa María, Paraguay Grande y Ralún, sólo cuentan con instalaciones relativas a educación, careciendo de infraestructura estratégica como bomberos y carabineros. En general, la totalidad de los servicios se concentra en la ciudad, específicamente en el sector norte de esta, lo que se explica por la presencia del centro histórico comunal. Hacia las zonas rurales, las instalaciones vitales se distribuyen acopladas a la Ruta CH 225 y los caminos que la complementan.

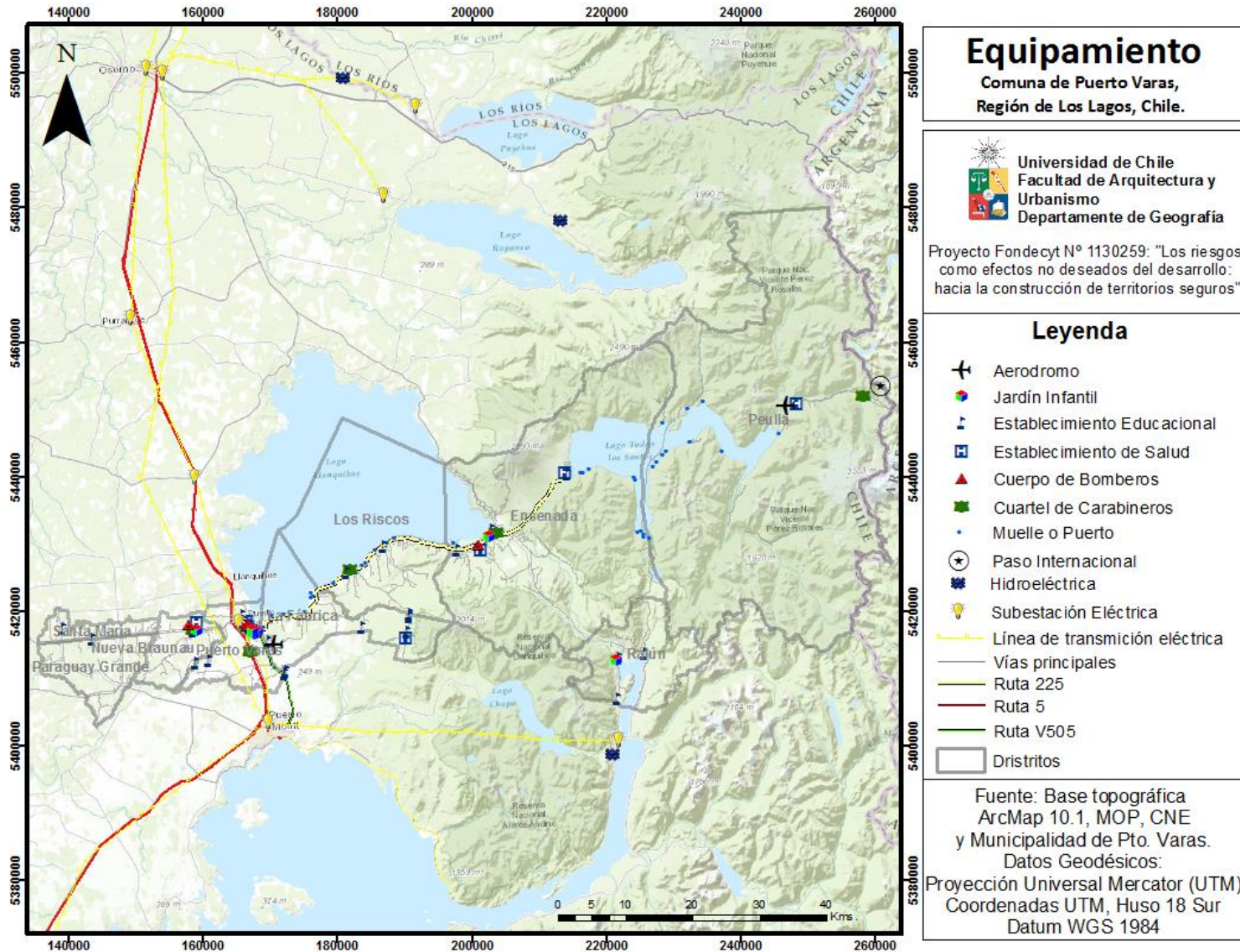


Figura 26: Equipamiento de la Comuna de Puerto Varas, Región de los Lagos

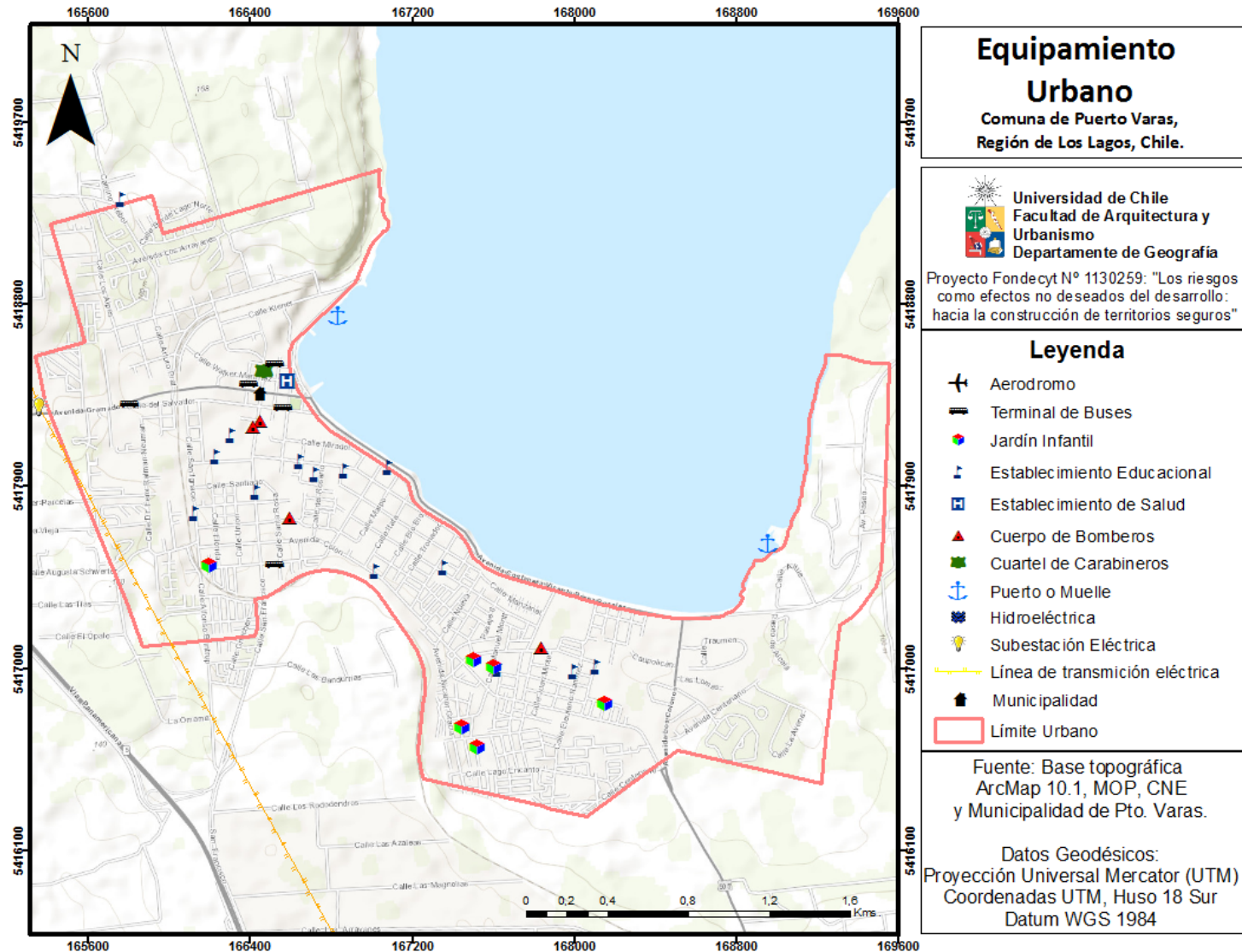


Figura 27: Equipamiento Urbano de la Ciudad de Puerto Varas, Región de los Lagos

8.1.3.3. Redes Vitales

- Electricidad: El servicio eléctrico comprendido tanto como servicio básico e infraestructura crítica, es principalmente de red pública, alcanzando el 92,50% de cobertura. En los sectores rurales el 79,49% de la población cuenta con alumbrado público y en los sectores urbanos el 97,15% (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

La comuna no cuenta con fuentes generadoras dentro de su límite, sin embargo, al sur del distrito Ralún, situado a 7 km del límite comunal se localiza una central hidroeléctrica, con sus respectivas líneas de transmisión y subestación (Fig. 26).

Dichas líneas, que permiten el acceso al servicio otorgado desde el Sistema Interconectado Central, pasan en dirección norte-sur por la ciudad de Puerto Varas, donde también se encuentra localizada la única subestación eléctrica de la comuna (Fig. 27).

- Alcantarillado: Con respecto a la disponibilidad de alcantarillado el 89,25% de la comuna cuenta con este sistema, mientras el resto, como muestra la tabla adjunta utiliza otros medios ligados al contexto rural.

Tabla n° 9: Disponibilidad de Alcantarillado

Categorías	Casos	%
<i>Conectado a alcantarillado</i>	7.554	89,25%
<i>Conectado a fosa séptica</i>	45	0,53%
<i>Cajón sobre pozo negro</i>	744	8,79%
<i>Cajón sobre acequia o canal</i>	4	0,05%
<i>Químico</i>	3	0,04%
<i>No tiene</i>	114	1,35%
<i>Total</i>	8.464	100%

Fuente: Municipalidad de Puerto Varas, 2012; datos de Instituto Nacional de Estadística, 2002

La carencia de servicios por saneamiento no superan las 189 familias por distrito (Fig. 28), sin embargo se hace necesario destacar la asenuación de esta situación en las unidades vecinales 04 y 06, localizadas dentro del límite urbano y cercanas al centro, mientras otras unidades que forman parte de la periferia del sector, no tienen más de 77 familias por distrito con estas deficiencias. Cabe destacar nuevamente que esto podría responder a la densificación de las áreas urbanas, mientras las que no lo son, cuentan con menos población a la cual abastecer con servicios.

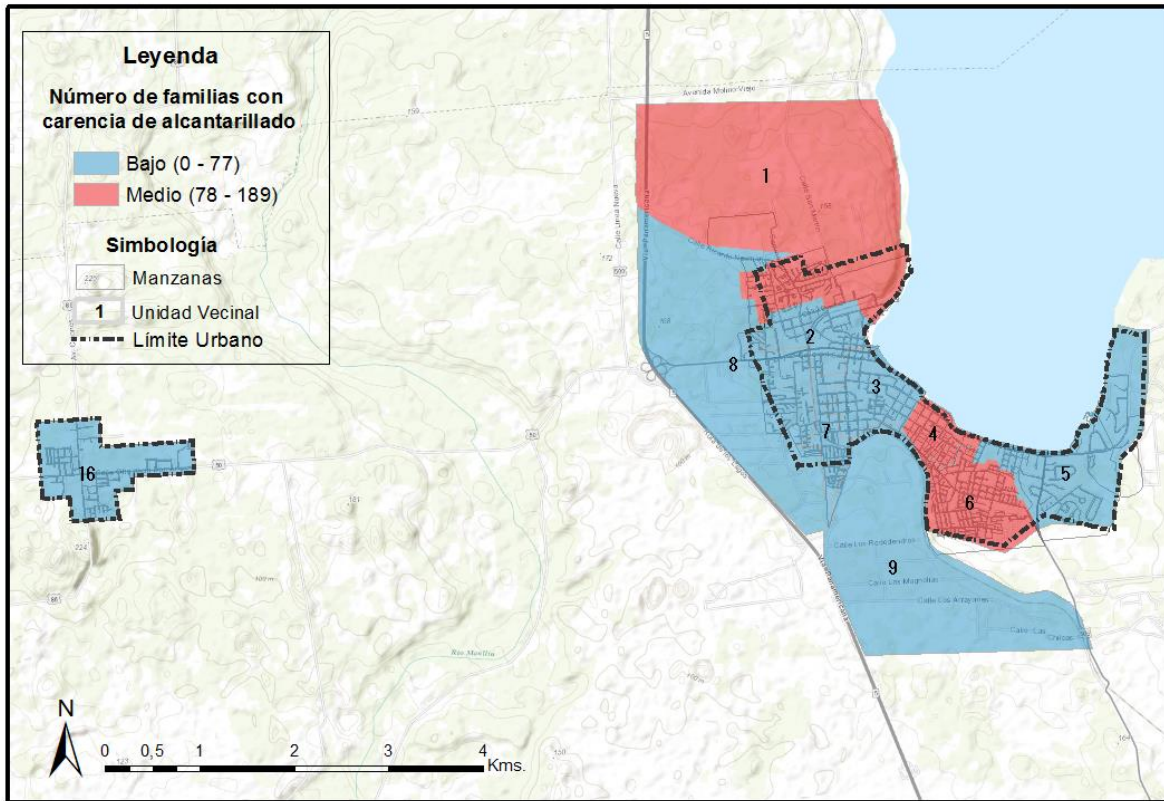


Figura 28: Familias sin Alcantarillado, por unidad vecinal

Fuente: Adaptado de “Ciudades con Calidad de Vida. Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Puerto Montt- Puerto Varas”. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011

Información de Ficha de Protección Social

- Agua Potable: Dentro de la comuna, se identifican 792 casos de viviendas sin agua potable, lo que podría asociarse al uso de fuentes alternativas como pozo, vertiente, río o agua de lago (Fig. 29), sin embargo, se presenta un número importante de familias que declaran acceder al servicio de manera informal (Fig. 30), situación que se acentúa en la unidad vecinal 06, Flor del Lago, ubicada en el distrito de Puerto Varas en su límite con La Fábrica. El origen del agua alcanza el 94,28% conectado a la red pública en los sectores urbanos y el 21,27% en los sectores rurales (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

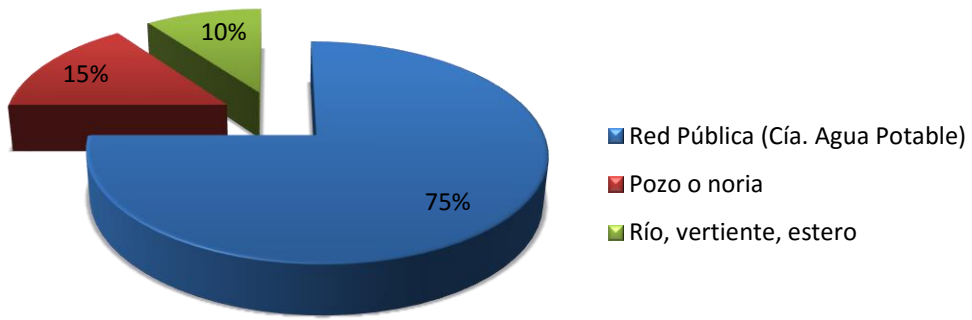


Figura 29: Origen del Agua Potable de Puerto Varas.
 Fuente: PLADECO 2012 – 2017, datos de CENSO 2002.

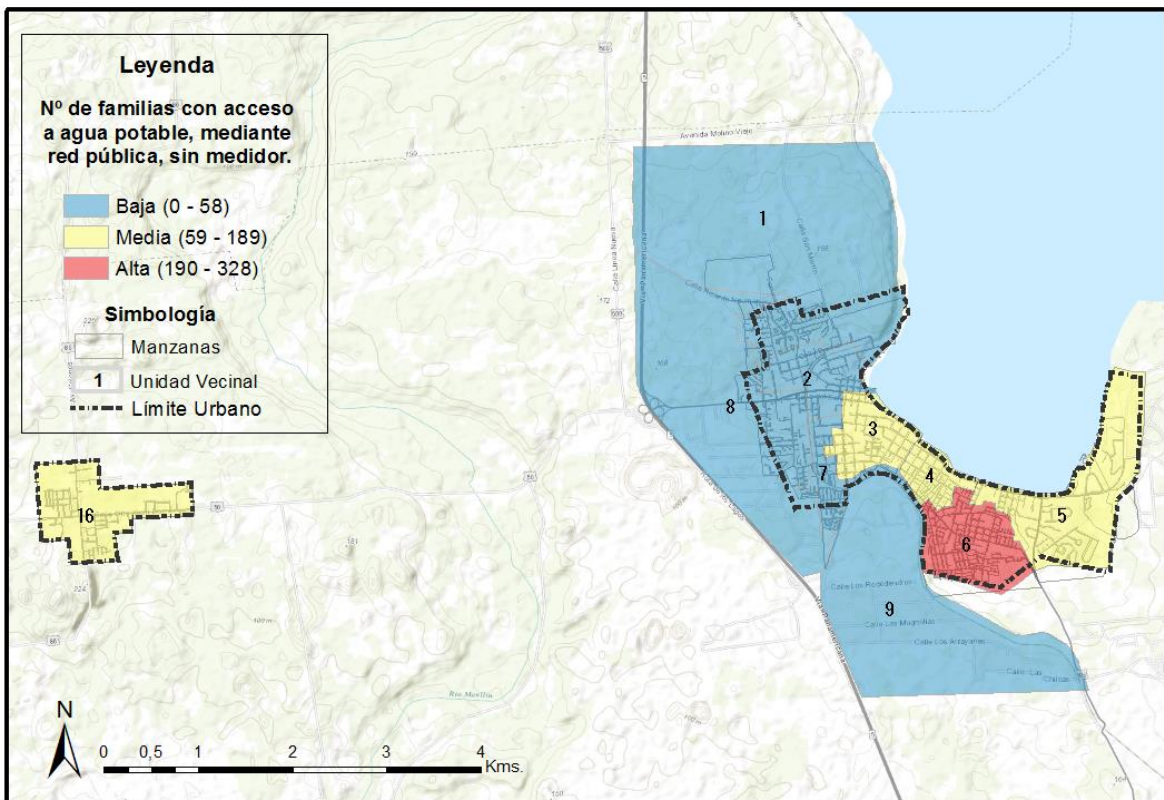


Figura 30: Familias con acceso informal a agua potable, por unidad vecinal
 Fuente: Adaptado de “Ciudades con Calidad de Vida. Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Puerto Montt- Puerto Varas”. Ministerio de Vivienda y Urbanismo 2011
 Información de Ficha de Protección Social

8.2. Analizar y cartografiar las zonas que están afectadas por amenaza volcánica en la comuna

Chile, dada su posición sobre el margen de placas convergentes en el Pacífico Sur Oriental, está fuertemente condicionado por la acción de procesos endógenos como los sismos y el volcanismo, los cuales dieron lugar a las unidades geográficas que caracterizan al país. La cordillera de Los Andes, macro relieve presente en gran parte de América del Sur, es una de las áreas de mayor actividad volcánica y sísmica de la Tierra. Al año 1995, se contabilizaban 2.000 centros volcánicos, en los 6.140 km existentes desde Colombia hasta el extremo Austral de Chile (González-Ferrán, 1995).

Dicho margen se divide en cinco segmentos, de los cuales tres son coincidentes con las zonas volcánicas andinas y presentan un ángulo de subducción alto, entre 25° y 30°. Es probable que la subdivisión de la Placa de Nazca en estos segmentos, haya ocurrido o iniciado durante los últimos tres a cinco millones de años, lo cual es consistente con el desarrollo y localización posterior del volcanismo Pleistocénico Reciente (activo) (González-Ferrán, 1995).

El segmento donde se encuentra inserto Puerto Varas comprende el centro sur de Chile y Argentina (oeste), en él se han contabilizado entre los años 1750 y 1987, 82 erupciones y 11 volcanes activos con registro histórico (González-Ferrán, 1995). Estos valores sin duda se han incrementado durante las últimas dos décadas, donde, si bien hay volcanes que cesaron su manifestación hasta la actualidad, como el volcán Osorno, hay otros que sin tener registro histórico de actividad alguna, despertaron de forma inesperada, como es el caso del volcán Chaitén. Cabe destacar además, la reciente erupción del volcán Calbuco en abril de 2015, en donde se ve reflejada la latente posibilidad de reactivación de estos macizos.

Si se aumenta el rango de tiempo al último millón de años, en la totalidad de la región andina se reconocen alrededor de 430 complejos volcánicos activos, de los cuales, como muestra la Tabla n° 10, el centro sur del país abarca 93 volcanes con fases eruptivas. Otros 270 centros habrían tenido actividad alrededor de 1 a 1,5 millones de años atrás (González-Ferrán, 1995).

Tabla n° 10: Volcanes con erupciones en el sector Centro Sur de la región Andina, por periodo

Actividad Histórica	Centro Sur (33° - 47° Lat. Sur)
1900-1988	28
1600-1900	11
1600-10000	29
10000 y 1 Ma.	25
Totales	93

Fuente: González-Ferrán, 1995

Sin embargo, nuevas investigaciones afirman que dichas cifras estarían lejos de la realidad, ya que en la actualidad se estima que en Chile existen cerca de 2.000 volcanes, y 91 de ellos se encuentran en condición activa (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2014).

Las evidencias tanto geológicas como históricas aluden a lavas donde predominan las andesitas, dacitas, riolitas y en escasa proporción, basaltos (González-Ferrán, 1995), involucrando erupciones de carácter principalmente explosivo, con poca fluidez y altas presiones, que permiten considerar el área como una de peligro volcánico muy alto.

Como se ha mencionado con anterioridad en esta investigación, la amenaza volcánica no solo comprende posibles emisiones de lava, muy por el contrario, hay otros fenómenos asociados que en numerosas ocasiones han sido más letales, como los flujos de piroclastos, lahares, avalanchas, entre otros. Todos ellos son posibles en gran parte de la región sur.

La altura de los volcanes de Chile, por lo general, sobrepasa el límite de las nieves persistentes, desarrollando una extensa cubierta de hielo que puede dar origen a lahares. En el sector centro-sur, ocurre igual, aunque si bien los volcanes tienen menor altura, hay un descenso de la línea de equilibrio de las nieves persistentes.

El mayor número de víctimas fatales en la región andina (30.000) ha sido causado por lahares. Los edificios volcánicos de la zona andina alcanzan elevaciones que varían entre 3.500 y 6.000 metros, cuya topografía facilita el desarrollo y conservación de un casquete de hielo o glaciar y la acumulación de nieve. *“Alrededor del 80% de los volcanes andinos poseen esta bella y fatídica cubierta blanca, sobre la cual basta una pequeña descarga de material volcánico, para generar un violento lahar que alcanza grandes velocidades y por lo tanto recorre grandes distancias”* (González-Ferrán, 1995:160).

La comuna de Puerto Varas cuenta con 4 volcanes dentro de sus límites (Fig. 31), dos de ellos (Osorno y Calbuco en Fig. 32) presentan registro histórico desde, a lo menos, los últimos dos siglos y ambos se localizan en las cercanías de la ciudad. Dada esta condición, estos macizos han sido los más estudiados y poseen zonificación de su peligrosidad. A continuación se presentan las características de cada volcán presente en el área de estudio.

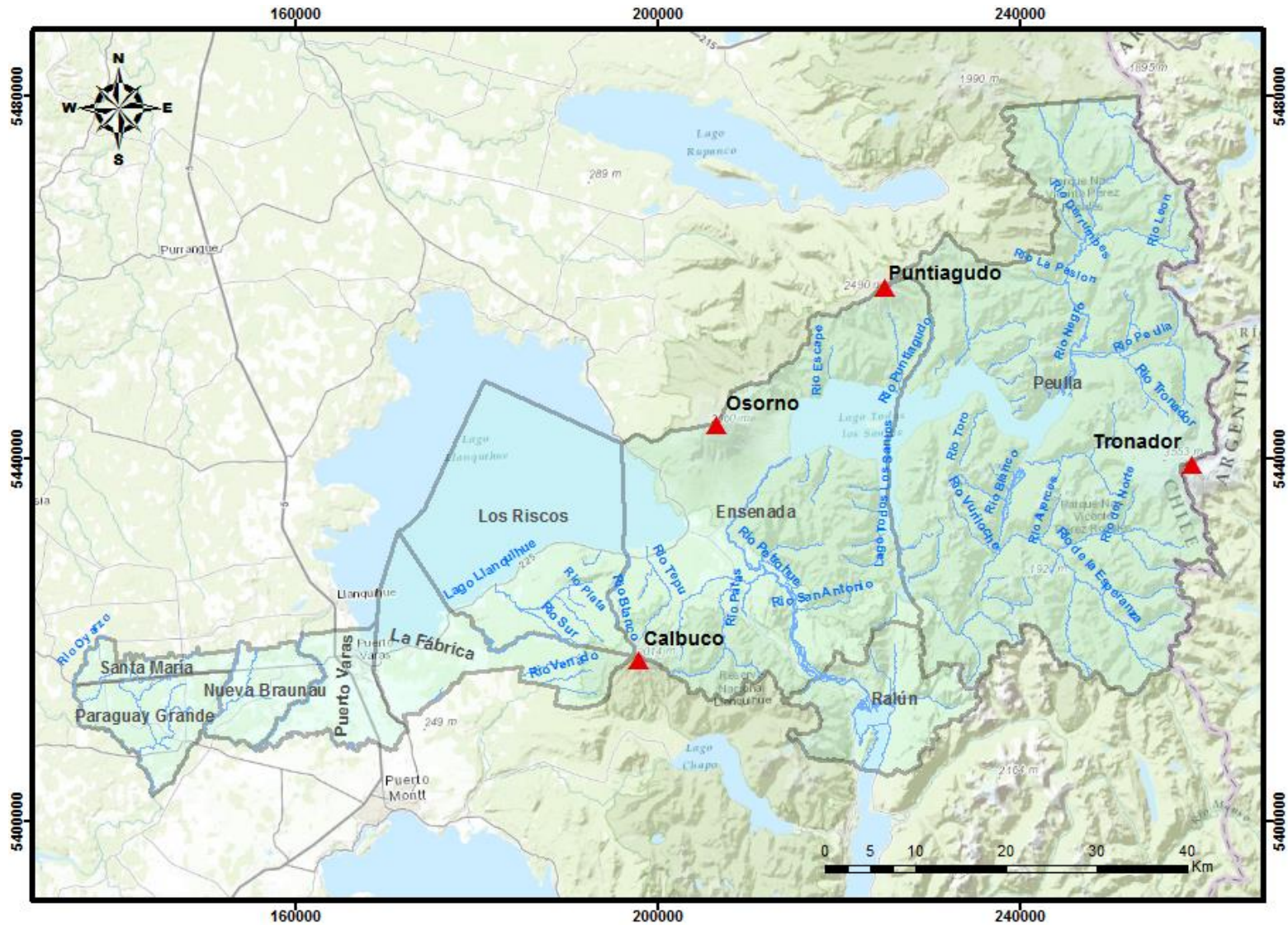


Figura 31: Volcanes de la comuna de Puerto Varas
Fuente: Elaboración propia en base a Municipalidad de Puerto Varas



Fuente: sitio web [Wikipedia.org]

Fuente: elaboración propia

Fuente: sitio web [Visitingargentina.com]

Fuente: sitio web [Soychile.cl]

Figura 32: Volcanes de Puerto Varas, vista desde carretera Panamericana

8.2.1. Volcán Puntigudo

Ubicado a 40°59' lat. Sur y 72°16' long. Oeste, aproximadamente a 71 km de la ciudad de Puerto Varas, posee una altura de 2.493 m.s.n.m. y corresponde a un estratovolcán fuertemente erosionado por la acción glaciaria, la cual ha dejado sus diques radiales y cuello a la vista (Fig. 33). Este último, tiene un ancho aproximado de 3 km y está compuesto de “brechas y aglomerados volcánicos muy inestables, que podrían generar colapsos y avalanchas de rocas” (González-Ferrán, 1995:437). Se habría formado durante el Pleistoceno a base de basaltos andesíticos y ligado a la fisura Cordón Los Cenizos (Fig. 34), la cual corresponde a una triple fisura, paralelas y separadas entre sí, por 1 y 2 kilómetros, con rumbo N55° E (González-Ferrán, 1995).



⇒ Posibles trayectorias de lahares

Figura 33: Vista superior cono volcán Puntigudo

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

Si bien no hay registro histórico de erupciones, la principal amenaza la constituye la inestabilidad del edificio volcánico. Como se observa en el perfil de elevación adjunto (Fig. 34), posee marcados valles, hacia las laderas norte y sur, donde la diferencia de altura desde la cima, hacia el lago Todos Los Santos en su cuenca más pronunciada (Río Cachimba) es de aproximadamente 2.000 mt, en una longitud de 12,5 km. El mayor peligro se asocia al cono descubierto, que evidencia una diferencia altitudinal de 1.200 mt en solo 2,5 km.

A su vez, los mismos caminos por los cuales es propenso el deslizamiento de material, podrían ser utilizados por los flujos de lava y el desplazamiento de lahares. Como muestran la Fig. 33 y 34, las quebradas más pronunciadas se localizan en las vertientes norte y sur de

la fisura Cordón Los Cenizos, destacándose una quebrada en la ladera norte y otras tres más pronunciadas en la ladera sur.

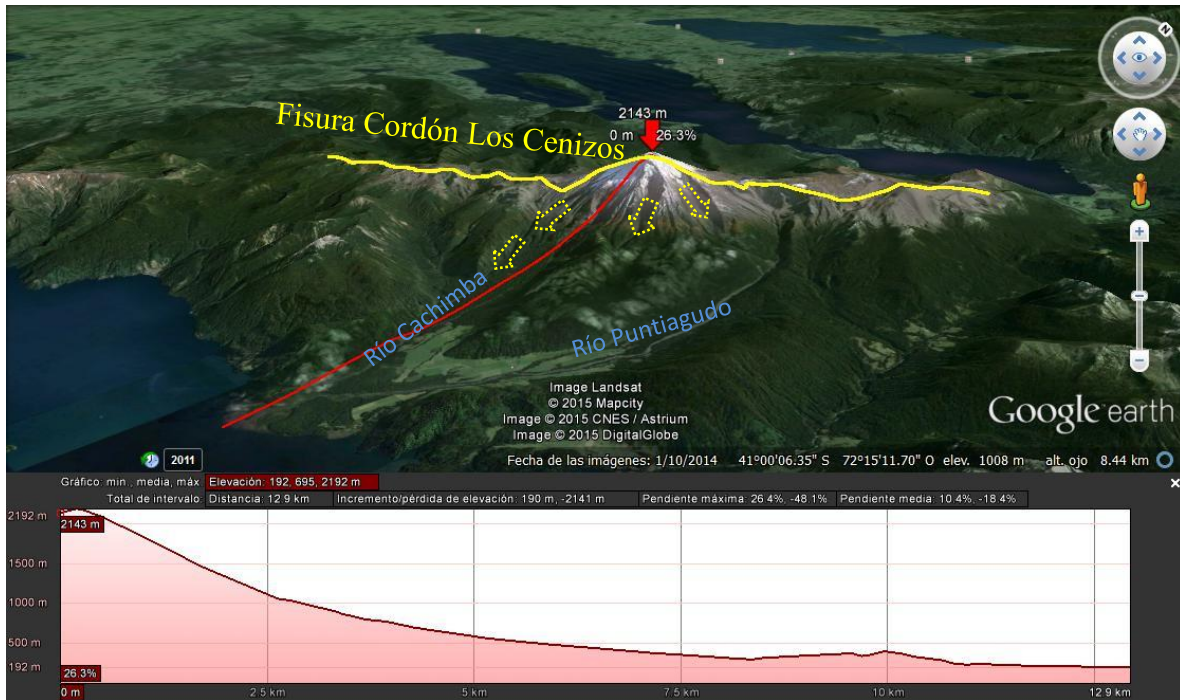


Figura 34: Perfil de elevación ladera sur, volcán Puntiagudo

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

8.2.2. Volcán Tronador

Se sitúa a $41^{\circ}10'$ lat. Sur y $71^{\circ}54'$ long. Oeste, siendo el más alejado de la ciudad con 94 km de distancia. Tiene una altura de 3.473 m.s.n.m. y es identificado, al igual que el volcán Puntiagudo, como un estratovolcán Pleistocénico fuertemente erosionado por la acción glacial. Sus abundantes flujos de lava y piroclastos varían en composición de basalto, andesitas-basálticas y andesitas.

A diferencia de volcán Puntiagudo, el Tronador posee numerosos valles con una distribución radial respecto a su cráter (Fig. 35), donde al menos destacan cinco acentuadas quebradas (Río Peulla, Negro y Aguas Turbias), que en ocasiones reciben alimentación de otras cuencas menores. Cabe destacar que, en comparación con el resto de los volcanes presentes en la comuna, es el con mayor cubierta glacial, además de la presencia de dos lagunas post glaciares, una situada al noroeste y otra al sureste, ambas de 2 y 1,2 kilómetros de extensión respectivamente. Este panorama es de especial cuidado, ya que presenta un escenario ideal para la manifestación de lahares.

Como se observa en la Fig. 35-A, la quebrada asociada al río Aguas Turbias, es la más pronunciada en el sector suroeste del volcán y contiene una morrena de tamaño considerable. Este tipo de depósito, se caracteriza por la distribución caótica e inestable de sus detritos, constituyendo material fácilmente desplazable ante una saturación repentina de agua. Aquí

se evidencia el riesgo secundario de deslizamiento de material no consolidado y la posibilidad de lahares compuestos por clastos altamente destructivos.

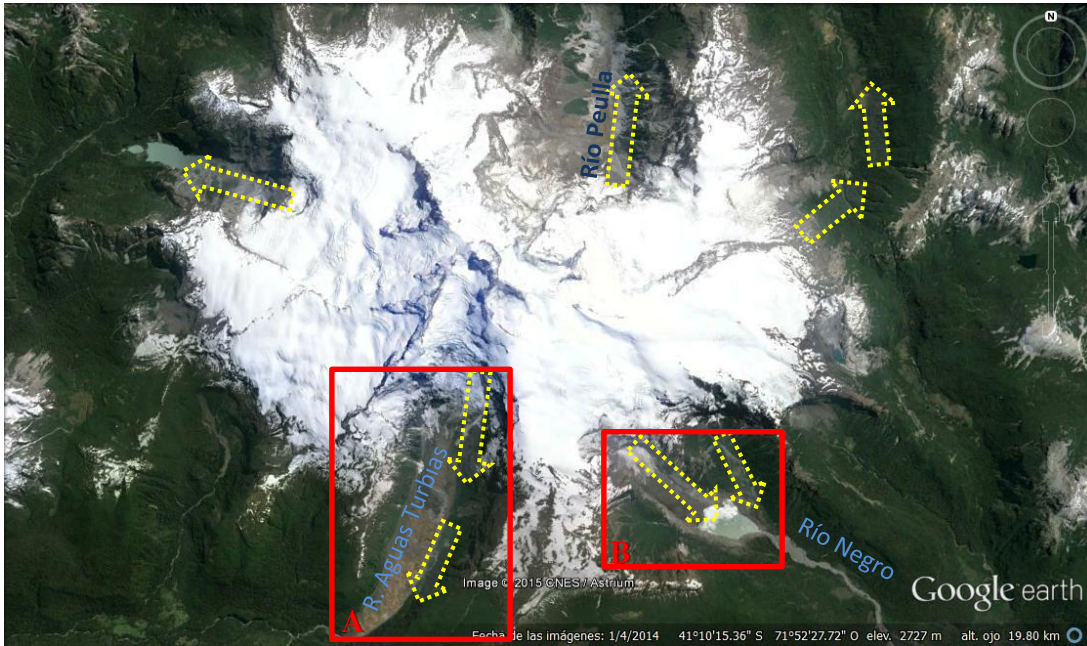


Figura 35: Vista superior cono volcán Tronador

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

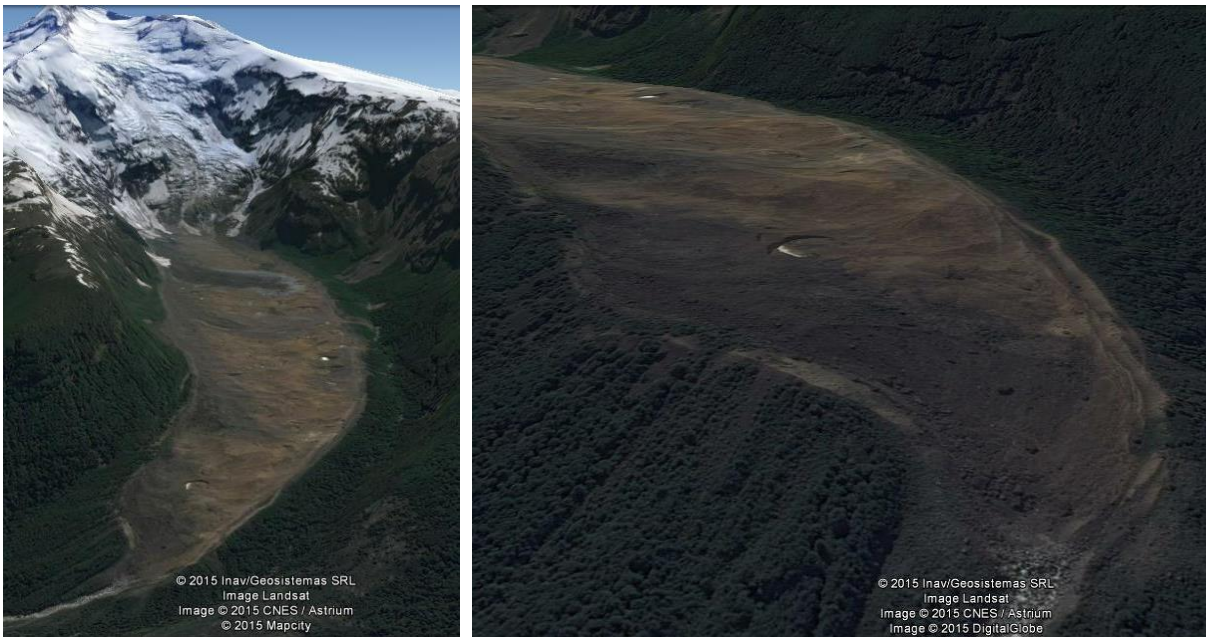


Figura 35-A: Morrena Glacial

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

Si bien, este volcán no posee registro histórico de actividad, a través de la fotointerpretación es posible apreciar depósitos de lava situados sobre los valles que previamente fueron erosionados por la acción glacial (Fig. 35-B).



Figura 35-B: Colada de lava y lago postglacial

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

Su cono principal posee una alta pendiente asociada a una diferencia altitudinal aproximada de 1.651 mt en solo 3 km (Fig. 36), dando origen a una inclinación pronunciada en muchas de sus laderas.

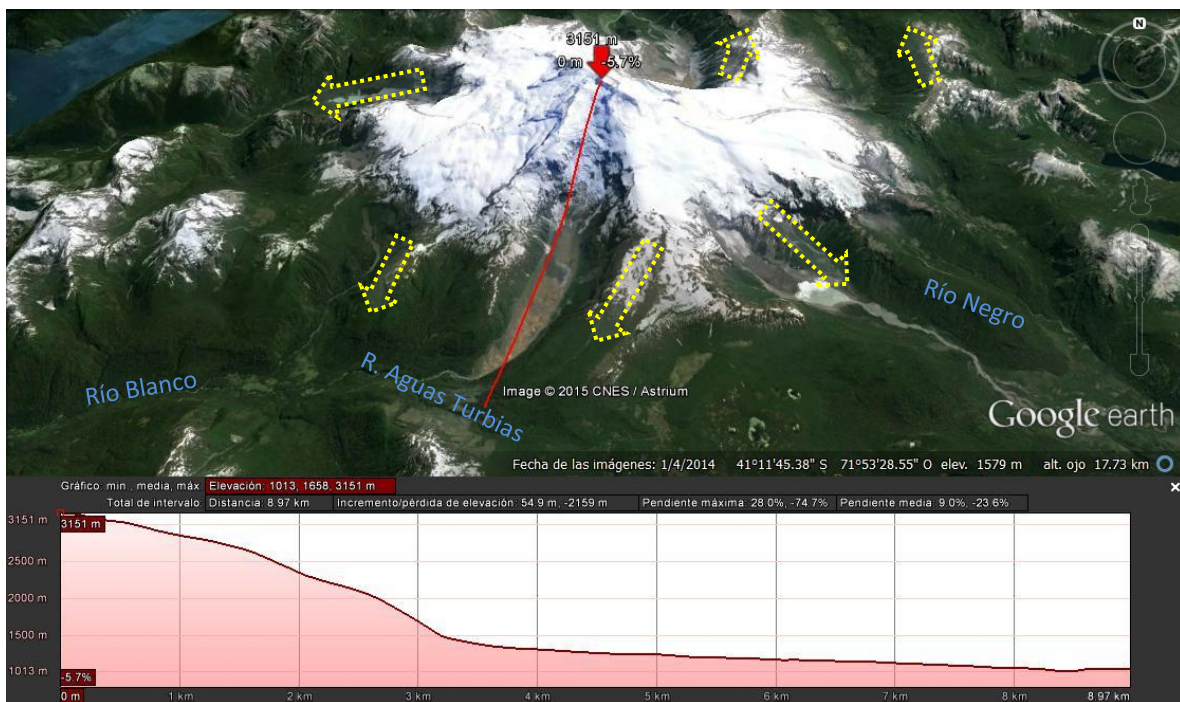


Figura 36: Perfil de elevación ladera suroeste, volcán Tronador

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

8.2.3. Volcán Osorno

El volcán Osorno se ubica al oriente del Lago Llanquihue y al occidente del Lago Todos Los Santos, a 46 km aproximados de la ciudad de Puerto Varas. Su cráter principal está ubicado en las coordenadas 41°06' lat. Sur y 72°30' long. Oeste. El imponente cono volcánico alcanza una altura de 2.652 m.s.n.m., elevándose alrededor de 2.000 mt sobre el nivel local (Moreno, *et. al.*, 1985) (Fig. 37).

El área total que abarca se expande entre los meridianos 72°23' y 72°40' lat. Oeste y los paralelos 41°00' y 41°12' lat. Sur, donde la superficie del levantamiento geológico es de aproximadamente 385 km². El edificio volcánico pertenece a un estrato volcán mixto de forma cónica bastante regular, el cual se ha generado a partir de sucesivas etapas eruptivas del cráter central, correspondientes a emisiones de lavas esencialmente basálticas fluidas con escasa participación de material piroclástico (Moreno, *et. al.*, 1985). Más antecedentes afirman en conjunto con lo anterior, que los tipos de lavas asociados son andesítica-basáltica, con un estilo eruptivo más efusivo que explosivo, de tipo hawaiano, estroboliano, y ocasionalmente, vulcaniano a subpliniano (Moreno & Muñoz, 2002).



Figura 37: Vista superior cono volcán Osorno

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

Las laderas del volcán están tapizadas de centros eruptivos hacia el noreste y suroeste (Fig. 39). Los estudios realizados, han evidenciado que dichos adventicios obedecen a fracturas radiales, este-oeste y norte-sur, además de a un lineamiento de centros eruptivos en dirección N40°E, cuya traza comprende la chimenea principal del volcán (Moreno, *et. al.*, 1985).

Sobre la base de criterios morfoestructurales, en el edificio del volcán se han identificado cuatro unidades geológicas principales (Unidad Osorno 1, 2, 3 y 4, en orden decreciente de edad) que corresponden a diferentes fases evolutivas y cuyo desarrollo data desde la parte alta del Pleistoceno Superior hasta el Reciente (Moreno, *et. al.*, 1985), donde la estructuración del volcán causó la separación de los lagos Llanquihue y Todos los Santos. (González-Ferrán, 1995)

El registro histórico del Osorno, según González Ferrán (1995), comienza en 1575 (Fig. 38), cuando información sin mayor precisión advirtió de una inflamación en dicho año y desde 1640 a 1644; condición que continuó con intermitencia hasta 1778. De manera más formal, en 1790 se registra una erupción parásita en su falda este-sureste, eyectando flujos de lava y piroclastos, lo cual se mantuvo por casi 22 meses.

Posteriormente se inicia un ciclo que va desde 1834 hasta 1837, en el cual se contabilizan tres explosiones en el cráter central y en nuevos centros parásitos que se abrieron en la ladera suroeste, donde actualmente se contabilizan 22 adventicios.

Los años 1852, 1855 y 1869, se caracterizan por explosiones freatomagmáticas. Mientras, la última actividad eruptiva de la cual existe constancia de emisiones de lava, corresponde a las erupciones del año 1985, provenientes del cráter central y los centros adventicios localizados en el franco suroeste. Por otra parte, antecedentes vagos mencionan la ocurrencia de eventuales eyecciones de ceniza hasta el año 1870. Desde el último año y hasta la actualidad el cráter principal del volcán está cubierto de hielo y nieve, y en él solo se ha observado actividad fumarólica cada vez más débil (Moreno, *et. al.*, 1985).

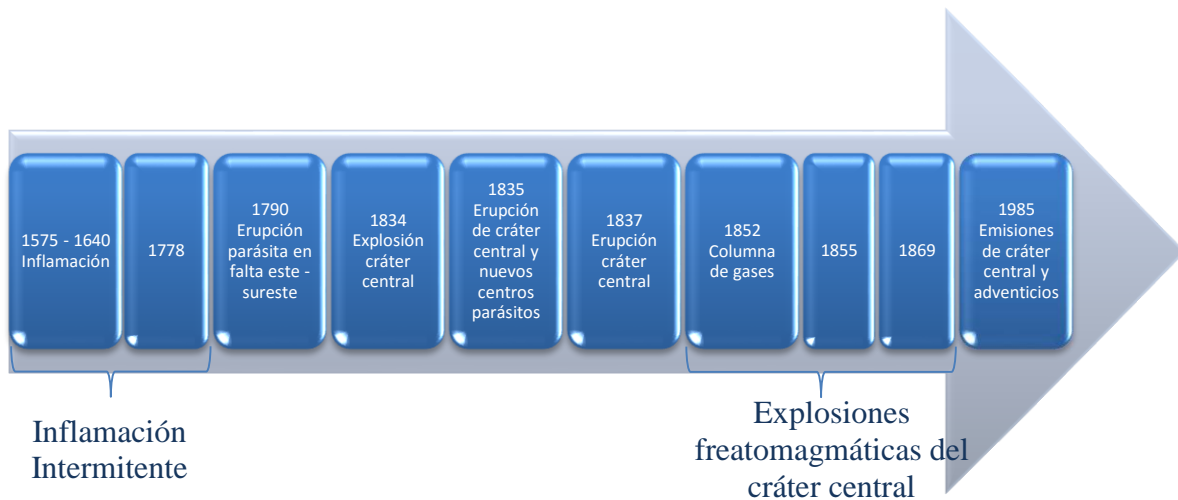


Figura 38: Cronología del volcán Osorno

Fuente: González-Ferrán, 1995

Con estos antecedentes el volcán se cataloga como activo y con un índice de explosividad de 0 a 2 (Organización de los Estados Americanos, 2011), pudiendo hacer erupción en cualquier momento. Si bien sus erupciones no han sido principalmente explosivas, el mayor peligro es la generación de lahares dada la importante cubierta de hielo que posee.

Según las características geológicas e históricas, las corrientes de lava del edificio principal y de su veintena de conos adventicios no superarían los 12 km de longitud. Considerando la Tabla n° 11 y el mapa adjunto sobre los distintos peligros del volcán (Fig. 39), se hace necesario poner énfasis en este buffer de 12 km, ya que las tonalidades rojizas muestran todo el terreno que se vería afectado por coladas de lava (233 km²) ante una eventual erupción originada tanto en el cráter principal como en los centros adventicios. En el primer caso (AL11 y ML), en el sector noroeste los flujos descenderían encajonados en los cauces de los ríos hasta llegar al lago Llanquihue, mientras que hacia la ladera sureste, el magma emergido tiene una alta probabilidad de cubrir casi todo el terreno, sin la presencia de quebradas pronunciadas que limiten el desplazamiento. Este flujo llegaría hasta el lago Todos Los Santos y al curso superior del río Petrohué (Moreno & Muñoz, 2002).

Los cráteres adventicios se encuentran fuertemente concentrados en la ladera suroeste, y dada la alta presencia de estos, las erupciones que estos originarían cubrirían toda esta área con lava (ALca). Situación que para Moreno (1999) es altamente probable, perjudicando 103,8 km².

El volcán Osorno presenta un casquete glaciar que poco a poco se está fundiendo, a causa del calentamiento global. El volumen total de hielo presente para el año 2002, en la cumbre y flancos del volcán, se estimó en 0,14 km³ (Moreno & Muñoz, 2002), pudiendo generar lahares de gran magnitud. No obstante esta condición varía dependiendo de las estaciones climáticas, pudiendo agravarse dado el radical cambio en la acumulación de nieve: hacia el río Petrohué (sector de los saltos) y en las quebradas del sector noroeste se podrían producir en febrero lahares del orden de 17×10^6 mt³ que abarcarían alrededor de 17,7 km², mientras que en septiembre el volumen sube significativamente a unos 204×10^6 mt³ y el área afectada aumenta casi un 500% (105,6 km²) (Moreno & Muñoz, 2002). Esto sumado a las pendientes y valles que el volcán posee hacia el sector sureste (Fig. 40), constituye una real amenaza para quienes se desplacen por dichos sectores, ya que hay una diferencia altitudinal de 2640 metros.

En lo que respecta a los piroclastos, la probabilidad de ocurrencia de flujos y avalanchas volcánicas es más remota, pero son procesos que no se pueden descartar. La caída de piroclastos se estima hacia el este del volcán, siendo la zona más expuesta la cuenca del lago Todos Los Santos y sus alrededores (Fig. 39). Bombas y bloques (> a 6,4 cm de diámetro) llegarían hasta 14 km desde el centro en dirección este, obedeciendo a eventos anteriores. Mientras el lapilli grueso a fino y ceniza (<6,4 cm. de diámetro) cubrirían la mayor parte del área oriental con espesores variables.

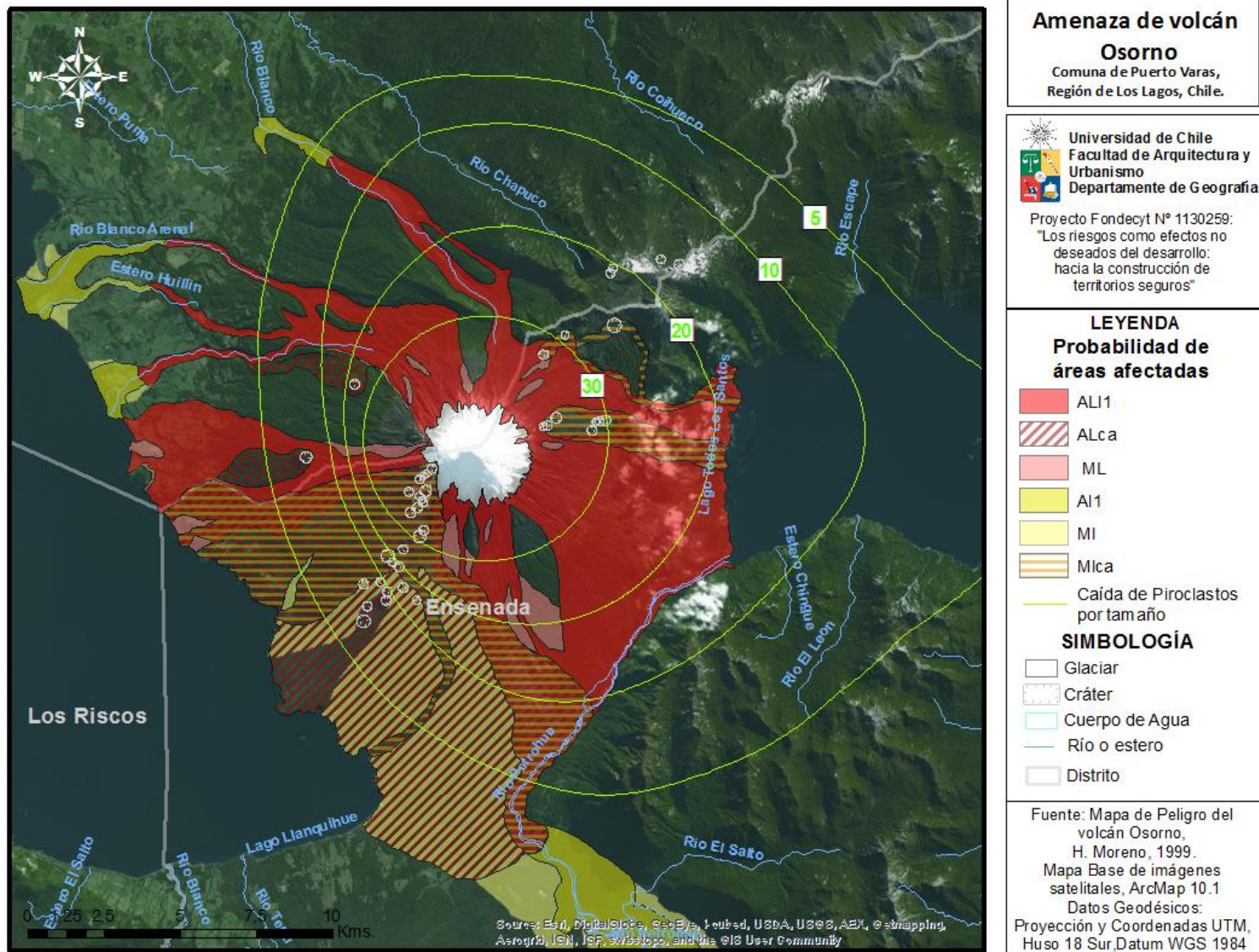








Figura 39: Áreas de amenaza de volcán Osorno

Tabla n° 11: Áreas que pueden ser afectadas por lavas y/o lahares, volcán Osorno

	SIGLA	LEYENDA	EXTENSIÓN
	ALII	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas y/o lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal , y cuya magnitud sería similar a las del registro histórico (desde 1792). A lo largo del río Petrohué, los lahares pueden dar origen a crecidas violentas y repentinas.	121,6 km ²
	ALca	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas originadas durante erupciones en cráteres adventicios .	103,8 km ²
	ML	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lavas provenientes de cono y/o cráter principal . Ellos podrían ocurrir durante erupciones de mayor duración o de mayor volumen que las documentadas en el registro histórico.	7,6 km ²
	AlI	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal , y cuya magnitud sería similar a las del registro histórico	17,7 km ²
	MI	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones que se originen en el cono principal, en la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre).	51,3 km ²
	Mlca	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones que se originen en cráteres adventicios, en la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre).	54,3 km ²

Fuente: Moreno, 1999

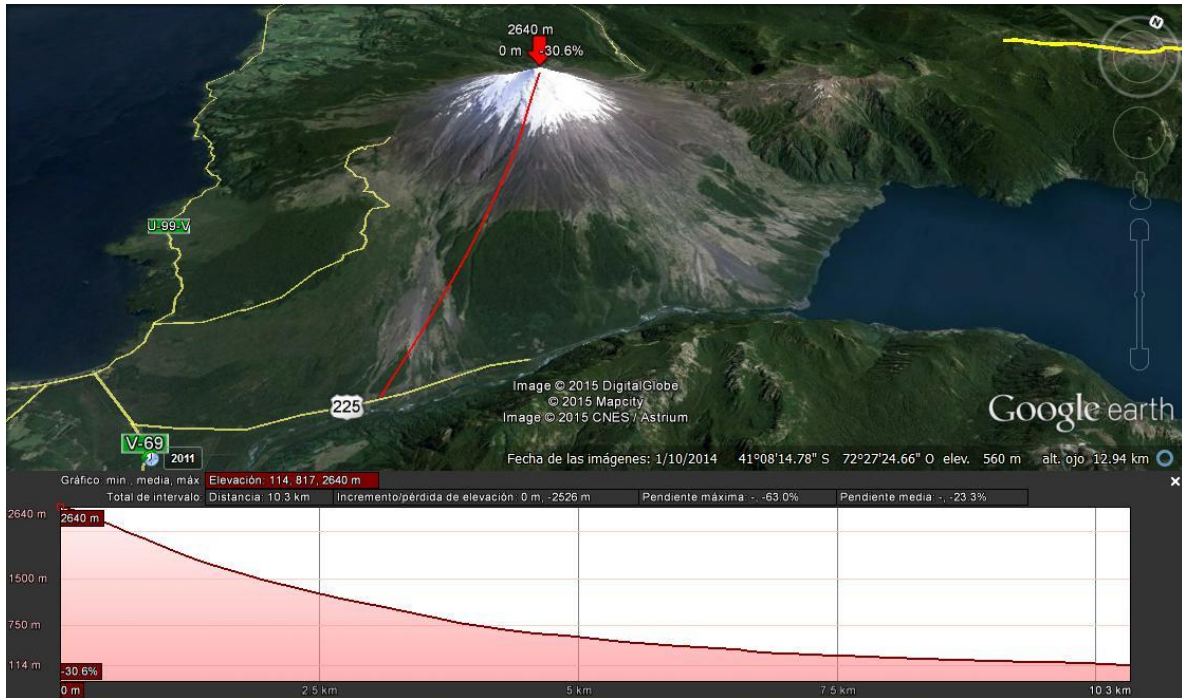


Figura 40: Perfil de elevación ladera suroeste, volcán Osorno

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

8.2.4. Volcán Calbuco

El volcán Calbuco, localizado en 41°20' lat. Sur y 72°37' long. Oeste, es el más cercano a la ciudad de Puerto Varas, situándose a solo 30 km de ella. Tiene una altura máxima de 2.015 m.s.n.m. y corresponde a un estrato-volcán compuesto, de forma irregular troncocónica, que se habría originado en el Pleistoceno Superior a partir de abundantes flujos de lavas andesíticas y andesita-basálticas. El macizo volcánico original habría alcanzado los 2.000 mt de altura, para luego ser fuertemente afectado por la erosión glacial y por un ciclo eruptivo freatomagmático explosivo que destruyó gran parte del edificio, dando origen a un cráter calderico. Con posterioridad al post glacial el volcán vuelve a entrar en actividad con grandes eyecciones de lava y piroclastos, que estructuraron un nuevo estrato cono de unos 2 km de diámetro (Fig. 41). Las consecuencias de este ciclo eruptivo se evidenciaron en el sector noroeste, donde un deslizamiento gravitacional de 2,7 km³ depositó material rocoso en 60 km² (mediados del último interglacial). Un tercer ciclo de similares características, con evidencia de lahares, tuvo lugar en el Holoceno. Según crónicas de la época, no se habrían registrado erupciones durante el siglo XIX, salvo leves fumarolas en 1872, que se desprendían del cráter principal (González-Ferrán, 1995).

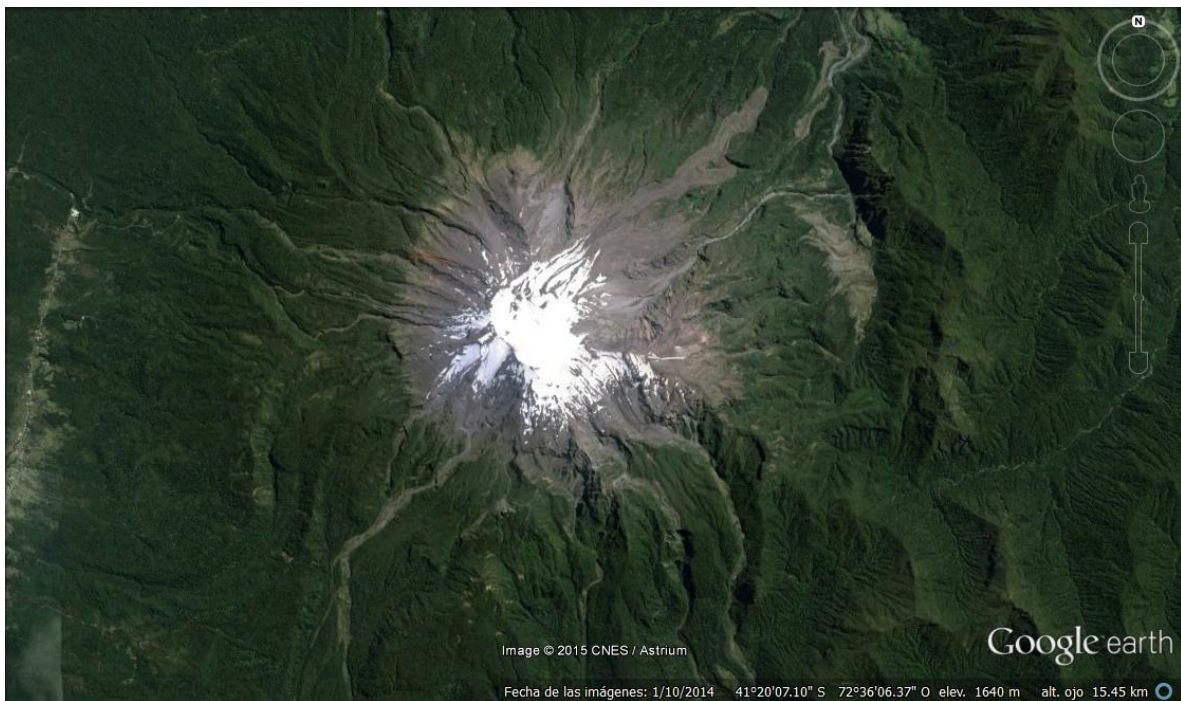


Figura 41: Vista superior cono volcán Calbuco

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

La geología del volcán, al igual que para el Osorno, se estableció según criterios morfoestructurales, a partir de los cuales se identificaron 4 unidades principales (Calbuco 1, 2, 3 y 4, en orden decreciente de edad), que se desarrollaron desde el Pleistoceno Medio hasta tiempos históricos (Muñoz, *et. al.*, 2002), siendo su última fase eruptiva en abril de 2015.

Los antecedentes descritos, reflejan que el volcán tiene un comportamiento eruptivo violento, con erupciones freatomagmáticas, vulcanianas, subpliniano y freatoplinianas débiles, lo cual ha permitido clasificarlo con índice de explosividad entre 2 a 4 (Muñoz, *et. al.*, 2002).

El registro histórico del Calbuco comienza el 10 de enero de 1893, cuando se manifestó actividad explosiva con abundante emisión de piroclastos y lahares que descendieron por el río Hueñuhueñu. Durante el resto del año se sumaron considerables emisiones de gases y tefra, donde esta última llegó en fechas diferenciadas a las localidades de Puerto Varas, Puerto Montt, Osorno y Valdivia. Para fines de dicho año, la lluvia de ceniza oscureció toda la zona hasta más allá de Maullín, a 60 km suroeste del volcán. Al año siguiente (1894) se produjo nuevamente una erupción explosiva con formación de lahares que descendieron por los ríos Tepú, Blanco y Hueñuhueñu (González-Ferrán, 1995). Al término de la actividad se evidenciaron cambios en cauces en ríos, embancamiento, sedimentación, incendios forestales, daños agrícolas, ganaderos y a aguas de lagos y fiordos.

Otro ciclo de actividad, relacionado con explosiones freatomagmáticas, tuvo lugar desde 1906 hasta 1912, para luego, volver a generar en 1917 erupciones considerables y lahares que, al igual que en el ciclo anterior, descendieron por el río Blanco. Esta última situación se reiteró en 1929 luego de una violenta emisión de tefra (Stone, 1935 en González-Ferrán, 1995), como muestra la Fig. 42.



Figura 42: Erupción de volcán Calbuco en 1929

Fuente: Sitio web [<https://twitter.com/cleporati>]

Otra erupción del volcán se registra en 1961, la cual comenzó con una explosión (1 de febrero) y lahares calientes que descendieron por tres rutas: valle del río Tepú hasta el camino junto al lago Llanquihue (Actualmente ruta CH 225); río Blanco hasta el río Petrohué; y hacia el sur por el río Amarillo y río Este hasta el Lago Chapo. Cuatro días más tarde se presentaron flujos de lava que no alcanzaron a desplazarse largas distancias. Para comienzos del mes siguiente hubo actividad fuertemente explosiva que dio origen a un hongo de vapor y piroclastos que alcanzó una altura estimada de 12.000 mt, mientras los lapilli llegaron hasta Petrohué y oscurecieron toda el área entre el volcán y Peulla, suspendiéndose el tránsito aéreo en Bariloche (González-Ferrán, 1995).

Posteriormente, en 1972 sólo se evidenció eyección de tefra, la cual cubrió los flancos nevados del volcán, sin generar mayores consecuencias.

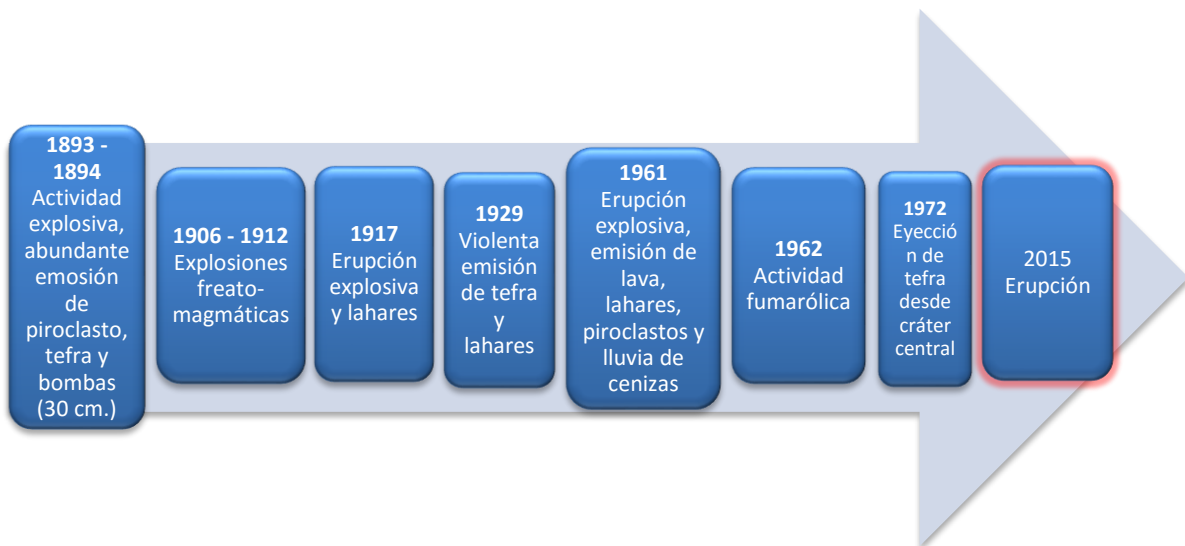


Figura 43: Cronología del volcán Calbuco

Fuente: González-Ferrán, 1995

Cuarenta y tres años más tarde, el Calbuco inició un nuevo ciclo eruptivo, el cual se desarrolló en tres pulsos durante los meses de abril y mayo de 2015, presentando la siguiente evolución, según informó la Oficina Nacional de Emergencia (2015):

A las 17:00 horas del 22 de abril, el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) registró un incremento en la actividad sísmica del macizo, tipo vulcano-tectónica (VT)³, la que luego derivó en señales de largo periodo (LP)⁴. Desde el año 2009 el volcán no registraba variaciones significativas en este ámbito.

³ **Vulcano-tectónico (VT):** señales sísmicas asociadas al “exceso de presión magmática que provee suficiente energía como para fracturar roca” (Curilem, et al., 2014:160), en ella es distinguible tanto la onda P, como la onda S, con altas frecuencias (>5Hz) (Wassermann, 2012).

⁴ **Largo periodo (LP):** señales sísmicas causadas por el movimiento del flujo magmático a través de los ductos de la chimenea (Curilem, et al., 2014), suelen manifestarse como pequeños eventos explosivos. No registran onda S y su frecuencia es inferior a los 3 Hz (Wassermann, 2012).

Una hora más tarde se generó una columna eruptiva de carácter vigorosa que superó los 15 km de altura sobre el cráter, teniendo una dispersión en sentido E-NE (Fig. 44) con colapsos radiales menores en las cercanías el domo, los cuales afectaron las nacientes de los cursos fluviales. Ante esto, tanto Servicio Nacional de Geología y Minería, como la Oficina Nacional de Emergencia establecieron nivel de alerta volcánica roja⁵ y alerta roja⁶ respectivamente.



Figura 44: Columna eruptiva de volcán Calbuco, 2015

Fuente: sitio web [bbc.com]

A su vez, la Presidenta de la República declaró Estado de Excepción Constitucional por Zona de Catástrofe en la provincia de Llanquihue, determinando que el área queda bajo dependencia inmediata del Jefe de Defensa Nacional, el cual asume la dirección y supervigilancia de su jurisdicción (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 1980). Entre las medidas adoptadas, se estableció un buffer de exclusión de 20 km en torno al cráter del volcán.

Este primer pulso eruptivo tuvo una duración de 90 min y generó flujos de piroclastos menores a 20 km de alcance. No obstante, se realizó la evacuación total de 4.482 personas y se registraron deslizamientos de tierra en algunas rutas.

Si bien, durante el transcurso del día la actividad eruptiva descendió, alrededor de las 01:00 horas de la jornada siguiente se inició un segundo pulso, más explosivo y duradero (6 hr) que el anterior. La columna presentó las mismas características y la caída de piroclastos tuvo un alcance de alrededor de 5 km, mientras la dispersión y caída de cenizas afectó tanto a la región de los Lagos, como a la Araucanía, los Ríos y el país vecino. En la localidad de

⁵ **Nivel de Alerta Volcánica Roja:** refiere a un escenario posible en el cual hay una “erupción mayor en desarrollo o inminentemente con clímax en un lapso muy corto. Ésta podría ser efusiva o explosiva, y contemplar más de un episodio. El proceso en curso o esperado implica alta amenaza para las personas. El tiempo de preparación y respuesta es muy breve, Se general reportes informáticos diarios u horarios” (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2015).

⁶ **Alerta Roja:** “Se establece cuando el evento crece en extensión y severidad, requiriendo la movilización de todos los recursos necesarios y disponibles, para la atención y control del evento destructivo” (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, s/f).

Ensenada se registraron hasta 50 cm de espesor y los pasos fronterizos de dichas regiones debieron ser cerrados por falta de visibilidad.

Los flujos de piroclastos no tuvieron un alcance mayor a los 7 km, mientras los lahares 15 km, ante lo cual se determinó una nueva zona de exclusión de 200 mt a cada lado de los cauces radiales provenientes del volcán.

Al cabo de este pulso, se habían originado seis nuevos centros adventicios, y el desborde del río Blanco, en su sector sur. La emisión de material particulado se mantuvo constante en los días siguientes, pero con menor altura (inferior a los 2 km) y potencia. Mientras los lahares tuvieron una extensión de alrededor de 20 km, generando en la comuna de Puerto Montt, la evacuación del sector de Chamiza, Lago Chapo y Correntoso (un total de 6.514 evacuados). Cabe destacar el incremento considerable de los cauces de los ríos Colorado, Blanco, Tronador, Correntoso y Este.

Para el sábado 25, la caída de cenizas solo se remitía a la región de Los Lagos y a los evacuados se les permitió el ingreso controlado y monitoreado a la zona de exclusión.

No obstante, el sistema volcánico generó un nuevo pulso eruptivo el jueves 30 de abril, ante lo cual se reforzaron las medidas adoptadas anteriormente, considerando además, la presencia de chubascos débiles. Ésta última condición, sumada al material inestable presente en los cauces, no sólo mantuvo la situación de los ríos ya nombrados, sino también agregó el afluente Pescado.

Desde entonces el sistema volcánico se ha mantenido en actividad, pero hacia el descenso. No obstante, éste se conservó en una fase de excitación sostenida por alrededor de cuatro meses. El 19 de mayo, Servicio Nacional de Geología y Minería declara Alerta Naranja, disminuyendo el área de exclusión a 10 km (se mantienen los 200 mt a cada lado de los cauces). Tres meses más tarde, el 21 de agosto, la zona restringida se reduce a solo 1.500 mt en torno al cráter del volcán. Consecuentemente con esto, la Oficina Nacional de Emergencia declara Alerta Temprana Preventiva y el Servicio Nacional de Geología y Minería establece nivel Verde.

La zonificación de amenaza volcánica elaborada por Moreno en 1999 (Fig. 45) agrupa el comportamiento del volcán en reiteradas ocasiones, incluyendo la última erupción. No obstante, si bien el escenario “previsto” para lahares se cumplió, se debe considerar que el volcán ha tenido ciclos más violentos anteriormente, en donde el área afectada superó lo presentado en abril del 2015.

Las áreas susceptibles de ser afectadas por los distintos tipos de manifestación volcánica, son las siguientes (Tabla n° 12 y mapa de peligros del volcán, Fig. 45):

Los flujos de lava (sectores rojizos) provenientes del cráter central (el volcán solo poseía un cráter adventicio muy cercano al principal) son altamente probables (AL11) en los valles más pronunciados del sector noreste y sureste, encausándose principalmente hacia el distrito de

Ensenada. Cabe destacar que el reciente ciclo eruptivo, generó seis nuevos centros adventicios, incrementando los focos de emisión de lava.

La moderada probabilidad (ML) de estos flujos se aprecia en los otros valles radiales del edificio volcánico, bajando hacia el lago Llanquihue y abarcando solo 9,17 km².

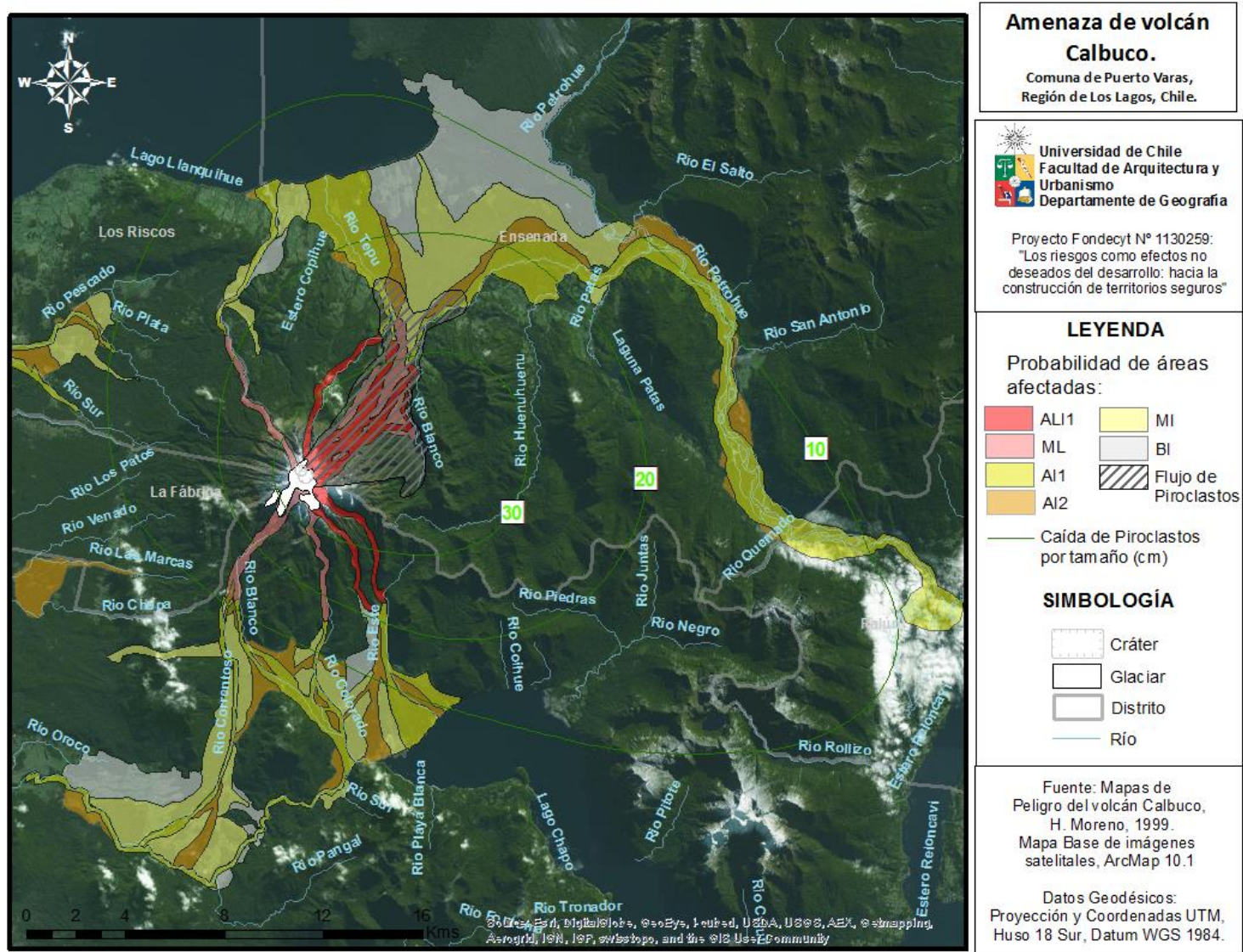








Figura 45: Áreas de amenaza de volcán Calbuco

Tabla n° 12: Áreas que pueden ser afectadas por lavas y/o lahares, volcán Calbuco

	SIGLA	LEYENDA	EXTENSIÓN
	ALII	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas y/o lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal , y cuya magnitud sería similar a las del registro histórico (desde 1792). A lo largo del río Hueñuhueñu - Petrohué, los lahares pueden dar origen a crecidas violentas y repentinas.	11,5 km ²
	ML	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lavas provenientes de cono y/o cráter principal . Ellas podrían ocurrir durante erupciones de mayor duración o de mayor volumen que las documentadas en el registro histórico.	9,17 km ²
	AII	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal , y cuya magnitud sería similar a las del registro histórico.	61,4 km ²
	AI2	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones que se originen en el domo principal, en la época de mayor acumulación de nieve (junio a septiembre).	28,2 km ²
	MI	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones de mayor duración o de mayor volumen que las documentadas en el registro histórico.	53,9 km ²
	Bl	Zonas con baja probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones de gran magnitud, originadas en el domo principal, producidas durante la época de mayor acumulación de nieve .	41,5 km ²

Fuente: Moreno, 1999

En lo que respecta a amenaza de lahares, el Calbuco sólo presenta pequeños glaciares en la cima, por lo cual la generación de dicho fenómeno se produciría muy probablemente en temporada invernal, recorriendo los mismos cauces de las lavas. Si bien como muestra el mapa, hay alta probabilidad de lahares (AII) hacia el sur, por los valles de los ríos Blanco-Correntoso, Colorado y Este, estos no son considerados ya que no se encuentran dentro del área de estudio. Las zonas amenazadas para Puerto Varas, se encuentran mayoritariamente en la ladera noreste, abriéndose en el área que separa el lago Llanquihue y el río Petrohué, siendo este último, un curso muy probable de lahares que llegarían a desembocar, en el estero

de Reloncaví, cruzando el distrito Ralún. Esta misma condición se repite (con menor superficie) para el río Blanco norte, que desemboca en el lago Llanquihue, delimitando el distrito Los Riscos de Ensenada.

Los cambios en la acumulación de nieve durante distintos periodos del año, hacen que las áreas mencionadas anteriormente aumenten, pasando de 61,4 km² en época estival (A11) a 89,6 km² (sumatoria de A11 y A12) durante invierno, en conjunto con el incremento del volumen de flujo. Un ejemplo de esto es el cauce del río Colorado (sur), el cual en febrero sostendría lahares con volúmenes de unos 3 x 10⁶ m³, mientras que en septiembre podrían alcanzar hasta 28 x 10⁶ m³ (Moreno, 1998).

Este pronóstico fue ampliamente acertado en la última erupción del volcán, donde, si bien no se generaron lahares en la mayoría de los ríos, sí se evidenció el incremento de los cauces, provocando el deterioro de varios puentes.

El domo central del volcán Calbuco, que comenzó a formarse después de la erupción de 1893, presenta laderas escarpadas hacia el este. En este flanco, con pendiente de hasta 40°, se producen constantemente rodados de nieve y derrumbes de roca (Fig. 46), situación que a su vez, refleja la peligrosidad de los lahares que podrían descender en esta área, tomando velocidades considerables.

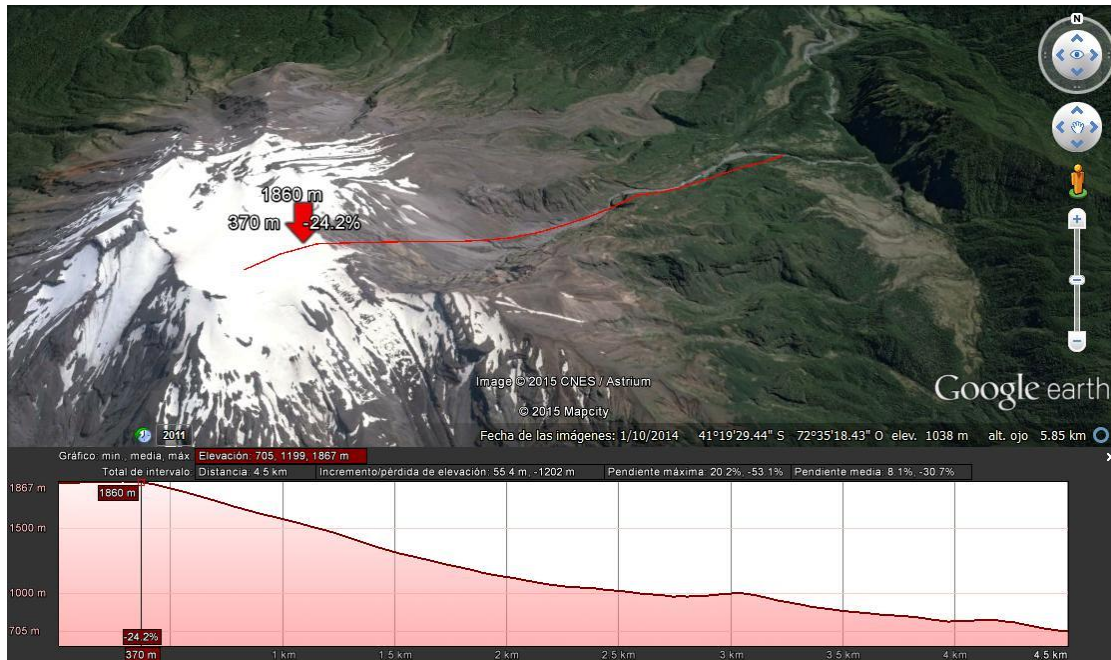


Figura 46: Perfil de elevación ladera oeste, volcán Calbuco

Fuente: imagen satelital, Google Earth (2015)

Dado el carácter explosivo del volcán Calbuco, los piroclastos de mayor tamaño suelen alcanzar grandes distancias (Fig. 45), pudiendo los de 10 cm de diámetro, llegar a los distritos de Los Riscos, La Fábrica, Ensenada y Ralún, concentrándose el mayor peligro en Ensenada; bombas y bloques (> a 6,4 cm. de diámetro) podrían caer a una distancia de 20 km del volcán; mientras fragmentos de 10 cm llegarían a una distancia de 16 km del cráter, con espesores de

hasta 1,4 mt (Moreno, 1998). Las caídas de piroclastos afectarían principalmente el sector oriental, ya que son transportados por los vientos predominantes en dirección noreste, siendo el sector más expuestos el camino de Ensenada a Ralún (V-69). En esta zona, a 24 km del volcán, se han observado bombas de 10 cm, en mantos de hasta 40 cm de espesor (Muñoz, 2002). La erupción de abril, como ya se ha mencionado, no tuvo el potencial explosivo que el Calbuco ha manifestado en ocasiones anteriores, por lo que no se presentó caída de piroclastos a más de 5 km en torno al cráter. No obstante, la ceniza tuvo un espesor de 50 cm en Ensenada y se expandió hasta la región de la Araucanía.

En el caso de los flujos de piroclastos, estos se concentran, al igual que los flujos de lava, en el valle más pronunciado del volcán, en la ladera noreste. Hay registros de flujos con volúmenes superiores a 1 km³, que han llegado hasta el fiordo de Reloncaví, a 30 km del volcán. Estos, fueron capaces de remontar las serranías de más de 1.000 mt de altura que separan al Calbuco del fiordo (Muñoz, 2002), situación que no se reiteró en abril de 2015.

Respecto de la total peligrosidad que abarca el volcán Calbuco, uno de los más explosivos del país, el Servicio Nacional de Geología y Minería resume lo siguiente: *“los principales peligros asociados al volcán son caída de piroclastos balísticos y de dispersión eólica (principalmente hacia el sector oriental), lavas (probablemente de longitud menor a 9 km), flujos piroclásticos de diversa magnitud, incluyendo aquellos generados por colapso o explosión lateral del domo, y lahares fríos y calientes. Estos últimos, originados por el contacto entre flujos de bloques y ceniza con hielo o nieve, son comunes en el volcán Calbuco. Lahares voluminosos se producirían fundamentalmente durante erupciones que ocurran durante la temporada invernal. Las áreas más proclives de ser afectadas por lahares son el abanico de Ensenada (norte), el abanico del lago Chapo (sureste) y el abanico de Correntoso (sur)”* (Servicio Nacional de Geología y Minería, s/f).

Hasta el día de hoy, el *“Calbuco es un volcán activo, con alta frecuencia eruptiva. En el futuro deben ocurrir nuevas erupciones generadoras de lahares, flujos de lava y tefra y que constituyen un alto riesgo para las poblaciones e instalaciones asentadas en el perímetro de su base”* (González-Ferrán, 1995).

Dado el carácter imprevisible de la amenaza en estudio, los cuatro volcanes presentes en la comuna constituyen un peligro para la población estable o flotante que los circunda. Si bien, el Tronador y el Puntagudo no poseen registro histórico, la experiencia vivida con el volcán Chaitén refleja que no se pueden ignorar estos domos que parecen estar apagados, considerando las condiciones explosivas que caracterizan los Andes.

No obstante, dada la distribución espacial de la población en la comuna, se ha hecho más urgente poner énfasis en los volcanes Osorno y Calbuco.

Los flujos de lava evidenciados geológica e históricamente, aluden a que ante una nueva erupción, las coladas no tendrían un alcance superior a los 12 kilómetros alrededor del cráter,

siendo además de composición viscosa y en consecuencia fluidos de bajas velocidades. En oposición a esto, el volcán Osorno presenta lavas que abarcan un área mucho más extensa a consecuencia de su fluidez, diferenciándose ampliamente del comportamiento de volcán Calbuco, caracterizado por el encausamiento estrecho de sus flujos. Considerando la alta y moderada probabilidad de coladas de lava, este último macizo que prácticamente no posee cráteres adventicios, cubriría solo 20,7 km². Lo cual es bastante bajo respecto de los 129,2 km² que envolvería el Osorno, teniendo emanaciones solo de su cono principal. Sumando sus conos parásitos, el área aumentaría en 103,8 km², cubriendo en total una superficie once veces mayor que la del Calbuco.

Para el caso de los lahares, el comportamiento es inverso: el volcán Osorno muestra encausamiento hacia el norte pero ocupación de vastas áreas en el sur, lo que responde a los centros adventicios. Aun así, la superficie abarcada sería de 123,3 km², menor a los 143,5 km² del Calbuco en periodo invernal, el cual presenta encausamiento radial de sus flujos, con alcance de largas distancias y amplios abanicos en las desembocaduras.

Los piroclastos tienen una distribución similar para ambos volcanes, ya que son dirigidos por el viento noreste predominante. Solo el volcán Calbuco tiene evidencia y registro de un flujo piroclástico (noreste), el cual tiene una extensión mayor a los 15 km.

Los procesos volcánicos potenciales en un futuro evento eruptivo, según lo investigado, serán preferentemente corrientes de lava, caída de piroclastos, corrientes laháricas y súbitas crecidas de ríos y esteros. Bajo este contexto es de especial cuidado el distrito y localidad de Ensenada, ya que como muestra la Fig. 47 y Tabla n° 13, en este territorio se produce un traslape de las potenciales áreas de riesgo del volcán Calbuco y Osorno, específicamente en lo que refiere a lahares. Además este último macizo concentra su amenaza en esta área, mientras que el Calbuco tiene una distribución mayor, contemplando otros distritos. Si bien, este corresponde a uno de los volcanes más explosivos y es el tercero más peligroso a nivel nacional, según el Servicio Nacional de Geología y Minería, el volcán Osorno ha presentado históricamente, al menos 10 erupciones de importancia, donde 7 han sido durante el siglo XIX y XX (Petit-Breuilh, 1999 en Moreno, *et. al.*, 2002). Hasta la fecha han transcurrido 131 años sin que el volcán Osorno haya presentado una erupción y actualmente solo tiene una débil actividad fumarólica bajo el hielo de la cima. Todas sus manifestaciones más explosivas han ocurrido luego del máximo periodo de silencio eruptivo (Moreno & Muñoz, 2002) .

Consistente con esto, los resultados del Ranking (valores desde 0 a 20) en la “*Evaluación objetiva de la amenaza volcánica del territorio nacional*” elaborado por Cristina Silva (2011), arrojaron que el valor más elevado corresponde al volcán Hudson con 17 puntos, mientras que los volcanes Calbuco y Osorno obtuvieron 14 y 12 respectivamente, situándose dentro de los valores más altos. Ambos llevaban largos periodos de silencio y presentan la mayoría de los factores evaluados por Silva.

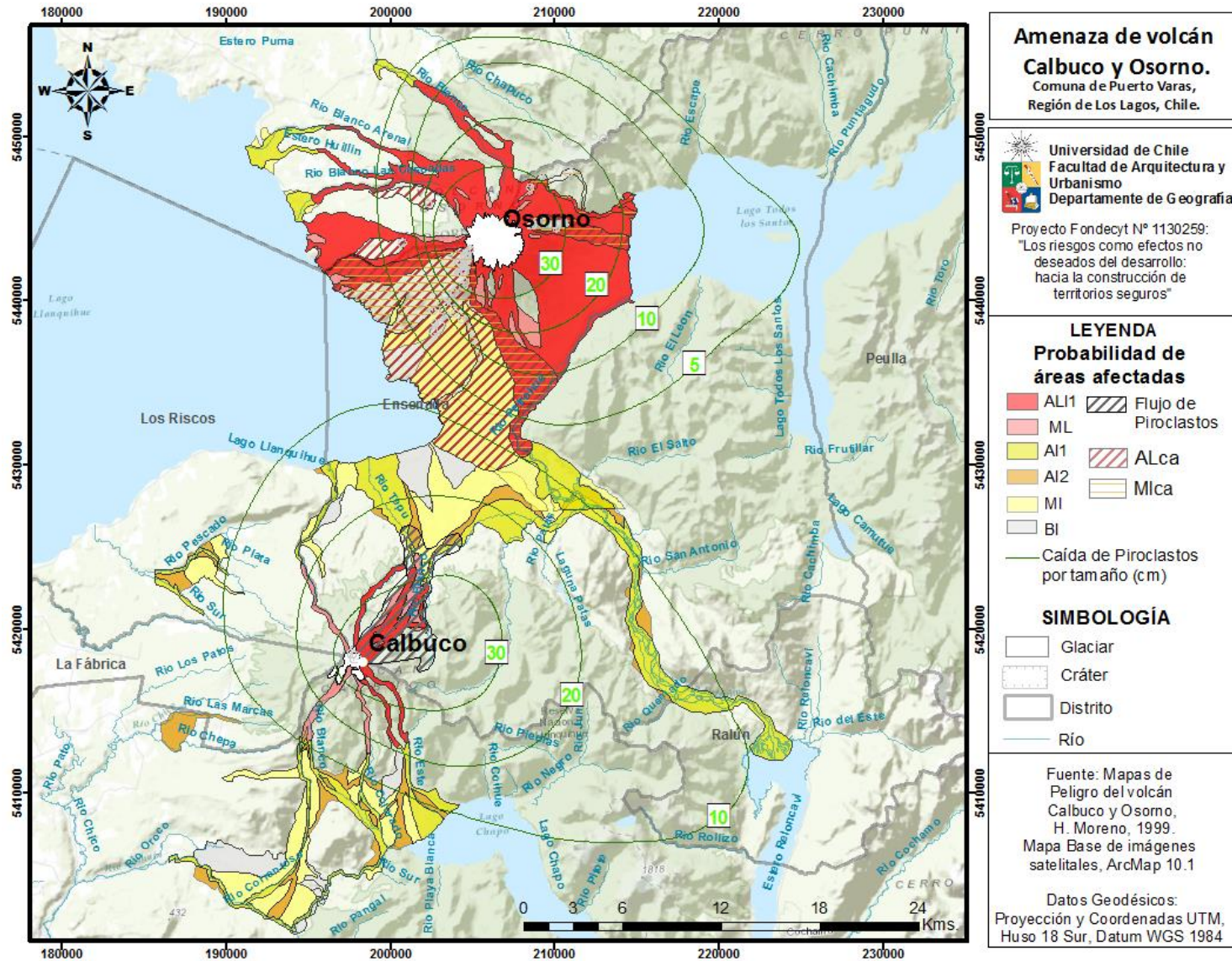










Figura 47: Área de amenazas de los volcanes Calbuco y Osorno

Tabla n° 13: Áreas que pueden ser afectadas por lavas y/o lahares, volcanes Osorno y Calbuco.

	SIGLA	LEYENDA
	ALII	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas y/o lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal .
	ML	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lavas provenientes de cono y/o cráter principal .
	AII	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lahares durante erupciones originadas en el cono y/o cráter principal .
	AI2	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones que se originen en el domo principal, en la época de mayor acumulación de nieve (junio a septiembre).
	MI	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones de mayor duración o volumen que las documentadas históricamente.
	BI	Zonas con baja probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones de gran magnitud, originadas en el domo principal, producidas durante la época de mayor acumulación de nieve.
	ALca	Zonas con alta probabilidad de ser cubiertas por lavas originadas durante erupciones en cráteres adventicios .
	Mlca	Zonas con moderada probabilidad de ser cubiertas por lahares . Ello podría ocurrir durante erupciones que se originen en cráteres adventicios, en la época de mayor acumulación de nieve (comúnmente entre junio y septiembre).

Fuente: Moreno, 1999.

8.3. Incremento de la exposición de la población y sus medios de vida a la amenaza volcánica

Como se dijo en el marco teórico de esta investigación, la exposición corresponde al contexto social y material representado por las personas y por los recursos, producción, infraestructura, bienes y servicios, que se encuentran dentro del área de influencia directa de un fenómeno o evento físico (Lavell, 2007). Por lo tanto, considerando los resultados obtenidos a partir de los dos objetivos anteriores, se procederá a analizar en conjunto la información que agrupa por una parte, a los factores que representan la población y sus medios de vida; y por otra, la superficie de peligro que contiene la amenaza volcánica.

8.3.1. Evolución urbana de Puerto Varas

Durante más de 150 años, el territorio comprendido entre Osorno y Puerto Montt, a excepción de la zona costera, se mantuvo sin colonizar por los españoles a causa de la Guerra de la Araucanía. Finalizando la Colonia y a comienzos de la República, se reanudaron los esfuerzos para incorporar dicho sector a la soberanía del país, buscando tener acceso a los recursos naturales y evitar su ocupación por potencias extranjeras. Esta voluntad se materializó en la Ley de Colonización, la cual fue propuesta en 1845, por el Presidente Bulnes y autorizaba al mandatario a establecer colonias principalmente europeas que llegaran con el propósito de avecindarse en Chile. Para esto, el navegante Bernardo Philippi, es encargado de reclutar inmigrantes. Sin embargo, en un principio se enfrentó a las dificultades y reticencias de los alemanes por emprender dicha aventura a un territorio alejado y apartado de la civilización. Philippi tuvo que entregar enormes concesiones para incentivar a los alemanes, pero posteriormente se enfrentó al rechazo gubernamental de traer inmigrantes de religión protestante, situación que finalmente fue solucionada y el año 1848, se dio inicio a la colonización. Vicente Pérez Rosales estuvo a cargo de la implementación y organización del proceso, administrando la entrega de tierras, ganado, herramientas, alimentos y materiales a los nuevos habitantes. Al expandir la región de asentamiento hacia el sur, en torno al lago Llanquihue, Pérez Rosales propone al gobierno formar en 1853, el "Territorio de Colonización de Llanquihue" (Municipalidad de Puerto Varas, 2013), en el cual se instalaron 212 colonos alemanes, específicamente en el sector de La Fábrica (Municipalidad de Puerto Varas, 2008).

Desde un comienzo, la urbanización de Puerto Varas se desarrolló en terrenos planos aledaños al borde del lago, formando una planta urbana distribuida en cuadrículas, a partir de la cual en los años siguientes, se originó la primera expansión de la zona céntrica hacia el sur (Municipalidad de Puerto Varas, 2012), para finales del siglo XIX la localidad ya contaba con una población mayor a los 500 habitantes (Municipalidad de Puerto Varas, 2007).

Uno de los hitos que marca un precedente en el crecimiento poblacional de la localidad, sucede en 1913, con la conexión de la línea férrea que permitió el flujo regular de pasajeros

y carga. Hacia 1927, la localidad que pertenecía a Frutillar registraba una población de 15.059 habitantes; por lo que a fines de dicho año, es creada la Comuna de Puerto Varas, gracias al Decreto N° 8.583 del Ministerio del Interior, que dividió el territorio nacional en Provincias, Departamentos y Comunas (Municipalidad de Puerto Varas, 2008).

El plan de poblamiento de los sectores aislados del sur continuó con éxito, las localidades crecieron y se densificaron cada vez más, por lo que el 31 de julio de 1953 se establece y aprueba el primer Plan de Ordenamiento de la ciudad (Moraga, 2013), el cual queda rápidamente obsoleto ante las demandas demográficas, y es reemplazado en 1990 por el primer Plan Regulador Comunal, el que más bien constituyó una zonificación del área urbana de la ciudad de Puerto Varas, ya que la carente información técnica-territorial disponible en la época no permitió una adecuada y completa planificación urbana.

Dicho plan fue elaborado por el arquitecto de la zona Ramón Gili Busquet, y la base cartográfica utilizada correspondió a un levantamiento aerofotogramétrico de 1979, desarrollada por el Instituto Geográfico Militar. El plano final (Fig. 48) fue publicado a escala 1:5000, contenía información elemental como las divisiones prediales, trazados urbanos, masas vegetales, etc., y para ese entonces aumentó la superficie urbana de 248 ha a 519 ha (Moraga, 2013).

Los objetivos que plateaba este primer instrumento de planificación territorial, básicamente eran (Moraga, 2013):

- *Determinar una Zonificación adecuada del área urbana, que permita el desarrollo armónico y equilibrado, (...) que considere una disponibilidad de terrenos factibles de ocupación para satisfacer la demanda en un horizonte de 30 años (a cumplirse el 2020).*
- *Optimizar el aprovechamiento de la infraestructura sanitaria y energética de la ciudad.*
- *Preservación y reforzamiento de la identidad como ciudad balneario, a través del incentivo de la actividad turística.*
- *Asegurar la privacidad y seguridad de los habitantes, en el tratamiento de los espacios de uso público y privado.*

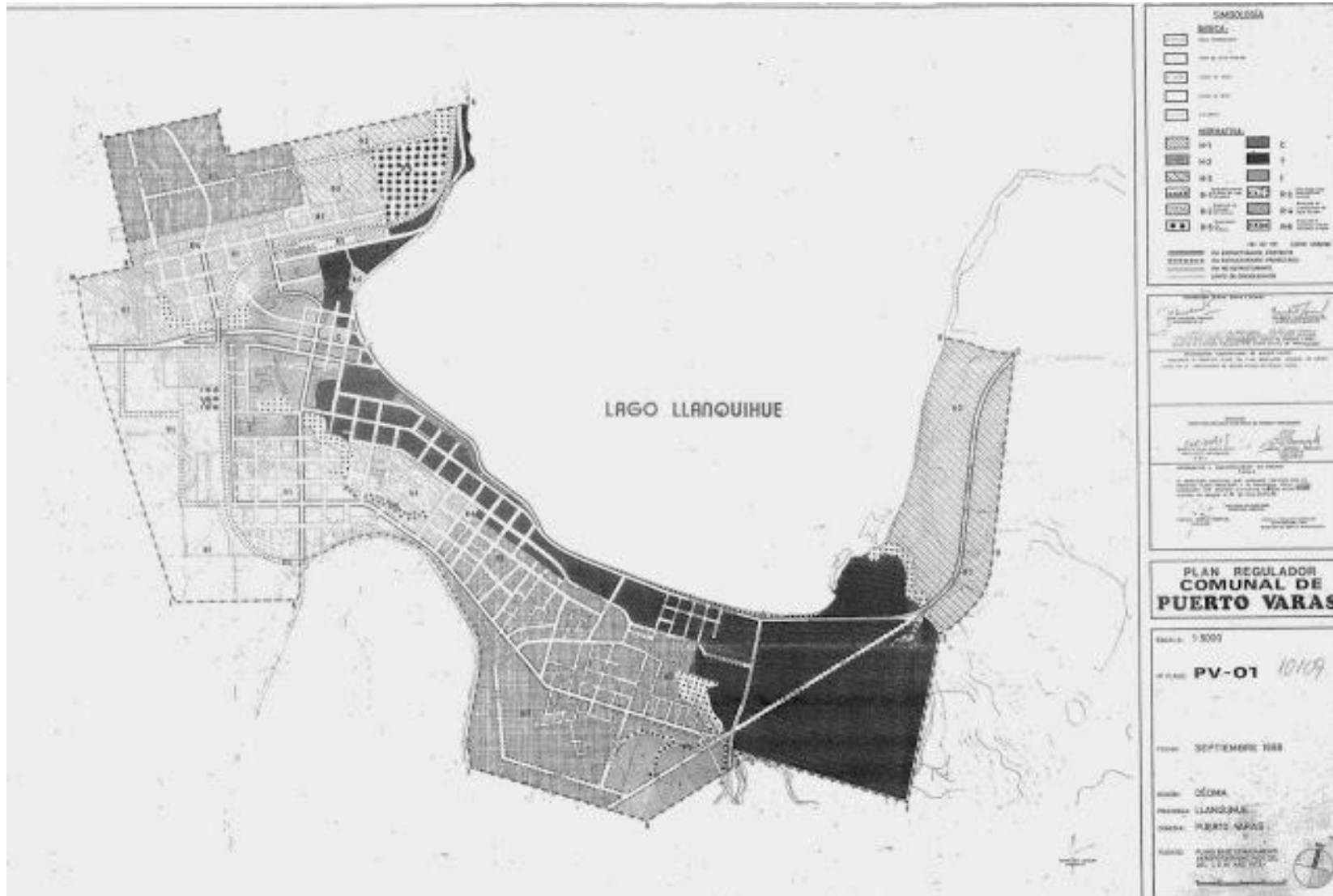


Figura 48: Plan Regulador Comunal de Puerto Varas, 1990

Fuente: Moraga, 2013

Respecto a esto, se hace necesario destacar al menos dos aspectos. El primero radica en la realización de una zonificación que sea adecuada, válida y funcional para una demanda de ocupación de suelo de 30 años futuros. Para esta proyección, Moraga (2013) advierte que se utilizaron distintas estimaciones de crecimiento poblacional, considerando un horizonte de tiempo que va desde 1987 al 2020. Se calculó una tasa de crecimiento demográfico anual de 2,04, a consecuencia de lo cual se estimaron 24.926 habitantes para el año 2017 en la ciudad de Puerto Varas, sin embargo la elaboración de este primer PRC no tenía cómo contemplar aspectos que direccionaron y potenciaron el aumento de la población en las décadas siguientes, tales como la industria de la salmonicultura o la unificación de Puerto Varas y Puerto Montt como sistema territorial interurbano (en vías de conurbación). Estas y otras situaciones que han tenido su principal impacto desde el comienzo del nuevo siglo, acelerando el crecimiento poblacional. La estimación hecha para el 2017 por este primer instrumento de planificación territorial, fue alcanzada 13 años antes de lo previsto, en el 2004.

El otro aspecto importante, radica en el objetivo de potenciar la unifuncionalidad de Puerto Varas como "*ciudad balneario*", sustentándose en el incentivo de la actividad turística. Sin duda, la riqueza paisajística de la comuna fue evidente desde el comienzo, haciendo un llamado desde al menos tres décadas atrás, a la implementación de empresas dedicadas al desarrollo del turismo. Esta imagen objetivo planteada en 1990, se ha cumplido, y como se observó en el primer resultado de esta investigación, la actividad turística-recreacional y sus distintas ramas, son hoy la base económica de la comuna.

El progresivo aumento poblacional que se evidenció desde la década de 1980 (Fig. 49), fue lo que gatilló la urgencia de este nuevo instrumento de planificación territorial. Según registros de INE, en 1982 la comuna presentaba solo 4.784 viviendas, las que al Censo de la década siguiente, se incrementaron a 6.726. Los habitantes del sector, al igual que las viviendas, aumentaron desde 13.600 en el año 1987, a 26.102 en 1992. Es decir, las viviendas se acrecentaron en un 40%, mientras la población lo hizo en un 92% en un periodo aproximado de 10 años.

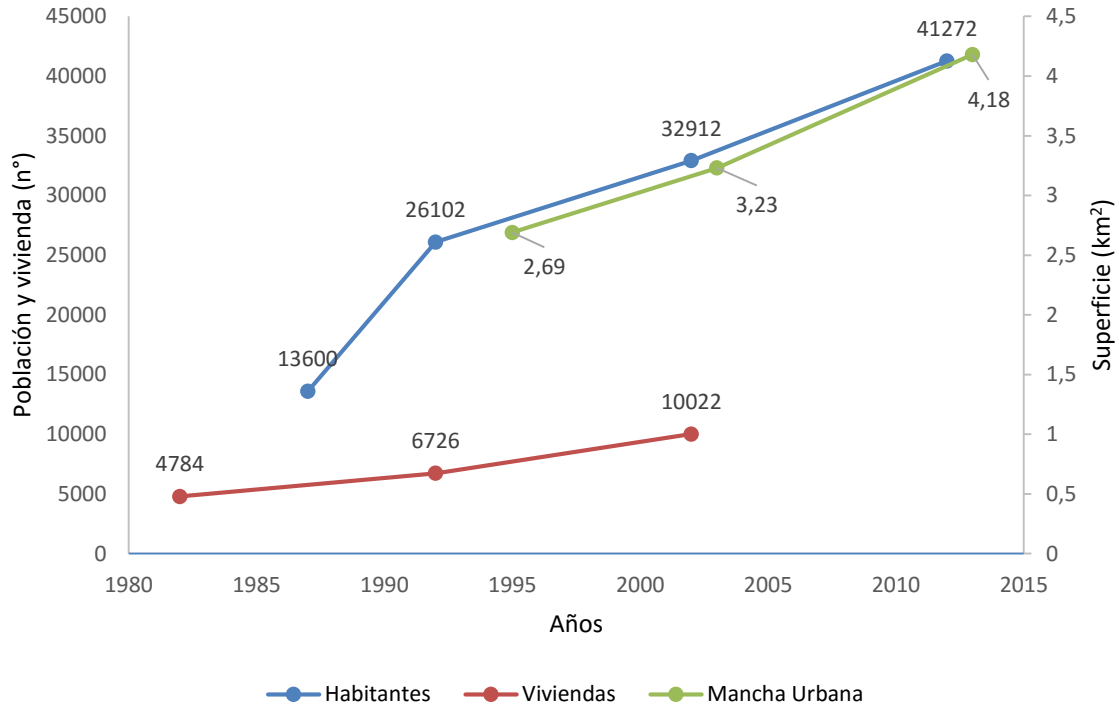


Figura 49: Población, vivienda y superficie construida, sector urbano

Fuente: En base Censos de población y vivienda, Instituto Nacional de Estadística

El establecimiento de un instrumento de planificación territorial bajo un contexto de inexperiencia y deficiencia de información técnico-territorial, conllevó a que, en paralelo al crecimiento demográfico evidenciado desde 1982 a la actualidad, fueran necesarias varias modificaciones en los usos y las especificaciones que se habían determinado dentro del primer límite urbano de la ciudad. Algunas de las reformas fueron:

- Resolución N° 0027 publicada en el Diario Oficial con fecha 03 de Diciembre de 1993
- Resolución N° 0102 publicada en el Diario Oficial con fecha 30 de Enero de 1997.
- Resolución N° 0024 publicada en el Diario Oficial con fecha 27 de Febrero de 1997.
- Resolución N° 0033 publicada en el Diario Oficial con fecha 04 de Abril de 1997.
- Resolución N° 0027 publicada en el Diario Oficial con fecha 18 de Abril de 1997.
- Resolución N° 0071 publicada en el Diario Oficial con fecha 17 de Febrero de 2000.
- Resolución N° 4.712 publicada en el Diario Oficial con fecha 29 de Diciembre de 2007.

Se hace necesario recordar el establecimiento en 1995 de un segundo límite urbano, separado del ya establecido, que se creó ante la densificación de la localidad Nueva Braunau y del cual ya se detalló en esta investigación. Esta ha sido hasta el momento, la intervención más profunda realizada al Plan Regulador Comunal, las resoluciones nombradas anteriormente, fueron aplicadas dentro del límite de la ciudad de Puerto Varas y no implicaron una expansión del límite urbano, sin embargo, sí generaron cambios en los requerimientos de ciertos territorios pequeños. A modo de ejemplo, se detalla a continuación la modificación del año 2000, que promulgó el cambio de uso “T” a uso “T1” en tres predios cercanos al borde lago (Fig. 50 y Tabla n° 14).

Si bien, hay quienes como Moraga, que atribuyen las reiteradas adaptaciones del PRC al desarrollo inmobiliario, la modificación del año 2000 conllevó más que los intereses privados, ya que como muestra la tabla comparativa (Tabla n° 14), la variación desde uso “T” a “T1” diversificó las ocupaciones del sector y limitó otras.

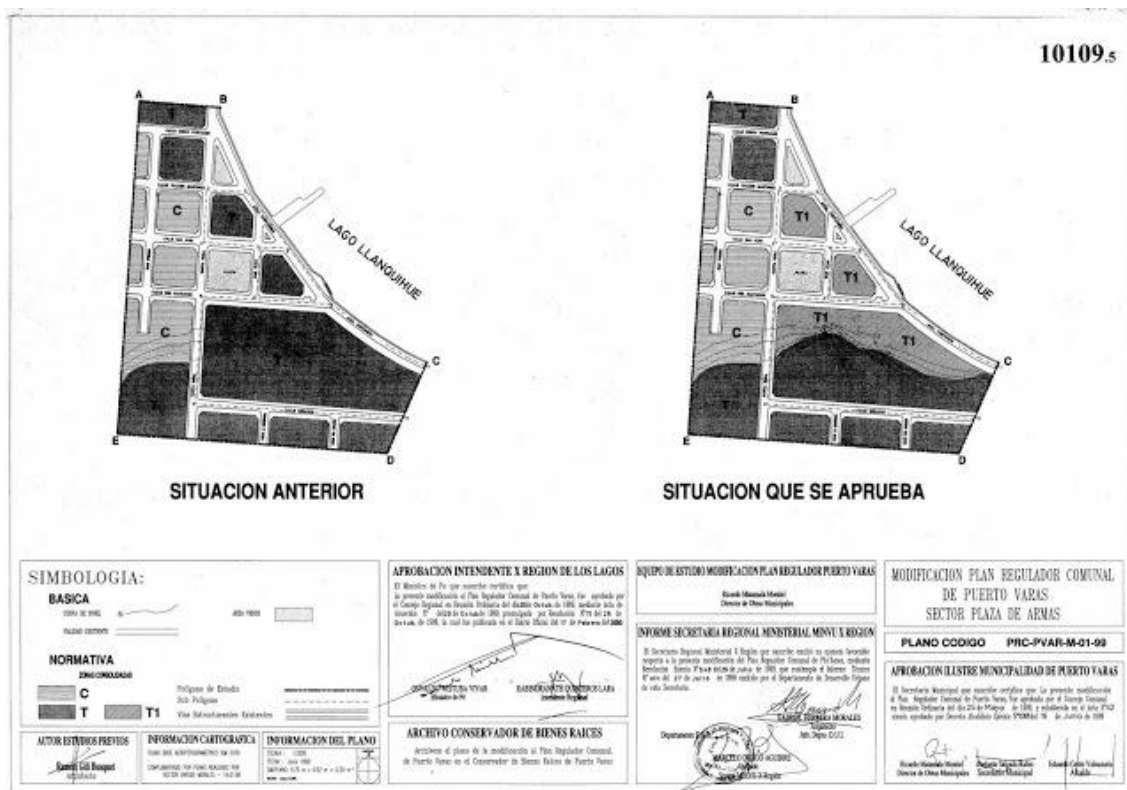


Figura 50: Modificación PRC, 2000
Fuente: Moraga, 2013

Tabla n° 14: Cambio en especificaciones de uso de suelo

	ANTES	DESPUÉS
	ZONA T	ZONA T1
Usos permitidos	- Vivienda - Equipamiento de cultura, esparcimiento, turismo, educación, seguridad, salud, organización comunitaria, comercio minorista, y servicios profesionales a excepción de discotecas, salones de baile y similares.	- Vivienda - Equipamiento de cultura, esparcimiento, turismo, educación, seguridad, salud, organización comunitaria, comercio minorista (a excepción de ferreterías, botillerías, ferias libres) ; y servicios profesionales de bancos, financieras y similares, oficinas a contar del segundo piso y superiores (a excepción de discotecas, salones de baile, bares, restaurantes, salvo si están incorporados a equipamiento turístico mayores como Hoteles y Casinos).
Porcentaje de ocupación de suelo⁷	50%	75%
Coefficiente máximo de constructibilidad⁸	2,5	2,6
Sistema de agrupamiento	Aislado	Aislado y Continuo
Altura máxima de edificación	15 m	21 m o 7 pisos

Fuente: Actualización Ordenanza, Plan Regulador Comunal, 2009

Se mantuvo la base de viviendas y equipamiento variado (cultura, esparcimiento, turismo, educación, seguridad, salud, organización comunitaria y servicios profesionales), pero se limitó el comercio minorista, excluyendo de la situación actual a ferreterías, botillerías y ferias libres; se puso énfasis en el recibimiento de servicios profesionales relacionados con bancos y financieras; y aunque se siguen excluyendo las discotecas, salones de baile y similares, estos servicios ahora son aceptados si son incorporados dentro de equipamiento turístico de mayor envergadura, como casinos y hoteles.

A su vez, esta modificación propone la densificación del espacio, permitiendo la construcción pareada y edificios de hasta siete pisos. Situación que también se ve reflejada en el aumento del porcentaje de ocupación de suelo y el coeficiente máximo de constructibilidad. Si

⁷ **Porcentaje de ocupación de suelo:** Relación porcentual entre la superficie edificada y la superficie total del predio, descontada de esta última las áreas declaradas de utilidad pública (Municipalidad de Puerto Varas, 2009).

⁸ **Coefficiente de constructibilidad:** Relación entre la cantidad total de metros cuadrados que se permite edificar en el predio, sobre el nivel del suelo natural, y la superficie de éste (Municipalidad de Puerto Varas, 2009)

antiguamente los predios solo podían tener un 50% de su superficie construida, luego de la promulgación de esta modificación, pueden tener un 75%.

Esta última medida tiene sentido ante el contexto de un crecimiento población que si bien se desacelera respecto a la década anterior, mantiene un aumento considerable. El número de habitantes contabilizados al año 2002, fue de 32.912, es decir, 26% mayor a 1992, mientras las viviendas conservaron un acrecimiento cercano al 49%.

La última modificación del PRC tuvo lugar en el año 2007. En ella, se establecieron medidas urbanas en áreas de uso agrícola, condicionándolas para el previsto desarrollo de la urbe (Municipalidad de Puerto Varas, 2007), y dentro de este contexto se agregó el sector denominado Santa Inés – Río Maullín, ubicado al suroeste de la comuna y considerado suelo rural de calidad agrícola VI, de baja complejidad antrópica, homogéneo y con condiciones favorables al desarrollo urbano, en una escala manejable a nivel local. Esta última determinación se realizó con el objeto de generar un territorio con alto nivel de conectividad, capaz de recibir a 19.500 nuevos habitantes, trayendo consigo el emplazamiento de actividades complementarias, polos de equipamiento y servicios que apoyen el crecimiento esperado (Municipalidad de Puerto Varas, 2007).

Posteriormente solo se ha hecho una enmienda al PRC, aprobada por el Decreto Alcaldicio 2.955, el 23 de junio del 2011, la cual modificó condiciones urbanísticas en las Zonas C⁹ y H1¹⁰, ambas del sector sur de la ciudad (Municipalidad de Puerto Varas, 2011). En detalle, la modificación de los índices consistió en (Tabla n° 15 y 16):

Tabla n° 15: Modificación de índices en Zona C, Enmienda PRC 2011

	ANTES	DESPUES
<i>Altura máxima permitida</i>	21 m	17 m
<i>Coefficiente de Constructibilidad</i>	7.5	5.2
<i>Coefficiente de Ocupación</i>	1	1

Tabla n° 16: Modificación de índices en Zona H1, Enmienda PRC 2011

	ANTES	DESPUES
<i>Altura máxima permitida</i>	6 m	7,2 m
<i>Coefficiente de Constructibilidad</i>	0.9	1
<i>Coefficiente de Ocupación</i>	0.5	0,65
<i>Tamaño Predio Mínimo</i>	300	220
<i>Antejardín</i>	3 m	3 m

Fuente: Enmienda PRC, 2011

⁹ **Zona C:** Eje Norte calle Del Salvador/ Oriente límite poniente Zona Z/ Sur límite norte Zona ZR2/ Poniente límite oriente Zona ZH1A (Municipalidad de Puerto Varas, 2011).

¹⁰ **Zona H1:** Eje Norte calle Verbo Divino/ Oriente, en su límite irregular hasta calle Bío Bío/ Sur, límite línea férrea/ Poniente, línea férrea (Municipalidad de Puerto Varas, 2011).

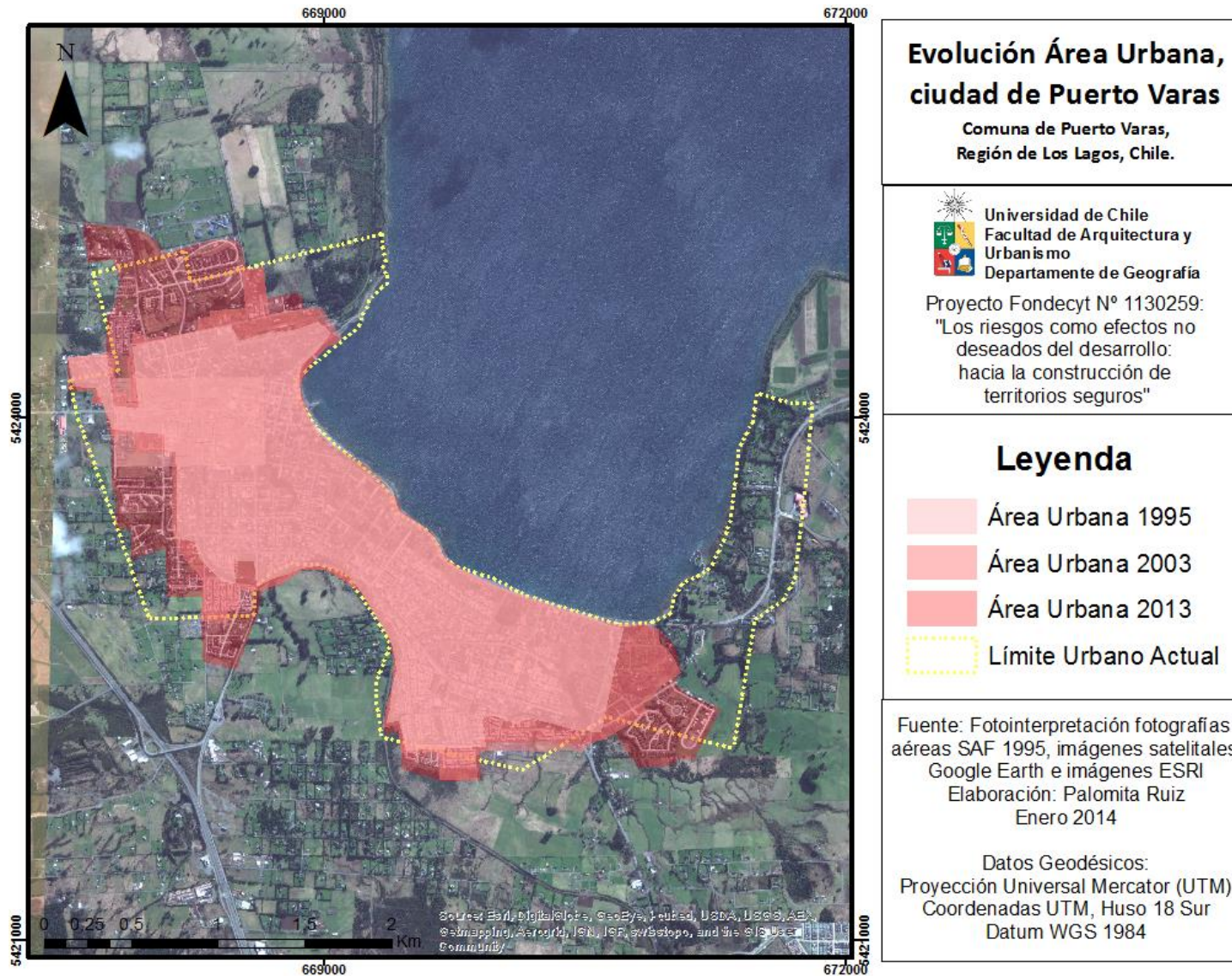


Figura 51: Evolución del Área Urbana de la ciudad de Puerto Varas

Como se ha evidenciado en las reformas descritas anteriormente, las especificaciones establecidas por el Municipio y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo han debido acomodarse al crecimiento demográfico y optar por la densificación de algunos sectores. Volviendo a las Fig. 49 y 51, es posible observar la expansión territorial de la mancha urbana durante el periodo 2003-2013, ésta aumentó desde 3,23 km² a 4,18 km², creciendo un 43% más que la década de 1990. Es así, como el territorio que inicialmente se había determinado y delimitado considerando una proyección de 30 años, ya se encuentra construido en un 80% y ha tenido que sostener, según estimaciones del INE, una población de 41.272 habitantes al año 2012.

Considerando la evolución del sector urbano que se ha descrito hasta ahora, se presenta de manera urgente la necesidad de un plan que pueda dar sustento al desarrollo acelerado que ha tenido la ciudad hasta ahora, y que muy probablemente mantendrá. Actualmente solo hay un 20% de suelo urbano disponible al crecimiento demográfico, situación por la que distintos actores mantienen consenso sobre la necesidad de una actualización del PRC que permita manejar correctamente el cada vez mayor aumento de población, en conjunto con la reevaluación de los usos, normas y límites vigentes desde 1990 (Plataforma Urbana, 2013).

El panorama actual de la comuna, refleja que los requerimientos de Puerto Varas no solo refieren al incremento demográfico de la zona central: al igual que la situación de Nueva Braunau, la localidad de Ensenada se ha densificado al punto de requerir un límite urbano “individual” separado de la ciudad, como le fue otorgado en 1995 a Nueva Braunau.

Bajo estas condiciones, el año 2005 comenzó el proyecto de Actualización del Plan Regulador Comunal de Puerto Varas, no obstante, al cierre de esta investigación la actualización aún no se ha concretado.

Como se ha evidenciado, la ciudad de Puerto Varas se encuentra en constante expansión, donde, si bien la tasa de crecimiento poblacional ha disminuido, ésta se mantuvo sobre el 25% en las últimas dos décadas y desde 1987 a la actualidad la cantidad de habitantes se incrementó en un 200%. En concordancia con este escenario, la superficie construida se ha expandido un 55% desde 1992 a 2013, generando la densificación del sector.

Esta evolución urbana evidencia un incremento sostenido de la exposición a la amenaza volcánica. Si bien, como se evidenció en el segundo resultado de esta investigación, fenómenos volcánicos tales como flujos de lava, piroclastos y/o lahares no tendrían un alcance mayor hacia el sector occidente de la comuna, otras manifestaciones como la caída de cenizas podrían afectar severamente el núcleo urbano. Así lo evidenció la reciente erupción del volcán Calbuco, la cual, aunque no alcanzó la envergadura y violencia que en otras oportunidades, emitió cantidades considerables de este tipo de depósito, afectando el desarrollo normal de las actividades de las personas.

El perjuicio que trae consigo la ceniza volcánica considera un amplio margen de afectados, entre los cuales están el ser humano, los animales, el medio ambiente y la infraestructura. En el caso de los habitantes, el sistema respiratorio absorbe rápidamente las partículas suspendidas en el aire, provocando irritación y ardor en la garganta, e irritación en los conductos respiratorios, generando mayores secreciones y obstruyéndolos. Esta exposición, sobre todo si es prolongada, perjudica mayormente a quienes padecen problemas pulmonares pre-existentes, los cuales pueden desarrollar síntomas de bronquitis severa que persevera durante varios días después de la inhalación de cenizas. En particular, los individuos que sufren de asma u otro problema pulmonar tal como bronquitis o enfisema y severos problemas cardíacos, son más vulnerables (Servicio Geológico de los Estados Unidos, s/f). A esto se agrega que el carácter volátil de la ceniza permite su re-suspensión en el aire una vez que se transita sobre ella.

En lo que corresponde a la afectación visual, este fino polvo se introduce en los ojos, pudiendo generar irritación, dolorosas raspaduras (abrasión de córnea) y conjuntivitis. A su vez, estas partículas suspendidas provocan una preocupante reducción de la visibilidad, ya que bloquean la luz solar y en muchas ocasiones generan completa oscuridad. Este peligro, se combina con la capa de cenizas caídas sobre las calles, la cual en capas delgadas vuelve el suelo muy resbaloso, reduciendo la tracción; y que en depósitos espesos puede impedir completamente la circulación (Servicio Geológico de los Estados Unidos, s/f).

En la reciente erupción, el impedimento visual que generaron estas partículas conllevó el cierre de los pasos fronterizos de las regiones de Los Lagos, Los Ríos y La Araucanía. A su vez, el perjuicio a la salud involucró el impedimento de actividad física al aire libre, un mayor cuidado en la manipulación de los alimentos, la suspensión de las clases escolares y del transporte aéreo.

En resumen, la exposición urbana ha aumentado en densidad poblacional y expansión territorial, haciéndose urgente concientizar a los habitantes del escenario en el que habitan. Si bien, desde la fundación de la ciudad, sus pobladores han sido testigos de las erupciones tanto del volcán Calbuco como del Osorno, la cantidad de individuos expuestos actualmente supera ampliamente la décadas anteriores, como también el acercamiento a las zonas amenazadas. Ante este último aspecto, es fundamental analizar las direcciones de ocupación del suelo y encaminar mediante los instrumentos de planificación territorial, el crecimiento urbano, impidiendo que éste se dirija hacia el sector oriente de la comuna, donde domina la amenaza volcánica.

8.3.2. Exposición Comunal

Según “*Estudios Previos PRI Ribera Lago Llanquihue e Hinterland Puerto Montt*” (CEC Ltda., 2005), basados en el Servicio Nacional de Geología y Minería, como se aprecia en la Tabla n° 15, la comuna posee un 67,3% de superficie expuesta a una alta susceptibilidad de riesgo volcánico, mientras que el 32,7% restante a susceptibilidad moderada, evidenciando su estrecha relación con la principal amenaza del paisaje que la caracteriza.

Tabla n° 17: Áreas con susceptibilidad alta y moderada de riesgo volcánico de la región de Los Lagos

<i>Comuna</i>	SUSCEPTIBILIDAD ALTA		SUSCEPTIBILIDAD MEDIA		TOTAL	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
<i>P. Octay</i>	7.8851,3	77,5	21.460,3	22,5	95.311,6	32,5
<i>Frutillar</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Llanquihue</i>	0	0	0	0	0	0
<i>P. Varas</i>	93.287,9	67,3	45.350,5	32,7	138.638,4	47,3
<i>P. Montt</i>	32.187,4	54,5	26.883,7	45,5	59.071,1	20,2
<i>Total</i>	199.326,6	68	93.694,5	32	293.021,1	100

Fuente: CEC Ltda. (2005), en base a Servicio Nacional de Geología y Minería, en

Cabe destacar que las áreas de alta susceptibilidad volcánica consideradas por el estudio, son aquellas que se encuentran afectas a procesos directos del volcanismo, como corrientes de lava, eyecciones piroclásticas y emisión de gases; en cambio, las áreas de susceptibilidad volcánica moderada representan superficies impactadas por procesos indirectos del volcanismo, como son el paso de corrientes laháricas y la obstrucción de valles y cursos fluviales.

Ante lo evidenciado recientemente y el registro histórico que comprenden los volcanes activos de la comuna, es posible considerar a la totalidad del área de estudio como territorio expuesto a la ceniza volcánica, ante la erupción de cualquiera de las macizos presentes en el sector.

Como se puede apreciar en la Fig. 52, el territorio afectado directamente por amenaza volcánica corresponde a zonas rurales, específicamente a los distritos con menor densidad, ya que dentro de su superficie cuentan con la presencia de la Reserva, el Parque Nacional y las masas lacustres. Estos son los distritos Peulla, Ralún, Los Riscos, La Fábrica y Ensenada, todos con una densidad inferior a los 10 hab/km². Sin embargo, la distribución de las localidades y entidades rurales presentes en dichas unidades espaciales, podría evidenciar una alta exposición de quienes habitan estos sectores aislados.

Dada la situación del fallido Censo del año 2012, la población calculada actualmente corresponde a una estimación. Bajo este contexto, el crecimiento evidenciado en las zonas urbanas podría distorsionar el escenario de los sectores rurales. En la década anterior, desde 1992 a 2002, los habitantes de estos territorios expuestos (Tabla n° 18), exceptuando Ensenada, se mantuvieron o disminuyeron en cantidad. Por lo tanto, durante este periodo, a diferencia de la zona urbana, no hubo un aumento de la exposición social rural basada en el crecimiento demográfico.

Tabla n° 18: Crecimiento poblacional de distritos expuestos, periodo 1992-2002

	1992	2002	%
La Fábrica	1.904	1.377	-28
Los Riscos	1.110	840	-24
Ensenada	1.300	1.623	25
Ralún	327	327	0
Peulla	834	831	-1

Fuente: Censo 1992 y 2002.

Considerando el área de influencia de cada volcán, se hace necesario recordar que para los macizos Punttiagudo y Tronador se consideró un buffer de 12 km² de influencia, por lo que la metodología influye en la apreciación de sus superficies respecto de los volcanes Osorno y Calbuco, que se remiten exclusivamente a los sectores que antiguamente fueron afectados. No obstante, el Osorno es el que posee mayor territorio amenazado (Tabla n° 19).

En la tabla a continuación, es posible apreciar que tres de los cuatro volcanes en cuestión amenazan el distrito de Ensenada, convirtiéndolo en el sector más crítico, potenciado por la actual densificación demográfica (2.035 habitantes según proyecciones INE, 2012). Este distrito posee el número más alto de localidades (once; más que el distrito de Puerto Varas que tiene ocho), donde la de mayor envergadura se establece en zonas donde el registro histórico evidencia reiterados lahares, consagrándolo como el poblado más expuesto.

La totalidad de los volcanes, tiene una superficie de manifestación que abarca a lo menos siete entidades rurales; en el caso del Calbuco, si bien su área es la más pequeña, esta afecta a cuatro localidades de alta concentración de habitantes y algunas de especial interés turístico y alto flujo de visitantes, como Petrohué. A su vez, tanto el volcán Punttiagudo como Tronador, afectarían el distrito de Peulla, en el cual se localiza el paso internacional y se consagra la conexión marítima entre Argentina y la ciudad de Puerto Varas.

Tabla n° 19: Poblados en riesgo, por volcán

Volcán	Superficie comunal amenazada	Distritos amenazados	Localidades	N° de Entidades rurales
Punttiagudo	223,3 km ²	Peulla y Ensenada	-	11
Tronador	289,5 km ²	Peulla	Peulla	12
Osorno	356,5 km ²	Ensenada	Petrohué y Ensenada	7
Calbuco	205,2 km ²	Ensenada, Ralún y Los Riscos	Ralún, Ensenada, Hueñuhueñu y El Abra	12

Como se ha evidenciado, la exposición a los fenómenos más destructivos del volcanismo se concentra en los sectores rurales, afectando a diversas localidades. No obstante, la ceniza volcánica, siendo un peligro secundario de estas manifestaciones, constituye una de las amenazas de mayor extensión y que si bien, no se percibe de forma tan violenta como un lahar, puede llegar a ser igualmente destructiva, sobre todo en lo que refiere al perjuicio a los animales y el medio ambiente. En el caso particular de la comuna de Puerto Varas, el daño ocasionado a éstos toma especial relevancia, ya que sustenta las bases económicas tanto de la población rural, como urbana.

Ante esto, cabe destacar la toxicidad de la ceniza volcánica, sobre todo si ésta se compone de altos índices de ácido fluorhídrico. El mero depósito de estas partículas, dependiendo de su espesor, basta para sepultar las plantaciones, impidiendo su cosechar e inhabilitando el terreno para otras futuras. Si a estas situaciones se agrega la presencia de precipitaciones, se da lugar a la lluvia ácida, la cual puede contaminar fuentes de agua locales, vegetación, ganado, peces y fauna en general (Servicio Geológico de los Estados Unidos, s/f).

El viernes 24 de abril de 2015, a dos días de iniciado el primer pulso del último ciclo eruptivo del volcán Calbuco, se accedió a que la población de los sectores amenazados pudiera ingresar a sus terrenos sólo por un par de horas, con el fin de alimentar a los animales y liberar las techumbres del peso acumulativo de la ceniza, pero la cobertura ya hacia evidente su depositación sobre la base económica del sector rural: las zonas agrícolas ganaderas quedaron totalmente inhabilitadas. Al respecto, el presidente de Agrollanquihue (Asociación de Agricultores de la Provincia de Llanquihue), Rodrigo Lavín, señaló al periódico La Tercera: *“esto es mucho más grave de lo que estimábamos. Hay que sacar los animales lo más pronto posible. Visité a un par de socios y conté más de 400 vacunos, por lo tanto, son muchos más los que no han podido salir. Aquí no van a sobrevivir”*.

En relación al turismo, 100 hospedajes y restaurantes de Ensenada fueron destruidos por el peso de las cenizas (Bertin & Salazar, 2015). La especialización de la fuente laboral de la urbe radica en los servicios de hotelería y restaurantes, los cuales constituyen un eslabón dentro de la red turística que caracteriza la comuna. En este contexto el deterioro del paisaje, ya sea únicamente por la ceniza volcánica y/o por el impedimento de acceso a las zonas de mayor interés, limita las visitas únicamente a la infraestructura histórica propia de la ciudad. En el marco de la reciente erupción, Marcelo Salazar, vicepresidente de la Cámara de Comercio y Turismo de Puerto Varas aseguró: *“un 35% de las reservas se cancelaron. Ensenada parece un desierto”*. De igual forma, don César Elgueta, dueño de un restaurante en Ensenada, en una entrevista a BBC Mundo dijo: *“Dependemos completamente del turismo y en este momento el lugar, que es uno de los más bonitos de Sudamérica, está completamente de color café”*.

La última erupción del Calbuco, evidenció la exposición de las bases económicas de la totalidad de la comuna, reflejando el nivel de riesgo bajo el cual se desarrolla la población.

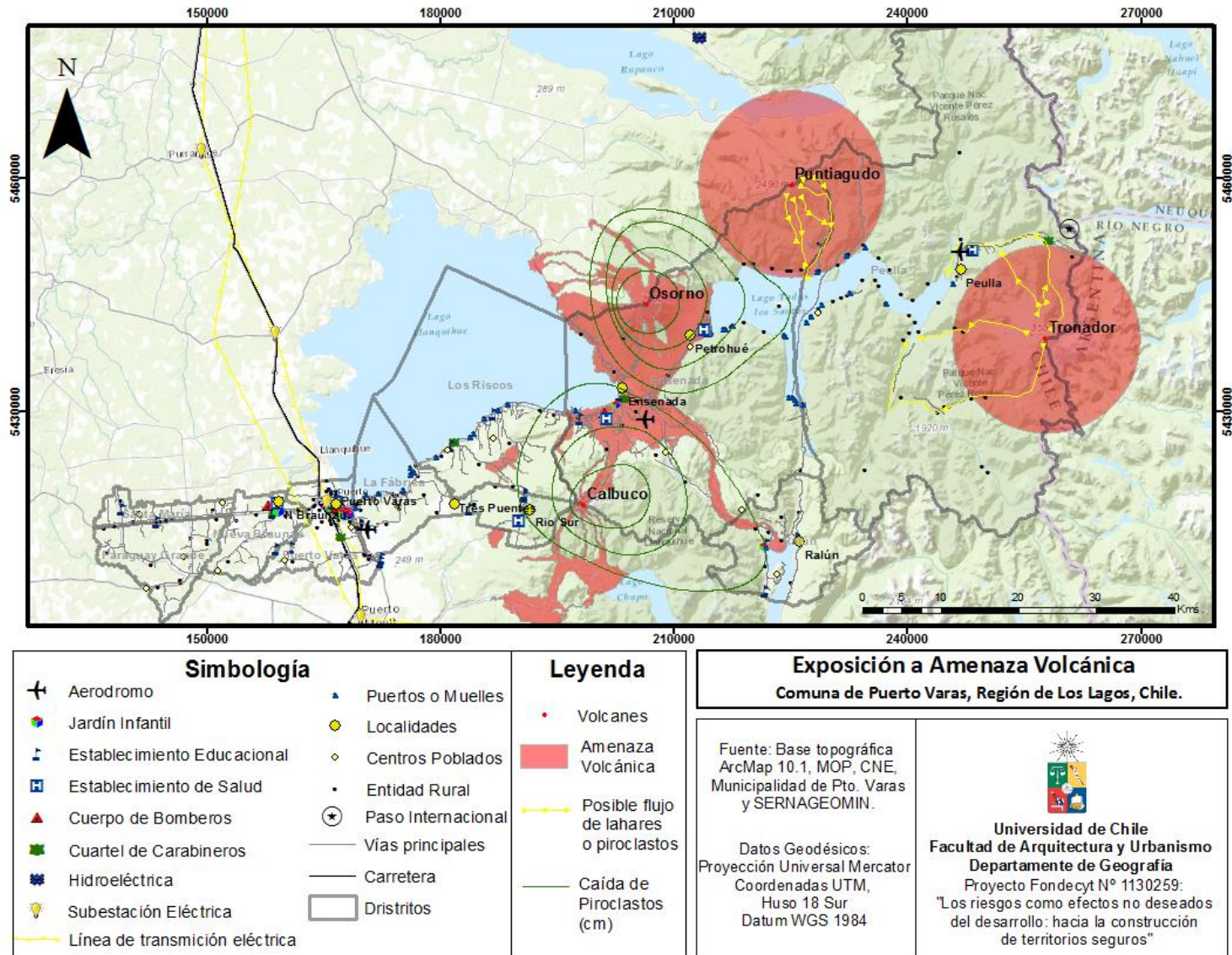


Figura 52: Exposición comunal a amenaza volcánica

Como se ha visto reflejado a escala comunal, Puerto Varas se encuentra altamente expuesta a los fenómenos volcánicos. A continuación se detallará sobre la población y la infraestructura que podría verse afectada ante una eventual erupción de los volcanes presentes en el área de estudio.

8.3.3. Exposición a volcanes Tronador y Puntigudo.

Ambos volcanes se localizan en áreas protegidas, como el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, por lo que en sus posibles zonas de peligro, considerando quebradas y un radio de 12 km para flujos de lava y lahares no se establecen grandes poblados, sin embargo hay una exposición no menor de entidades rurales e infraestructura crítica.

El volcán Tronador, posee al menos cuatro quebradas considerables dentro de los límites de la comuna (río Tronador, Peulla, Aguas Turbias y sus afluentes) que podrían encausar flujos de lava, lahares o piroclastos. Ante este eventual suceso, como se pudo observar en la Fig. 52, alrededor de once entidades rurales se verían perjudicadas. Estas corresponden a parcelaciones con un número reducido de casas, como muestra la Fig. 53. En la imagen satelital es posible visualizar tres casas situadas en la quebrada suroeste del volcán, correspondiente al río Blanco, el cual recibe al afluente Aguas Turbias y por lo tanto, recoge aportes desde el sector crítico donde se identificó la presencia de morrenas. Otra situación considerable se presenta en la quebrada que le sigue hacia el norte, donde hay una laguna post glacial, que al igual que los sedimentos no consolidados como las morrenas, contribuiría al volumen de los lahares.

Cabe destacar que quienes se localizan en estos puntos no poseen caminos terrestres que faciliten su evacuación. La localidad de Peulla (Fig. 52 y 54) posee un puerto que se utiliza para la comunicación y traslado lacustre hacia Petrohué, sin embargo, éste en conjunto con las otras instalaciones estratégicas del distrito, como el aeródromo, el establecimiento de salud y el cuartel de carabineros se sitúan en el valle que unifica las quebradas norte del volcán (Río Tronador y Peulla) (Fig. 54).

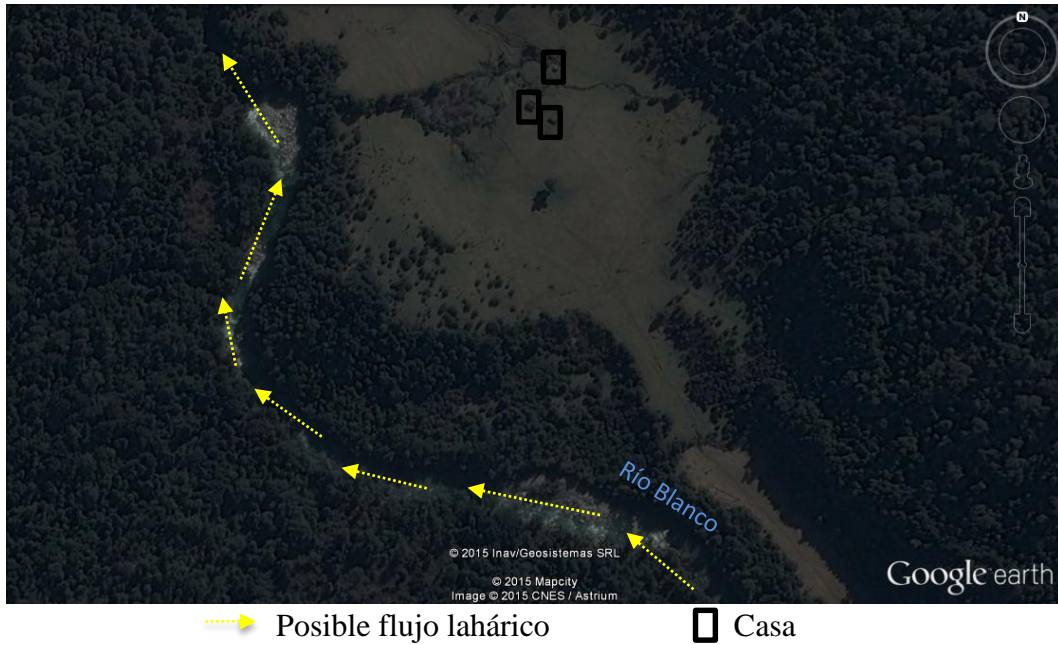


Figura 53: Entidad rural en quebrada suroeste de volcán Tronador
Fuente: Google Earth, 2015

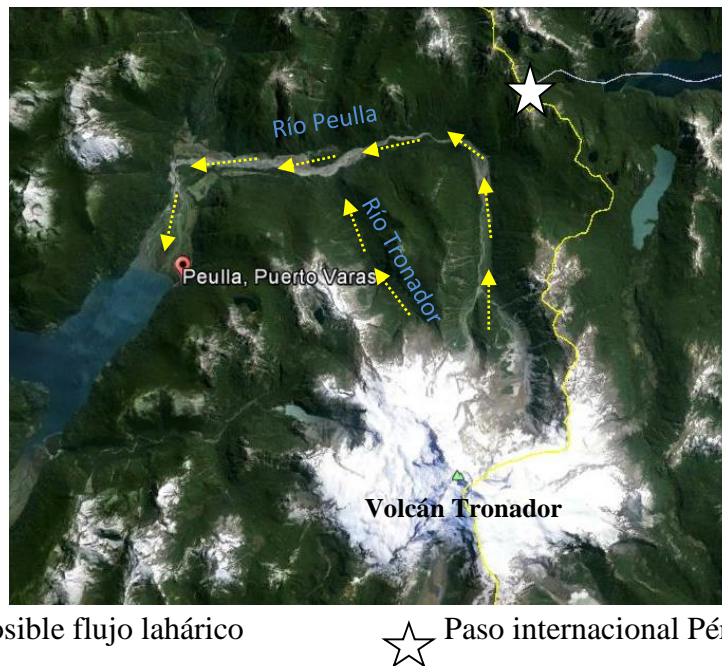


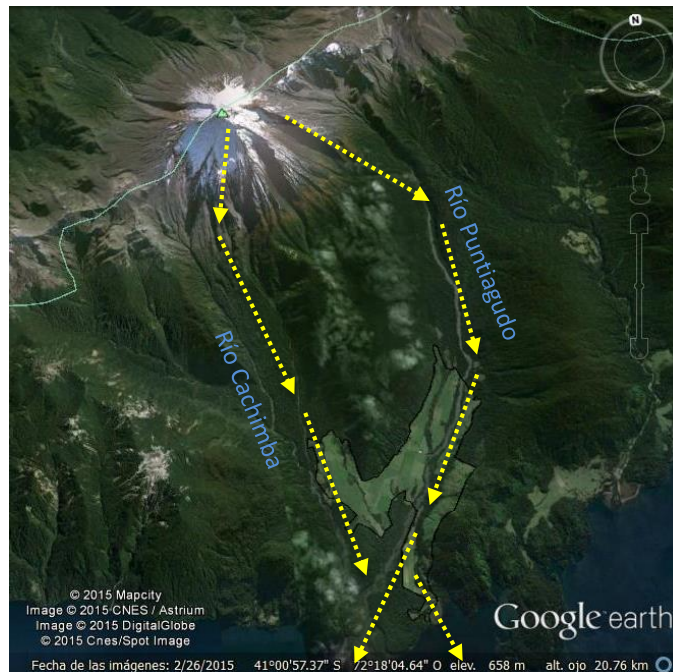
Figura 54: Quebradas noroeste de volcán Tronador, posibles flujos hacia Peulla
Fuente: Google Earth, 2015

Por lo tanto, todas estas instalaciones quedarían muy posiblemente inhabilitadas ante una erupción del Tronador, dificultando enormemente la atención de la emergencia. Si bien, sólo cinco entidades se sitúan dentro del buffer de posible lava, éstas y las restantes se encuentran ante un alarmante peligro de lahares o flujos de piroclastos. Además, se hace necesario recordar, que para la reciente erupción del volcán Calbuco, las cenizas fueron suficientes para

declarar la evacuación del poblado, por lo tanto, la simple emisión de tefra desde el Tronador, podría repetir este escenario o agravarlo, dada su proximidad.

El paso internacional Pérez Rosales, a 15 km del cráter, no debería ser afectado por flujos de ningún tipo, sin embargo su evidente cercanía no lo excluye de ser inhabilitado por acumulación de ceniza. Además, la continuidad del camino hacia Puerto Varas (ruta CH 225), sí podría ser cubierta por lahares y ante esto, cabe recordar que este es el volcán con mayor cubierta de hielo y nieve de la zona.

En relación al volcán Puntiagudo, el buffer de 12 km que abarca un área con posibles flujos de lava, involucra doce entidades rurales similares a las presentes en la quebradas del volcán Tronador. La mayoría de ellas están en microcuencas de laderas que no son propias del macizo, dado que éstas no tienen una distribución radial, sino más bien perpendicular al cordón Los Cenizos, por lo que aunque las entidades se encuentren dentro del radio que generalmente pueden alcanzar las lavas, éstas no deberían dirigirse por esos encausamientos. Sin embargo, como mostraba la Fig. 52, hay tres entidades que sí están bajo esta condición, situadas en las explanadas de desembocadura de las quebradas que descienden desde el volcán (río Cachimba y Puntiagudo). Además, estos caminos, que también pueden ser utilizados por lahares, se unifican a lo largo del trayecto hacia el lago Todos Los Santos, confluyendo al sur en un mismo punto. Específicamente en este delta hay considerables parcelaciones, un muelle y un numeroso conjunto de casas, como muestra las Fig. 55 y 56, a continuación.



-----> Posibles flujos de lava, piroclastos o lahares. □ Parcelaciones

Figura 55: Posibles flujos de lahares en quebradas sur de volcán Puntiagudo

Fuente: Google Earth, 2015

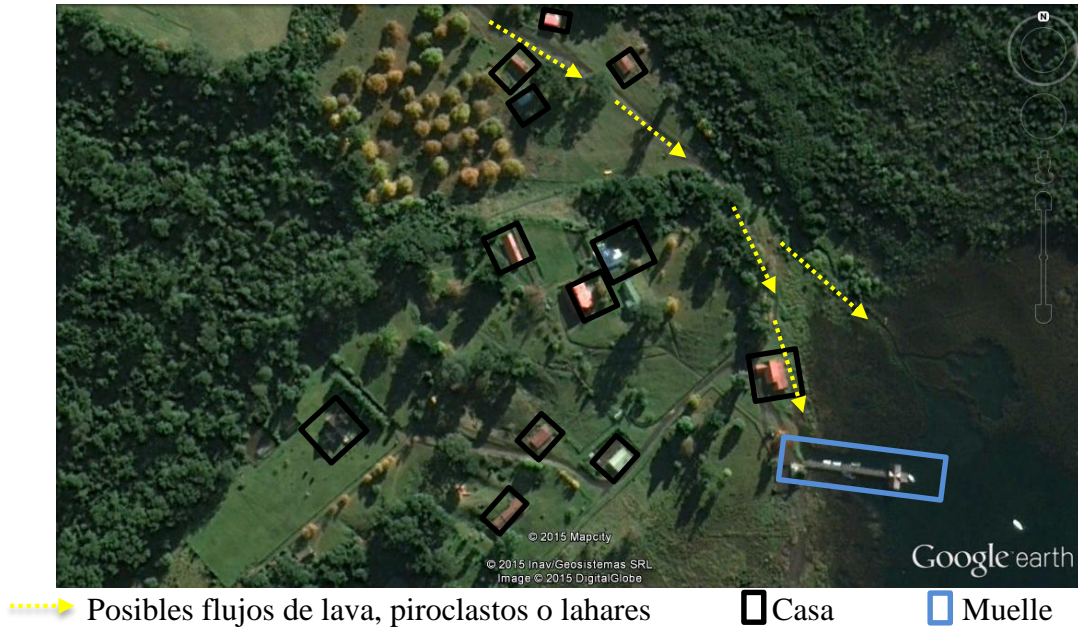


Figura 56: Entidad rural en desembocadura de quebrada sur de volcán Puntiatgudo
 Fuente: Google Earth, 2015

En lo que respecta a cenizas, si bien, la mayoría de las erupciones en el país han evidenciado el desplazamiento de éstas en dirección a Argentina, su depositación también ha perjudicado vastas áreas en el territorio nacional. Esta condición quedó en evidencia en la última erupción del Calbuco, donde la visibilidad reducida se pudo percibir incluso dos regiones al norte del foco eruptivo.

Peulla, localidad situada en los faldeos del volcán Tronador y a sólo 24 km al este del Puntiatgudo, es de especial consideración, ya que es la más aislada y posee conexión principalmente lacustre con el resto de la comuna. En la erupción de abril de 2015, la tefra emitidas a 55 km de esta localidad (Calbuco es el volcán más alejado) impidió el normal desenvolvimiento de la población, siendo necesaria la evacuación de 75 personas.

La eventual erupción tanto del volcán Puntiatgudo como Tronador, tendría consecuencias iguales o mayores a las ya presenciadas en Peulla, permitiendo considerar esta localidad como una de las más expuestas a la depositación de ceniza.

8.3.4. Exposición a volcanes Osorno y Calbuco

Dado el sustancial registro histórico que poseen estos volcanes, la actual ocupación de sus cercanías y la reciente erupción del Calbuco; se hace necesario realizar una descripción y análisis más detallado de la exposición que los suscribe. A diferencia de los volcanes Tronador y Puntiatgudo, el Calbuco y el Osorno actualmente amenazan zonas que incluso, están en vías de ser urbanizadas (Ensenada) y/o en las cuales se ha potenciado el crecimiento demográfico y territorial.

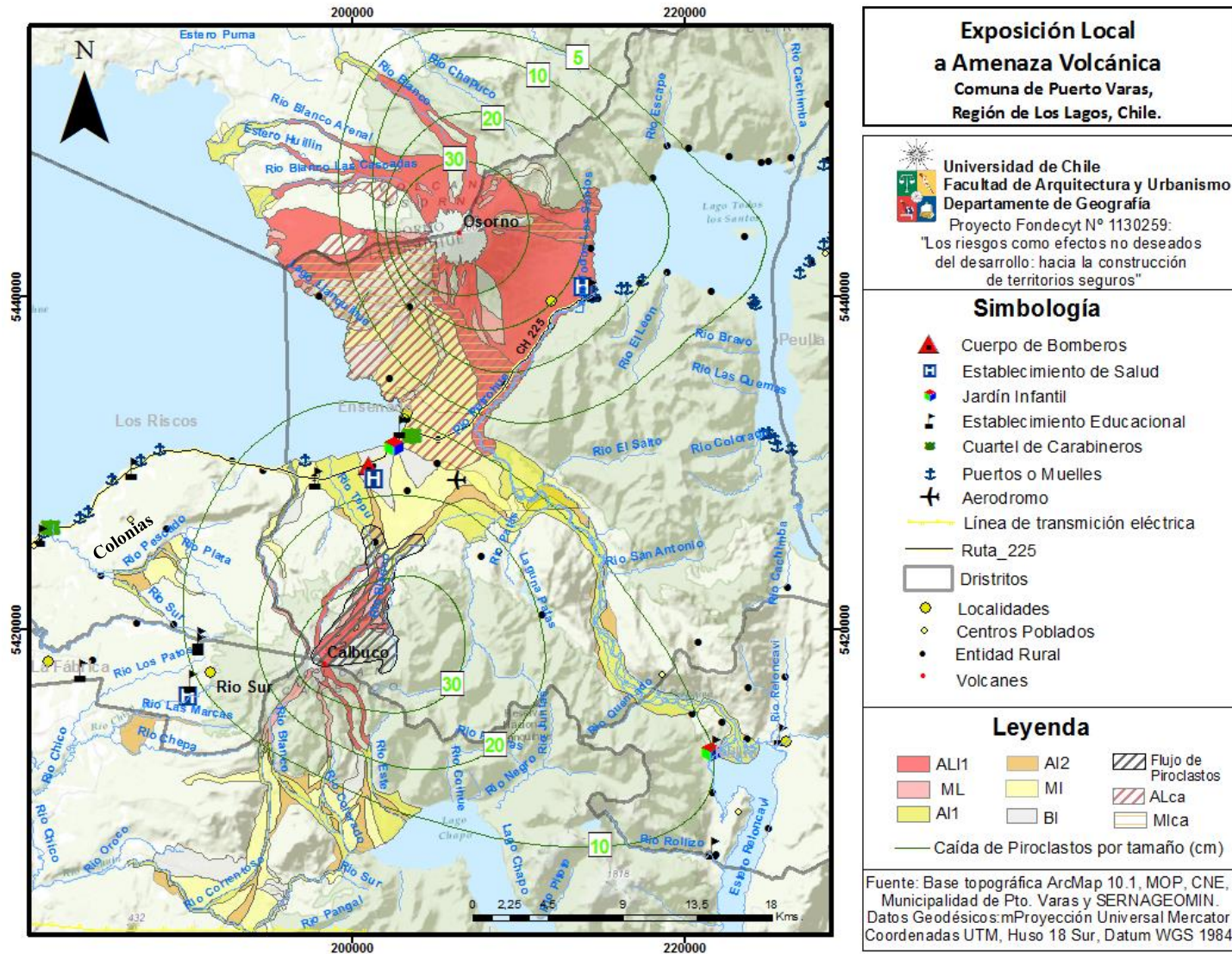


Figura 57: Exposición Local a Amenaza Volcánica

Como se ha apreciado en la introducción de este capítulo, el volcán Osorno es el que ante una eventual erupción cubriría más kilómetros, esencialmente con flujos de lava provenientes tanto del cráter principal como de sus centros adventicios. Con alrededor de 356,5 km² amenazados (Tabla n° 19), este macizo representa un riesgo considerable, ya que afectaría a siete entidades rurales y dos localidades de relevancia (Fig. 57). Las primeras se distribuyen en las faldas de volcán, siendo cubiertas eventualmente por flujos de lava. Cinco de ellas se sitúan en la ladera suroeste, por lo tanto también se exponen alta y moderadamente a ser afectadas por lahares. Solo hay una entidad rural que podría ser alcanzada por flujos de piroclastos, la cual se emplaza hacia el este del volcán, en la ribera del lago Todos los Santos.

Las localidades de relevancia que podrían verse perjudicadas son: Ensenada, sector rural más poblado del cual se detallará más adelante; y Petrohué, punto neurálgico del turismo que promueve la comuna. Éste se ubica al oriente del lago Todos los Santos, a 76 km de la ciudad de Puerto Varas y cuenta con una escuela básica con internado, una posta rural, oficina de CONAF, un hotel orientado al turismo nacional e internacional y un embarcadero que conecta con la ruta lacustre hacia Peulla y Argentina.

En lo que respecta al volcán Calbuco, su área amenazada responde a flujos de lava que se distribuyen de forma radial desde el cráter principal, y son altamente probables en las quebradas de la ladera noreste (río Blanco norte), sin embargo no tienen un alcance mayor a los siete kilómetros y no afectarían a ningún sector poblado. Por lo tanto, en la comuna de Puerto Varas no hay riesgo de lava proveniente del volcán Calbuco, situación que se comprobó en su última erupción, donde no hubo afectados por este tipo de flujos.

Bajo este contexto, la amenaza la constituyen los lahares, los cuales fluirían por las quebradas de los ríos Sur, Plata y Pescado, afectando el poblado de “Colonias” (distrito Los Riscos); además por los ríos Blanco norte y Tepu, llegando a desembocar en forma de abanico sobre la localidad de Ensenada, sus alrededores y 3 entidades rurales; para luego continuar su trayectoria con alta probabilidad (tanto en temporada estival, como invernal) por el río Petrohué, hacia el sur, hasta el distrito Ralún (Fig. 57), donde el flujo afectaría a otras 3 entidades rurales y a la localidad que da nombre al distrito.

Estos escenarios, se corroboraron en la última erupción como trayectorias efectivamente posibles para los flujos laháricos. No obstante, el evento en sus reiterados pulsos no alcanzó la magnitud estimada para el nivel de afectación máximo previsto por Romero (1999), situación que sí podría haber sido conseguida en temporada invernal, dado el material inestable que generó la erupción y el volumen de precipitaciones que caracteriza la región.

La dispersión de piroclastos (E-NE) y su colapso menor radial evidenciado desde el comienzo del evento, afectó la naciente de los cursos fluviales, y en consecuencia incrementó el cauce de éstos. Esta condición fue visible en los ríos Sur, Plata y Pescado (además en los ríos Correntoso, Blanco sur, Este y Colorado, pertenecientes a la comuna de Puerto Montt), donde se estimaba una alta probabilidad de lahares durante la temporada invernal y moderada

probabilidad durante el resto del año. Si bien, en la unidad espacial no hay entidades rurales expuestas, éstas se sitúan en las cercanías de los sectores posiblemente afectados. Este es el caso del sector Colonias, donde en abril del 2015 no se produjo un lahar con expansión suficiente como para afectar el poblado, no obstante, el aumento del volumen hídrico provocó el corte del puente Zapatero.

Cabe destacar que, la reciente erupción, con niveles explosivos menores a los manifestados en otras ocasiones por el volcán Calbuco, no descarta la posibilidad de que se produzca un escenario más violento, con mayor emisión de material y eventualmente, con precipitaciones considerables. Ante esto, el poblado de Colonias, efectivamente se vería muy perjudicado.

Este sector se originó a raíz de la explotación de bosques de alerce hace cerca de cincuenta años. Allí habitan poco más de cuatrocientas cincuenta familias, que conforman caseríos lineales, con alta dispersión de viviendas desarrolladas a lo largo de las rutas que se desprenden de la Carretera Inter Lagos CH 225, 15 km al oriente de la ciudad de Puerto Varas. La principal actividad de estos asentamientos es la explotación de leña broza (compuesta por madera de canelo, laurel, coigüe, mañío y tepa), a través de planes de manejo aprobados por CONAF; también destacan actividades como la labranza y crianza de animales para consumo familiar.

En el caso de Ralún, situado en el Estuario del Reloncaví, a 30 km de Ensenada y a 79 km de Puerto Varas se evidenció la crecida del cauce del río Petrohué sin mayores consecuencias, pero la sismicidad continua asociada a la erupción provocó un deslizamiento de tierra en la ruta V-69, la cual une la localidad con Ensenada. Ante esto, es preciso no subvalorar el riesgo al que está sujeta esta zona, la cual se compone de los villorrios Termas de Ralún, Rollizo, Los Ladrillos, Cayetúe, Hueñuhueñu, el Abra y Ralún, los cuales, en conjunto, conforman un alto atractivo turístico. En ellos se llevan a cabo actividades como termas, pesca, agricultura, ganadería de subsistencia y circuitos de cabalgatas. Es el distrito más pequeño de la comuna, y por lo tanto uno de los con mayor densidad poblacional.

Como se ha podido apreciar, las zonas de amenaza del volcán Osorno y Calbuco se traslapan sobre Ensenada, además de que ésta se sitúa peligrosamente en un amplio abanico lahárico de una de las quebradas (noreste, río Blanco y posteriormente río Tepu) del Calbuco (Fig. 58). En conjunto, ambos volcanes generan desde bajas hasta altas posibilidades de ocurrencia tanto de flujos de lavas, como de lahares. A todo esto se suma que el próximo Plan Regulador contempla delimitar la localidad como sector urbano, densificando el suelo. Bajo este contexto, Ensenada se considera una situación de especial preocupación, en la cual se hace necesario profundizar.

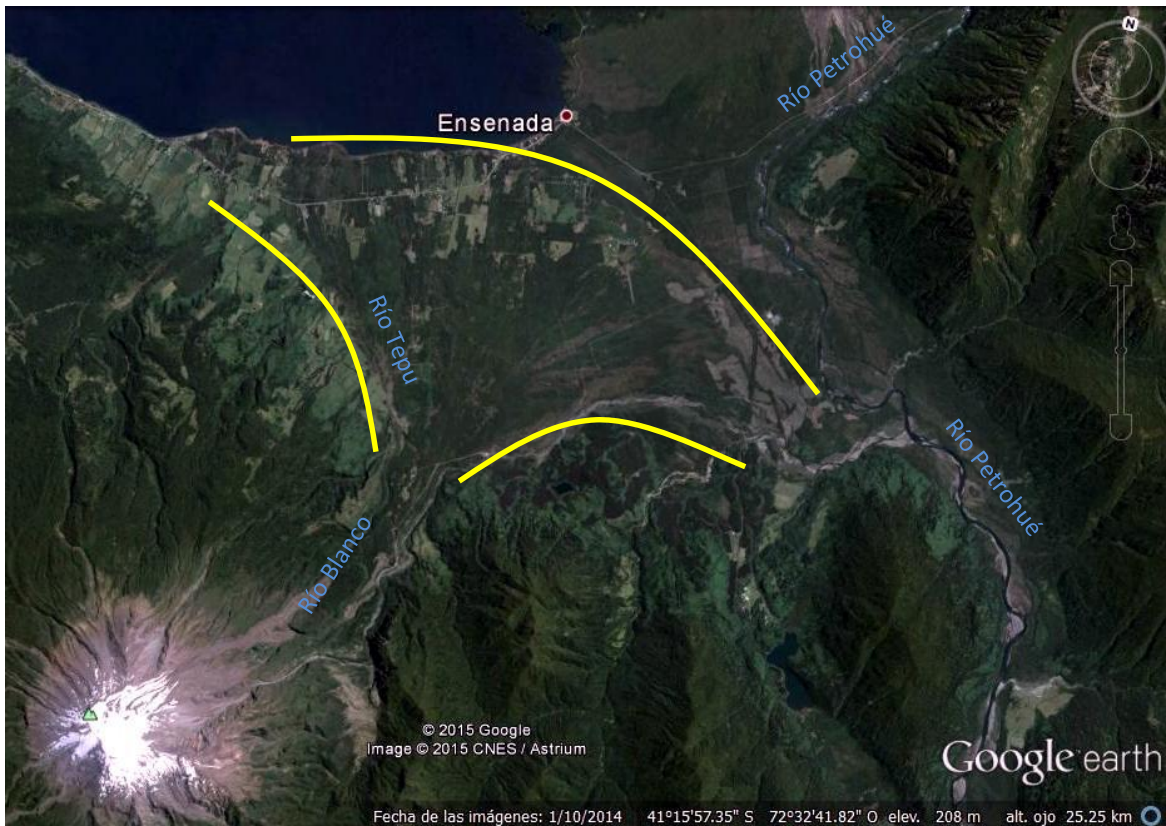


Figura 58: Abanico lahárico de volcán Calbuco

Fuente: Google Earth, 2015

Actualmente Ensenada, conforma un caserío de tipo lineal, que se desarrolla entre la carretera CH 225 y la ribera del Lago Llanquihue (Fig. 59). Representa el punto de conexión entre varios destinos turísticos, dada su cercanía al Parque Vicente Pérez Rosales, los Saltos de Petrohué, el Volcán Osorno, etc. Esta situación, determina el dinamismo estacional del distrito, ya que la oferta de servicios, tales como cabañas de hospedaje, restaurantes, y gasolinera funcionan principalmente durante los meses de diciembre a febrero, y de forma irregular durante el resto del año. El sector cuenta con jardín infantil, sede social, centro comunitario, carabineros, estación médica rural y un cuartel de bomberos. Las proyecciones del INE para el año 2012, estimaban una población de 2.035 habitantes en el distrito, los cuales habrían ido en aumento hasta la reciente erupción, donde se evacuaron alrededor de 4.000 individuos (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, 2015).

En lo que respecta a la amenaza que cubre completamente la localidad, ésta se diferencia por el actuar del volcán Osorno al norte y del Calbuco al sur (Fig. 59). En el primer caso, el sector centro norte corresponde a la zona más crítica, ya que se encuentra dominado por una alta probabilidad de flujos de lava provenientes de los centros adventicios (ALca) de la ladera suroeste del volcán Osorno, y a su vez, por una moderada probabilidad de lahares originados a partir del calor transmitido desde el cráter principal a los casquetes de hielo que coronan el macizo. A su vez, en este territorio existe una baja probabilidad de lahares generados por el

volcán Calbuco, el cual aumenta su peligrosidad hacia el sur de la localidad y sus posibles áreas de expansión. Si bien lo que domina es la baja ocurrencia de dichos flujos, inclusive en las zonas donde se aprecia la mayor cantidad de parcelaciones orientadas a potenciar el poblamiento en torno a la ruta CH 225, la situación se complejiza en dirección a la ciudad, ya que la carretera se vería interrumpida por flujos laháricos altamente probables, que podrían desencadenarse durante cualquier momento del año. Si bien, esta situación no se presentó, la ruta efectivamente se vio interrumpida por otros fenómenos, tales como la caída de cenizas (40 a 50 cm) y de piroclastos gruesos.

En lo que respecta a las edificaciones, éstas se concentran en los actuales límites de la localidad, pero están presentes en un número no menor (627 unidades) en las parcelaciones ya nombradas, especialmente dispersas hacia el oeste.

Además, es posible apreciar en la cartografía adjunta, que el sector más cercano a la ciudad posee edificaciones concentradas, las cuales, según lo observado a través de fotointerpretación, no corresponden a las construcciones “aisladas” que se han apreciado hasta el momento, en las cuales una parcela no posee más de cinco construcciones. Por el contrario, el sector edificado conforma una especie de conjunto habitacional con un orden y vialidad estructurados (Fig. 60), el cual, como ya se dijo, está expuesto a posibles lahares durante la totalidad del año y a los fenómenos evidenciados como cenizas y piroclastos.

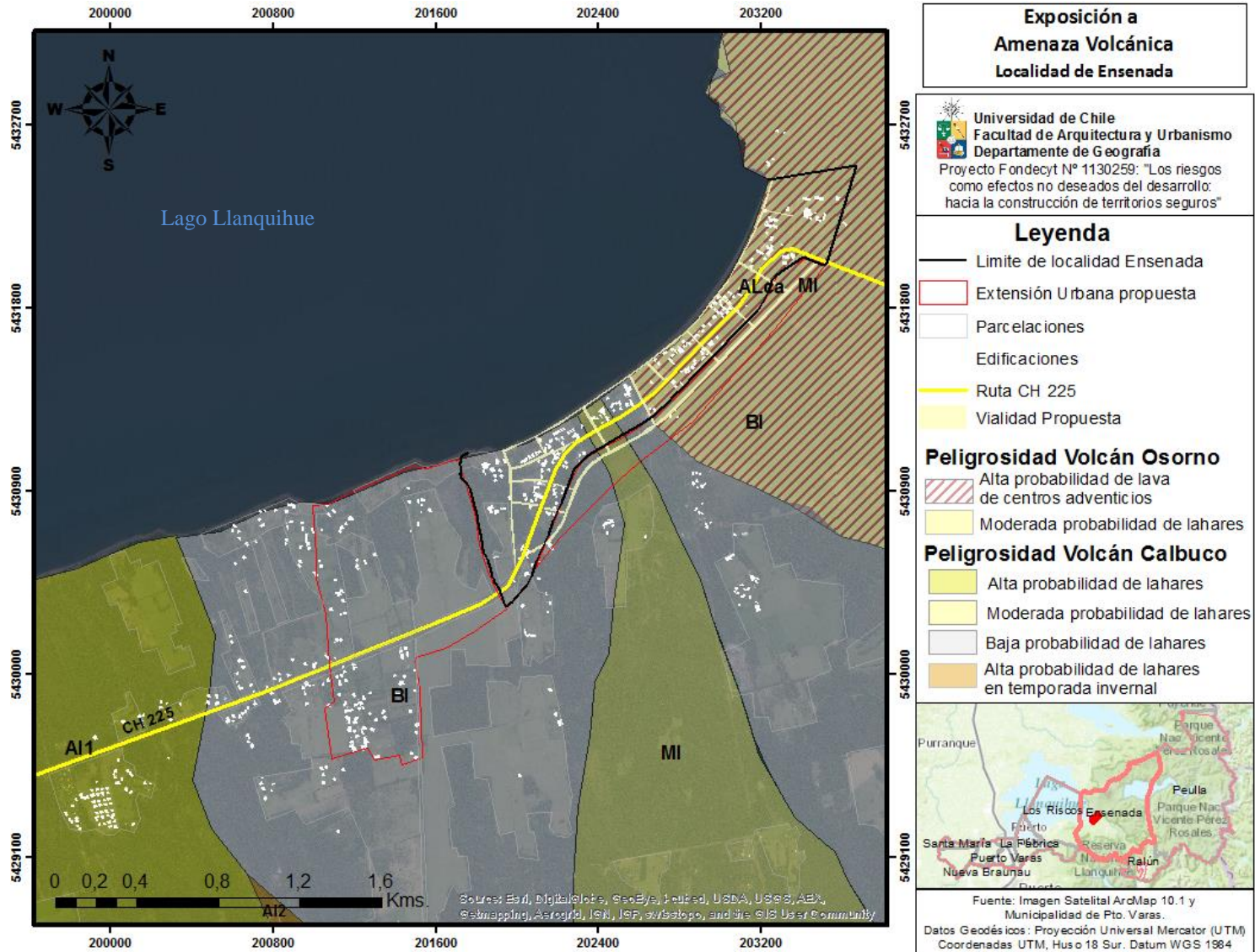


Figura 59: Exposición a Amenaza Volcánica en la localidad de Ensenada



Figura 60: Conjunto habitacional aledaño a ruta CH 225

Fuente: Google Earth, 2015

La actual situación descrita, no solo se remite a los límites de Ensenada, sino más bien a lo largo de toda la ruta CH 225 paralela a la ribera sur del lago Llanquihue (Fig. 61), y responde al fenómeno de que cada centro poblado cumple una función de servicios no sólo para los residentes en la misma localidad sino también para la población rural radicada en sus inmediaciones. Este hecho tiene una manifestación reciente como consecuencia del poblamiento de las áreas rurales con las ya nombradas, “parcelas de agrado”, las que han generado un entorno que se puede calificar como suburbano (Universidad de Concepción, 2014). Esta situación se acoge, y a la vez potencia, por el Decreto Ley 3.516 y el artículo 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcción. En el primero, se establece que “*Los predios rústicos, esto es, los inmuebles de aptitud agrícola, ganadera o forestal ubicados fuera de los límites urbanos o fuera de los límites de los planes reguladores intercomunales(...), podrán ser divididos libremente por sus propietarios siempre que los lotes resultantes tengan una superficie no inferior a 0,5 hectáreas físicas*” (Ministerio de Agricultura, 1980). Mientras que el artículo 55 de la LGUC, determina que “*Fuera de los límites urbanos establecidos en los Planes Reguladores no será permitido abrir calles, subdividir para formar poblaciones, ni levantar construcciones, salvo aquellas que fueren necesarias para la explotación agrícola del inmueble, o para las viviendas del propietario del mismo y sus trabajadores, o para la construcción de conjuntos habitacionales de viviendas sociales o de viviendas de hasta un valor de 1.000 unidades de fomento, que cuenten con los requisitos para obtener el subsidio del Estado*” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2003).

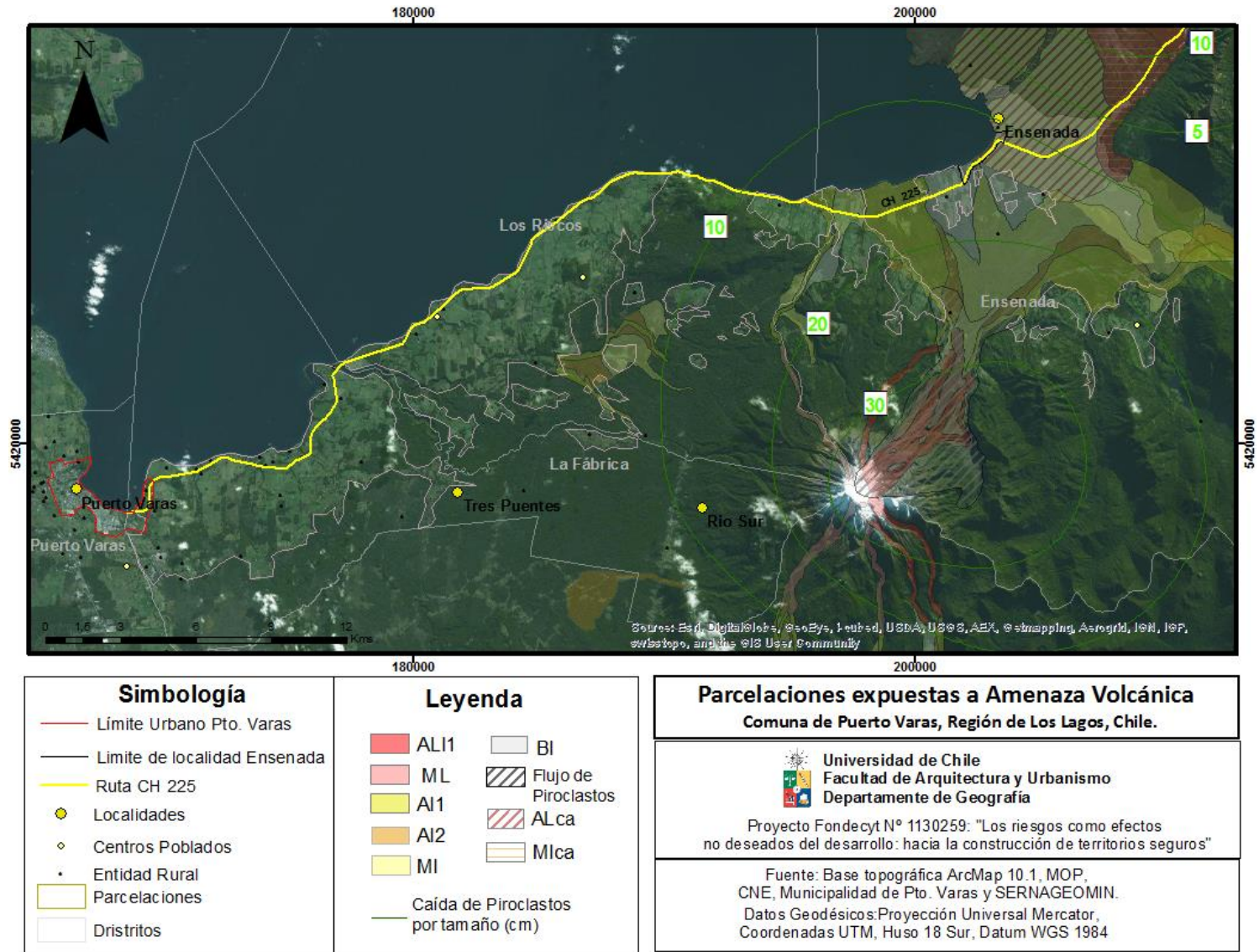


Figura 61: Parcelaciones expuestas a amenaza volcánica

En resumen, la normativa chilena permite la subdivisión de los predios en terrenos no menores a 0,5 hectáreas y aprueba el establecimiento de viviendas con un valor máximo de UF 1.000. Como muestra la Fig. 62, la comuna ha sacado provecho de estas condiciones, de sus características paisajísticas y de la ventaja de poseer dos núcleos cercanos que pueden dotar de servicios y equipamiento (ciudad de Puerto Varas y localidad de Ensenada) a las parcelaciones que se han establecido a lo largo del segmento de la ruta CH 225 que conecta ambos sectores neurálgicos.



Figura 62: Venta de parcelas en ruta CH 225

Si bien la mayoría de estos terrenos no se encuentran expuestos a la amenaza volcánica, están en vías de hacerlo. Muchos se localizan en el sector de Colonias, mientras otros en las áreas adyacentes a Ensenada. Es posible apreciar en la Fig. 61, la direccionalidad de las parcelaciones desde la ruta hacia el volcán Calbuco, estableciéndose peligrosamente en el bode oeste del abanico lahárico proveniente del macizo.

Hasta la erupción en abril de 2015, como se pudo observar en el trabajo en terreno, muchos loteos se encontraban a la venta, sin un control y/o manejo claro de la localización en áreas amenazadas. Además los valores a los cuales se han ofrecido hasta la actualidad, van desde los \$5.500.000 hasta \$18.000.000, variando en función de la cercanía a los centros neurálgicos, el lago Llanquihue y el acceso a servicios básicos, según lo averiguado mediante consulta telefónica a los respectivos vendedores.

El Plan Regulador Intercomunal Ribera Lago Llanquihue e Hinterland de Puerto Montt (2005), era, hasta ese momento, el único instrumento de planificación territorial que ha identificado a Ensenada como una zona “urbana” consolidada con riesgo volcánico. Para

permitir los siguientes usos: actividad productiva del tipo bodega inofensiva; agroindustrias inofensivas y paking; equipamiento de clase científico; comercio, excepto grandes tiendas; culto y cultura; deporte; esparcimiento y servicios artesanales; balneario o campamento turístico. Todo lo anterior condicionado a la presentación de un Estudio de Riesgo Volcánico desarrollado por un profesional especialista. Además, aclara que los usos de suelo previstos para Zonas de Riesgo, no son de habitación permanente, sin embargo el alcance de este IPT es indicativo, por lo tanto no garantiza que esto último efectivamente se cumpla.

La erupción del volcán Calbuco, evidenció la urgente necesidad de controlar el poblamiento de las áreas en riesgo. Ante esto y bajo el contexto de la demanda inmediata de subsidios por parte de quienes perdieron sus viviendas (60, Tabla n° 20) a causa de depositación de cenizas y la caída de piroclastos, se estableció la resolución exenta n° 1059, donde se determinan “*áreas o zonas de peligro para la población, para el sólo efecto de limitar la aplicación de subsidio regulado por el D.S N° 01 de 2011¹¹ (...), llamado especial para damnificados de la catástrofe derivada de la erupción del volcán Calbuco (...)*. En él se establece que “*la vivienda que se adquiriera o construya con aplicación de este subsidio, no podrá estar emplazada en un área de riesgo determinada en el respectivo instrumento de planificación territorial, ni en otras zonas en que se considere que hay riesgo para la población establecidas por resolución del Secretario Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo sobre la base de la información que provea el Servicio Nacional de Geología y Minería y la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas u otros expertos en la materia. La determinación de estas zonas será por el sólo efecto de identificar aquellas en que el subsidio no podrá ser aplicado*” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015).

Tabla n° 20: Catastro de viviendas dañadas en erupción de volcán Calbuco, 2015

Tipo de Daño	Puerto Varas
<i>Daño reparable leve</i>	406
<i>Daño reparable moderado</i>	124
<i>Daño no reparable</i>	60

Fuente: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015

Conforme a esto, basado en lo señalado por el Jefe (S) de la Oficina Técnica Puerto Varas del Servicio Nacional de Geología y Minería, las zonas restringidas a la aplicación del subsidio corresponden a las establecidas en el “Mapa de Peligros del Volcán Calbuco” (Moreno, 1999), el cual ha sido utilizado en la presente investigación.

En lo que respecta a los lineamientos futuros que la comuna se propone, estos se enfocan en el sector urbano de Puerto Varas, y responden principalmente a la demanda de suelo existente por el crecimiento demográfico, sin mostrar grandes consideraciones de los riesgos

¹¹ **Decreto Supremo N° 01 (V y U):** decreto establecido en 2011, que “*regula el Sistema Integrado de Subsidio Habitacional*” (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2015).

evidentes. Bajo este contexto, la actualización del PRC hecha el 2007 planteó dentro de sus objetivos:

- *Implementación de un desarrollo urbano planificado y controlado por el municipio que permita restringir el desarrollo de las áreas periféricas a la ciudad.*
- *Descompresión de áreas centrales de Puerto Varas, generando nuevas alternativas para la localización del crecimiento futuro de la comuna.*
- *Reforzar la accesibilidad comunal, que mejore la conectividad de territorio comunal entre sus polos de desarrollo urbano y los de las comunas aledañas.*

Claramente, el cumplimiento de los dos primeros objetivos no concuerda con la realidad. El crecimiento en áreas periféricas de la ciudad ha continuado y, hasta ahora, la mayor alternativa propuesta para descomprimir la ciudad, ha sido Ensenada, la localidad más amenazada por riesgo volcánico en la comuna.

De igual forma que el PRC, el PLADECO 2012-2017 plantea dentro de su plan de acción: “*entregar libertades de inversión privada y pública (bajo pautas establecidas por los diferentes instrumentos de planificación comunal) adecuadas a las nuevas exigencias de desarrollo y crecimiento, con el resguardo del patrimonio, identidad, historia local y borde costero*”.

Dichas libertades, se han materializado en las estadísticas de edificación aprobada para sectores público y privado (2007-2010). Estas revelan que la Provincia de Llanquihue posee la supremacía en cuanto a la superficie (m²) de edificación aprobada para obra nueva, con un 48% de los permisos de la región. Este porcentaje equivale a 1.337.451 m² aprobados de un total de 2.795.700 m² registrado para la Región de Los Lagos. Puerto Varas, en particular, demuestra una tendencia hacia la aprobación de superficies de edificación destinadas a hoteles, moteles, residenciales y cabañas; así también, se presentan con una importancia relativa en el total de los permisos aprobados, los destinados a gastronomía (bares, restaurantes y cafés) en conjunto con el comercio (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2011).

Ante el actual panorama, que solo restringe la aplicación de subsidios en las zonas amenazadas por el volcán Calbuco, se hace necesaria una evaluación inmediata de los instrumentos de planificación territorial que rigen la comuna y que direccionan su crecimiento actual y futuro. Es preciso que la reciente erupción permita a la vez, visualizar las zonas amenazadas por los otros volcanes presentes en la comuna, a la vez que se estudie y considere el posible perjuicio económico conlleva la afectación de los paisajes turísticos y los terrenos agrícolas y ganaderos, donde si bien es posible percibir la exposición de estos lugares por sí solos, asociados a ellos está la exposición y consecuente riesgo del sustento económico que rige a la población tanto urbana como rural de Puerto Varas.

8.3.4.1. Infraestructura Crítica Expuesta

Las instalaciones esenciales y redes de transporte, como muestra la Fig. 57, son la infraestructura que podría verse más seriamente dañada ante erupciones de los volcanes Osorno y Calbuco, pudiendo incluso ser inhabilitadas varias de sus estructuras, como ocurrió recientemente. En detalle:

- **Establecimientos Policiales:** Se da una situación especialmente delicada con el único cuartel presente en el área. Este se localiza en el distrito Ensenada, pero también presta servicio para Ralún y centros poblados alejados como Petrohué. Se encuentra en una zona de alta probabilidad de lavas provenientes de centros adventicios, moderada probabilidad de lahares, ambos flujos originados en el volcán Osorno; baja probabilidad de lahares del Calbuco; y en un área de caída de piroclastos con diámetros que van desde los 5 a los 10 cm.

Estas instalaciones son de vital importancia a la hora de enfrentar la emergencia. En el caso de que cualquiera de los dos volcanes alerte mediante actividad previa (como sismos) su reactivación, el cuartel en cuestión se encuentra en una posición estratégica, desde donde podría actuar en la evacuación hacia el oeste de la localidad de Ensenada y sus cercanías. Es el único organismo en el área que tendrá la facultad inmediata de actuar ante la emergencia; esto considera comunicar las decisiones respectivas a la evacuación de localidades aisladas, dar aviso y dentro de lo posible, iniciar la búsqueda de personas aisladas o desaparecidas, mantener el orden público ante el stress generado en la población y garantizar el acatamiento de lo dispuesto por organismos superiores.

En concordancia con esto, durante la última erupción del volcán Calbuco, Carabineros pudo cumplir con todas las facultades mencionadas, a pesar del grave deterioro en su infraestructura localizada en Ensenada, producto de la caída de cenizas y piroclastos (Fig. 63). En conjunto con el Ejército de Chile, bomberos y otros organismos, fue posible la evacuación inmediata y eficaz de los sectores afectados, así como también la localización de un turista extraviado en las laderas del volcán.



Figura 63: Colapso de gimnasio de cuartel policial, Ensenada

Fuente: sitio web [cooperative.cl]

- **Establecimientos Educativos:** Como se pudo apreciar en el resultado del primer objetivo, los establecimientos son los que se presentan en mayor cantidad. Dentro del mismo sector de Ensenada, hay un colegio (Epson) y un jardín infantil, los cuales corresponden a infraestructura que la mayor parte del tiempo alberga gran número de menores de edad. El grado de exposición y vulnerabilidad que esto conlleva, indica que su evacuación ante una posible erupción tanto del volcán Osorno, como del Calbuco, debe ser prioridad en la atención de la emergencia. Dado que la erupción de este último macizo se produjo a partir de las 18:04 horas el 22 de abril, la concentración de menores en estos establecimientos era menor, facilitando la evacuación de ellos con sus respectivas familias.

El colegio Epson, el cual se encontraba en proceso de mejora hasta la erupción, fue gravemente afectado por la depositación de cenizas (Fig. 64), quedando inhabilitado. Cabe destacar que, la situación de emergencia e incertidumbre que comprende una erupción, en conjunto con el perjuicio originado por la ceniza, obligó a la suspensión de las clases escolares, para la totalidad de la región de Los Lagos.



Figura 64: Colapso de gimnasio de escuela Epson, Ensenada

Fuente: sitio web [twitter.com/seremieducLLgos]

- **Establecimientos de Salud:** Hay dos centros, uno en las cercanías de la localidad de Ensenada, y el otro en Petrohué. Este último es susceptible a una alta probabilidad de lava proveniente del cráter principal del Osorno, por lo que no estaría en condiciones de atender posibles afectados. La instalación debería ser evacuada a la brevedad ante una manifestación volcánica.

El centro situado en Ensenada, se encuentra en baja probabilidad de ocurrencia de lahares provenientes del Calbuco en condiciones de erupciones de gran magnitud, originadas en el domo principal durante la época de mayor acumulación de nieve.

Ambos establecimientos, correspondientes a postas rurales, fueron evacuados en la reciente erupción del volcán Calbuco.

- Bomberos: La 7ma. Brigada “Vicente Pérez Rosales” es el único cuartel dentro del área amenazada y al igual que las instalaciones anteriores, se sitúa en la localidad de Ensenada. Si bien no está expuesto al peligro de ser alcanzado por lava, se encuentra en la misma circunstancia que el centro de salud, con una baja probabilidad de lahares producidos en una erupción de mayor magnitud que las ya registradas por el Calbuco, y durante temporada invernal. No obstante, fue la depositación de ceniza volcánica lo que perjudicó a la compañía en la reciente erupción, generando el colapso de su techumbre (Fig. 65).

Esta compañía pertenece al Cuerpo de Bomberos de Puerto Varas y está en coordinación con las otras cinco compañías que lo conforman. Esta condición, fue favorable a la hora de atender la emergencia, ya que representó la capacidad de hacer frente al evento, actuando en conjunto y teniendo variedad de alternativas para cubrir la situación. De esta forma, bomberos de Puerto Varas y de otras comunas, incluso de otras regiones, colaboraron en la evacuación y atención de los albergados, mediante la distribución de materiales tales como mascarillas, colchones, frazadas y agua (camiones aljibe), entre otros (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, 2015).



Figura 65: Colapso de techumbre de 7ma. Brigada Vicente Pérez Rosales

Fuente: sitio web [twitter.com/BomberosdeChile]

- Oficinas Públicas: la municipalidad de Puerto Varas y otras instalaciones de relevancia, como la Oficina Regional de Emergencia, se sitúan en la ciudad, por lo que sólo se encuentran expuestas a la caída de cenizas, amenaza que no impidió el normal funcionamiento de estos servicios en abril de 2015.

Por el contrario, el paso internacional Pérez Rosales, en conjunto con otros de la región de Los Ríos y La Araucanía, debieron suspender sus actividades a causa de la falta de visibilidad provocada por la ceniza volcánica. Los funcionarios del paso internacional de la comuna, debieron ser evacuados hacia Argentina, dada la limitada conectividad del distrito Peulla.

- Vías terrestres: Así como Puerto Varas ha tenido que responder a la demanda habitacional, también ha tenido que modificar su conectividad. En 1960, se presenta la primera construcción importante respecto a este ámbito: la carretera Panamericana y otros caminos periféricos al lago. Los cuales lograron conectar la zona con el resto del país y con otros centros poblados ubicados en las riberas del lago Llanquihue (Córdova, 2013). En la actualidad se distinguen además, tres ejes principales: La Ruta V-505 que conecta la ciudad hacia el sur con Puerto Montt, la Ruta V-50, que va desde la carretera Panamericana hacia el oeste y la Ruta CH 225 que tras conectar con la localidad de Ensenada, permite acceder al Lago Todos Los Santos en la localidad de Petrohué y continuar la trayectoria hacia el paso fronterizo “Pérez Rosales”. Desde esta última carretera, se desprenden otras dos rutas que, en conjunto con la principal, se encuentran expuestas a riesgo volcánico. Una de ellas es U-99-V (Fig. 66), bordea la ribera este del lago Llanquihue en dirección Ensenada - Puerto Octay y está sujeta a altas probabilidades de lavas, lahares y piroclastos del volcán Osorno. La otra, es V-69, la cual se establece de forma paralela al río Petrohué desde Ensenada al sur, hasta Ralún, exponiéndose a una alta probabilidad de lahares nacientes del volcán Calbuco. Durante la última erupción de este año, a partir del primer pulso liberado por el volcán, la actividad sísmica asociada a la dinámica de fluidos internos del macizo se mantuvo elevada y constante, lo que ocasionó un deslizamiento de tierra sobre la ruta V-69 a sólo horas de iniciado el evento (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, 2015).

Dado que CH 225 conlleva el principal rol de conectar desde la ciudad de Puerto Varas hacia Argentina; involucrando a todas las localidades de sus alrededores, esta ruta constituye un alto grado de riesgo en la red de transporte terrestre. Desde oeste a este, la carretera pasa por áreas con alta y moderada probabilidad de lahares provenientes de volcán Calbuco, que podrían llegar a ese sector en cualquier época del año, no sólo durante la temporada invernal. Posteriormente la ruta que direcciona hacia Ensenada pasa por la zona crítica donde se traslapan los peligros de ambos volcanes (desde Ensenada a Petrohué), pudiendo ser cubierta en el peor de los casos por lava originada tanto en los centros adventicios como en el cráter principal del volcán Osorno.

La comuna no cuenta con una ruta paralela a CH 225, como para hacer frente a una situación de emergencia como las generadas en 1985, donde la erupción trajo consigo lava desde el cráter principal del Osorno y sus centros parásitos; o como las ocurridas desde 1917 a 1961, donde en reiterados ciclos eruptivos del Calbuco se produjeron lahares que descendieron por el río Blanco norte, el cual se direcciona hacia Ensenada. Además, inclusive ante actividad volcánica que solo considere la emisión de tefra, éstas cubrirían inmediatamente la vía con espesores considerables, como se evidenció en abril de 2015, con hasta 50 cm de depósitos (Fig. 67), en conjunto con la caída de piroclastos de hasta 10 cm de diámetro (Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior, 2015).

La ruta CH 225 y sus caminos asociados constituyen una de las redes más expuestas a la amenaza volcánica, y siendo la única vía principal del sector, que atraviesa desde Puerto Varas, Los Riscos, hasta Petrohué, conectando a su vez el distrito Ralún, es de vital importancia que ante la evacuación inmediata se considere que la propia vía de escape más expedita, se encuentra expuesta a ser inhabilitada en cualquier momento por procesos más violentos e inmediatos que las cenizas, como lo son los lahares.



Figura 66: Carretera U-99-V, desde Ensenada con volcán Osorno en el fondo



Figura 67: Limpieza de ruta CH 225, Ensenada

Fuente: sitio web [cooperativa.cl]

- Aeródromos: como se dijo anteriormente, hay una instalación principalmente expuesta a la manifestación del volcán Tronador, correspondiente al aeródromo de Peulla (Fig. 68), situado a 4 km de la localidad del mismo nombre, posee pista de pasto, con una extensión de 18 por 650 metros (Valenzuela, s/f), y está en el valle que unifica las quebradas norte del volcán Tronador, por lo que se encuentra evidentemente expuesto a lahares.



Figura 68: Aeródromo Peulla

Fuente: Marcelo Rogel

La otra instalación de este tipo se localiza en las cercanías de Puerto Varas, en la ruta V-505 que conecta con Puerto Montt. El aeródromo El Mirador, con una pista asfaltada de 18 por 780 metros, a una altura de 130 mt (Dirección General de Aeronáutica Civil, S/F), no se expone a ningún tipo de flujo volcánico.



Figura 69: Aeródromo El Mirador

Fuente: Sergio van Bebber, 2007 y Jorge Jarpa, 2012

La situación más crítica, es el aeródromo Don Dobri, ubicado en las cercanías de Ensenada, hacia el volcán Calbuco. Posee pista de tierra de 15 por 590 metros, y está a 69 mt de elevación, en zonas que podrían ser afectadas en una moderada

probabilidad por lahares del volcán Calbuco. Además, por su cercanía al río Petrohué, se ubica a pocos metros de las áreas con alta probabilidad de flujos laháricos y de lavas originados en los centros adventicios del volcán Osorno.

Si bien, hasta ahora se ha evaluado la exposición de esta infraestructura a flujos de lava, lahares y piroclastos, dada la fragilidad de este servicio de transporte ante la presencia de cenizas en el aire, se podría considerar que ante una emisión de tefra, sólo el aeródromo El Mirador posee baja probabilidad de ser afectado, quedando más resguardado por acción de los vientos que direccionan las cenizas hacia la Cordillera. Por el contrario, tanto el aeródromo de Peulla, como el de Ensenada (Don Dobri) quedarían inhabilitados ante una manifestación de cualquiera de los volcanes de la comuna.

Conforme a la magnitud de la erupción del Calbuco en 2015, las cenizas no inhabilitaron por completo el servicio aéreo. Si bien la Dirección General de Aeronáutica Civil, sólo suspendió los vuelos durante la primera jornada del evento extremo, los servicios comerciales paralizaron su servicio de forma autónoma, mientras los aeródromos locales sólo quedaron operativos para las Fuerzas Aéreas de Chile.

- Puertos o Muelles: Como la región se caracteriza por su condición lacustre, no es de extrañar el gran número de instalaciones destinadas al transporte y traslado a través del medio acuático. Si bien, mucha de esta infraestructura está destinada principalmente al turismo, la localidad de Petrohué cuenta con un muelle que permite la continuidad de la ruta CH 225, y por tanto, la conectividad hacia Argentina y todas las entidades rurales ubicadas en el borde del lago Todos Los Santos.
Hay una alta probabilidad de que este nodo de transporte se vea afectado por lava que emane del domo principal del volcán Osorno. Al igual que el caso de las vías terrestres expuestas, la comuna no cuenta con infraestructura alternativa, que permita apalejar la dificultad de atender un evento, perdiendo uno de los puntos más importantes de transporte y comunicación.
Durante la última erupción del volcán Calbuco éstas instalaciones quedaron inhabilitadas hasta tres días después de comenzado el evento.
- Electricidad: El alumbrado público del sector rural se encuentra expuesto conforme lo esté la localidad que posee el servicio. Si bien, durante la última manifestación volcánica no se registraron grandes cortes de suministro, sí hubo situaciones puntuales derivadas de las tormentas eléctricas propias del evento (Fig. 70).



Figura 70: Tormenta eléctrica en erupción de volcán Calbuco, 2015

Fuente: sitio web [soychile.cl]

- Alcantarillado y Agua Potable: Estos servicios de nutren de fuentes subterráneas, por lo que se encuentran más resguardados que el suministro eléctrico. No obstante, su exposición es relativa a la localización de los clientes.

Para la reciente erupción, el Servicio de Agua Potable Rural no se vio suspendido hasta tres días después del inicio del evento, donde se limitó el suministro con el fin de evitar el daño a los mecanismos de captación, debido a la caída de cenizas.

Ante esto, se procedió a la entrega de agua en forma diaria por periodo de un mes.

8.4. Evaluar la vulnerabilidad de la población expuesta a la amenaza volcánica

Actualmente, se han elaborado muchos y diversos métodos para evaluar la vulnerabilidad que conllevan las sociedades al exponerse a amenazas “naturales”, sin embargo la aplicación del fallido Censo de Población y Vivienda en el año 2012 y la consecuente baja disponibilidad de datos actuales, impiden un diagnóstico preciso sobre la fragilidad de las personas y sus medios de vida. Es por esto, que se ha optado por realizar un acercamiento a la condición de vulnerabilidad de los distritos expuestos mediante el análisis genérico de variables sociodemográficas, socioeconómicas y socioresidenciales del año 2002. Si bien, se trabajará con información obtenida hace más de una década atrás, esto permitirá vislumbrar un escenario que corresponde a la base en torno a la cual se concretó el crecimiento demográfico.

8.4.1. Vulnerabilidad Sociodemográfica

Como se ha hecho mención en la metodología del presente estudio, este aspecto de la fragilidad social considera como habitantes más vulnerables a aquellos que presentan algún grado de dependencia en su actuar. Esta categoría involucra a quienes tienen algún tipo de discapacidad y a residentes con edades menores a los 15 años y mayores a los 65. Las dificultades para actuar en forma veloz e independiente, generalmente involucran obstáculos a la hora de responder a una emergencia.

En el caso de los discapacitados, estos pueden presentar diversos problemas, como la dificultad en la captación clara y correcta de información (deficiencia auditiva o intelectual), impedimentos en la distinción de vías de evacuación y su consecuente desplazamiento en ella (ceguera o discapacidad físicomotora), y complicaciones a la hora de transmitir necesidades propias (mudez o deficiencia intelectual). Estas problemáticas, conllevan la dependencia y/o afectación de otras personas, que deben atender de manera especial a estos habitantes. En sectores rurales, estas circunstancias son aún más críticas, dado el distanciamiento físico de los vecinos y el terreno hostil que condiciona las redes viales.

A escala comunal, como muestra la Tabla n° 21, los distritos expuestos a la amenaza volcánica poseen un total de 94 habitantes con algún tipo de discapacidad, los cuales se concentran en La Fábrica, Ralún y Ensenada; y corresponden mayoritariamente a residentes con dificultades físicomotoras e intelectuales.

La cartografía presente a continuación (Fig. 71), permite vislumbrar territorialmente la distribución de estas personas, siendo posible evidenciar que si bien, La Fábrica, Ralún y Ensenada, poseen 25 o más habitantes con discapacidades similares (físicomotora e intelectual; condición que se repite para el resto de los distritos), los dos primeros abarcan superficies menores a 520 km², mientras Ensenada tiene un territorio 200% mayor, dificultando el manejo de estos casos críticos.

Tabla n° 21: Habitantes con Discapacidad en distritos expuesto.

	Visual	Auditiva	Mudez	Físicomotora	Intelectual	Total
<i>La Fábrica</i>	8	2	1	6	9	26
<i>Los Riscos</i>	2	0	0	3	4	9
<i>Ensenada</i>	1	7	0	11	8	27
<i>Peulla</i>	0	2	1	2	2	7
<i>Ralún</i>	2	3	4	9	7	25
Total	13	14	6	31	30	94

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2002

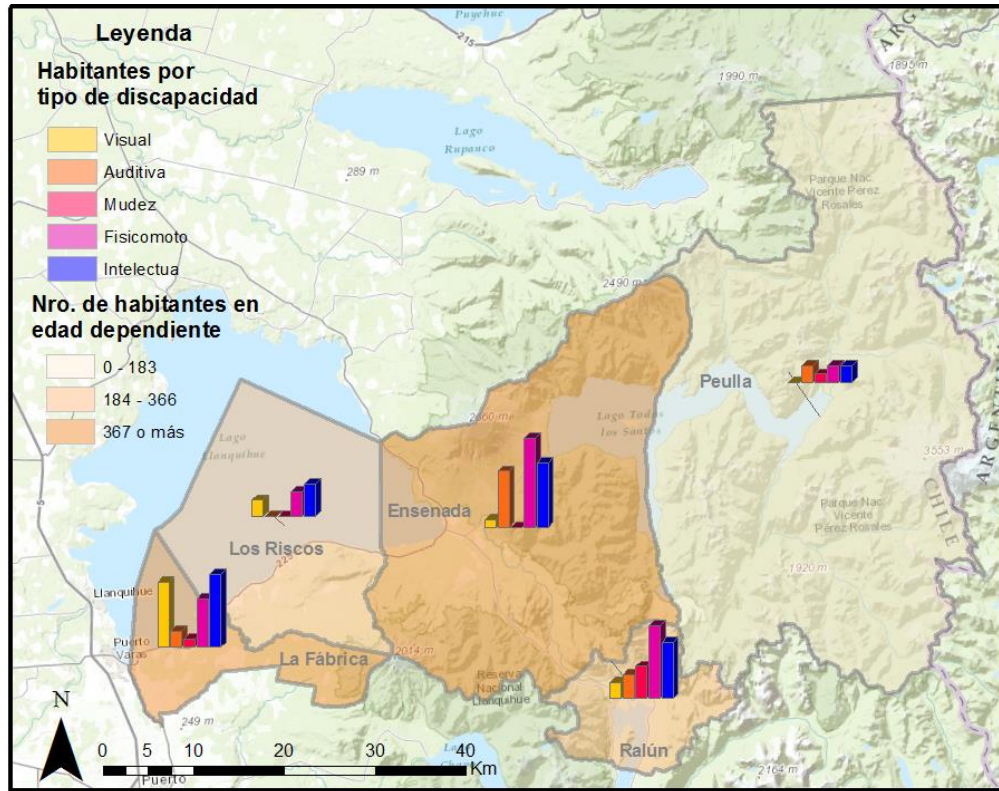


Figura 71: Población Dependiente

Fuente: Censo, 2002

A su vez, es necesario precisar que Ralún se encuentra alejado de las carreteras de mayor renombre, por lo que su acceso y evacuación se realiza mediante la ruta V-69, que como se evidenció recientemente, está altamente expuesta. Frente a esto, sería posible considerar la alternativa de una evacuación marítima, a través del estuario de Reloncaví, teniendo presente, que en este distrito y en su correspondiente localidad desembocan los lahares provenientes del volcán Calbuco. Además, la discapacidad predominante es la físicomotora, prácticamente la que requiere mayor y constante atención durante una emergencia.

El distrito de la Fábrica conlleva un alto número de habitantes con estas problemáticas, lo cual se explica por la presencia del sector urbano de la ciudad de Puerto Varas. Los Riscos, unidad espacial situada al este de la anterior, por el contrario, posee un bajo número de discapacitados, incluso sin presencia de sordos y mudos. A su vez, este distrito cuenta con solo 517 km², adosados a la ruta CH 225, por lo que posee conectividad accesible, y solo se encuentra amenazado en el sector Colonias.

En concordancia con los resultados anteriores, Ensenada destaca por su alta población en relación al resto del sector rural, por lo que es el distrito con más discapacitados. Sumando a esto su condición de alta exposición y la gran superficie que abarca, Ensenada es el territorio poblado más vulnerable en el ámbito de la discapacidad.

Peulla cuenta con el menor número de personas con necesidades especiales, respondiendo a su contexto aislado y poco denso. Sin embargo es necesario recordar la dificultad en su acceso y su exposición a la ceniza volcánica, que en la mayoría de los casos va en dirección este. En lo que respecta a la población en edad dependiente Peulla mantiene la minoría (menos de 183), seguido por Ralún y Los Riscos, que poseen más de 183, pero menos de 366 personas menores de 15 años y mayores de 65.

Nuevamente el rango más elevado se sitúa en Ensenada y la Fábrica, respondiendo a la mayor cantidad de población establecida entorno a los núcleos y sub núcleos urbanos.

En conclusión, la vulnerabilidad sociodemográfica, analizada mediante la dependencia de los residentes, ya sea por situación de discapacidad o por encontrarse en edades complejas; se concentra en Ensenada, seguida de La Fábrica y luego Ralún. Los dos primeros se encuentran subordinados a sus sectores urbanos. Si bien, Ralún no cuenta con esta condición y se vislumbra como una unidad con baja población en edad dependiente, merece la atención por su alto número de discapacitados, que prácticamente iguala a Ensenada y La Fábrica.

Cabe destacar, que en los días posteriores a la erupción del volcán Calbuco, en sus periodos de calma se permitió el acceso controlado de la población evacuada a la zona de exclusión, con el fin de que los habitantes liberaran los tejados de sus casas del peso de la ceniza, alimentaran a sus mascotas, etc. En esta ocasión, se solicitó evitar que discapacitados y mayores de edad realizaran estos retornos momentáneos, ya que ante un nuevo pulso eruptivo era necesaria una evacuación inmediata.

8.4.2. Vulnerabilidad Socioeconomica

La fragilidad asociada a los recursos que posee un hogar o individuo, puede ser visualizada tanto en el estrato socioeconómico al que pertenece, como en otros factores determinantes en la condición salarial, tales como la cesantía o el nivel de educación alcanzado por la persona.

Los estratos socioeconómicos, como ya se ha mencionado, dicen relación con un número de bienes, nivel de escolaridad alcanzado por el jefe de hogar y su consecuente rango de ingresos.

El estrato socioeconómico “D”, que agrupa hogares con cuatro a cinco bienes, jefes de hogar con nivel educacional “media incompleta” e ingresos que fluctúan entre \$200.000 y \$300.000, es el segundo nivel más vulnerable (después “E”). En el área de estudio expuesta tanto a fenómenos primarios como secundarios del volcanismo, los distritos de La Fábrica y Ensenada son los que presentan mayor cantidad de viviendas con estas características (Fig. 72). Esta elevada presencia de población vulnerable puede explicarse porque ambas unidades espaciales poseen alta concentración demográfica en comparación a los otros distritos. La primera de ellas es la única que cuenta con un sector urbano (arista oeste de la ciudad de Puerto Varas), mientras la segunda es la que posee mayor población rural y cuya evolución la ha evidenciado como una próxima área urbana. Ante esto, cabe destacar el contraste

evidenciado en terreno: las parcelaciones distribuidas a lo largo de la ruta CH 225 y concentradas en los distritos de La Fábrica, Los Riscos y Ensenada, poseen propiedades que no dicen relación con estratos socioeconómicos vulnerables (Fig. 73). Esto podría explicarse por la diferencia temporal entre los datos censales y el escenario actual de la comuna.

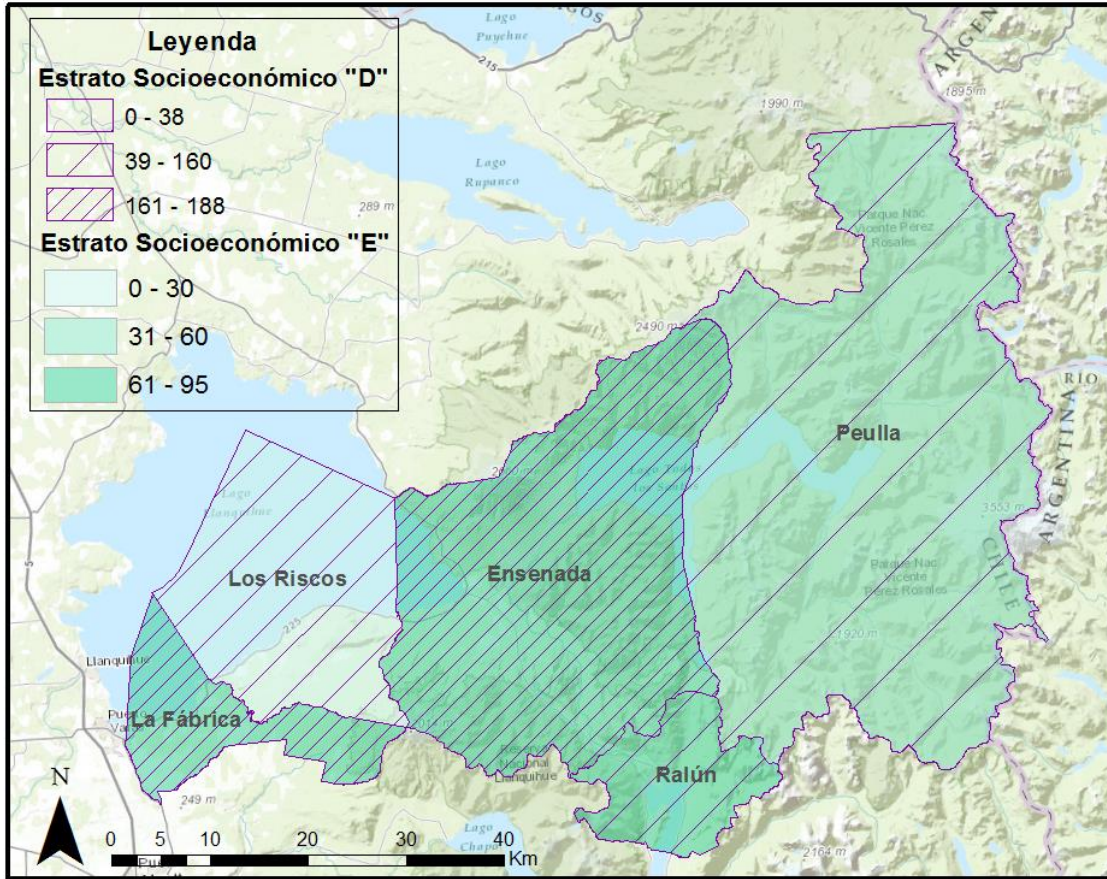


Figura 72: Estratos socioeconómicos vulnerables

Fuente: Censo, 2002



Figura 73: Casas en parcelaciones aledañas a ruta CH 225, Los Riscos

Con nivel medio de viviendas de estrato socioeconómico “D”, están los Riscos y Ralún. Éste último corresponde a una de las unidades espaciales más aisladas después de Peulla, alejándose de la ciudad e incluso de los focos turísticos, por lo que es identificado como un sector prioritariamente rural, en donde además, como se pudo observar en el primer resultado

de esta investigación, no hay viviendas de estrato “ABC1”. Estas cualidades, efectivamente reflejan población dedicada al ámbito campestre, donde en general los habitantes no han cursado o finalizado todos los niveles escolares. A su vez, las actividades económicas asociadas, como agricultura y ganadería, no requieren de estudios universitarios. Ante una manifestación volcánica más violenta que la presentada por el Calbuco en 2015, lahares podrían destruir gran parte del distrito o las mismas cenizas podrían vulnerar la base económica (Fig. 74). Este escenario, obligaría a la emigración de los habitantes hacia otros sectores en donde sería viable continuar con los rubros ya ejercidos. El bajo nivel socioeconómico implicaría menor resiliencia, tanto para recuperarse del evento como para optar a nuevas fuentes laborales, que incluso podrían evitar grandes desplazamientos de la población. Por lo tanto, Ralún efectivamente constituye un distrito vulnerable.



Figura 74: Vacunos en zona de exclusión, erupción del volcán Calbuco, 2015

Fuente: sitio web [Agrarias.uach.cl]

De igual forma se ve reflejado en la distribución del estrato “E”, el cual cuenta con los menores recursos (tres bienes, ingreso inferior a \$160.000 y nivel de educación del jefe de hogar “básica incompleta”) y se presenta en mayor cantidad en Ralún, graficando aún más su condición de fragilidad. Ensenada y La Fábrica nuevamente lideran también este estrato. En un nivel medio, se encuentra Peulla, el cual si bien era el distrito con menor cantidad de viviendas en nivel “D”, posee un incremento de la población más vulnerable. Corresponde al distrito más aislado, por lo que sus características son similares a las de Ralún. Cabe

destacar que esto dos casos son los que efectivamente reflejan población rural de bajos ingresos cuyos territorios se encuentran expuestos a amenaza volcánica y además poseen dificultades de acceso. Por lo tanto, no sólo hay una alta vulnerabilidad, sino que, en conjunto, un alto nivel de riesgo.

En el caso de los Riscos, el cual posee un total demográfico equivalente con el resto de los distritos y que por lo tanto, no distorsiona su apreciación, se presenta un nivel medio de población en estrato “D” y un nivel bajo de “E”, asociado a la alta localización de parcelaciones en torno a la ruta CH 225. Considerando estos factores, es posible estimar que ésta unidad espacial representa el escenario actual de los sectores rurales menos vulnerables, en donde se ha declinado la condición de trabajo campestre, por la localización de casas de veraneo, como las fotografiadas en terreno.

Como muestra la Fig. 75, el número de habitantes que no posee educación formal o que sólo cursó el nivel básico, responde al mismo patrón de las vulnerabilidades previas, es decir, los sectores más relacionados al ámbito urbano son los que lideran en la medición (Ensenada y La Fábrica), seguidos de Los Riscos, Ralún y finalmente, con menos de 300 personas sin trabajo, Peulla. En este ámbito, es de especial relevancia tener en consideración, que como lo demostró la caracterización de la comuna, ésta posee una base económica sustentada en la ganadería y el turismo, ambas actividades muy ligadas al contexto rural. La población de estos sectores, en muchos casos cuenta con un sustento económico limitado al sector donde habita, y que sin los recursos educacionales que actualmente demanda el mercado laboral, tiene altas dificultades de reinsertarse en nuevas actividades; convirtiéndolo en un poblador totalmente dependiente de la recuperación rápida de su fuente de trabajo o su consecuente traslado.

A su vez, hay casos donde el bajo nivel educacional conlleva problemas en el entendimiento de la información transmitida en una situación de riesgo. Además, como ya es sabido, el nivel educacional está íntimamente ligado al acceso a los recursos económicos, por lo que estas personas probablemente tendrían un salario que podría limitar la calidad de sus construcciones, el acceso a bienes, la consideración de seguros, etc.

Bajo este mismo contexto, la cesantía es un factor clave al momento de afrontar una situación de crisis, ya que ésta reduciría drásticamente la posibilidad de ahorro y autoprotección, dado que el capital disponible debe enfocarse netamente en la satisfacción de las necesidades básicas. Además, en muchas ocasiones la pérdida del trabajo o la dificultad en encontrarlo, trae consigo inestabilidad familiar, lo que vuelve al hogar aún más vulnerable.

Si bien, el patrón respecto a las variables anteriores se repite, es de especial interés el distrito de Ralún, ya que para el año 2002, el 10% (82) de su población no se encontraba trabajando.

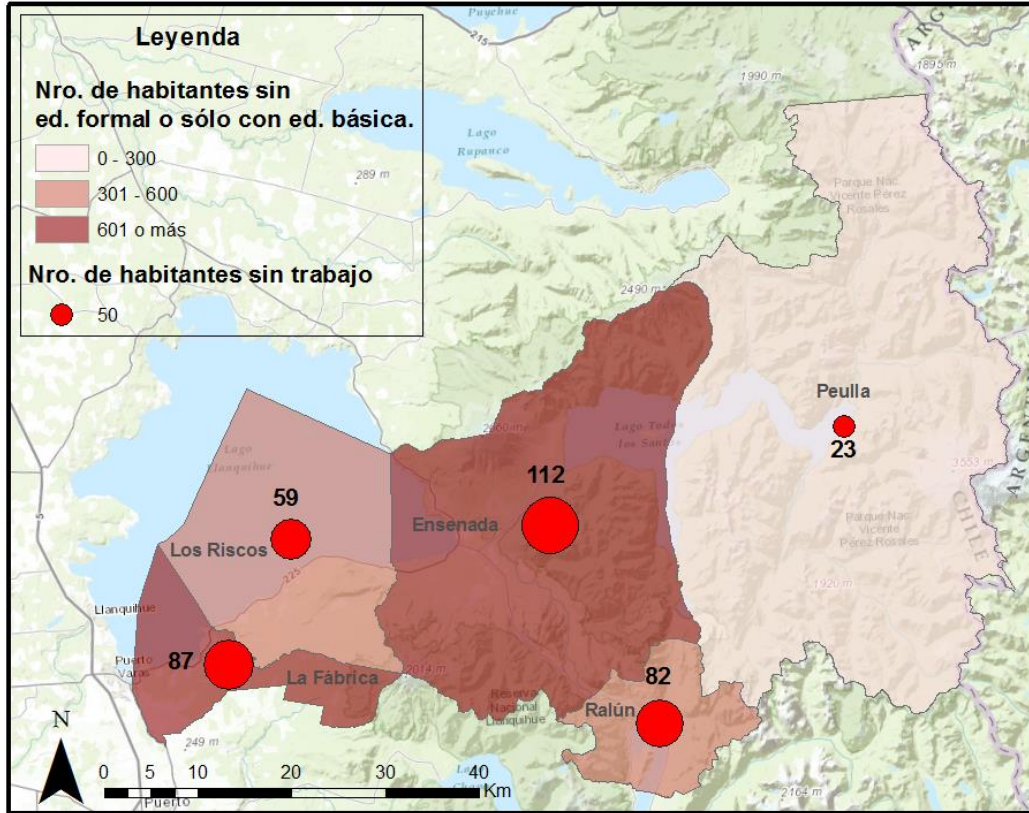


Figura 75: Educación y Condición Laboral

Fuente: Censo, 2002

8.4.3. Vulnerabilidad Socioresidencial

Una de las experiencias más actuales que tiene el país en la atención de una emergencia volcánica, es el caso del desastre de la ciudad de Chaitén; localidad y volcán que también se localizan en la región de Los Lagos. El 2 de mayo de 2008, el macizo sin registro histórico comenzó un nuevo pulso eruptivo, situado a solo 10 km de la ciudad y teniendo solo 900 m.s.n.m. el poder destructivo se hizo evidente. Los flujos de piroclastos descendieron ampliamente por las laderas, incendiando los bosques nativos, mientras la ceniza ocasionó serios perjuicios a la actividad agropecuaria tanto de Chile, como de Argentina. No obstante, uno de los fenómenos más dañinos fue el lahar que descendió por el río hasta desembocar en la bahía de la ciudad, desintegrando todo la parte sur de ésta (Lagos, *et. al.*, s/f).

Chaitén, ha sido la única ciudad en ser completamente erradicada luego de la erupción. Ante la necesaria evacuación total del poblado, y su posterior declaración de inhabitable (revocada años después), el gobierno tomó ciertas medidas orientadas a la pronta reubicación de las familias y al impedimento de la reubicación en las viviendas afectadas. Esto se materializó en subsidios y en la compra de las casas afectadas por parte del Estado, generando en las familias ingresos considerables, que permitieron hacer frente a la emergencia. Al mes de noviembre del 2010 el gobierno había otorgado 1.276 viviendas con subsidio habitacional,

equivalentes a 854.920 UF, y bajo la Ley N°20.385 que faculta al Fisco para comprar y vender propiedades particulares afectadas por la catástrofe del volcán, el gasto fue de M\$8.649.830 (Vazquez, 2012).

Ante estas medidas, el propietario presenta una ventaja por sobre el arrendatario, ya que no solo cuenta con el subsidio para poder reinstalarse, sino que también recibe el pago completo de su antigua vivienda, lo cual lo hace más resiliente.

Es de suponer, que un arrendatario no puede acceder a ser propietario por falta de recursos, lo que lo evidencia como más vulnerable. *“Las familias no tienen suficientes opciones de refugio cuando las residencias quedan inhabitables y es muy costoso pagar otros alojamientos”* (Castro, 2014:437).

Además, cabe destacar que la evacuación genera una demanda drástica e inmediata por arriendos en los sectores próximos al área afectada, lo cual se explica por el largo tiempo de incertidumbre que suponen las erupciones y la necesidad de estar cerca de la propiedad con el fin de diagnosticar la posibilidad de volver; y en caso de que exista, hacerlo lo antes posible. Es decir, se presenta un escenario de baja oferta y una alta competencia por el arriendo de propiedades.

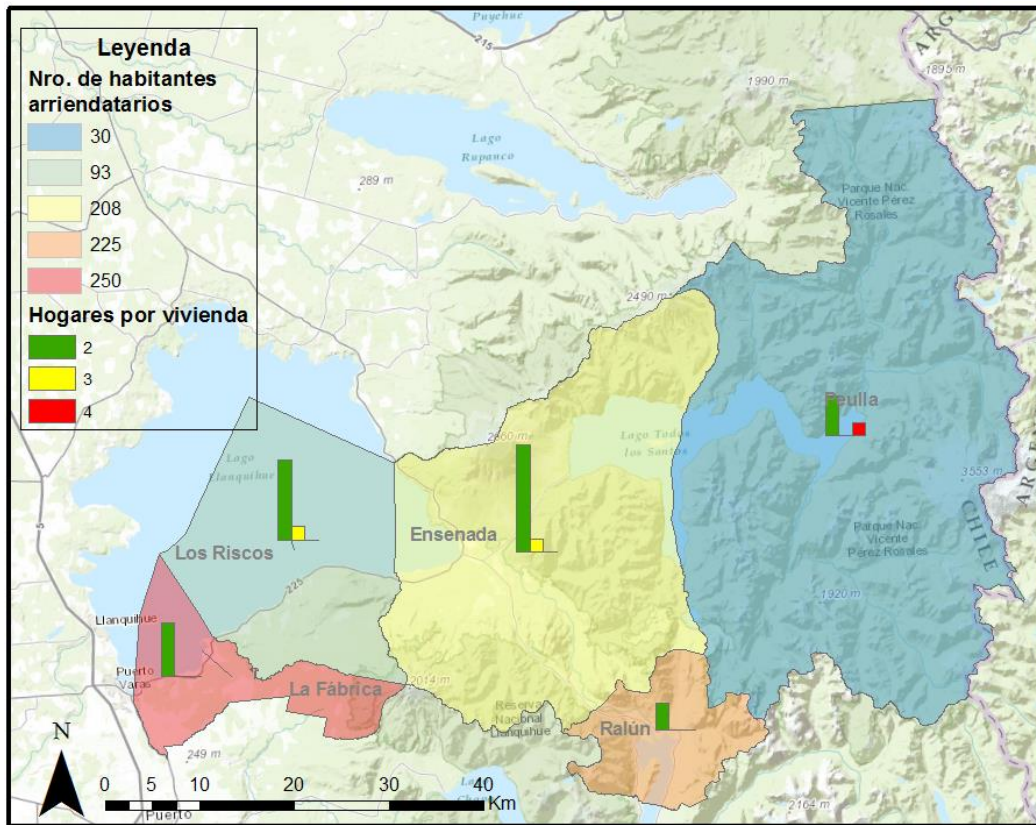


Figura 76: Vulnerabilidad socioresidencial

Fuente: Censo, 2002

Ensenada, Ralún y La Fábrica, son los distritos con mayor número de arrendatarios, superando los 200, mientras en Los Riscos y Peulla bajan drásticamente a menos de 100. Ralún, nuevamente representa una situación a destacar, ya que de una población de 831 habitantes, alrededor del 30% es arrendatario.

En lo que respecta a los hogares por vivienda, en todos los distritos tienen mayoritariamente solo un hogar, en consecuencia, dada amplitud en la diferencia entre estos casos y quienes poseen 2 o más hogares por vivienda, se procedió a espacializar sólo a estos últimos en la Fig. 76, ya que a su vez, son los que evidencian y se relacionan con el hacinamiento y la fragilidad social.

Como se puede apreciar en la Fig. 76, dentro de los distritos expuestos es común la presencia de dos hogares por vivienda, los casos restantes de tres o cuatro son los menos presentes, dándose incluso la situación de que en La Fábrica y Ralún no hay viviendas con más de 2 familias, mientras que en Los Riscos y Ensenada hay un bajo número de estos casos. Peulla es el único distrito que presenta 4 hogares por vivienda.

En lo que concierne netamente a la resistencia física de las viviendas a la amenaza volcánica (en la cual, como ya se mencionó, solo se considerará la acumulación de cenizas), no existe en el país una regulación establecida que marque los límites de los materiales frente al riesgo volcánico (Saavedra, 2007).

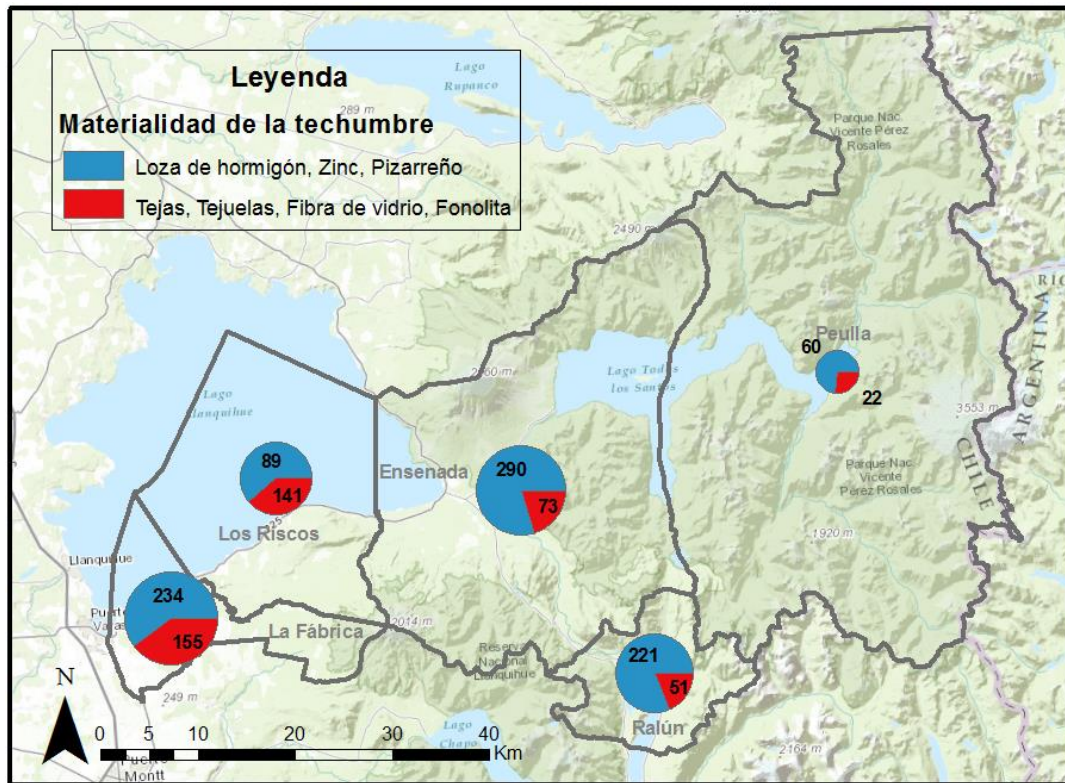


Figura 77: Materialidad de la techumbre

Fuente: Censo, 2002

Respecto de los techos que tienen menores probabilidades de resistir una lluvia de cenizas y su consecuente acumulación, estos representan la minoría en todos los distritos, estando incluso por debajo del 25% en Ensenada y Ralún. Sin embargo, se da una situación preocupante en los distritos La Fábrica y Los Riscos, donde estas techumbres abarcan cerca del 50%. Se hace necesario destacar a Peulla, donde el dominio de materiales inadecuados supera el 25% y corresponde al sector con mayores probabilidades de caída de cenizas.

No obstante estos resultados, la reciente erupción del volcán Calbuco evidenció la fragilidad de las diversas techumbres, como se pudo observar en el capítulo anterior de esta investigación, incluso la infraestructura crítica se vio vulnerada por la acumulación del depósito.

9. DISCUSIÓN

A escala nacional e incluso global, la temática del riesgo está en desarrollo. Su actual paradigma y los diversos desastres manifestados en las últimas décadas, han traído consigo la necesidad de incorporar el concepto a los diversos ámbitos que engloba el desarrollo de la sociedad y sus medios de vida (Aneas de Castro, 2000; García, 2005). En este contexto, actualmente existe un interés especial tanto académico como de los gestores de riesgo por la investigación de ciudades localizadas en áreas expuestas a volcanes. Consistente con esta iniciativa, el año 2016 se llevará a cabo en la ciudad de Puerto Varas el noveno congreso de "Cities on Volcanoes", el cual busca entender la relación que debe darse entre la sociedad y los volcanes, buscando oportunidades para mejorar la mitigación del riesgo. Este tipo de instancias, contribuye al reconocimiento de la amenaza y su impacto en las personas, evidenciando la necesidad de mejorar el manejo de la emergencia y la educación de la población.

Los distintos paisajes que conforman el territorio en el que el ser humano se establece, sobretudo en Chile, están adornados de la majestuosidad de uno o varios volcanes, lo que no solo conlleva belleza, sino también la herencia de ceniza volcánica, prometedora de suelos fértiles en un futuro. De esta manera, se evidencia que los procesos naturales que a veces se manifiestan como amenazas, han sido generadores de valiosos recursos de distinta índole. La utilización de estos con el fin de cubrir las necesidades del hombre y sus "procesos de desarrollo" no debe ser considerada solo como una extracción de recursos, sino más bien como el trabajo sobre un territorio que forma parte de una cadena productiva y de un medio ambiente complejo, en que se está expuesto a pérdidas por distintos eventos extremos, los cuales están asociadas a los procesos propios de la naturaleza. Como se ha hecho evidente en esta investigación, Puerto Varas es una comuna caracterizada y determinada por su belleza paisajística, la cual se conforma principalmente de las masas lacustres y los volcanes presentes en la zona. Éstos últimos determinan el contexto de amenaza en el cual se desenvuelve la población y se establecen sus medios de vida, además de una importante actividad turística.

Desde su fundación a la actualidad, la ciudad ha sido testigo de cuatro erupciones (una del volcán Osorno y tres del Calbuco) consideradas dentro de las principales del siglo XX y XXI (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2011). Éstas han generado principalmente flujos de lava, caída de ceniza y lahares, manifestando en varias ocasiones el comportamiento explosivo que caracteriza a los macizos del país. El desarrollo de estos eventos ha sido observado tanto por la población como por la comunidad científica, permitiendo la identificación de las zonas y trayectorias de los procesos volcánicos evidenciados, así como también la calificación de unidades activas para los volcanes Calbuco y Osorno.

Bajo este contexto, los macizos presentes en el área de estudio y cuyas fases eruptivas han sido anteriores a este periodo histórico, han sido subestimados, careciendo de información espacial que estime sus respectivas zonas de amenaza. Actualmente, los volcanes Puntiaugado y Tronador mantienen su silencio, permitiendo el amparo de entidades rurales en las desembocaduras de sus quebradas, las cuales es posible identificar como trayectorias seguras de flujos de lava, detritos y principalmente de lahares.

Estos poblados están localizándose en las cercanías del cono volcánico, principalmente en las laderas y valles que limitan con el lago de Todos los Santos, conllevando no sólo la condición de amenaza, sino también la dificultad de evacuación ligada a la baja conectividad y el transporte marítimo, consagrándose así, como un territorio vulnerable en dónde no sólo se presenta la exposición de habitantes, sino también la de infraestructura crítica. Esta corresponde a muelles necesarios para el abandono de la zona, un aeródromo y un centro de salud. Los dos últimos se localizan en Peulla, el distrito más expuesto a ceniza volcánica emitida por cualquiera de los cuatro volcanes, considerado la zona de dispersión noreste que habitualmente dominan las emisiones de tefra en Chile.

El volcán Osorno, si bien no es un macizo caracterizado históricamente por su explosividad, posee lavas basálticas que sustentan un comportamiento más fluido, el cual trae consigo la posibilidad de cubrir ampliamente sus laderas, asociado también a la numerosa presencia de centros adventicios. A esto se suma la probabilidad de lahares en las quebradas, y la lluvia de cenizas que afectaría a la cuenca del lago de Todos los Santos.

La exposición que califica a estos fenómenos como amenazas, radica principalmente en dos localidades de relevancia, sobre todo para el turismo: Ensenada y Petrohué, las cuales conforman la puerta de ingreso a los sectores de interés natural y constituyen puntos neurálgicos dotados de equipamiento escolar, posta rural, hoteles y embarcaderos. Estas características involucran una alta probabilidad de población flotante, sobre todo en temporada estival.

El volcán Calbuco, carente de la limpia morfología cónica que distingue al Osorno y cuya abrupta formación se debe a recurrentes eventos explosivos, se constituye como un peligro asociado a la liberación de altas presiones internas, las cuales están sujetas a la alta densidad propia de los flujos andesíticos. Estos antecedentes permiten considerar dentro de las manifestaciones del volcán, no sólo los peligros evidenciados hasta ahora por los macizos anteriores, sino también la destrucción propia del edificio volcánico que cede ante las elevadas presiones mencionadas.

A su vez, el registro histórico ha constatado la ocurrencia de un deslizamiento gravitacional de gran envergadura luego de la reactivación del volcán a mediados del último postglacial. Estos antecedentes en conjunto, permiten distinguir al volcán Calbuco como el con mayor potencial destructivo del área de estudio.

Como se ha indicado en el marco teórico que sustenta esta investigación, la amenaza se constituye de la intensidad, magnitud y recurrencia de los eventos naturales bajo los cuales está expuesta la población y sus medios de vida (Cardona, 1993; Chardon, 2002; Lavell, 2007). La última erupción del volcán Calbuco no tuvo todo el potencial destructivo que había manifestado anteriormente. Esto evidencia que si bien, la recurrencia del fenómeno estuvo en duda a causa del periodo de silencio desde 1972, el volcán se mantiene activo con intensidades y magnitudes menores a lo registrado históricamente. Si bien, se podría haber esperado una reactivación violenta después de cuatro décadas, la aleatoriedad de los procesos vulcanológicos se mantiene por sobre las estimaciones científicas, lo cual en esta ocasión, favoreció a la población expuesta.

El área de estudio no se vio afectada por los lahares previstos en el mapa de amenazas del volcán Calbuco (Moreno, 1999), no así la comuna de Puerto Montt, donde sí se concretó lo estimado y la afectación fue mucho mayor. Ante esto, cabe destacar que la aleatoriedad e incertidumbre propia de los volcanes, es aplicable tanto para ocasiones donde el fenómeno no alcanza las expectativas, como aquellas en donde la manifestación supera todo pronóstico. La reciente situación en donde el volcán no evidenció todo su potencial destructivo, ha conllevado a la subestimación de sus amenazas, y por tanto, a que la población que no sufrió el deterioro de sus hogares se mantenga residiendo en el lugar, mientras en conjunto se realiza la limpieza del entorno y la reparación de la infraestructura crítica dañada por la ceniza. Todo esto, bajo el amparo de un marco institucional que lo permite, sin más medidas que la cancelación de subsidios en las zonas amenazadas. Esto evidencia una deficiencia en la protección social (Chardon, 2008; Wisner, 2004 en Hufschmidt, 2011), donde el gobierno vulnera la seguridad de la población y sus bases de existencia.

Los sectores que se encuentran en la situación descrita, cuya infraestructura fue afectada por ceniza en la última erupción y se localizan bajo altas probabilidades de lahares, corresponden en la comuna de Puerto Varas a los poblados de Colonias, Ensenada, Petrohué y Ralún. Asociados a ellos hay numerosas instalaciones críticas y estratégicas, como postas rurales, bomberos, centros policiales y educacionales, los cuales se distribuyen a lo largo de la ruta CH 225 que unifica desde la ciudad de Puerto Varas hasta el país vecino. Dicha vía terrestre se encuentra igualmente expuesta a ceniza y lahares provenientes tanto del volcán Calbuco, como Osorno, y además puede ser afectada por lava emanada de este último macizo en el segmento Ensenada – Petrohué. Bajo este escenario, la comuna no posee el respaldo de una ruta alternativa paralela que permita mantener la conexión y acceso hacia los sectores rurales, en caso de que CH 225 se vea interrumpida por manifestaciones volcánicas tanto del Calbuco como del Osorno. La exposición de esta vía y la ausencia de alternativas, conlleva menor resiliencia y fragilidad (Kelman & Weichselgartner, 2014) de toda la red rural que sostiene, comprometiendo recursos y acceso a instalaciones críticas por parte de los distritos Ralún y Peulla, los cuales son los más aislados de la zona y poseen una alta dependencia de los servicios que ofrecen dichas instalaciones.

Desde la fundación de la ciudad hasta la actualidad, la erupción de 2015 ha sido la primera en presentar riesgo para una localidad tan poblada y cercana como Ensenada. La constitución de este punto neurálgico, con prospectiva de sector urbano, evidencia el crecimiento demográfico de la comuna, el cual ha traído consigo el incremento de la exposición de la población y sus medios de vida.

Actualmente la comuna se desarrolla bajo un contexto riesgoso, donde la amenaza se concentra principalmente en el sector rural, expuesto a las manifestaciones más destructivas, tales como lahares y lava. No obstante, la totalidad del área de estudio se encuentra expuesta a los impactos de la ceniza volcánica; si bien, ésta suele dispersarse hacia el noreste, su radio de afectación local puede cubrir toda la comuna, incluyendo los sectores urbanos, dónde se evidencia más crecimiento y densificación demográfica. Así quedó demostrado en alcance durante el evento de abril de 2015, donde la ceniza arribó rápidamente hasta Maullín, localidad situada al suroeste del volcán, es decir, en dirección opuesta a la trayectoria habitual de la tefra. Dependiendo de la intensidad y magnitud que presente una erupción de cualquiera de los volcanes en estudio, la ciudad de Puerta Varas podría verse fuertemente perjudicada por este tipo de depósito.

Si bien, al igual que muchas ciudades Puerto Varas concentra el aumento de la población en la ciudad, la expansión urbana no sólo se produce en torno al límite que contempla el plan regulador, sino también alrededor de la ruta CH 225, donde la belleza paisajística eleva la plusvalía de los terrenos. Los factores que determinan este patrón de asentamiento son varios, y no pueden ser explicados únicamente por la condición económica de los habitantes. Si bien, muchas situaciones de riesgo se deben a condiciones económicas adversas que llevan a la población a sectores afectados por amenazas naturales, hay muchos otros factores políticos y económicos menos obvios que están tras la creación del riesgo (Blaikie, *et al.*, 1996), como es el caso de estudio.

La tendencia global al crecimiento demográfico se ha evidenciado principalmente en los sectores urbanos de Puerto Varas. Los datos censales disponibles permiten afirmar el aumento de la población en los sectores sujetos a los límites establecidos en el Plan Regulador Comunal, generando incluso la expansión más allá de estos. De igual forma lo corroboran las orientaciones establecidas en los instrumentos de planificación territorial, sus modificaciones dirigidas a densificar el espacio y el visible crecimiento de la mancha urbana. En lo que respecta a las zonas rurales, Ensenada es el único distrito que evidenció incremento de habitantes hasta el año 2002, lo cual se corrobora con las imágenes satelitales actuales; mientras las áreas restantes mostraron un estacamiento o disminución. No obstante, no se debe desconocer la presencia de muchos poblados y entidades rurales que actualmente se sitúan en estas áreas amenazadas.

Las razones que han hecho que la comuna presente una proyección de crecimiento mayor al nivel regional, radican tanto en sus cualidades únicas, como en las funciones que cumple la

ciudad para/con los centros poblados que la rodean. Estos factores, se conjugan y permiten visualizar a Puerto Varas como una ciudad intermedia con clara vocación turística.

La belleza del paisaje, la cercanía e inicial conurbación con Puerto Montt, el rápido acceso a la principal carretera de conexión nacional, la provisión de bienes y servicios a los sectores rurales, entre otros factores, han dado relevancia a la ciudad en su articulación con los ejes que la rodean. A lo anterior se suma la capacidad de ser una urbe tranquila, que contrasta, con viveza, la imagen de los ritmos frenéticos de las ciudades globales y las aglomeraciones urbanas (Sanfeliu & Torné, 2004).

Bajo este contexto, Puerto Varas se ha consagrado como un núcleo dentro de la red regional y local, especialmente para Puerto Montt. Conforme a la situación que evidencian la mayoría de estas unidades en el país, la capital regional posee la supremacía administrativa, demográfica, territorial y laboral en Los Lagos, sin embargo, esto también la caracteriza como un núcleo de externalidades negativas, donde la alternativa de residir en otra ciudad más pequeña, con mejores estándares de calidad de vida y cercana al foco laboral, se perfila bastante promisoria, influenciando el establecimiento de los habitantes especialmente en la periferia de la ciudad. De esta forma, Puerto Varas funciona económicamente también como abastecedor de fuerza de trabajo para los establecimientos localizados en Puerto Montt (Linares, 2013).

Dada esta validación de Puerto Varas por parte de la capital regional, este núcleo urbano se consolida hacia las localidades de jerarquías menores, como un centro surtidor de bienes y servicios para los sectores rurales, más o menos cercanos a su área de influencia (Chardon, 2002; Sanfeliu & Torné, 2004). Así lo evidenció el primer resultado de esta investigación, donde se observó que, como resulta obvio, la ciudad Puerto Varas concentra la mayoría de la infraestructura y equipamiento (escuelas, hospitales, municipalidad, terminales de buses, bomberos, etc.), que dan cobertura al amplio territorio que envuelve el límite comunal.

Esta red articulada, conformada por la ciudad y las localidades rurales, no sólo beneficia a estos últimos, sino que corresponde a una relación bidireccional, dónde los territorios que van desde el distrito La Fábrica hacia la Cordillera brindan la riqueza paisajística necesaria para sustentar la principal actividad económica: el turismo. Las atracciones de los sectores rurales han permitido el desarrollo de servicios asociados al turismo en la ciudad. No obstante, esta reciprocidad se ve en riesgo dado el nivel de exposición que poseen estos territorios rústicos y sus vías de acceso, comprometiendo la resiliencia de las bases de la existencia social y económica (Chardon, 2002; Wisner, 2004 en Hufschmidt, 2011).

La consagración de esta red y de los nuevos núcleos tanto urbanos como rurales se ha dado en un contexto normativo favorable: la subdivisión en parcelaciones de 5.000 mt² de los terrenos aledaños a la ruta CH 225, en los cuales se ha permitido establecer conjuntos habitacionales y casas de veraneo que no deben responder a requerimientos urbanísticos. Este

escenario, en conjunto con la cercanía a Puerto Varas y Ensenada, y la conectividad brindada por el eje vial que los une, han determinado el patrón de expansión territorial.

A su vez, las modificaciones que ha presentado el Plan Regulador Comunal no han considerado la expansión del límite urbano, pero sí han abogado por la densificación de éste y la consolidación de uno nuevo que incorporó en su territorio a la localidad de Nueva Braunau. En consecuencia, el incremento de la exposición al riesgo volcánico se debe a la densificación de los sectores urbanos, la expansión demográfica en su periferia y por sobre todo, la consagración de nuevos núcleos rurales (Ensenada), donde estos últimos albergan parcelaciones en sus alrededores y ejes de conexión.

Si bien la exposición que engloban todas las posibles manifestaciones volcánicas cubre la totalidad de la comuna, el riesgo se exagera en los sectores rurales al este de la comuna, donde se presentan los fenómenos más destructivos y se establecen los focos turísticos.

Desde el primer Plan Regulador Comunal, que estableció la *“Preservación y reforzamiento de la identidad como ciudad balneario, a través del incentivo de la actividad turística”*, hasta la actualidad, donde la supremacía provincial de superficie edificada aprobada corresponde a hoteles, moteles, residenciales y cabañas; los instrumentos de planificación han abogado porque la base económica de la comuna, ligada al turismo y los servicios asociados, se mantengan en el tiempo y sigan encaminando el desarrollo de Puerto Varas.

No obstante, una de las principales manifestaciones del riesgo deriva *“del desplazamiento de personas hacia destinos y lugares en los que confluyen distintos factores de riesgo de origen natural. De este modo, la preferencia por espacios con atractivos relacionados con el medio natural implica, en ocasiones, la valorización de áreas consideradas como espacios o territorios de riesgo, e incluso de catástrofe en determinados momentos”*. En consecuencia, la producción de áreas turísticas se asocia a un entramado de intereses económicos que tienden a minimizar la conciencia sobre el riesgo de origen natural (Vera, 2003 en Wyndham, 2013:30). Esta situación quedó claramente evidenciada en la última erupción del volcán Calbuco, no sólo por el extravío de un excursionista, sino por el desconocimiento reflejado mediante los medios de comunicación por parte de los turistas que previamente habían visitado la zona, e incluso por los pobladores urbanos, los cuales confundían el volcán Osorno con el Calbuco, generando además desinformación a través de las redes sociales.

Este escenario refleja que la promoción del turismo como actividad económica, no se ha llevado a cabo bajo un marco informativo básico que sustente la cultura y precaución de los turistas sobre el riesgo volcánico, volviéndolos población flotante vulnerable.

A su vez, dada la importancia comunal que conlleva el turismo, el sector urbano no queda inmune ante la afectación de los atractivos naturales. Como ocurrió en la reciente erupción, la ceniza volcánica opacó gran parte del paisaje propio del sector rural y en consecuencia, se produjo una amplia cancelación de los servicios de hotelería localizados en la ciudad. Esto evidencia, que *“la actividad turística afecta al sistema urbano completo, ya que corresponde*

a un sistema interrelacionado, complejo y dinámico, donde cada elemento no está aislado sino que interactúa y define a los otros siendo todos importantes cuando se trata de obtener un resultado” (Faulkner, 2001 en Wyndham, 2013:31), que en este caso corresponde al sustento económico de la comuna.

La exposición de la base de la cadena productiva del turismo, o más bien, constituir esta actividad en la amenaza propiamente tal, es poner en riesgo los recursos económicos de la comuna, y por lo tanto, hacerla más vulnerable. La latencia de un volcán en erupción es aleatoria, por lo que en general, el manejo de estos eventos implica largos periodos de seguimiento, en los cuales no es seguro liberar el acceso a los excursionistas, por lo tanto, este periodo de espera condiciona inmediatamente a los trabajadores del sector turístico a buscar otras alternativas de empleo. Además, la afectación propia de la ceniza volcánica modifica radicalmente el paisaje en el cual los turistas estaban interesados, conllevando el desánimo de visitar un territorio deteriorado y además peligroso.

Además, la otra actividad económica que sustenta a la comuna en el sector rural es la ganadería, la cual no sólo se perfila como fuente laboral, sino también como autoabastecimiento de las familias, en conjunto con la agricultura. Esta condición, implica una vulnerabilidad socioeconómica muy relevante, ya que el daño de las manifestaciones volcánicas inhabilita por completo el uso del suelo, y como se ha mencionado, un sólo evento podría eliminar todo o gran parte del capital que estas familias poseen. A su vez, la incertidumbre que genera un desastre volcánico es de larga data y con bajas posibilidades de recuperación en el corto plazo, por lo tanto, al menos en la actividad agrícola ganadera, los trabajadores calificados podrían optar rápidamente por buscar otra fuente de ingresos. Se está ante un escenario donde un evento extremo proveniente de cualquiera de los volcanes de la zona, y por sobre todo del Calbuco o del Osorno, destruiría no sólo las viviendas, sino también la base económica en la cual se asientan las familias. En la reciente erupción, dado que el material depositado no fue mayor a los 60 cm, se optó por realizar la limpieza de los terrenos, mientras el Ministerio de Agricultura elabora estudios sobre la contaminación de las praderas.

En resumen, la falta de diversificación de la actividad económica hace que el nivel de resiliencia sea menor (Kelman & Weichselgartner, 2014; Wilches Chaux, 1993) frente a un evento volcánico, ya que dificulta y atrasa la recuperación de los medios de vida.

Estas situaciones no son las únicas que evidencian la exposición y vulnerabilidad económica que tiene la comuna. Como fue posible conocer en el primer resultado de esta investigación, la mayoría de las empresas son pequeñas y medianas, al respecto es importante considerar que *“es más probable que los productores del sector informal y las pequeñas y medianas empresas se encuentren en zonas peligrosas y es menos probable que hayan invertido en planes de protección y de reducción del riesgo. Un solo desastre podría eliminar todo o gran parte del capital de estos negocios (...). Los trabajadores calificados podrían irse de la empresa o buscar un nuevo empleo”* (Naciones Unidas, 2013:9).

A menor escala, la vulnerabilidad socioeconómica se concentra en los distritos de Ralún y Peulla, ambos alejados de los sectores donde se ha alojado el crecimiento demográfico y la expansión territorial, evidenciando aún más que la exposición se explica por la ocupación de familias de estrados medios y altos (“ABC1” se localiza mayormente en los distritos aledaños a las zonas urbanas y no está presente en Ralún) y no por población de menores recursos.

Si bien, estos distritos más vulnerables no han sido partícipes del incremento en la exposición al riesgo volcánico, de todas maneras se encuentran en zonas amenazadas y presentan las mayores condiciones de fragilidad de la comuna, constituyendo elevadas condiciones de riesgo. Ambos son los más alejados de la ciudad y poseen mínima conectividad, lo que a su vez, en conjunto con la presencia de áreas naturales protegidas, ha conllevado a la ausencia o deficiencia considerable de infraestructura crítica y estratégica.

Ralún en particular, siendo un sector de pequeños ganaderos y el distrito con menor población después de Peulla, presenta elevadas condiciones de fragilidad respecto al resto de la comuna. Éstas corresponden a un alto nivel de cesantía, un porcentaje considerable de residentes sin estudios secundarios, habitantes en situación de arriendo y la mayor cantidad de discapacitados físicomotores e intelectuales. Wisner (2004 en Hufschmidt, 2011), considera estas variables como deficiencias en el acceso a los recursos, las condiciones de bienestar existentes, nivel de desarrollo humano y estabilidad laboral.

Este distrito, expuesto a lahares provenientes del volcán Calbuco, agrupa variados factores que se combinan conllevando mayor vulnerabilidad y menor resiliencia a la hora de atender y recuperarse de un desastre, lo que se traduce en una situación de desventaja que dinamiza antes, durante y después de un evento extremo (Chardon, 2008). Si bien, afortunadamente Ralún quedó exento de la amenaza prevista y de su consecuente destrucción en la última erupción del Calbuco, no se puede subestimar su condición de exposición y sobre todo, vulnerabilidad.

Cabe destacar, que a escala comunal, el área de estudio posee considerables antecedentes que la perfilan tanto actual como prospectivamente como un territorio frágil o menos resiliente ante un evento extremo. Se está hablando de la insuficiencia considerable en educación preescolar y básica, evidenciada en la baja cobertura de estos niveles y la ausencia de establecimientos municipales y subvencionados en la periferia de la ciudad. A esto se suma que la mayoría de los habitantes solo cuenta con escolaridad básica aprobada. Como ya es sabido, la educación constituye un factor importante en la determinación de ámbitos que agravan la vulnerabilidad: un bajo nivel escolar implica un menor entendimiento y conocimiento del medio que se habita, a la vez que brinda menores herramientas para comprender información relativa al manejo de un desastre (Martínez, 2009). Lo anterior, sumado a menos oportunidades laborales y bajos salarios.

A este escenario se agregan otras aristas preocupantes, como el envejecimiento de la población, que se traduce a futuro en un incremento de los habitantes dependientes; y el

porcentaje de viviendas que tienen acceso a agua potable mediante pozo o noria, y río, vertiente o estero. Ante una eventual erupción de los volcanes localizados en el área de estudio y dada la alta probabilidad de lahares y caída de cenizas, es previsible la contaminación de las fuentes naturales de agua o como se evidenció en abril de 2015 el perjuicio de los mecanismos necesarios para la extracción de fuentes subterráneas.

No obstante, cabe destacar el positivo ingreso monetario que refleja la comuna en conjunto con el alto número de propietarios de vivienda, implicando en este ámbito, una mayor resiliencia.

Como refieren Cardona (1993), Chardon (2008) y Lavell (2007), la vulnerabilidad corresponde a la susceptibilidad física, económica, política y social que tiene una comunidad, y que se ha evidenciado en el área de estudio. Es por esto, que como concepto y condición inherentemente compleja, se hace necesario abordarla como un proceso histórico de los establecimientos de centros poblados (García, 2005), que está subordinada por la “*sinergia de factores asociados a procesos físico naturales, socioeconómicos, técnicos, político-institucionales y funcionales*” (Castro, 2014:68).

Si bien, el paradigma que domina el análisis del riesgo ha sido parte de una evolución que permite actualmente distinguir sus factores genéricos y la relevancia de cada uno de ellos, la situación de Ensenada y de la comuna en general, demuestra que aún prima la investigación de la amenaza por sobre la de otros factores subyacentes del riesgo, habiendo una evolución teórica, carente de la aplicación práctica del concepto. Así lo evidenció la reciente erupción del volcán Calbuco, en donde meses después de ocurrido el evento, la institucionalidad pública prefirió mantener las condiciones previas, subvalorando la amenaza, la magnitud que ésta podría tener en un nuevo evento y el riesgo que conlleva la instalación de población, medios de vida e infraestructura estratégica y crítica. Esto demuestra la efectiva responsabilidad del hombre en la construcción del riesgo (Herzer, 1990) y el arriesgado nivel de riesgo aceptable con el cual los pobladores están dispuestos a convivir y desarrollarse (Briones, 2008; Chardon, 2008).

Bajo este contexto, se hace necesaria la actualización urgente de los distintos instrumentos de planificación territorial, integrando la información científica disponible que permite velar por la seguridad de los habitantes y sus medios de vida, asumiendo lecciones aprendidas. Es de suma prioridad que los residentes que se mantienen expuestos estén conscientes de que los peligros a los que están sujetos superan lo que han visto hasta ahora. Por lo tanto, la situación de Puerto Montt respecto a los lahares, debe ser ejemplificadora para Puerto Varas. Esta reformulación de los instrumentos que rigen la comuna no sólo debe incluir las consideraciones correspondientes a las zonas de riesgo, sino también proponer la diversificación de actividades económicas (Kelman & Weichselgartner, 2014; Naciones Unidas, 2013; Wilches Chaux, 1993), a fin de que la afectación del sector rural no vulnere la economía del sector urbano ni la propia.

10. CONCLUSIÓN

De acuerdo a la investigación llevada a cabo, es posible afirmar que Puerto Varas corresponde a una comuna inserta en un contexto volcánico, donde su consolidación y consecuente desarrollo se ha basado en el aprovechamiento de los recursos que este entorno le brinda. Consecuentemente con esto, la evidencia histórica ha demostrado que los habitantes siempre han convivido con la incertidumbre de las erupciones del volcán Calbuco y Osorno. No obstante, los diversos factores que se conjugan en el territorio, han presentado variados procesos en el espacio, sumado a la natural transformación que supone el paso del tiempo; esto ha determinado la conformación de los sectores poblados altamente dinámicos tanto a nivel urbano como rural. Sin embargo, dentro de los límites comunales todos los sectores se han integrado dentro de una red caracterizada por la sinergia de flujos, tanto de bienes y servicios, como de los recursos necesarios para la instauración de las actividades económicas que sustentan la comuna.

Bajo este contexto, los factores naturales, sociales, económicos, políticos e institucionales se han conjugado históricamente, conformando distintos niveles de riesgo en el territorio. A partir de esto, y desagregando las variables que han determinado la condición actual de peligro que caracteriza la comuna en general, es posible concluir:

1. Puerto Varas es una comuna con amplio dominio de territorio rural de gran riqueza paisajística que ha determinado la creación de vastas áreas protegidas, donde se ha limitado la instalación de infraestructura que permita el establecimiento de centros poblados en el sector este del área de estudio, no obstante ha sido el foco de crecimiento de una progresiva actividad turística.
2. Aunque, la comuna fue fundada por colonos alemanes, la sociedad actual se desarrolla bajo el alero de la herencia cultural y arquitectónica de los primeros, eje fundamental en la actividad turística que se lleva a cabo en la ciudad. Por otro lado, los servicios principalmente hoteleros y de restaurantes que se localizan en este sector se complementan con las atracciones naturales que albergan las zonas rurales, las cuales sustentan su economía también en actividades agrícolas ganaderas.
3. El análisis temporal de los datos obtenidos por los censos oficiales, evidencia un acelerado crecimiento demográfico, donde Puerto Varas incluso presenta valores que superan el ritmo regional. Si bien este incremento en conjunto con la instalación de infraestructura crítica y estratégica se ha producido principalmente en torno al núcleo urbano y sus distritos aledaños, la localidad rural de Ensenada agrupa un alto número de residentes, que destacan por sobre el resto del territorio rural, además de constituir el principal punto de acceso a dichas áreas de atracción turística.

4. Las características propias de la comuna, que representan condiciones favorables en términos de conectividad y calidad de vida, han generado en conjunto con el crecimiento demográfico, la consolidación de Puerto Varas como una ciudad intermedia y “dormitorio”, donde se consolidan flujos de bienes, servicios, recursos y capital humano, tanto hacia la escala regional, con Puerto Montt, como hacia el sector rural, estableciendo con este último una relación bilateral bastante dependiente, sobre todo en lo que refiere al sustento económico de la comuna.
5. El área de estudio se encuentra afectada por la amenaza volcánica de los cuatro volcanes activos presentes. La totalidad de ellos representa peligros principalmente asociados a la generación de lahares, dada la acotada longitud de sus talwegs y la inherente cubierta de hielo que caracteriza los macizos propios de la zona sur. A su vez, estos cauces podrían conducir flujos de lava, los cuales, exceptuando el volcán Osorno, debido a su alta densidad no superarían los 10 km de extensión. Sin embargo, esta misma condición trae consigo el peligro asociado a altos índices de explosividad y por lo tanto, la posibilidad de colapso de los edificios volcánicos. A lo anterior, se suma la evidenciada probabilidad de deslizamientos de material no consolidado, los cuales no están subordinados a las erupciones propiamente tal, sino que incluso, a la mera ocurrencia de sismos. La ceniza constituye otro aspecto a considerar, dado su alto alcance espacial y el consecuente daño que constituye para los suelos agrícolas, el paisaje en sí mismo, la integridad de la infraestructura, el compromiso del transporte tanto terrestre como aéreo y la salud de la población.
6. La latencia de dichos volcanes ha acompañado el desarrollo de la comuna desde sus orígenes, implicando fenómenos que no representan para la población la necesidad de abandonar de su territorio. Sin embargo, el silencio de estos macizos durante las últimas décadas ha conllevado la desestimación de sus peligros, trayendo consigo la consolidación de nuevos centros poblados en las áreas susceptibles a las manifestaciones más violentas. Esta situación, se ha puesto en cuestionamiento y análisis debido a la reciente erupción del volcán Calbuco.
7. El marco legislativo e institucional, sumado a la consolidación del eje vial CH 225, ha permitido el establecimiento de población en zonas amenazadas por lahares provenientes del volcán Calbuco (Los Riscos) y la densificación de la localidad de Ensenada, desarrollada al alero de zonas de peligro de ambos volcanes activos. Los resultados obtenidos en esta investigación permiten afirmar que estos residentes no corresponden a población de estratos socioeconómicos bajos, sino más bien familia de estratos medios y altos, explicando su localización por la disponibilidad de recursos, la belleza paisajística y el acceso a infraestructura crítica y estratégica, además de la ya mencionada conectividad hacia los sectores urbanos. Estos

antecedentes manifiestan el incremento de la exposición a los fenómenos volcánicos, conllevando incremento del riesgo y corroborando la hipótesis planteada.

8. La evidencia brindada por la reciente erupción del volcán Calbuco, ha permitido corroborar la latencia del macizo y el riesgo que esto conlleva. En esta ocasión, después de cuatro décadas sin actividad, el volcán no concretó todos los fenómenos y trayectorias altamente probables. No obstante, bastó la ceniza para evidenciar que las actividades económicas en las cuales se especializa la comuna, están altamente expuestas a los fenómenos volcánicos, implicando menor resiliencia de los medios de vida de la población.
9. Cabe destacar que la comuna presenta sectores rurales aislados en riesgo, donde la vulnerabilidad se ha evidenciado como un factor dominante, sobre todo en el distrito de Ralún. A esto se agrega otras variables de fragilidad que presenta la comuna a nivel genérico, tales como la baja cobertura escolar y el envejecimiento de la población.

Considerando todos estos temas señalados, es posible afirmar que el incremento del riesgo en la comuna está explicado principalmente por el aumento de la exposición de la población y sus medios de vida a las amenazas naturales, no obstante, hay sectores que si bien no han sido parte del proceso actual de crecimiento, se localizaron desde su fundación en zonas amenazadas y presentan una considerable condición de vulnerabilidad socio demográfica, económica y residencial, aumentando la susceptibilidad de ser dañados. En consecuencia, el riesgo presente en el área de estudio debe abordarse tanto desde el sentido de la expansión territorial, como desde el fortalecimiento de las capacidades de la población, es decir, se debe actuar sobre el riesgo construido y evitar generar nuevos territorios inseguros.

La exposición debe ser evaluada en conjunto con el requerimiento de espacio habitable, velando por cubrir las necesidades de los habitantes sin incrementar su localización en zonas amenazadas.

El riesgo es un constructo social, donde el ser humano, como componente fundamental dentro de la ecuación generadora de peligros es el único que puede modificar sus conductas con el fin de reducir las probabilidades de un desastre, sobre todo ante un escenario como el volcánico, donde no hay alternativa alguna de manejo del fenómeno propiamente tal. Frente a este paradigma, la comuna de Puerto Varas que simplemente no puede desconocer su situación de constante riesgo, debe optar por manejar las variables que tiene a su alcance y que hasta ahora son las que dirigen su ecuación de riesgo: la exposición y vulnerabilidad. La comuna deberá incorporar esta temática en todos los procesos y dinámicas a los que esté suscrita. No sólo desde el ámbito de la institucionalidad y los instrumentos de planificación territorial, que sin duda son poderosas herramientas para atender y mantener bajo control las situaciones de peligro, sino también dentro de la conciencia de quienes habitan y se

desenvuelven al alero de cuatro volcanes. Frente a este escenario los procesos que tengan lugar en la comuna y las consecuencias que estos generen, deben desarrollarse en la medida que la exposición y vulnerabilidad que ya están presentes, no aumenten y en lo posible, disminuyan.

11. BIBLIOGRAFÍA

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. In *Journal Global Environmental Change*. No. 16. Elsevier. 268-281 pp.

Adimark. (2000). El Nivel Socio Económico Esomar. Obtenido de <http://www.microweb.cl/idm/documentos/ESOMAR.pdf> [Consulta en línea: diciembre, 2014]

Adimark. (2003). Mapa Socioeconómico de Chile. Obtenido de http://www.adimark.cl/medios/estudios/mapa_socioeconomico_de_chile.pdf [Consulta en línea: diciembre, 2014]

AlphaIndiaRomeo. (2015). Fotografía volcán Puntiaugudo ubicado cerca del volcán Osorno. Vista desde el lago Todos los Santos. Chile. Wikipedia. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Volc%C3%A1n_Puntiaugudo#/media/File:Volcan_Puntiaugudo.jpg [Consulta en línea: mayo, 2015]

Aneas de Castro, S. (2000). Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. En *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. No. 60. Universidad de Barcelona. España.

Arias, R. (2015). Consideraciones sobre las Cenizas del Calbuco y el Ganado. Obtenido de <http://www.agrarias.uach.cl/2015/04/27/consideraciones-sobre-las-cenizas-del-calbuco-y-el-ganado/> [Consulta en línea: noviembre, 2015]

Barclass Turismo. (2014). Excursiones cerro Tronador. Obtenido de <http://barclass.com.ar/turismo/tronador/> [Consulta en línea: abril, 2015]

Bazdresch, M. (2001). Educación y pobreza: una relación conflictiva. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires. Argentina.

BBC Mundo. (15 de abril de 2015). Alerta roja en Chile por la sorpresiva erupción del volcán Calbuco. Obtenido de http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/04/150422_volcan_calbuco_erupcion_chile_ao [Consulta en línea: julio, 2015]

Bertin, X., & Salazar, P. (28 de abril de 2015). Calbuco: más de 45 mil animales están expuestos a riesgos de ceniza volcánica. La Tercera. 16 pp.

Blaikie, P., Cannon, T., David, I., & Wisner, B. (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Blodgett, R. H., & Keller, E. A. (2007). Volcanes. En *Riesgos Naturales*. Prentice Hall. Madrid. España. 72-104 pp.

Briones, F. (2008). La complejidad del riesgo: breve análisis transversal. En *Revista de la Universidad Cristóbal Colón*. No. 20. México.

Calero, J. (2004). La incidencia de la educación sobre los ingresos y sobre el riesgo de pobreza. Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina. Buenos Aires. Argentina.

Cardona, O. D. (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. En *Los desastres no son naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. 51-74 pp.

Casa Azul Hostal. (2014). Casa Azul. Obtenido de <http://www.casaazul.net/info-3/puerto-varas/> [Consulta en línea: diciembre, 2014]

Castro Correa, C. P. (2014). Evaluación de Riesgos Ambientales en Ámbitos Urbanos Costeros del Semiárido Chileno: Caldera. Tesis para optar al grado de doctor en Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Zaragoza. España. 444 pp.

CEC Ltda. (2005). Estudios Previos PRI Ribera Lago Llanquihue e Hinterland Puerto Montt. Puerto Montt.

Chardon, A.-C. (2002). Un enfoque geográfico de la vulnerabilidad en zonas urbanas expuestas a amenazas naturales. El ejemplo andino de Manizales, Colombia. Centro de Publicaciones. Manizales, Colombia.

Chardon, A.-C. (2008). Amenaza, vulnerabilidad y sociedades urbanas. Una visión desde la dimensión institucional. En *Revista Gestión y Ambiente*. 123-135 pp.

Congreso Nacional. (2013). Biblioteca del Congreso Nacional, Reportes Estadísticos.

Cooperativa. (1 de mayo de 2015). La erupción del volcán Calbuco. Obtenido de: <http://www.cooperativa.cl/noticias/pais/desastres-naturales/erupciones-volcanicas/la-erupcion-del-volcan-calbuco/2015-04-22/183646.html> [Consulta en línea: noviembre, 2015]

Córdova, J. (2013). Las posibilidades de que un tsunami arrase Puerto Montt. Obtenido de <http://huilliche.blogspot.com/2010/03/las-posibilidades-de-que-un-tsunami.html> [Consulta en línea: julio, 2015]

Cuerpo de Bomberos de Puerto Varas. (2000). Bomberos de Puerto Varas. Obtenido de: http://www.bomberospuertovaras.cl/home/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=12 [Consulta en línea: agosto, 2015]

Curilem, M., Huenupan, F., San Martín, C., Fuentealba, G., Cardona, C. & Franco, L. (2014). Feature Analysis for the Classification of Volcanic Seismic Events Using Support Vector Machines. In *Nature-Inspired Computation and Machine Learning*, 13th Mexican International Conference on Artificial Intelligence. México. 160-171 pp.

Dpto. de Estadísticas e Información en Salud, Ministerio de Salud. (2012). Reportes Estadísticos 2013, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de: http://reportescomunales.bcn.cl/2013/index.php/Glosario#Tasa_de_Natalidad [Consulta en línea: julio, 2014]

Dirección General de Aeronáutica Civil. (s/f). Internet Flight Information Service. Obtenido de: <http://www.aipchile.gob.cl/designador/SCPU> [Consulta en línea: agosto, 2015]

Ebdon, D. (1982). Conceptos Estadísticos. En *Estadística para geógrafos*. Oikos-Tau S.A. Barcelona. España.

García, V. (2005). El riesgo como construcción social y la construcción social de riesgos. En *Revista Desastros*. No. 19. Distrito Federal, México. 11-24 pp.

González-Ferrán, O. (1995). Capítulo III, Volcanes de Chile. En *La Tierra: Un planeta vivo*. Instituto Geográfico Militar. Santiago. 445 pp.

Herzer, H. (1990). Los desastres no son tal naturales como parecen. En *Medio Ambiente y Urbanización. Desastres y vulnerabilidad en América Latina*, No. 30.

Hufschmidt, G. (2011). Comparative analysis of several vulnerability concepts. En *Revista Nat Hazards*. No. 58. 621-643 pp.

Instituto Nacional de Estadística. (2002). Censo de Población y Vivienda.

Instituto Nacional de Estadística. (2007). Censo Agropecuario y Forestal.

Instituto Nacional de Estadística. (2012). Censo de Población y Vivienda.

Instituto Nacional de Estadística. (2013). Reportes Comunales, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de: http://reportescomunales.bcn.cl/2013/index.php/Puerto_Varas [Consulta en línea: julio, 2014]

Instituto Nacional de Estadística. (2013). Atlas Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de http://www.ine.cl/aplicaciones/20_03_12/atlas_ine.swf [Consulta en línea: diciembre, 2013]

Instituto Nacional de Estadística. (s/f). Glosario Censo de Población y Vivienda. Obtenido de http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_poblacion_vivienda/censo2002/glosario_censal/pdf/glosariocenso.pdf [Consulta en línea: julio, 2014]

Interpatagonia. (2014). Chaitén. Obtenido de <http://www.interpatagonia.com/chaiten/> [Consulta en línea: enero, 2014]

Kelman, I., & Weichselgartner, J. (2014). Geographies of resilience: Challenges and opportunities of a descriptive concept. In *Journal Progress in Human Geography*. 1-19 pp.

Lagos, F., Martínez, P., & Morales, C. (s/f). Erupciones recientes del volcán Chaitén y Cordón Caulle. Departamento de Geología, Universidad de Chile. Obtenido de: <http://www.geologia.uchile.cl/erupciones-recientes-del-volcan-chaiten-y-cordon-caulle> [Consulta en línea: diciembre, 2015]

Lavell, A. (2007). Apuntes para un reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. PREDECAM. Lima. Perú.

Lavell, A. (2011). Conceptos Fundamentales de Gestión de Riesgo [video].

Linares, J. (2013). Nezahualcóyotl, de ciudad dormitorio a polo de desarrollo de la región Oriente del Valle de México. En *Revista Paradigma económico*. No. 10. México. 117-144 pp.

Linayo, A. (2012). Aproximaciones a la problemática de los desastres desde tres concepciones de la relación hombre-naturaleza. En *Revista Académica e Institucional, Arquetipo de la Universidad Católica de Pereira*. No. 4. Colombia. 39-48 pp.

Mansilla, E. (2000). Riesgo y Ciudad. Facultad de Arquitectura, División de Estudios de Postgrado, Universidad Autónoma de México. México.

Martínez, M. T. (2009). Los geógrafos y la teoría de riesgos y desastres ambientales. En *Revista Perspectiva Geográfica*. No.14. Colombia. 241-263 pp.

Maskrey, A., & Romero, G. (1993). Como entender los desastres naturales. En *Los desastres no son naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Colombia. 6-10 pp.

Ministerio de Agricultura. (1980). Decreto Ley N° 3.516, Establece Normas Sobre División de Predios Rústicos. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=7155> [Consulta en línea: septiembre, 2015]

Ministerio de Desarrollo Social. (2012). Reportes Estadísticos, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Puerto_Varas [Consulta en línea: julio, 2014]

Ministerio de Desarrollo Social. (s/f). Glosario encuesta CASEN, Observatorio Social. Obtenido de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen_def_ingresos.php [Consulta en línea: agosto, 2015]

Ministerio de Interior y Seguridad Pública. (1995). Ley N° 19.418, Sobre Juntas de Vecinos y demás Orgaizaciones Comunitarias. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30850> [Consulta en línea: octubre, 2015]

Ministerio de Interior y Seguridad Pública de Chile. (1995). Promulga Limite Urbano de localidad de Nueva Braunau, Puerto Varas. Diario Oficial de la República de Chile. 4-5 pp.

Ministerio de Salud. (2010). Departamento de Estadísticas e Información en Salud del Ministerio de Salud, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de: http://reportescomunales.bcn.cl/2013/index.php/Puerto_Varas#Tasas_de_natalidad.2C_mor talidad_general_e_infantil_a.C3.B1o_2010 [Consulta en línea: julio, 2014]

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2003). Ley N° 19.856 Modifica Ley General de Urbanismo y Construcciones (Decreto Ley N° 458, 1975) con el objeto de facilitar la construcción de viviendas sociales. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Obtenido de: <http://www.leychile.cl/Navegar?idLey=19859> [Consulta en línea: septiembre, 2014]

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2011). Ciudades con Calidad de Vida: Diagnósticos Estratégicos de Ciudades Chilenas: Sistema Urbano Puerto Montt - Puerto Varas. CEHU, Equipo de Estudios y Evaluaciones. Comisión de Estudios Habitacionales y Urbanos. Santiago.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013). Memoria Explicativa Plan Regulador Intercomunal Ribera Lago Llanquihue e Hinterland Puerto Montt. Secretaría Regional Ministerial, Región de Los Lagos. Puerto Montt.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2015). Resolución Exenta N° 1.059. Secretaría Regional Ministerial, Región de Los Lagos.

Ministerio del Trabajo y Previsión Social. (2014). ¿Cuál es el valor del ingreso mínimo mensual?. Dirección del Trabajo, Centro de Consultas Laborales. Obtenido de: <http://www.dt.gob.cl/consultas/1613/w3-article-60141.html> [Consulta en línea: agosto, 2014]

Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (1980). Artículo 41, Constitución Política de la República de Chile.

Moraga, P. (2013). PRC Puerto Varas 1990. Seccional Puerto Varas. Obtenido de: <http://seccionalpuertovaras.blogspot.com/2013/12/prc-puerto-varas-1990.html> [Consulta en línea: abril, 2015]

Moreno, H. (1998). Estudio preliminar de los peligros asociados a los volcanes Osorno y Calbuco. En *Estudio Geológico-Económico de la X región Norte*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Santiago.

Moreno, H. (1999). Mapa de Peligros del Volcán Calbuco. Región de Los Lagos. Escala 1:75.000. Subdirección Regional de Geología. Servicio Nacional de Geología y Minería.

Moreno, H. (1999). Mapa de Peligros del Volcán Osorno. Región de Los Lagos. Escala 1:75.000. Subdirección Regional de Geología. Servicio Nacional de Geología y Minería.

Moreno, H., & Muñoz, J. (2002). Los peligros asociados al volcán Osorno y la situación de Las Cascadas, X región de Los Lagos. [Informe inédito]. Santiago.

Moreno, H., Varela, J., Munizaga, F., López, L., & Lahsen, A. (1985). Geología y Riesgo Volcánico del volcán Osorno y centros eruptivos menores. Departamento de Geología y Geofísica. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Santiago.

Municipalidad de Puerto Varas. (2007). Decreto Exento N° 4.712 Aprueba Modificación al Plan Regulador Comunal de Puerto Varas. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Puerto Varas. Chile.

Municipalidad de Puerto Varas. (2008). Memoria explicativa: Modificación Plan Regulador Comunal de Puerto Varas sector Santa Ines – Río Maullín. Puerto Varas.

Municipalidad de Puerto Varas. (2009). Actualización Ordenanza Plan Regulador Comunal de Puerto Varas. Puerto Varas.

Municipalidad de Puerto Varas. (2011). Decreto Exento N° 2.955 Aprueba Enmienda al Plan Regulador Comunal. Puerto Varas.

Municipalidad de Puerto Varas. (2012). Plan de Desarrollo Comunal 2012 - 2017. Secretaria Comunal de Planificación. Puerto Varas.

Municipalidad de Puerto Varas. (2013). Actualización del Plan de Desarrollo Comunal de Puerto Varas 2013 – 2018, Documento Final. Puerto Varas.

Municipalidad de Puerto Varas. (2014). Puerto Varas. Obtenido de: <http://www.ptovaras.cl/web2/index.php?idpag=21&destino=1> [Consulta en línea: mayo, 2015]

Muñoz, J. & Moreno, H. (2002). Mitigación de riesgos volcánicos: volcanes Osorno y Calbuco. Servicio Nacional de Geología y Minería. [Material inédito]. Santiago.

Naciones Unidas. (2005). Marco de Acción de Hyogo para 2005-2015: Aumento de la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres. II Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. Kobe, Hyogo, Japón.

Naciones Unidas. (2013). Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres. Del riesgo compartido a un valor compartido: Un argumento empresarial a favor de la reducción del riesgo de desastres. AXIS y ELP. Tokio, Japón.

Naciones Unidas. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030. III Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. Sendai, Japón.

Nakada, S. (2013). Volcanic crisis of Mt. Fuji after Tohoku-Oki Mega-quake. Workshop *Giant earthquakes, tsunami and volcanic eruptions in Chile and Japan*, Universidad Católica. Santiago.

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior. (2015). Monitoreo Alerta Temprana Preventiva para las comunas de Puerto Montt y Puerto Varas por actividad del volcán Calbuco. Histórico. Obtenido de <http://www.onemi.cl/alerta/se-declara-alerta-roja-para-las-comunas-de-puerto-montt-y-puerto-varas-por-erupcion-del-volcan-calbuco/> [Consulta en línea: mayo, 2015]

Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior. (s/f). Alertas. Centro de Alerta Temprana. Obtenido de <http://www.onemi.cl/cat/> [Consulta en línea: abril, 2015]

Organización de los Estados Americanos. (2011). Amenazas geológicas en América Latina y El Caribe. Departamento de Desarrollo Sustentable. Obtenido de <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea57s/ch014.htm> [Consulta en línea: agosto, 2015]

Ortiz, J. (11 de octubre, 2014). Tema No. 7: Vulnerabilidad Demográfica y Socioeconómica [Notas de clase]. Diploma de Postítulo en Gestión para la Reducción del Riesgo de Desastres. Universidad de Chile. Santiago.

Pereira, V. (16 de abril, 2015). Autoridades y comunidad se preparan para una eventual erupción del volcán Calbuco. El Llanquihue. Obtenido de <http://www.soychile.cl/Puerto-Montt/Sociedad/2015/04/16/316847/Autoridades-y-comunidad-se-preparan-para-una-eventual-erupcion-del-volcan-Calbuco.aspx> [Consulta en línea: abril, 2015]

Pinto, G. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. Boletín Científico *Sapiens Research*. No. 2(1). 13-17 pp.

Plataforma Urbana. (2013). Actualización del Plan Regulador Comunal de Puerto Varas. Plataforma Urbana. Obtenido de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2012/02/17/actualizacion-del-plan-regulador-comunal-de-puerto-varas/> [Consulta en línea: diciembre, 2014]

Saavedra, D. (2007). Análisis y evaluación de vulnerabilidad a amenazas naturales y socioeconómicas en la ciudad de Puerto Montt y sus áreas de expansión. Memoria para optar al título de Geógrafo. Universidad de Chile. Santiago. 96 pp.

Sanfeliu, C. B., & Torné, J. M. (2004). Miradas a otros espacio urbanos: Las ciudades intermedias. En *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Vol. VIII, No. 165. Universidad de Barcelona. España.

Seremi de Educación Los Lagos. (2015). Visita a escuela Epson de Ensenada que resultó con daños por erupción volcán Calbuco. Fotografía en Twitter. Obtenido de https://twitter.com/seremieducLlgos/status/591983501068632064/photo/1?ref_src=twsrc%5Etfw [Consulta en línea: noviembre, 2015]

Servicio Geológico de los Estados Unidos. (s/f). Los daños a la salud por cenizas volcánicas. Obtenido de http://www.sernageomin.cl/pdf/presentaciones-geo/Guia_Danos_salud_cenizas_volcanicas.pdf [Consulta en línea: diciembre, 2015]

Servicio Nacional de Geología y Minería. (2003). Mapa Geológico de Chile. Escala 1:1.000.000. Publicación Geológica Digital, No. 4. Subdirección Nacional de Geología. Santiago.

Servicio Nacional de Geología y Minería. (2014). Sernageomin informa sobre riesgo volcánico a comunidad de Alerce. Noticias Sernageomin. Obtenido de: <http://www.sernageomin.cl/detalle-noticia.php?iIdNoticia=125> [Consulta en línea: mayo, 2014]

Servicio Nacional de Geología y Minería. (2015). ABC de los Volcanes. Campaña informativa para ampliar conocimientos sobre vigilancia volcánica y seguridad de las personas. Obtenido de <http://www.sernageomin.cl/abc/index.html> [Consulta en línea: noviembre, 2015]

Servicio Nacional de Geología y Minería. (s/f). Guía Técnica Volcán Calbuco. Red de Vigilancia Volcánica. Obtenido de <http://www.sernageomin.cl/archivosVolcanes/20120613111604955FichaVnCalbuco.pdf> [Consulta en línea: marzo, 2015]

Silva, C. (2011). Evaluación objetiva de la amenaza volcánica en el territorio nacional. Memoria para optar al título de Geógrafo. Universidad de Chile. Santiago.

Soy Chile. (2015). Imagen volcán Calbuco. Obtenido de http://img.soychile.cl/Fotos/2015/04/16/file_20150416194647.jpg [Consulta en línea: abril, 2015]

Soy Chile. (2015). Fotografías erupción Volcán Calbuco. Obtenido de <http://www.soychile.cl/Puerto-Montt/Sociedad/2015/04/22/317991/Volcan-Calbuco-10-videos-y-20-fotos-de-la-sorpresiva-e-impresionante-erupcion.aspx> [Consulta en línea: noviembre, 2015]

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (2011). Guía de análisis de riesgos naturales para el ordenamiento territorial. Torrealba y Asociados S.A. Santiago.

Tarback, F. K. (2005). Los volcanes y otra actividad ígnea. En *Ciencias de la Tierra*. Madrid. 135-174 pp.

Universidad de Concepción. (2014). Adecuación Estudios Previos Actualización Plan Regulador Intercomunal Ribera Lago Llanquihue e Hinterland Puerto Montt. Informe Ambiental. Puerto Montt.

Valenzuela, A. (s/f). Fotografía aeródromo Peulla. Obtenido de <http://www.aerodromo.cl/ad.php?oaci=SCPU&s=i> [Consulta en línea: septiembre, 2015]

Vazquez, P. (2012). Reconstrucción de Chaitén. Municipalidad de Chaitén. Región de Los Lagos.

Visiting Argentina. (s/f). Fotografía cerro Tronador. Obtenido de <http://www.visitingargentina.com/blog/leyenda-del-cerro-tronador.htm> [Consulta en línea: abril, 2015]

Wassermann, J. (2012). Chapter III Volcano Seismology. In *New Manual of Seismological Observatory Practice 2*. Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches Geo Forschungs Zentrum GFZ. 3-8 pp.

Woudloper. (s/f). Puntos Calientes. Origen y distribución de volcanes. Biología y Geología. Obtenido de http://biologiaygeologia.org/unidadbio/bio1/u2_tectonica/u2_t3_terremotos/41_puntos_calientes.html [Consulta en línea: mayo, 2014]

Wyndham, K. (2013). Análisis de vulnerabilidad y riesgo del sector turístico y la población flotante en la comuna de La Serena frente a la ocurrencia de una amenaza de origen natural. IV Región de Coquimbo. Memoria para optar al título de Geógrafo. Universidad de Chile. Santiago. 32 pp.

Yamin, L., 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. Bogotá. Colombia.