



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Departamento de Geografía

## **MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO**

**“Análisis y evaluación de vulnerabilidad a amenazas naturales y socioeconómicas en la ciudad de Puerto Montt y sus áreas de expansión”.**

**DANIEL ALBERTO SAAVEDRA ROJAS**

Profesor guía: Carmen Paz Castro Correa.

SANTIAGO-CHILE  
2007

*“ A la memoria de mi padre ”*

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar toda mi gratitud a las distintas personas que me han apoyado en esta crucial etapa de mi vida, en primer lugar quiero agradecer la constancia brindada por toda mi familia durante toda mi carrera. A mis compañeros y amigos de universidad en especial a Marcia por su incondicional compañía y a Raúl por su generosidad. A Joselyn Arriagada, Cecilia Sáez, Mariajosé Herrera, Pablo Avalos, Roberto Fernández y especialmente a Diego Barrientos. Al grupo Guías y Scout San José por haber formado en cierta modo mi estilo, amando mi territorio y cuidando de él (a todos ustedes Buena Caza). A mis grandes amigos que siempre me apoyaron; Rodrigo Cabrera, Álvaro Carrasco, Franco Cruz, Eduardo Lagos, Miguel Sepúlveda, Rodrigo Arancibia, Elizabeth Pardo, Jennifer Calleja, Mitzy Castañeda, Paulina Fornés y Carolina Zuilt. A las personas del departamento de Geografía de la Universidad de Chile en especial mi profesora guía la Sra. Carmen Paz Castro por su disposición y su voluntad, gracias también al señor Pablo Sarricolea por su ayuda.

Agradezco además, al señor Juan Carlos Rubilar por su sabio consejo y a la señora Eliana Henríquez de bienestar estudiantil por su ayuda y preocupación.

A todas las personas que me han enriquecido la experiencia de vida de cualquier forma, a todos ustedes muchas gracias.

## ÍNDICE

### **CAPÍTULO I**

|  |    |
|--|----|
| I.1 INTRODUCCIÓN .....                               | 6  |
| I.2 ÁREA DE ESTUDIO.....                             | 7  |
| I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....                  | 13 |
| I.4 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS .....          | 15 |
| I.5 MARCO TEÓRICO.....                               | 16 |
| I.5.1 Conceptos Básicos.....                         | 17 |
| a) Riesgo .....                                      | 17 |
| b) Peligro .....                                     | 18 |
| c) Desastre.....                                     | 21 |
| d) Vulnerabilidad .....                              | 22 |
| e) Amenaza .....                                     | 24 |
| I.5.2 Planificación urbana y riesgos naturales ..... | 25 |
| i.5.3 Gestión integral del riesgo .....              | 28 |
| I.6 METODOLOGÍA GENERAL .....                        | 31 |
| I.7 PASOS METODOLÓGICOS.....                         | 34 |

### **CAPÍTULO II      ANTECEDENTES GENERALES**

|  |    |
|--|----|
| II.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.....           | 43 |
| II.2 GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA PUERTO MONTT ..... | 47 |
| II.3 SUELOS.....                               | 55 |
| II.4 CLIMA.....                                | 66 |
| II.5 DINÁMICA LITORAL Y OCEANOGRÁFICA.....     | 68 |



### **CAPÍTULO III RESULTADOS**

|  |     |
|--|-----|
| III.1 AMENAZA SÍSMICA .....                                | 71  |
| III.2 INUNDACIONES .....                                   | 78  |
| III.3 AMENAZA DE INUNDACIÓN POR TSUNAMIS .....             | 87  |
| III.4 AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS .....                     | 91  |
| III.5 PELIGROS VOLCÁNICOS, VOLCÁN CALBUCO.....             | 94  |
| III.6 JERARQUIZACIÓN DE AMENAZAS NATURALES.....            | 98  |
| III.6.1 Amenazas naturales en escenario recurrente.....    | 101 |
| III.6.2 Amenazas naturales en escenario no recurrente..... | 106 |
| III.7 EXPANSIÓN URBANA DE PUERTO MONTT .....               | 110 |
| III.8 PUERTO MONTT COMO CIUDAD INTERMEDIA .....            | 117 |
| III.9 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL .....            | 120 |
| III.10 CARACTERIZACIÓN DE NIVELES SOCIOECONÓMICOS .....    | 125 |
| III.11 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS .....     | 130 |
| III.12 INSTALACIONES CRÍTICAS .....                        | 136 |
| III.13 RED VIAL .....                                      | 140 |
| III.14 JERARQUIZACIÓN VARIABLES SOCIOECONÓMICAS.....       | 144 |

### **CAPÍTULO IV**

|                        |     |
|------------------------|-----|
| IV.1 DISCUSIÓN .....   | 150 |
| IV.2 CONCLUSIONES..... | 154 |
| IV.3 BIBLIOGRAFÍA..... | 156 |

## CAPÍTULO I

### I.1 INTRODUCCIÓN

El fenómeno del fuerte crecimiento de la ciudad de Puerto Montt es más bien reciente (20 años aproximadamente), alcanzando su punto cúlmine en la última década. Según el censo del año 2002 la población bordea los 155.895 habitantes, lo que representa un crecimiento urbano de casi un 40% con respecto al censo del año 1992 (110.139 habitantes)

Este crecimiento sostenido se atribuye a diferentes factores que se desataron luego del proceso de regionalización del gobierno, que designa a Puerto Montt como capital regional en 1974 (Bünzli *et al.*, 2002). La ciudad comienza un crecimiento en el cual sufre una gran expansión a fines de los años 80, gracias al notorio desarrollo económico de la producción de madera y chips, conservería, salmones y turismo. Por otra parte, se intensifican las migraciones campo-ciudad; sin embargo, junto con el desarrollo económico, surgieron los problemas de una ciudad que no estaba preparada para un crecimiento tan explosivo, lo que ha generado una desordenada expansión en sus periferias y por lo tanto, una característica caótica de su trama urbana.

Las características antes descritas son propias de la categoría de ciudades denominadas “intermedias”, las cuales se han convertido en campos de interés para la investigación geográfica (González, 1994), puesto que en la mayoría de las ciudades de rango medio se ha observado una desordenada planificación, lo que se ha reflejado en la escasez de planes de ordenamiento territorial y normativas que regulen al respecto.

La relación que una ciudad con alto dinamismo mantiene con su medio ambiente, se convierte en una premisa fundamental de planificación; hoy en día Puerto Montt es percibida, como una ciudad espacialmente desordenada. Esto es producto de una mala red vial, consecuencia de su desarrollo histórico (tomos, migraciones descontroladas, etc.) y de sus singulares características topográficas, (Bünzli *et al.*, 2002).

Puerto Montt por su topografía, emplazamiento y estructura presenta gran cantidad de restricciones naturales para la expansión urbana. Las restricciones naturales que presentan limitantes para el crecimiento están constituidas principalmente por las quebradas naturales y los escarpes de terrazas, que en algunos sectores terminan casi en el nivel del mar, las cuales conforman áreas de ancho variable, que recorren la ciudad de oriente a poniente, dificultando las conexiones espaciales y funcionales urbanas en sentido norte-sur. Los sectores de riesgos comprenden, además de los escarpes de terrazas, a las zonas bajas del área urbana que han sido rellenadas artificialmente como lo es el paseo de la costanera.

Aún así la ciudad sigue manteniendo población establecida en sectores de alto riesgo, y más aún, sigue desarrollando un crecimiento explosivo de tal manera que se contemplan distintos proyectos inmobiliarios como “Ciudad Alerce” que contempla la construcción de una ciudad satélite ubicada a 9 kilómetros al norte de Puerto Montt, que estima albergar alrededor de 80.000 habitantes.

Las situaciones que generan riesgo en Puerto Montt se comprenden como imprevistas y se relacionan en parte a la carencia de normativas al respecto. Los peligros que se presentan en la ciudad y sus áreas de expansión corresponden a inundaciones, sismos, deslizamientos y peligros volcánicos; por su parte el riesgo social se analiza a través de la densidad de población, calidad de las viviendas, instalaciones críticas, red vial y distribución de los sectores socioeconómicos.

## **I.2 ÁREA DE ESTUDIO**

El presente estudio se enfoca en la ciudad de Puerto Montt, ubicada en la comuna del mismo nombre perteneciente a la provincia de Llanquihue, en la Décima Región de Los Lagos. La ciudad de Puerto Montt se ubica en los 72° 57' longitud oeste y en los 41° 28' latitud sur.

En el ámbito físico de la comuna, se puede destacar la gran influencia glacial Cuaternaria en la conformación del relieve, no solo del área de estudio, sino que de toda la Región. Se presentan a su vez fuertes procesos erosivos sobre las rocas, definiendo con esto una Cordillera de la Costa ondulada y de lomajes suaves, la cual desciende paulatinamente hacia el sur. En los sectores correspondientes a la Depresión Intermedia y zonas cordilleranas, se presentan procesos geomorfológicos que generaron numerosas cuencas lacustres. Así mismo, en los sectores meridionales de Chacao se observan geoformas como fiordos y canales, asociados a los procesos fluvio-glaciales y fluvio-marinos presentes en el área.

Las características climáticas de la Región están representadas por abundante humedad atmosférica, precipitaciones durante todo el año, las cuales fluctúan dependiendo de la estación entre los 60 mm hasta los 2500 mm en los meses más lluviosos, por su parte, las temperaturas descienden en forma gradual de norte a sur, sin superar en promedio los 11°C. La presencia permanente de periodos de mal tiempo, explicada en parte, por el descenso generalizado de la altura del relieve, lo que disminuye notablemente la acción del bloqueo orográfico.

Según la clasificación de Köppen, este sector se encuentra dominado por un *clima templado cálido lluvioso sin estación seca*, presentando una temperatura media anual de 10,9 °C y una precipitación media anual de 1606,83 mm.

Respecto de los recursos hídricos del sector en estudio, se presentan cuencas pequeñas, con arroyos activos durante todo el año, abastecidos tanto por las precipitaciones o por afloramientos de aguas subterráneas (vertientes o vegas). Esto se asocia con los altos índices de precipitación anual presentes en el sector del Seno de Reloncaví, lo que facilita la permanente saturación de los suelos, con lo cual el escurrimiento casi total de las aguas hacia el mar abastece en forma ininterrumpida a los cursos de aguas presentes en el sector.

Dentro del ámbito geomorfológico, se presentan formas como morrenas, planicies litorales, rías, fracturamiento continental, morfología acolinada suave, lagunas de tipo permanente o estacional, zonas anegadizas y pantanosas. En cuanto a los macizos rocosos estos presentan origen volcánico principalmente.

Las instalaciones y construcciones urbanas se despliegan en gran parte de las cuatro terrazas, las que van desde 1 a 125 metros sobre el nivel del mar, orientadas de sur a norte. La primera terraza se ubica a 10 m.s.n.m. comprende todo el litoral costero desde Angelmó hasta Pelluco y presenta su parte más amplia en el sector central de la ciudad. La segunda terraza se ubica a 45 m.s.n.m, su desarrollo se presenta principalmente frente al sector central, en forma desmembrada, prolongándose hacia el sector poniente correspondiente a Pichipelluco. La tercera terraza se ubica a 107 m.s.n.m, es plana y ligeramente inclinada hacia el norte, conforma la plataforma continental. La cuarta terraza se ubica sobre los 125 m.s.n.m, posee una forma más o menos regular y plana, recorre de oriente a poniente casi todo el anfiteatro (Rodríguez, 1990).

En cuanto a las condiciones edafológicas del área, se puede establecer un dominio importante de cenizas volcánicas, generando este material suelos inceptisoles, siendo sus principales exponentes los suelos ñadis y trumaos (Rovira, 1983).

Las clases de capacidad de uso se asocian a las condiciones de drenaje del sector, presentándose en ciertos lugares suelos de clase III (con características de buen drenaje) y predominando los de clase VII y VIII, los cuales se mantienen inundados en forma casi permanente.

Por otra parte, la comuna de Puerto Montt contaba en el 2002 con 175.938 habitantes, siendo la comuna más poblada de la Región de Los Lagos, con una superficie de 1673 km<sup>2</sup>, y una densidad de 105 hab. /km<sup>2</sup>. Las tasas de crecimiento de la comuna de Puerto Montt han sido más elevadas que las de Valdivia y Osorno, que en conjunto son las tres mayores comunas de la Región, (INE, 2002).

La comuna cuenta con un total de población urbana de 155.895 habitantes y de 20.043 habitantes que corresponden a la población rural. Las mujeres corresponden a 88.113 habitantes y los hombres a 87.825 habitantes, (INE, 2002).

Puerto Montt ha presentado un proceso sostenido de urbanización. Las comunas más rurales han experimentado tasas de migración neta a partir de 1970, produciéndose migraciones hacia los grandes centros urbanos (Pasminio, 2001).

En síntesis, esta caracterización nos habla de una región demográficamente poblada y con una fuerte economía orientada hacia el mercado externo, pero de volumen muy pequeño considerando la cantidad de población que sostiene el territorio.

En el caso de Puerto Montt, su especialización con respecto a otras comunas de la Región, corresponde en brindar servicios administrativos y financieros. Puerto Montt concentra la mayor parte de las sucursales del sistema financiero, al igual que la mayor parte de las oficinas de los servicios y empresas públicas.

De gran importancia en la economía local, es el puerto, donde se embarcan todos los productos de la Región, en especial las astillas, a parte de los arribos de los barcos de turismo que se dirigen con destino a la patagonia chilena. Con respecto al recurso turístico, hay que señalar que éste gira básicamente en torno a la ciudad de Puerto Montt, pero no como atracción turística por sí misma, sino como punto de partida a viajes de las zonas aledañas. Puerto Montt es considerado como centro de servicios y polo de conexión multifuncional. Esto significa que la ciudad cuenta con una importante dotación de infraestructura, servicios y atractivos turísticos, cumpliendo distintas funciones, siendo la más importante la de recepción y distribución de los flujos turísticos, (Bünzli *et al.*, 2002).

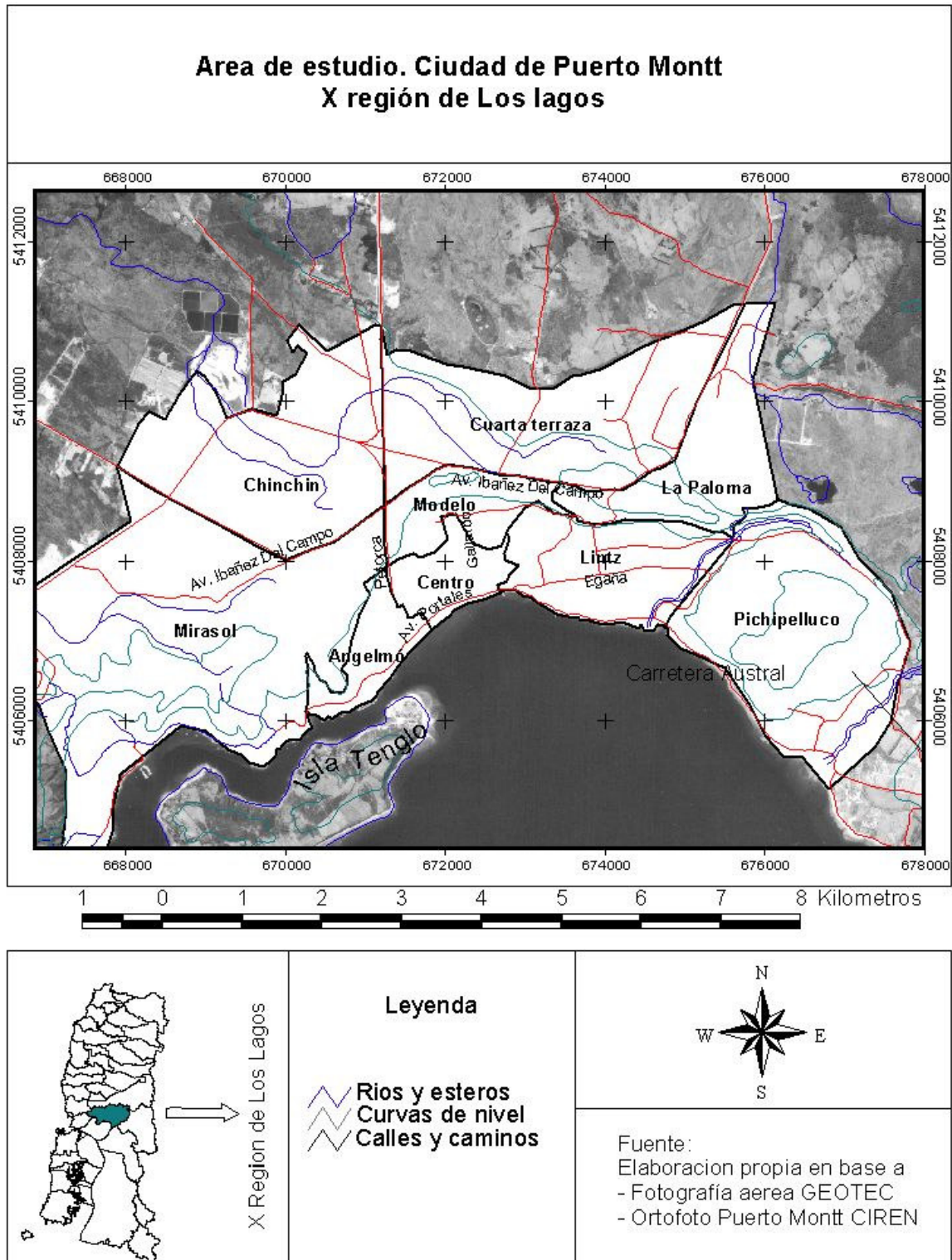
Respecto al carácter urbano de las comuna se puede decir que 6 de cada 7 habitantes vive en la ciudad de Puerto Montt, otorgándole un carácter fuertemente urbano, siendo así la comuna más poblada de las 42 comunas que componen la Región (Pasmínio, 2001).

En cuanto al nivel de instrucción de la población correspondiente a habitantes de 5 años y más, se puede decir, que de un total de 161.123 personas, solo el 2.5% de ellas (4.006) nunca asistió a ningún centro de educación; el 4.2% (6740) posee educación prebásica; el 0.3% (553) asiste a centros de educación especial diferencial; el 43.8 % (70504) posee educación básica; el 34.2% (55.094) posee educación media y el 15% (24.226) posee educación superior (Herrera, 2003).

Respecto a la situación laboral de la población, se puede decir que de un total de 68.096 personas correspondientes a la población económicamente activa urbana de la comuna, el 89% (60.613) esta dentro de la categoría ocupada; el 9.6% (6.515) se encuentra cesante y el 1.4 (968) busca trabajo por primera vez (Herrera, 2003).

En función a su emplazamiento, la comuna de Puerto Montt, concentra sus principales recursos económicos en el sector costero, siendo la actividad pesquera una de las más importantes dentro de ese ámbito, teniendo representación tanto en actividades altamente tecnificadas y de gran aporte a la economía nacional como la salmonicultura y otras como la pesca artesanal que están de acuerdo con la cultura y la idiosincrasia presente en los pobladores de la comuna. A ambas actividades se unen en el desarrollo portuario (asociado principalmente al desarrollo del rubro forestal) y turístico, los cuales le otorgan un dinamismo especial a la comuna en relación a la economía regional.

Fig. 1





### **I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Hoy en día no cabe ninguna duda de que en América latina la urbanización representa un proceso reciente (últimos 50 años) y creciente (altas tasas de urbanización). Por otra parte, es característico de este fenómeno el notable incremento territorial y demográfico que han sufrido las urbes de menor tamaño, donde en el caso chileno se puede observar con claridad el desarrollo que han manifestado las capitales regionales como es el caso de Puerto Montt, que evidencia un comportamiento similar a la tendencia que han tenido las grandes ciudades, es decir se encuentra en un proceso de rápido crecimiento demográfico, asociado a un desarrollo de grandes actividades económicas, especialmente las referidas a servicios y a industrias, (Rovira, 2000).

Uno de los procesos que se da hoy en día en las ciudades en pleno crecimiento, es el paso de una ciudad compacta de alta densidad poblacional a una mas dispersa y fragmentada; se generan “nuevas periferias” donde la dinámica de las suburbanización se alimenta de las migraciones, particularmente las intraurbanas, las cuales juegan un rol decisivo en la conformación de la expansión urbana (Ortiz, 2000).

Ante el latente proceso de urbanización, cabe la necesidad de organizar el espacio de manera armónica a través de una adecuada ordenación del territorio. Conceptualmente esta ordenación es la proyección en el espacio de la política social, cultural, ambiental y económica de una ciudad (Gómez-Orea, 1994).

Recientemente, los centros urbanos de rango medio se han convertido en áreas prioritarias de estudio para la geografía urbana, (González, 1994). En el estudio de dichas ciudades, el componente físico natural ha sido una constante en la planificación como expresión sinónima del territorio, procesos y recursos naturales. Así mismo, el medio físico se define como el sistema formado por los elementos del ambiente natural, en su situación actual, y los procesos que los relacionan, entonces se trata del soporte físico del medio ambiente. A efectos de la ordenación territorial, el medio físico se debe entender y analizar en términos de relación con las actividades humanas (Gómez-Orea, 1994).

La interfase que existe entre el hombre y el medio, en muchos casos se caracteriza por la presencia de puntos críticos en la armonía del entorno. Esta situación es repetitiva en diversos casos como el de Puerto Montt, donde el proceso de urbanización trae consigo externalidades positivas y negativas, dentro de las cuales es propio concentrar la atención en la fragilidad del medio físico a través de la vulnerabilidad a los peligros naturales.

Según OEA (1993), los estudios sobre las limitaciones del medio ambiente urbano, deben incluir: 1- la naturaleza y severidad de la degradación de los recursos, 2- las causas subyacentes a la degradación, que incluyen el impacto tanto de los fenómenos naturales como del uso humano, y 3- el rango de las intervenciones económicas, sociales, institucionales, políticas y financieras que resulten factibles y estén diseñadas para retardar o aliviar la degradación. En este sentido, los peligros y riesgos naturales también deben ser considerados como un aspecto integral del proceso de planificación para el desarrollo. En el caso chileno, los estudios de riesgo son un requisito legal para aprobar los planos reguladores comunales, definiendo áreas con distintos niveles de peligros, no obstante, estos estudios no consideran aspectos tan importantes como la vulnerabilidad y la dinámica demográfica de la población.

La ciudad de Puerto Montt presenta serias dificultades para la instalación urbana, debido a las irregularidades topográficas, asociados a los cambios de pendientes en los escarpes existentes entre sus cuatro terrazas (Pasminio, 2001). Castro y Brignardello (1997) señalan que los espacios litorales son considerados medios naturales frágiles, donde convergen una amplia variedad de procesos morfodinámicos, frente a los cuales la actividad humana se haya en condición extremadamente vulnerable.

No obstante, pese a estas dificultades, la ciudad ha crecido en superficie, hasta llegar a algo más de 2000 hectáreas (Rovira, 2000). Consiguientemente, dentro de la mencionada dinámica urbana que presenta la ciudad de Puerto Montt, es trascendental guiarse por los patrones básicos de la planificación territorial y urbana donde debe primar un claro marco regulatorio en el rol del medio físico en la ordenación del territorio.

#### **I.4 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

##### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la vulnerabilidad físico natural y socioeconómica de la ciudad de Puerto Montt y sus áreas de expansión.

##### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar y cartografiar las variables del medio físico natural.
2. Investigar la organización del espacio urbano identificando las etapas históricas de ocupación en relación a las áreas de riesgo.
3. Caracterizar las variables del medio construido, en relación con la vulnerabilidad que presentan frente a los peligros.
4. Detectar y evaluar el riesgo asociado a las amenazas presentes en el territorio
5. Jerarquizar los niveles de vulnerabilidad, para las variables físico natural y socioeconómico de las zonas expuestas a amenazas en la ciudad y sus áreas de expansión.

## **I.5 MARCO TEÓRICO**

En la investigación geográfica existe una amplia gama de fenómenos que constituyen áreas de interés para su estudio; el territorio por sí solo contiene una dimensión muy extensa para investigar. Unos de los hechos que más ha marcado la evolución del ordenamiento territorial y del estudio de los fenómenos propios del espacio corresponden a los denominados peligros naturales y sus descendidos riesgos, vulnerabilidad, amenaza y desastres.

El desarrollo debe incluir medidas de planificación. El análisis del medio natural es fundamental para definir el normal funcionamiento de una ciudad, camino u otra obra realizada por el hombre, se deben conocer los principales agentes y procesos dinámicos que pueden configurarse como riesgo natural, afectando a personas, bienes públicos, privados e infraestructura (Mesina, 2003). Los planificadores deben evaluar los peligros naturales desde las primeras etapas de los proyectos de inversión y deben desarrollar la forma de evitar o mitigar el daño causado por los distintos eventos naturales peligrosos. Sin embargo, en la mayoría de los casos la experiencia indica que sucede lo contrario, ya que muchas veces se considera el medio natural como un factor de menor peso y basta que ocurra un desastre para lamentarse pérdidas económicas y en el peor de los casos, humanas.

Las ciudades constituyen uno de los principales focos donde se debe concretar la atención al respecto de los peligros naturales, sin embargo, las políticas sociales y la competencia por el espacio no consideran en su totalidad al medio natural ni menos aún a los peligros naturales. En la expansión urbana priman los intereses económicos, el factor de localización y la distribución socio espacial; hoy en día estos factores representan variables de gran importancia a la hora de hacer “crecer la ciudad”, no obstante, la ciudad organizada se constituye con una sólida fuente de planificación preventiva donde la cautela es la principal premisa de acción.

A continuación, se describirán los principales aspectos teóricos que comprenden el tema de los peligros naturales, sus particularidades conceptuales y la estrecha relación que mantiene el medio natural con el hombre y su acción, la ciudad como polo de desarrollo y como uno de los mayores agentes vulnerables que se pueden presentar frente a un peligro natural.

### **I.5.1 CONCEPTOS BÁSICOS**

Previo a cualquier incursión en la temática territorial se impone la consideración y acuerdo en una serie de conceptos básicos a los que aluden todas estas problemáticas. Por ello, se proponen aquí aclaraciones terminológicas fundamentales de uso frecuente en todas las investigaciones relacionadas con el territorio. Interesa en especial, el uso dado a los términos riesgo, peligro, desastre, amenaza y vulnerabilidad.

#### **a) El concepto de riesgo**

Según la Real Academia de la Lengua Española, la palabra *riesgo* implica la proximidad de un daño, desgracia o contratiempo que puede afectar la vida de los hombres. Este término, muy empleado en economía, política y medicina, ha extendido su uso a todas las ciencias. Es frecuente encontrar que el término riesgo se usa como sinónimo de peligro.

Naciones Unidas, trabaja activamente en todos los temas relacionados con estos. A tal efecto, ha elaborado una serie de definiciones entre las que figuran la de riesgo: “grado de pérdida previsto debido a un fenómeno natural determinado y en función tanto del peligro natural como de la vulnerabilidad”.

Una definición de riesgo corresponde a “una probabilidad amenazante” desde un ángulo de aproximación esencialmente humano. Así, se sostiene que el término riesgo “esta cargado de futuro, de un temor respecto del porvenir ligado a una cierta tensión humana o a fenómenos naturales que tienen cierta probabilidad de producirse.

Analizar globalmente un riesgo, es establecer un sistema de observaciones y de conceptos que permiten definir su frecuencia, sus tendencias y sus leyes, en suma una potencialidad de violencia. La violencia está en la lógica del riesgo”, (Instituto Minero y Geológico de España, 1987).

Los riesgos implican un mayor grado de controversia científica que los peligros, tanto respecto de sus causas como de sus consecuencias y probabilidades de ocurrencia. La acepción más divulgada de riesgo es la de peligro que se corre. En líneas generales coincidiría con la acepción dada en este trabajo a la palabra riesgo que corresponde a la probabilidad de ocurrencia de un peligro.

El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos. La valoración cualitativa puede hacerse cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia. Cuando se cuenta con los datos adecuados para realizar un cálculo de probabilidades se puede definir el riesgo. En cambio, cuando no existe posibilidad de calcular probabilidades, sino solo existe intuición o criterio personal, se está frente a una incertidumbre.

### **b) El concepto de peligro**

En las investigaciones realizadas en geografía de los riesgos, se ha puesto cada vez más de manifiesto que peligro es un evento capaz de causar pérdidas de gravedad en donde se produzca. El peligro implica la existencia del hombre, que valora qué es un daño y qué no lo es. Los fenómenos naturales no son en si mismo perjudiciales, por ejemplo, para los antiguos egipcios las inundaciones del Nilo no eran acontecimientos peligrosos. Las inundaciones, sequías, tormentas, terremotos, erupciones volcánicas, huracanes y otros, son fenómenos naturales, que solo se convierten en peligros si ocurren donde vive la población. “los peligros naturales resultan de los conflictos de los procesos geofísicos con la gente” (Smith, 1992).

Esta interpretación de los peligros naturales, da al hombre un protagonismo central en la definición, puesto que es a través de su localización, sus acciones y sus percepciones como un fenómeno natural se transforme en peligroso o no. Por su parte, Naciones Unidas (1979) sostiene que peligro natural es “la probabilidad de que se produzca, dentro de un periodo determinado y en una zona dada, un fenómeno natural potencialmente dañino.”

También existen los peligros antrópicos o sociales, que son aquellos cuyo origen está en las acciones del hombre. Algunos prefieren llamarlos tecnológicos, por ser estas actividades sus principales responsables. Pero este concepto se considera que no es suficientemente amplio, pues existen otros peligros provocados por acciones humanas que no tienen por causa actividades tecnológicas: como por ejemplo la pobreza, la delincuencia, la drogadicción y las enfermedades.

Hacia 1997, Calvo define el peligro ambiental como “todos aquellos elementos del ambiente físico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él.” (Calvo, 1997).

Para interpretar esta definición hay que tener en cuenta que, cuando recién se comenzaron los estudios sobre peligro, peligro natural y peligro ambiental, eran casi sinónimos. Con el transcurso del tiempo y la evolución de los estudios, los conceptos se separaron. Asimismo, los peligros provocados por el hombre se hicieron cada vez más notables y hubo que incorporarlos en las definiciones. De ese modo, se comenzó a hablar de:

*-peligro natural:* cuando el fenómeno que produce el daño tiene su origen en la naturaleza

*-peligro antrópico:* cuando el fenómeno que produce la pérdida tiene su origen en acciones humanas

- *peligro ambiental*: cuando el evento que causa el perjuicio tiene causas combinadas, es decir naturales y/o antrópicas.

Esta idea de peligro ambiental incluye peligros naturales agravados por la acción del hombre, peligros antrópicos agravados por la naturaleza, peligros antrópicos que afectan a la naturaleza, etc.

En 1994, Kates da una definición más amplia de peligro ambiental "...amenaza potencial que enfrenta al hombre con la naturaleza por eventos que se originan o son transmitidos por el ambiente natural o artificial.". En esta definición, se pueden incluir peligros tan variados como: las revenciones, la desertización o la polución atmosférica, que son deterioros ambientales de largo plazo; junto con peligros sociales más inmediatos, como el crimen, la guerra, el terrorismo o la droga. Smith (1992), sostiene que "peligro es una amenaza potencial para los seres humanos y su bienestar". Más recientemente, el mismo autor ha definido los peligros ambientales como "eventos geofísicos extremos y accidentes tecnológicos mayores caracterizados por escapes concentrados de energía o materiales que presentan una amenaza inesperada para la vida humana y puede causar daños significativos para el ambiente y propiedades", (Smith, 1992). Esta definición es más restringida que la de Kates (1994) por cuanto solo contempla como peligro ambiental los peligros naturales o eventos geofísicos extremos y los peligros tecnológicos, dejando fuera el concepto de peligros sociales o antrópicos.

El concepto de peligro que se propone en este trabajo es el siguiente:

Peligro es la ocurrencia o amenaza de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico en un contexto social. Esta definición de peligro se refiere al fenómeno tanto en acto como en potencia.



## **Evaluación del peligro**

Los estudios que evalúan los peligros proporcionan información sobre la probable ubicación y severidad de los fenómenos naturales peligrosos, así como sobre la probabilidad de que ocurran en un tiempo y área dados. Estos estudios descansan fuertemente sobre la información científica disponible, incluyendo mapas geológicos, geomorfológicos y de suelos; datos de clima e hidrológicos, así como sobre mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite. La información histórica, tanto escrita como de reseñas orales de residentes antiguos, es también útil para caracterizar los eventos peligrosos potenciales. Idealmente, una evaluación de peligros naturales, identifica la información adicional requerida para una evaluación definitiva y recomienda las maneras más apropiadas para obtenerla (OEA, 1993).

### **c) El concepto de desastre**

Otro término que se considera importante aclarar es el de *desastre* o *catástrofe*, que en sentido amplio, se refiere a un acontecimiento súbito, inesperado o extraordinario que provoca perjuicios en la vida de los individuos, “es la realización de peligro” (Smith, 1992). Para Naciones Unidas desastre es todo “evento concentrado en tiempo y espacio en el cual una comunidad sufre daños severos y tales pérdidas afectan a sus miembros y a sus pertenencias físicas de forma tal que la estructura social se resiente y la realización de las principales funciones de la sociedad también”, (Naciones Unidas, 1979). En el ámbito de las ciencias sociales, interesan los desastres que afectan a toda una comunidad residente en un área geográfica y que alteran el curso normal de sus vidas provocando enfermedades, muerte, pérdidas materiales u otras privaciones graves. Los agentes que provocan estos acontecimientos pueden ser naturales o producidos por el hombre: terremotos, inundaciones, tornados, epidemias, incendios, guerras. Los efectos van desde una gama de consecuencias directas y tangibles como pérdidas económicas o muertes hasta efectos indirectos, como por ejemplo enfermedades o migraciones.

Los términos de peligro y desastre se suelen usar indistintamente, aunque el segundo implique un acto de destrucción y por lo tanto, se le presente mayor atención, especialmente por parte de la legislación, mientras que el primero implica una destrucción en potencia.

Desastre es el conjunto de dañosa consecuencia o producto de un peligro.

#### **d) El concepto de vulnerabilidad**

Sin duda, el término “vulnerabilidad” tiene una larga tradición en el campo del análisis de riesgos naturales, generalmente utilizado como evaluación de la susceptibilidad a sufrir un evento catastrófico se produzca, o como expresión de los daños potenciales que pueden incluir, expresado en pérdidas de bienes o vidas humanas, (Calvo, F. 1997)

A los efectos de estas consideraciones, vulnerabilidad es el grado de eficacia de un grupo social determinado para adecuar su organización frente a aquellos cambios en el medio natural que incorporan riesgo. La vulnerabilidad aumenta en relación directa con la incapacidad del grupo humano para adaptarse al cambio, y determina la intensidad de los daños que puede producir. El concepto de vulnerabilidad es, por tanto, estrictamente de carácter social.

La vulnerabilidad se manifiesta como un conjunto de factores de interacción que convergen en un grupo humano particular. Tiene como resultado diversos grados de incapacidad para responder ante la presencia de un riesgo determinado y sus causas son tanto internas como externas al grupo.

El concepto de vulnerabilidad es concebido como un factor interno que especifica las condiciones que una región posee para enfrentar una amenaza.

En las investigaciones actuales se analiza comúnmente la vulnerabilidad desde el punto de vista físico, es decir, a lo relativo a riesgos naturales, sin embargo, existen metodologías que resaltan la necesidad de invertir también sobre otros factores más remotos de la vulnerabilidad, como lo es lo social, lo económico e incluso lo institucional, definiéndose en su conjunto como el grado de “vulnerabilidad global” (Wilches-Chaux, 1989).

En este sentido es habitual que en los países subdesarrollados, los aspectos de vulnerabilidad se tomen en cuenta solo en el momento en que ocurren eventos de desastres. Por ende, se hace necesario prever y minimizar los efectos no deseados del actual modelo de crecimiento económico, para que sea posible crecer en un ambiente de seguridad. Es fundamental en consecuencia, integrar el concepto de reducción de la vulnerabilidad en las decisiones de planificación para el desarrollo (Gray de Cerdán, 1998).

### **Evaluación de la vulnerabilidad**

Los estudios de vulnerabilidad estiman el grado de pérdida y daños que podrían resultar de la ocurrencia de un fenómeno natural de severidad dada. Los elementos analizados incluyen la población humana, la infraestructura de bienes de capital y recursos tales como asentamientos, líneas vitales, instalaciones para la producción, locales para concentraciones públicas y patrimonio cultural; también incluye las actividades económicas y al funcionamiento normal de los asentamientos humanos. La vulnerabilidad puede ser estimada para determinadas áreas geográficas, por ejemplo, áreas con el mayor potencial para su desarrollo o áreas ya desarrolladas en zonas peligrosas. Las técnicas empleadas incluyen la cartografía de líneas vitales o instalaciones críticas y un análisis sectorial de la vulnerabilidad para diversos sectores. En América Latina, la vulnerabilidad a peligros naturales es pocas veces considerada como en la evaluación de una inversión. Aún cuando la vulnerabilidad a otros riesgos, tales como los fluctuantes precios del mercado y costos de materia prima, se toman en consideración como práctica normal, (OEA, 1993).

### e) El concepto de amenaza

Las amenazas naturales se definen como aquellos procesos del medio ambiente físico que, por la gran magnitud (*momentum*) que pueden o suelen alcanzar, son capaces de provocar cambios importantes en el paisaje o de alterar su condición de equilibrio de forma más o menos prolongada, según sea el tipo de proceso, el área afectada y la recurrencia (Ferrando, 2003).

Las amenazas naturales involucran una serie de procesos asociados a la dinámica sísmo-tectónica, volcánica, hidrológica, geomorfológica y/o atmosférica.

La temprana identificación de las condiciones potenciales de desencadenamiento y desarrollo de una amenaza natural, en cuanto a tipo, área y condiciones genéticas, trayectoria, proyección y disipación, es fundamental para un adecuado dimensionamiento de la prevención.

La calificación de amenaza de origen natural elimina a todos los fenómenos de amenaza causados directamente por el hombre, tales como las guerras, polución, contaminación química, etc. No obstante, cada vez es más clara la participación indirecta del hombre a través de sus actividades en el agudizamiento de los procesos naturales, procurando involuntariamente su transformación en amenazas.

Existe un cierto consenso en relación a que un cierto proceso natural que no afecta a las instalaciones humanas, o áreas donde este desarrolle algún tipo de actividad, es solo un proceso natural y no una amenaza natural, dado que en su área de influencia nada no natural corre peligro (Sarricolea, 2002).

A continuación (Tabla nº1) se detalla la relación entre tipos de amenazas naturales, factores de base y factores desencadenantes de modo resumido.

| Tabla nº 1 tipos de amenazas naturales, factores de base y desencadenantes |  |   |
|--|--|---|
| Tipo de amenazas   | Factores de base   | Factores desencadenantes  |
| <b>GEOFÍSICO</b><br>Sísmico<br>Volcánico                                   | Conos volcánicos activos, fallas activas, subducción de placas   | Erupción volcánica y movimientos telúricos en la zona                     |
| <b>GEOMORFOLÓGICO</b><br>Aluvión<br>Deslizamiento<br>Derrumbe              | Tipo de sustrato, pendiente, orientación de las vertientes erosividad y erodabilidad                   | Régimen de precipitaciones (persistencia, estado), sismos                 |
| <b>HIDROLÓGICO</b><br>Inundación   | Tipo de cuenca, densidad y cantidad de los drenes, permeabilidad del suelo y caudales promedio anuales | Régimen de precipitaciones y eventos climáticos que superan los promedios |
| <b>OCEANOGRÁFICO</b><br>Tsunami  | Profundidad de la costa, forma de la costa, pendiente de la costa bajo el mar y superficial            | Sismos Tsunami-génicos  |

Fuente: Sarricolea, 2002

## **I.5.2 PLANIFICACIÓN URBANA Y RIESGOS NATURALES**

El aumento de la población urbana y la débil planificación territorial han puesto una fracción importante de la población mundial en condiciones de riesgo ante los fenómenos naturales. Frente a su entorno natural el hombre ha ido desarrollando actitudes que, pasando por el temor, la resignación y la protección han llevado a los países a un equilibrio teórico expresado en la legislación territorial. Sin embargo aún falta mucho para que se pueda hablar de una cultura del riesgo (Hermelin, 2003).

La planificación urbana en el territorio chileno está regulada por la Política Nacional de Desarrollo Urbano, la Ley General de Urbanismo y Construcciones; la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. A mayor escala, las regiones poseen también el Plan Regional de Desarrollo Urbano, el cual orienta el desarrollo de las ciudades de las regiones, ejecutando en primera instancia un diagnóstico regional. En lo que respecta a la planificación comunal e intercomunal, se cuenta con la información entregada por los Planos Reguladores.

Estos instrumentos de planificación territorial constituyen elementos fundamentales en cuanto a prevenir la ocupación de áreas de riesgo, cuando se ajustan a una zonificación rigurosa y definición de los criterios adecuados de la densificación, en función de los grados de vulnerabilidad existentes (Larraín y Housley, 1994).

Los principales alcances de la planificación urbana en relación a los riesgos naturales en Chile se concretizan a partir del plan Intercomunal de Santiago (1979) donde el artículo 7º, se refiere a la protección de vertientes y cauces naturales, e identificación de áreas de alto riesgo para los asentamientos humanos.

La circular que regula los planos reguladores (DDU 55, 1999) define restricciones al uso e intensidad de la utilización del suelo, siendo los riesgos una de las restricciones más importantes.

Define riesgos en forma genérica como producidos por fenómenos naturales o antrópicos, detectados a través de la información recabada como antecedentes para la elaboración de un plan (Sarricolea, 2002).

Las categorías reconocidas por el DDU 55 se esquematizan en la Tabla nº 2, donde se consideran gran parte de los riesgos naturales; sin embargo, queda fuera el riesgo volcánico, lo que se considera como una carencia dentro de la planificación urbana.

Tabla n° 2: Categorías de riesgos según la DDU 55 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo

| Tipos de riesgos                  | Categorías   | Descripción  | Zonificación   |
|-----------------------------------|--|--|--|
| <b>Evento por inundación</b>      | Terrenos afectados por desbordes de cauces naturales   | Incluye el cauce mismo, esteros y quebradas, como áreas ribereñas, ocupadas por las aguas cuando ocurren fenómenos de aluvión, avenidas o crecidas fuertes.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurrentemente inundables (cauces permanentes e intermitentes).</li> <li>• Amagados por inundación (terrenos adyacentes a puntos de desborde)</li> <li>• Expuestos a Tsunamis</li> </ul>                                     |
|                                   | Terrenos afectados por afloramientos de napas subterráneas   | <p>En caso de áreas extensas afectadas por este riesgo, el plan debe considerar la aprobación de proyectos.</p> <p>En caso de terrenos de superficie reducida deben otorgarse permisos de edificación exigiendo medidas que aseguren el escurrimiento superficial.</p> |  |
|                                   | Cauces superficiales   | El plan debería presentar gráficamente los cauces mas importantes dejando los secundarios para ser incorporados en los planos del loteo.   |  |
| <b>Eventos de orden geofísico</b> | Terrenos afectados por riesgos de remoción en masa, y los que se asocian a bordes de mar y cauces (erosión y socavamiento) | Aplicarles las condiciones generales señaladas para terrenos afectados por riesgos de inundación   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terrenos afectados por remoción en masa, sólo a la forestación y actividades de esparcimiento.</li> <li>• Terrenos de borde de mar y cauces, resolver la evacuación de aguas lluvias y evitar la eventual erosión.</li> </ul> |
|                                   | Terrenos expuestos a derrumbes y asentamientos de suelo  | Corresponden a antiguos pozos, o en general, a excavaciones y laboreos mineros.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas verdes y libres, ya que la calidad de los suelos no se compatibiliza con la edificación.</li> </ul>   |

Fuente: MINVU, 1999



### **I.5.3 GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO**

Cada país, región o comuna debe definir un plan de gestión integral de riesgo basado en algunos elementos básicos como: valoración y disposición de recursos para la inversión preventiva, con especial énfasis en los principios, estrategias y procesos de ordenamiento territorial para reducir la vulnerabilidad; incorporación de los factores de vulnerabilidad y riesgo en el ciclo de preparación y evaluación de proyectos y programas de desarrollo; evitar que los programas de rehabilitación y reconstrucción sean meramente una reconstrucción de la vulnerabilidad; establecimiento y fortalecimiento de los sistemas de observación, pronóstico, investigación, vigilancia y alerta temprana; desarrollo de una institucionalidad, con dotación de recursos apropiados, para el manejo de emergencias y desastres; diseño de mecanismos permanentes de articulación y cooperación con el sector privado, las organizaciones de la sociedad civil especialmente de las comunidades afectadas, y las agencias especializadas en la comunidad internacional; ejecución de programas permanentes de la educación de la población (CEPAL / BID, 2000).

#### **Elementos para la gestión integral del riesgo**

##### **1.- Documentar la memoria histórica**

- Permitir una orientación adecuada del proceso de planificación para el desarrollo sostenible del país, considerando la prevención como elemento indispensable.
- Evitar cometer los mismos errores, no reconstruir la vulnerabilidad.

##### **2.- Utilizar una tipología de desastres y sus consecuencias.**

- Aprovechamiento de la información aportada por las fotografías aéreas, imágenes de satélite, cartografía utilización de sistemas de información geográfica (SIG).

3.- Analizar los factores humanos que generan vulnerabilidad e influyen en la magnitud de los desastres

- Estudio de la influencia de los factores económicos y actividades productivas en la dinámica social que generan y propagan la vulnerabilidad como:
- Crecimiento demográfico, expansión caótica del urbanismo, infraestructura, actividades productivas de bienes y servicios.
- Situación socio cultural, estructura del liderazgo y organización.
- La pobreza como causa y efecto de los desastres

4.- Políticas de ordenamiento territorial

- Adecuación a la legislación y las herramientas de control.
- Disponer de planes de emergencia, estabilización y corrección

5.- Incorporación de factores de vulnerabilidad y riesgos en el ciclo de preparación de proyectos y programas.

- Sistemas tecnificados de vigilancia, alerta, alarma, evacuación.
- Establecimiento de escenarios y procesos.

6.- Considerar la prevención como una política de Estado.

## **I.6 METODOLOGÍA GENERAL**

La pauta de trabajo para cumplir el objetivo general de evaluar la vulnerabilidad físico natural de la ciudad de Puerto Montt y sus áreas de expansión, estuvo compuesta por distintas etapas que se señalan a continuación.

- a) Acercamiento al tema y área de estudio a través del análisis del material bibliográfico relacionado con la actual dinámica urbana que se lleva a cabo en las ciudades intermedias y más específicamente en la ciudad de Puerto Montt. En este sentido se utilizó una perspectiva de análisis donde se superponen los elementos que conforman el territorio, es decir las variables del paisaje natural (clima, suelos, hidrología, geomorfología, geología, etc.) junto a las variables antrópicas (población, migraciones, crecimiento urbano, etc.).
- b) Determinación de los factores representativos del caso de estudio. Es en esta etapa donde se conocieron con certeza los elementos claves que deben investigarse, haciendo hincapié en la detección de amenazas naturales a través de la identificación de peligros de inundación, anegamiento, remociones en masa, sismos y peligros volcánicos. Para la realización de esta etapa se insistirá en el análisis geomorfológico, climático y de suelos, así a partir de esta determinación ya se puede tener una primera visión de la fragilidad que presenta el medio natural para resistir la expansión urbana.
- c) Caracterización de cada uno de los elementos que componen la problemática de estudio, dando prioridad a los relacionados con el medio natural. Se obtiene una perspectiva sintética y homogénea del territorio (Peña, 1997), por lo tanto, ya se cuenta con un diagnóstico de la ciudad que se acompaña con una serie de cartografía temática correspondiente a cada una de las variables antes mencionadas y de los fenómenos peligrosos. Para ello se utilizarán los planteamientos de Peña, 1997 para cartografía de riesgos naturales.

- d) Clasificación de los niveles de vulnerabilidad de las áreas expuestas a amenazas de Puerto Montt y sus áreas de expansión. En esta etapa final se integraron las vulnerabilidades que presenta la ciudad, ya sea en su componente natural como en su componente socioeconómico, en los distintos sectores de Puerto Montt.

Se contempló la realización de actividades en la investigación referidas a la labor cartográfica; más específicamente con la utilización de Sistemas de Información Cartográfica (SIG). Los modelos digitales se construyeron a partir de los software Arc-info 3.5.2 y Arc – View3.2.

Por último se debe esclarecer el modo de análisis que se realiza al comparar e integrar variables de distinto orden y de diferente valoración. El método utilizado se denomina Proceso de Análisis Jerárquico (Saaty, 1997) el cual permite modelar variables tangibles e intangibles, cualitativas y cuantitativas, para organizar la información y conocimiento en una estructura jerárquica lógica de análisis.

Saaty y Vargas (1991), proponen una tabla de asignación de puntajes para la comparación de las variables, se toma como referencia que tanto, en forma comparativa, cada indicador refleja el aspecto que desea representar, esto quiere decir, que la importancia depende de cada modelo y el objetivo que este tenga, por lo tanto el grado de importancia depende exclusivamente de lo que se esté buscando mediante la comparación.

Los elementos de cada nivel son comparados a pares, con respecto a su importancia en función de la decisión la comparación se efectúa midiendo la importancia de un elemento (subcriterio) con respecto a otro elemento específico en el nivel inmediatamente superior.

Tabla n° 3 Juicios de importancia

| <b>Juicios de preferencia</b>         | <b>Puntajes</b> |
|---------------------------------------|-----------------|
| Igualmente preferidos (o importantes) | 1               |
|                                       | 2               |
| Moderadamente preferidos              | 3               |
|                                       | 4               |
| Fuertemente preferidos                | 5               |
|                                       | 6               |
| Muy fuertemente preferidos            | 7               |
|                                       | 8               |
| Extremadamente preferidos             | 9               |

(Saaty, 1997)

Mediante la utilización de esta metodología multicriterio, se obtuvo una estimación de los pesos de las variables que se utilizaron en este trabajo, a través de la comparación de pares de variables para finalmente jerarquizar los niveles de vulnerabilidad que presenta la ciudad de Puerto Montt. Para la distribución de los pesos en las zonas definidas para la ciudad se utilizó una metodología de pesos relativos donde al riesgo bajo se le asignó un valor 1, al riesgo medio un valor 2 y al riesgo alto 3. A partir del peso global de cada variable, se asignaron estos pesos mediante una ecuación donde se incluyeron los tres tipos de riesgos multiplicados por su respectivo peso, de esta manera, se obtuvo el peso relativo para cada área de riesgo. Finalmente, este valor fue dividido por el número de áreas designadas que se encontraban en cada una de los tipos de riesgo.

## **I.7 PASOS METODOLÓGICOS**

El desarrollo de esta investigación consta de los siguientes pasos a desarrollar:

1. Caracterización de las variables del medio físico natural. En esta categoría la geomorfología y los suelos representan el soporte de las actividades del hombre sobre la superficie sólida del planeta; además, la pauta base para la comprensión de la dinámica y del reconocimiento de las principales formas presentes en el área de estudio como lo son las terrazas marinas. Para ello se realizó un acercamiento a los sectores de Puerto Montt, Seno de Reloncaví, Alerce, Pelluco, Chamiza y Correntoso.

La geomorfología es importante por sí misma y por la influencia que pueda tener al inventar otros elementos y en la determinación de otros procesos; en el estudio geomorfológico de la zona es fundamental el uso de la fotografía aérea del vuelo FONDEF 1995 a escala 1:20.000, como fuente de ayuda para reconocer ciertos rasgos topográficos, según su forma, emplazamiento y posición relativa. Como referencia en la zona se utilizó la tesis de Ferrando, 1974 “Contribución al conocimiento geomorfológico de la provincia de Llanquihue”.

Así mismo, los suelos se analizaron según el estudio agrológico de la zona (CIREN, 2003) y el estudio de reconocimientos de suelos de las provincias de Osorno y Llanquihue. La utilización de las características del suelo exige previa clasificación y reproducción cartográfica. En esta sección se dará importancia fundamental a las clasificaciones de las distintas características y cualidades del suelo, ya que pueden servir de guía para las labores de planificación. Particularmente, se profundizó en el estudio de las características hídricas de los suelos ya que así se determinan muchos aspectos para su aprovechamiento y muchas de sus características de vulnerabilidad ante las actividades humanas (contaminación de acuíferos, propensión a deslizamientos, etc.).

A su vez, la variable geológica, complemento del análisis de las principales formas presentes en la ciudad, constará de una revisión primaria de las diversas litologías, identificando los grupos básicos de rocas y su seriación temporal. Los elementos geológicos son asociables a un proceso o a un sistema de procesos, tales como: volcanismo, tectónica, teoría cuaternaria, etc. Para tal cometido, se trabajó con el estudio geoambiental del área realizado por SERNAGEOMIN (2000). El escenario geohistórico de la zona se analizó complementando los eventos de sismos y erupciones volcánicas ocurridos durante todo el siglo pasado.

Por otra parte, cabe señalar que en la ciudad de Puerto existe un dominio morfoclimático que resulta de la preponderancia de altos índices de precipitación que se registran todos los años. La precipitación es uno de los caracteres del clima más definitorios y en gran medida es el factor principal del ciclo hidrológico. Es por esta causa que el factor climático adquiere mayor relevancia a la hora de localizar puntos de amenaza a distintos peligros.

Fue necesario recabar en la componente oceanográfica y en la dinámica litoral de la bahía de Puerto Montt y el Seno de Reloncaví, para lo cual se realizó una revisión documental que abordó los temas de la dinámica litoral, dando énfasis en las corrientes, mareas, salinidad y temperatura gracias a la información obtenida de INGEMAR (1998) y Pasminio (2001).

Los aspectos relacionados con vegetación e hidrografía se consideraron como variables de menor influencia en el área de estudio, puesto que en la zona urbana es mínima la existencia de especies vegetacionales que puedan alterar las características generales del medio natural del sector. La componente hídrica, en lo que se refiere a los ríos específicamente, tuvo un escaso aporte ya que por la ciudad no pasa ningún cauce de mayor jerarquía, si no más bien canales y esteros de menor tamaño. Los problemas de inundación que existen en la ciudad tienen relación con las aguas lluvias y el desborde de algunos esteros en la parte alta de la ciudad definidos en el capítulo de inundaciones.

2. Caracterización de las variables del medio construido en relación con las posibles amenazas naturales. Las variables asociadas a este objetivo fueron seleccionadas a partir de la importancia que reviste la localización de la población dentro del territorio, así como a la dotación de equipamiento e infraestructura. Se analizaron en primera instancia: cantidad de población según distritos censales, nivel socioeconómico y los materiales de construcción de las viviendas. Todas estas variables influyen en mayor o menor medida sobre la propensión a sufrir determinados niveles de pérdida, por lo que se consideraron para evaluar la vulnerabilidad.

La densidad de población arrojó en forma cualitativa, el patrimonio humano expuesto a la amenaza y fue calculada a través de la información obtenida de los distritos censales. Esta variable es un buen indicador de la intensidad de ocupación del suelo, así como también permite valorar la sustentabilidad de los modelos de crecimiento urbano (Ortiz y Escolano, 2002).

A su vez, el material de construcción de las viviendas adquiere relevancia frente a situaciones tales como eventos sísmicos, particularmente las paredes de éstas, puesto que dejan en evidencia la vulnerabilidad frente a estos eventos. La información se obtuvo a partir del análisis del censo 2002.

Respecto al Nivel Socioeconómico, se realizó un análisis de ocupación en la ciudad según la información extraída del último censo de población y vivienda (2002), donde se representa la ciudad según sus distritos y ocupaciones predominantes.

Además, se adjunta la información de instalaciones críticas de la ciudad la cual comprende la localización de los puntos más vulnerables en caso de emergencia. En este sentido, se identificaron las instalaciones educativas, hospitalarias, policiales y de bomberos extraídas de información municipal y de las principales entidades relacionadas a dichas instituciones.



Por último, se presentó un análisis genérico de red vial apuntando a los niveles de accesibilidad de la ciudad, identificando las principales vías de la urbe mediante la información de la secretaría de transportes (SECTRA) y sus estudios del sistema de transporte urbano (STU), categorizando las vías de la ciudad en vías de servicio, vías troncales, vía colectora y vía expresa, definiendo cada una de estas categorías en términos de ancho de calle y cantidad de vehículos que transitan por día.

3. Investigar la organización del espacio urbano mediante la identificación de las etapas históricas de ocupación de la ciudad, en relación a las áreas de riesgo. Se identificó las principales etapas históricas en el crecimiento urbano de la ciudad de Puerto Montt, asociadas a la identificación de áreas de riesgo. Para tal efecto se utilizaron las etapas ya identificadas por Rovira (2000) correspondientes a:

- 1853-1875
- 1876-1925
- 1926-1960
- 1961-1973
- 1974-1989
- 1990-2000

4. Jerarquizar los niveles de vulnerabilidad de las zonas expuestas a amenazas naturales en la ciudad y en sus áreas de expansión. Se contempló la utilización de la escala de referencia de riesgos planteada por el Ministerio de Medio Ambiente Español (2000):

a) Zona libre de riesgo (natural y/o inducido). Se entiende como una categoría teórica. Constituye por si sola una zona libre para cualquier actividad sin necesidad de medida alguna.

b) Zona de riesgo bajo asumible. En este caso son necesarias medidas preventivas en la planificación, que eviten riesgos muy probables en la zona.

c) Zona de riesgo medio. Contempla medidas preventivas disuasorias en el tipo de actividad y localización, que eviten riesgos inducidos y zonas críticas.

d) Zona de riesgo alto. Solo asumible con medidas preventivas activas y pasivas. En estos casos, se necesitan medidas disuasorias en el tipo de actividad, localización y densidad de ocupación, que eviten riesgos inducidos e interferencias en planes de evacuación.

La diferenciación espacial de las variables de vulnerabilidad se basó en la sectorización planteada por la Secretaría de Transporte para la comuna de Puerto Montt, sectorización emanada de sus distritos censales urbanos. Corresponde a 9 zonas definidas como:

- Zona Centro: correspondiente al centro histórico de la ciudad, punto donde domina el comercio y los servicios de la ciudad.
- Zona Centro-Norte (Modelo): sector establecido en la segunda terraza donde se ubica la población modelo una de las más antiguas de la ciudad.
- Zona Centro-Poniente (Angelmó): corresponde al área portuaria de Puerto Montt y al tradicional sector de Angelmó.
- Zona Centro-Oriente (Lintz): sigue el comienzo de la carretera austral en su parte baja. Se encuentra aquí el sector de Lintz que se extiende hasta el estero Pichipelluco.
- Zona Norte (Cuarta Terraza): corresponde a la parte alta de la ciudad denominada localmente como sector “cuarta terraza”. Además, es recorrido en su extensión por el estero Lobos.
- Zona Nor-Oriente (La Paloma): en la zona oriente de la ciudad este sector es característico del aeródromo La Paloma y de la población con el mismo nombre.

- Zona Sur-Oriente (Pichipelluco): luego del curso del estero Pichipelluco se establece la población con el mismo nombre y también el sector de Pelluco en las afueras de la ciudad.
- Zona Sur-Poniente (Mirasol): corresponde en su parte baja al sector de Chiquihue, además del sector de Mirasol, uno de los más poblados de la ciudad.
- Zona Nor-Poniente (Chin-Chin): en la parte alta de la ciudad, definido en distritos censales con el nombre de Chin-Chin.

La escala de referencia de vulnerabilidad sectorizada sirvió de apoyo para el análisis de cada una de las siguientes amenazas:

1. Deslizamientos de Laderas: En la zona austral del país, la peculiar condición geológica, tectónica, edafológica y climática del territorio, determina el desarrollo de remociones del tipo deslizamientos laminares trasnacionales y rotacionales (Hauser, 1993). El reconocimiento de la susceptibilidad a los movimientos en masa debe incluir un estudio histórico y de localización de pasados movimientos en masa en la ladera: reconocimiento y estudio de las condiciones que motivan tales movimientos en masa en cada lugar determinado y un estudio del efecto desestabilizador que determinados desarrollos previstos pueda tener. Se plantea la utilización de una pauta de trabajo planteada por el Ministerio del Medio Ambiente Español (2000) (Tabla nº 3), donde se seleccionaron las principales variables que influyen en la zona para el desencadenamiento de deslizamientos de laderas. Estas son: la pendiente, los suelos, la morfología y el registro de antiguos deslizamientos.

Tabla N° 4 Factores a considerar en la susceptibilidad de un terreno a la inestabilidad

| Susceptibilidad a la inestabilidad |   | Baja                                 |  | Alta                                  |                              |
|------------------------------------|---|--------------------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|
| Relieve                            | Encajonamiento del valle.                                       | Pequeño                              | Moderado                                   | Grande abrupta                        | Muy grande                   |
|                                    | Tipo de pendiente   | Suave                                | Moderada                                   | -                                     | Muy abrupta.                 |
|                                    | Afloramientos rocosos   | Ausentes.                            | -  |                                       | Presentes                    |
|                                    | Diferencia entre la altitud máxima y mínima de la ladera        | Pequeña en estribo o en contrafuerte | Moderada.                                  | Grande suavemente convexa o abovedada |                              |
|                                    | Forma de la ladera  |                                      | Recta o simple                             |                                       |                              |
| Drenaje                            | Densidad de drenaje   | Baja                                 | Moderada                                   | Alta                                  | Muy alta                     |
|                                    | Gradiente altitudinal del río                                   | Débil                                | Moderado                                   | Fuerte                                | Muy fuerte                   |
|                                    | Socavación o desmonte de la ladera                              | Nula                                 | Moderada                                   | Severa                                | Muy severa                   |
|                                    | Estancamiento de agua   | Ausente                              | Nivel básico normal en la zona<br>Pequeños | Severa<br>Drenaje lento               | Muy severa<br>Drenaje rápido |
| Suelos                             | Forma   | Fondo del valle                      | Pendientes suaves                          | Pendientes moderadas                  | Pendientes fuertes           |
|                                    | Profundidad   | Bajo<br>Pequeña                      | Moderado<br>Moderado                       | Fuerte<br>Grande                      | Muy grande                   |
| Terremotos                         | Temblores apreciados  | Nunca                                | Rara vez.                                  | Algunos                               | Muchos                       |
| Historia de Las pendientes         | Deslizamientos previos  | Ausentes                             | Raros                                      | Algunos                               | Muchos                       |
|                                    | Depósitos residuales  | Ausentes                             | Raros                                      | Algunos                               | Muchos                       |
| Aspectos Artificiales              | Excavaciones (profundidad)                                      | Nula                                 | Pequeña                                    | Moderada                              | Grande                       |
|                                    | Excavaciones (posición)   | Fondo de valle                       | Ladera baja                                | Ladera alta                           | Cresta o cumbre              |
|                                    | Desviación del drenaje en la ladera                             | Ausente                              |  |                                       | Presente                     |
|                                    | Carga en la parte alta de ladera                                | Nula                                 | Escasa                                     | Moderada                              | Fuerte                       |
| Drenaje                            | Presión de agua en los poros                                    | Baja                                 | Moderada                                   | Alta                                  | Muy alta                     |
| Lecho rocoso                       | Afloramientos rocosos   | Ausentes                             | Parciales                                  |                                       | Totales                      |
|                                    | Densidad de zonas de unión en la roca (junturas)                | Baja                                 | Moderada                                   | Alta                                  | Muy alta                     |
|                                    | Dirección de las zonas de unión en la roca respecto a la ladera | Desviada.                            | -  | Normal                                | Paralela                     |
|                                    | Grado de buzamiento o inclinación.                              | Horizontal                           | pequeño                                    | Moderado                              | Fuerte                       |
|                                    | Alternancia de rocas duras sobre rocas blandas.                 | Ausente                              | -  |                                       | Presente.                    |
|                                    | Grado de alteración   | Nulo                                 | pequeño                                    | Moderado                              | Fuerte                       |

Fuente: Ministerio del medio ambiente Español, 2000.

2. Inundación: el sostenido crecimiento de ciudad de Puerto Montt ha traído consigo una generalizada disminución de la cobertura vegetal y al mismo tiempo, una disminución del porcentaje de la lluvia que se filtra en forma natural, aumentando por consiguiente los caudales que deben ser absorbidos por las redes de aguas lluvias existentes.

Para tener una visión general de esta problemática en la ciudad se describió y se caracterizó el actual sistema de aguas lluvias de Puerto Montt, tanto desde el punto de vista de los caudales generados para tormentas de diferente periodo de retorno, así como del sentido del flujo del escurrimiento, de los cauces y conducciones receptoras, de los problemas de inundaciones y otros tipos generados por dichas tormentas y de las proyecciones de dichos elementos en el tiempo, considerando las zonas de expansión urbana.

3. Con respecto al resto de las amenazas (sismos, tsunamis y eventos volcánicos), hay que señalar que corresponden a una categoría diferentes de amenazas definidas por Castro y Soto (1998) como peligros múltiples bajo escenario real, que considera las amenazas que se presentan de modo poco frecuente pero que sin embargo, son generalmente más catastróficos que los eventos recurrentes.
4. Los sismos: esta categoría de riesgos se analizó recopilando la documentación actualmente existente, enfocando la revisión hacia el estudio de los sismos históricos; además, hubo necesidad de conocer las consecuencias sociales y económicas de la peligrosidad sísmica mediante la vulnerabilidad que presenta la ciudad ante un eventual fenómeno telúrico. En este análisis fue fundamental contar con la caracterización socioeconómica y de vivienda que posee la ciudad de Puerto Montt.

5. Riesgo Volcánico: si bien, la ciudad de Puerto Montt no se encuentra directamente bajo los faldeos de un volcán, igual presenta un nivel de vulnerabilidad para algunos de los diferentes tipos de peligros volcánicos, principalmente los referidos a los sismos de origen volcánico y a las lluvias de cenizas (tefras) que muchas veces traen consigo emanaciones de gases tóxicos y dañinos para la salud. En esta categoría de riesgo volcánico se utilizó el mapa de riesgos del volcán Calbuco utilizando la metodología planteada por González – Ferrán (1993) que plantea la delimitación de un radio de influencia de 50 kilómetros desde el centro volcánico hacia sus alrededores.

Los materiales utilizados son:

- Cartas topográficas 1:50000 del Instituto Geográfico Militar, correspondientes a los sectores de Puerto Montt, Tepual, Correntoso, Trapén, Lenca, Los Bajos y Olmopulli.
- Carta de unidades de relieve en la provincia de Llanquihue realizada por Ferrando (1974) en escala 1:25.000 complementada con fotointerpretación en base a las fotografías vuelo Fondef 1995, escala 1: 20.000, números 029395, 029396, 042215, 042217, 054568 y 054570.
- Información censal del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de los años 1992 y 2002, utilizando la información a nivel de distritos urbanos y zonas censales.
- Ortofoto Puerto Montt n° 3352, con información de suelos, propiedades y distritos censales.

## CAPÍTULO II

### ANTECEDENTES GENERALES

#### II.1 Características geológicas

Las características geológicas del área se deben principalmente a la interacción de fenómenos volcánicos, procesos glaciales y tectónicos, ocurridos durante el periodo geológico más reciente, el Cuaternario, que abarca aproximadamente los dos últimos millones de años (SERNAGEOMIN, 2000).

Históricamente, el territorio ubicado al sur del 44° S, habría estado totalmente englaciado durante el Pleistoceno, mientras que en la Región de los Lagos y en Chiloé (39-44° S), los glaciares habrían afectado el valle central, hasta los faldeos orientales de la Cordillera de la Costa (Pasminio, 2001), ya que hasta hoy no se han encontrado indicios de que la Cordillera de la Costa haya sido englaciada.

Los depósitos glaciales y piroclásticos del Cuaternario junto con las rocas sedimentarias del Terciario son las unidades geológicas más importantes en la zona. Los depósitos glaciales son abundantes, tienen amplia distribución y corresponden a materiales asociados a diferentes periodos glaciales que serán analizados en detalle más adelante, los cuales conforman cordones morrénicos y amplias planicies glaciofluviales. Cada uno de los ciclos glaciales se distingue uno del otro por su distribución, morfología, relaciones estratigráficas e intensidad de meteorización de sus materiales (SERNAGEOMIN, 1999). Dentro de cada ciclo glacial se reconocen diferentes cordones morrénicos y planicies que representan distintos avances del hielo. Los depósitos que conforman las morrenas corresponden, principalmente, a *till*, representado por depósitos caóticos, sin estratificación, con fragmentos de dimensiones muy variables, desde bloques hasta arcilla.

El borde costero del Seno de Reloncaví también está dominado por la presencia de rellenos sedimentarios Cuaternarios, constituidos principalmente por depósitos glaciofluviales y fluviomarinos (Pasminio, 2001). Según Ferrando (1974), los sedimentos glaciales y fluvioglaciales presentes en el sector de Puerto Montt estarían indicando etapas de retroceso de los hielos, durante los cuales se formaron las unidades lacustres.

La actividad Pleistocena tuvo su esplendor en las cuencas del lago Llanquihue y el Seno de Reloncaví donde se generaron depósitos morrénicos y glaciofluviales que SERNAGEOMIN (1999) atribuye a tres avances glaciares mayores que afectaron al sector cercano al lago Llanquihue (glaciaciones Llanquihue, Santa María y Río Llico, Fig. 2). Los depósitos de la glaciación más joven, o glaciación Llanquihue, dominan la región.

a. Glaciación Llanquihue (14.000 – 130.000 AP\*)

Cordones morrénicos, morrenas laterales y terminales indican la extensión alcanzada por el hielo durante esta glaciación, estos se ubican en una franja continua alrededor de los lagos transversales, el Seno de Reloncaví y el Golfo de Ancud. Los sedimentos de estas morrenas están constituidos de estructuras muy variables, las cuales contienen depósitos glaciales de *till*, glaciofluviales y glacialacustres deformados (SERNAGEOMIN, 1999). Los materiales ya mencionados son muy variados, generalmente masivos, sin estratificación, los clastos predominantes son subredondeados a redondeados y muchos exhiben estrías o facetas glaciarias. Dentro de estos predominan las dacitas, andesitas y en porcentajes menores granitos que provienen de la Cordillera de los Andes. Cabe señalar que en los sectores de Punta Pelluco, costa de Puerto Montt y en la isla Tenglo, existen depósitos interestadiales los cuales forman una terraza de 500 m de largo a través de la playa en marea baja, los cuales comprenden gravas, arenas, limos y paleosuelos (turbas) que forman estratos horizontales.

---

\* AP, antes del presente



b. Glaciación Santa María (130.000 – 260.000 AP)

Se trata de una glaciación denominada “intermedia” que alcanzó su apogeo en la parte norte del Canal de Chacao, generando depósitos morrénicos fragmentados al oeste de las morrenas asignadas a la glaciación Llanquihue, los cuales presentan características de diamicto masivo que por lo general se encuentran oxidados, compactos y están compuestos por limos y arenas finas de colores gris-pardo. La mayoría de los clastos corresponden a gravas y bolones, predominantemente subredondeados que presentan facetas de erosión glacial (SERNAGEOMIN, 1999). Los depósitos glacifluviales conforman terrazas disectadas de topografía relativamente plana que se componen de gravas y arenas bien seleccionadas, los clastos están bien redondeados y las gravas presentan buena estratificación.

c. Glaciación Río Llico (260.000 – 350.000 AP)

Corresponde a la cuenca de Llanquihue, donde los depósitos han sido identificados en cordones y morfologías morrénicas principalmente al oeste de las glaciaciones más jóvenes desde Osorno hacia el sur (Ancud) en la zona oriental de la Cordillera de la Costa. Corresponden a depósitos de diamicto masivo, mal seleccionados con gravas, limos y arcillas definidas como *till*. Los clastos presentan un predominio de litologías andesíticas y basálticas. Los depósitos glacifluviales aparecen en franjas dentro de los cordones morrénicos, se componen de sedimentos de regular a bien seleccionados, bien redondeados con gravas y arenas bien estratificadas. Otra característica de estos depósitos es que se observa la presencia de bloques graníticos y rocas volcánicas sobre ellos.

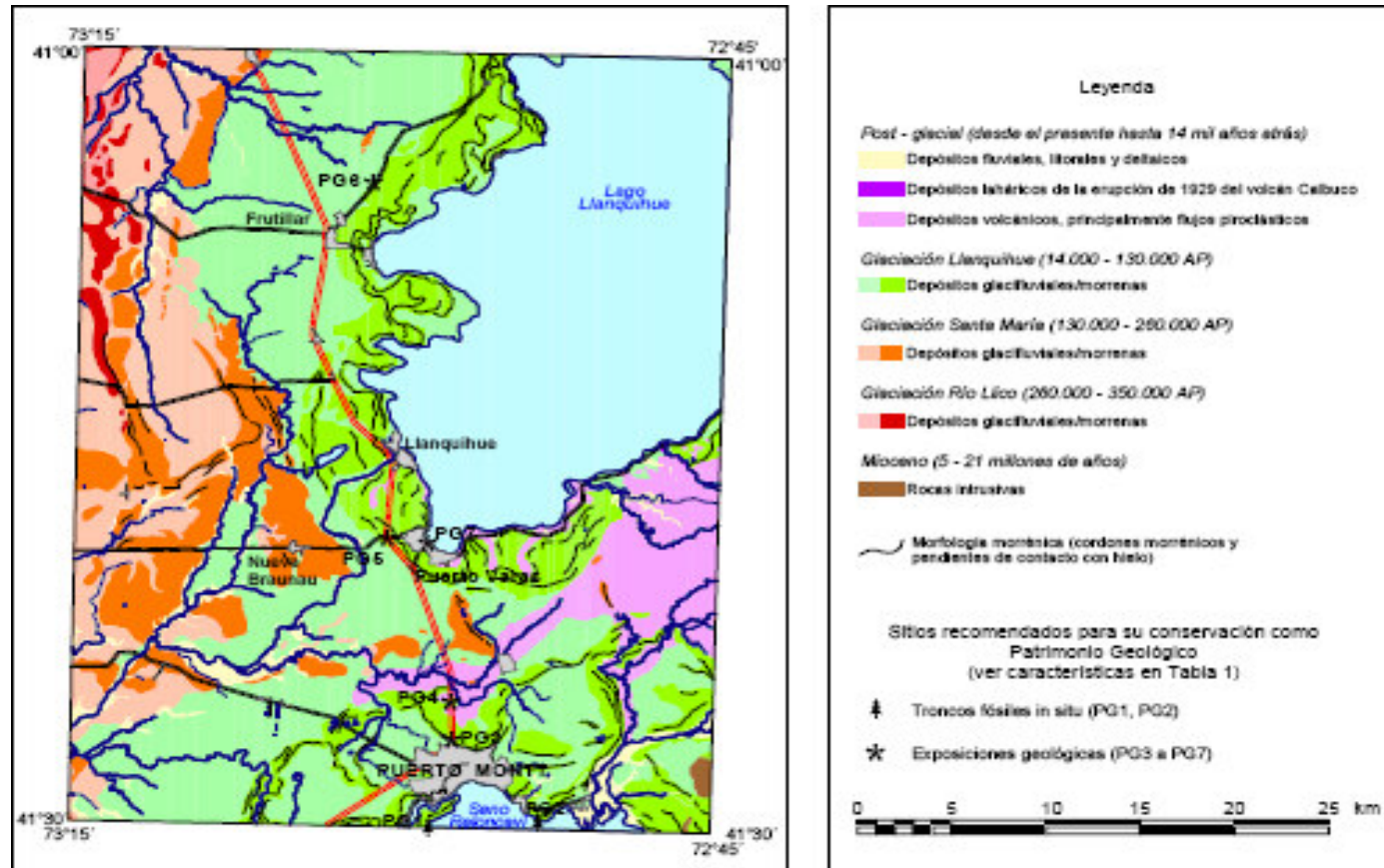


Fig. 2 Glaciaciones en el sector Puerto Montt, Puerto Varas (SERNAGEOMIN 1999)

## II.2 GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA PUERTO MONTT

### Antecedentes Generales:

La provincia de Llanquihue y la comuna de Puerto Montt presentan rasgos generales del dominio geomorfológico del sector, es aquí donde aún se conserva (con diferentes rasgos), la trilogía fisiográfica característica de Chile central. (Ferrando, 1974). La Cordillera de los Andes, La depresión intermontana y, la Cordillera de la Costa si bien, aún son claramente diferenciadas y reconocidas, mantienen procesos totalmente distintos a los de Chile central como lo son la erosión y el modelado. Los gigantescos valles glaciales de la cordillera andina trascienden, a través de una precordillera volcánica, hacia la Depresión Central, donde se encuentran depósitos morrénicos, fluvioglaciales y marinos (Ferrando, 1974). Al respecto, se considera de importancia el papel de la acción glacial en el desarrollo de la morfología, actuando como un agente medioambiental tanto del pasado como del presente y constituyendo un paisaje característico en la comuna y el sector.

El área de estudio constituye por sí sola un sector de transiciones en todos los ámbitos geográficos; La Cordillera de la Costa pierde rápidamente su altura de acuerdo a su latitud, cambia su carácter continental y toma un carácter insular. Posee una activa erosión fluvial realizada por la epigénesis de los pocos cursos de agua que han conseguido atravesarla. El océano Pacífico se interna directamente en el continente, la depresión intermontana se hunde bajo el océano en el Seno de Reloncaví a una gran profundidad, SERNAGEOMIN (1999). Su pasado nos revela una compleja dinámica sedimentológica debido a las transgresiones y regresiones marinas. La cordillera andina también se baña con las aguas oceánicas gracias a la existencia de grandes fiordos, pero sin embargo el volcanismo cuaternario constituye el rasgo sobresaliente donde los volcanes (principalmente el volcán Osorno y el volcán Calbuco) han cubierto con sus materiales parte importante de la depresión, a estos se debe la existencia de suelos volcánicos (trumaos) y suelos ñadis.

Según Börgel (1983), geomorfológicamente, el sector corresponde a la región central lacustre y del llano glaciovolcánico y comprende las categorías de:

1. Planicies de sedimentación marinas y fluvio-marinas
2. Llanos de sedimentación fluvial
3. Llano central con morrenas y conos
4. Lagos con barrera morrénica
5. Cordillera volcánica activa

Las principales características de las planicies de sedimentación marinas y fluvio-marinas son que le confieren al área una morfogénesis de tipo glacial, donde el desarrollo del relieve se debe a las morrenas que delimitaron por el oeste al antiguo lago glacial que actualmente se conoce como Seno de Reloncaví (Börgel, 1983).

Los llanos de sedimentación fluvial, a diferencia que las regiones más septentrionales, presentan en los lechos de los ríos materiales de arenas, arcillas y limos, siendo más escasos los rodados y bloques. Los ríos erosionan un paisaje heredado de origen glacial y periglacial, con materiales poco coherentes, determinan una profunda excavación de los lechos en sentido lineal, constituyéndose los ríos en verdaderas barreras naturales para las comunicaciones regionales (Börgel, 1983).

El llano central con morrenas de ablación y conos de solifluxión periglacial es propio del paisaje con topografía acolinada, fuertemente ondulada, donde el volcanismo ha introducido elementos que definen suelos característicos y locales como por ejemplo, los ñadis y los trumaos.

Las formas lacustres con barreras morrénicas están representadas en el área por los lagos Llanquihue (1600 km aprox.) y Chapo (60 km aprox.), ambos de origen glacial, sin embargo, existe también un notable aporte de la actividad tectónica ya que sucesivas incidencias sísmicas y volcánicas han acuñado las fosas lacustres de los lagos y han provocado el hundimiento del antiguo lago Reloncaví.

La cordillera volcánica activa, según el mapa geomorfológico de Chile (Börgel, 1983) se extiende aproximadamente por 350 km desde el volcán Llaima hasta el volcán Hornopirén. En este sector es propia la existencia de nevados conos volcánicos que se levantan al extremo oriental de los grandes lagos. La orografía del sector andino constituye un relieve fuertemente rebajado por la erosión de glaciares y ríos. Los volcanes representativos de la zona de Puerto Montt son el volcán Osorno de 2661 m. y el volcán Calbuco de 2015 m.

Según Börgel (1983), la región central lacustre del llano glacio-volcánico presenta rasgos morfológicos que le otorgan identidad; La erosión glacial, las depresiones lacustres y el volcanismo activo son un conjunto de rasgos cualitativos que dan personalidad a la región en general.

Actualmente, el área de estudio se encuentra estabilizada, sólo manteniendo dinámicas de erosión asociadas a los escurrimientos de las cuencas locales (Pasmínio, 2001).

La depresión intermontana como sistema fisiográfico, corresponde a una gran fosa tectónica que va adquiriendo complejidad con el avance latitudinal, demostrando un quiebre a la altura de el seno de Reloncaví.

Las características morfológicas del área Puertomontina siguen presentando la faceta característica del dominio glacial, ya que el comienzo de las grandes glaciaciones encontró en la depresión central enormes volúmenes de sedimentos, iniciando así la etapa erosiva más importante que ha afectado a esta zona. Por ejemplo, en la carretera panamericana entre Puerto Varas y Puerto Montt se encuentran depósitos morrénicos antiguos atribuidos a la existencia del glaciar Chapo, el cual consiste en una lengua de hielo difluente del glaciar Reloncaví. La existencia del glaciar Chapo se estima que es anterior al surgimiento del aparato volcánico de Calbuco, el cual habría represado el lago con sus materiales volcánicos de origen lahárico (Ferrando, 1974).

El último vestigio del glaciar Chapo que se ha observado en el poniente de la zona corresponde a la formación morrénica de Alerce, cuyos materiales están muy compactados, al estado de conglomerados con una matriz arenosa fina de color pardo-grisáceo, la matriz presenta pequeñas inclusiones de granos gruesos y algo de material volcánico. Además, se presume que la morrena de Alerce es una de las más antiguas de la provincia de Llanquihue (Ferrando, 1974).

La acción del glaciar Llanquihue es otro factor de importancia en el modelado del sector, este glaciar se extendió como un gran abanico, lo que configuró la hoya ocupada posteriormente por el lago Llanquihue represado por morrenas laterales y frontales pertenecientes a la última glaciación, compuestas principalmente por clastos y fragmentos trabajados en el arrastre del hielo sobre el hielo rocoso (Ferrando, 1974). En relación con la morrena de Alerce y el glaciar Chapo, no se tiene antecedentes correlacionados con el glaciar Llanquihue.

Morfológicamente, estos depósitos han tomado forma acolinada, donde el papel del agua ha tallado profundas quebradas, construyendo terrazas con materiales provenientes de los depósitos glaciales y fluvio-glaciales que disectan cordones morrénicos. Las aguas y sedimentos que desaguan actualmente en el océano, no presentan mucha potencia y por lo tanto, su importancia en la dinámica geomorfológica costera es relativa, no detectándose grandes acumulaciones de sedimentos en la salida de estos esteros, ni procesos de captura ni embancamiento, a excepción del río Chamiza que forma los bancos naturales de Coihúin al sur de Pelluco (Pasmínio, 2001).

La ciudad de Puerto Montt está constituida por cuatro niveles de terrazas, compuestas por suelos o sedimentos no consolidados del pleistoceno y del holoceno. No se encuentran afloramientos de rocas en el área y los depósitos aludidos corresponden principalmente a:

- Depósitos glaciofluviales
- Depósitos de morrenas
- Depósitos de coluvios
- Depósitos de corrientes de barro y deslizamientos de tierra
- Depósitos de playa
- Materiales de relleno artificial

Los sedimentos glaciofluviales son los más importantes en el área de Puerto Montt, ya que ocupan las mayores extensiones de la ciudad, con espesores de hasta 80 o 100 m. Consisten en horizontes de gravas y arenas generalmente bien estratificadas, con compacidades variables, predominando las elevadas.

Los depósitos de morrenas afloran localmente en el sector norponiente de la ciudad, con espesores no mayores a 10 m están compuestos de arena, grava y bolones de hasta 1 m de diámetro, sin estratificación, con compacidad en general elevada, dando una característica a la formación de diamicto masivo.

Los depósitos de coluvios tienen espesores de 1 a 2 metros y corresponden a materiales que se acumulan sobre los flancos o costas de terrazas situados sobre los 45 m.s.n.m. Están constituidas por una arcilla limosa café.

Las corrientes de barro y deslizamientos de tierra están asociados a lluvias intensas y movimientos sísmicos en tiempos históricos y prehistóricos, así como también al efecto de cortes artificiales con taludes muy empinados. Básicamente, se trata de material derivado de los niveles aterrizados presentes en el área, el cual se ha movido pendiente abajo, alcanzando localmente la costa. Está constituido por limo, arena y grava de baja compacidad y consistencia.

Rodríguez (1990), describe los depósitos de playa como aquellos que corresponden principalmente a arena situada a lo largo de toda la franja costera, entre el canal de Tenglo, al poniente y más allá de Pelluco, al oriente, los espesores son desconocidos y la compacidad es baja.

Los materiales de relleno artificial presentan baja compacidad y consistencia, se componen de grava, arena, ladrillo, madera y lodo.

Bordean la línea costera de la ciudad, sin conocerse su extensión. Su espesor se estima entre 2 y 3 metros. A raíz del sismo de mayo de 1960, parte de estos materiales se deslizaron hacia el mar, de modo que es probable que en ciertos sectores del fondo marino, vecinos a la franja litoral, se encuentre una mezcla de arenas de playa y materiales de relleno artificial de granulometría bastante heterogénea y baja compacidad y consistencia (Rodríguez, 1990).

Todos estos depósitos han contribuido a la caracterización del paisaje geomorfológico de la ciudad, donde destacan las siguientes geoformas: terrazas de abrasión, morrenas, terrazas laterales y áreas depresionales que corresponden a fondos de antiguos esteros y pantanos. De estas geoformas, las que le dan una característica particular y un sello distinto a la ciudad son indiscutiblemente las cuatro terrazas de abrasión (Fig. 3), que se suceden entre los 10 y los 107 m.s.n.m.

- Primera terraza: se sitúa a 10 m.s.n.m. Comprende toda la franja litoral desde Angelmó hasta Pelluco, presentando su parte más amplia en el sector central de la ciudad. Está formada básicamente por depósitos glacio-fluviales, relleno artificial y acumulaciones de arena en su borde costero.
- Segunda terraza: se localiza a 45 m.s.n.m (Fig. 4) está constituida por depósitos aluviales de escombros y por material granular de rocas graníticas y volcánicas que forman su parte inferior. Se desarrolla principalmente frente al sector central, en forma desmembrada, prolongándose hacia el sector de Pichipelluco.
- Tercera terraza: se ubica a 107 m.s.n.m. y conforma la plataforma continental. Es plana, ligeramente inclinada hacia el norte y su subsuelo está compuesto por grava de tamaño medio y grueso, con arcilla y sedimentos conglomerados.



- Cuarta terraza: se sitúa sobre los 107 m.s.n.m., recorriendo de oriente a poniente casi todo el anfiteatro. También corresponde a la plataforma continental, que se desarrolla en forma bastante regular y plana en el norte de la ciudad. Se trata de suelos deforestados en los tiempos de la colonización, de baja aptitud por su escaso espesor y mal drenaje (ñadis).

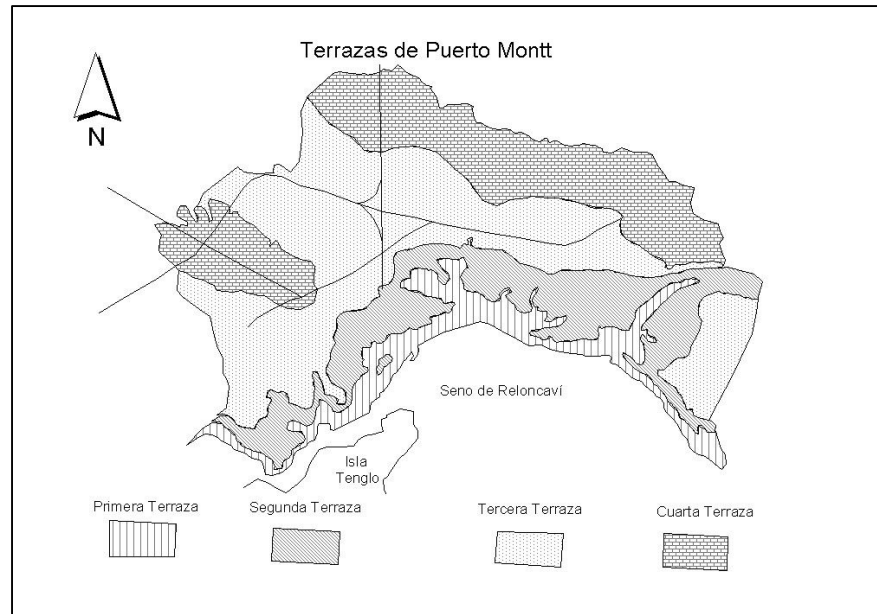
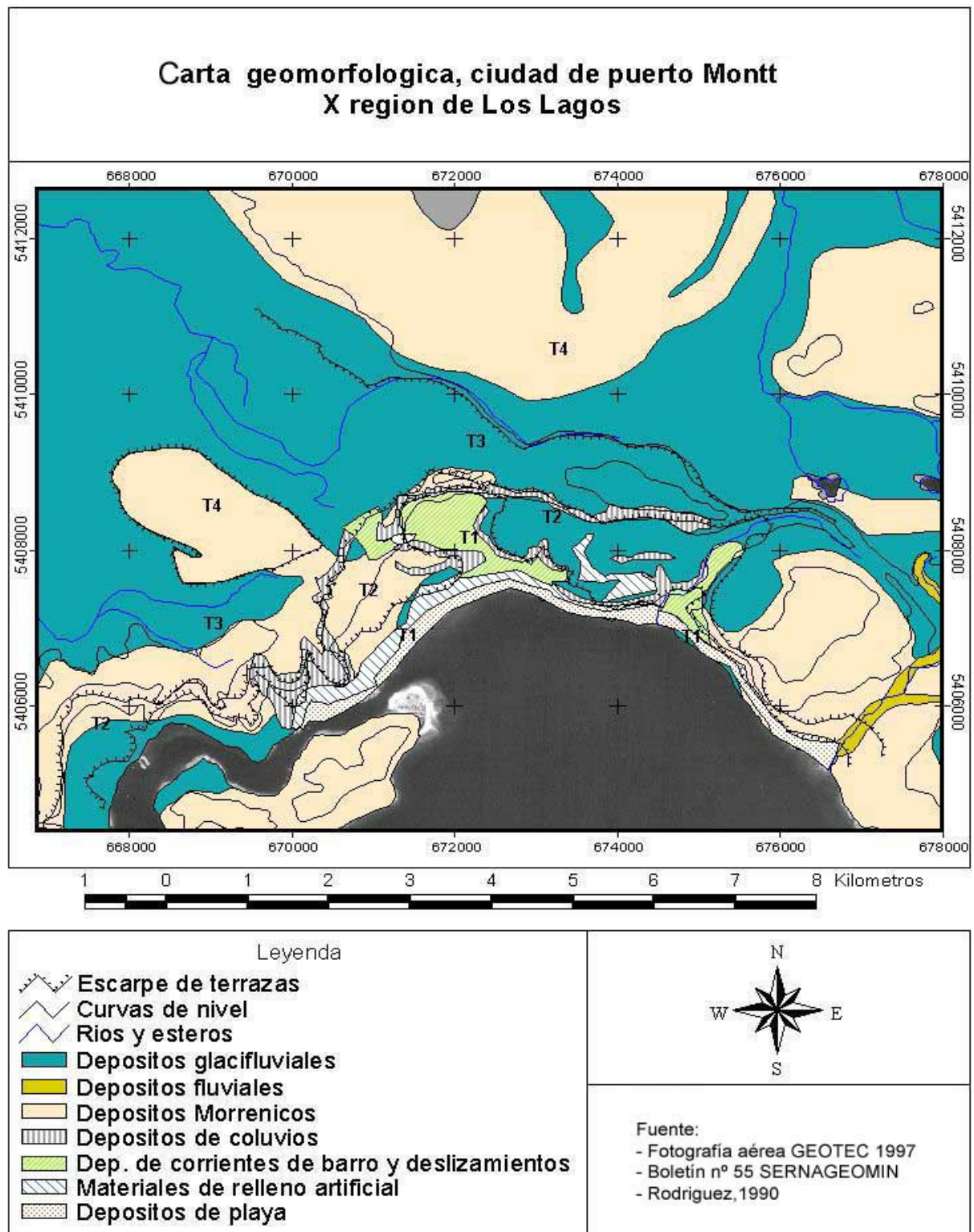


Fig. 3 Esquema de los niveles de terrazas en Puerto Montt



Fig. 4 Fotografía ciudad de Puerto Montt, vista hacia la segunda terraza.

Fig. 5



### II.3 SUELOS

Al Sur de los 38° S, el paisaje y el suelo cambian en función del incremento de las precipitaciones, disminución de la temperatura y modificaciones en la composición vegetal (Rovira, 1983). De este modo, el suelo toma características hidromórficas, como por ejemplo en los suelos ñadis, que Ferrando (1974) los define como “suelos permanentemente saturados y que son derivados en parte o completamente, de ceniza volcánica, la cual es más reciente que el último periodo glacial, pero que a pesar de ello, se encuentran cubiertos por derrubios glaciares, la mayoría de los cuales son grava y arena, material del cono de transición” y que Luzio (1992) define como “suelos de cenizas volcánicas, con mal drenaje y que en su horizonte superficial tienen un mayor contenido de materia orgánica, su sustrato está compuesto por un depósito fluvio-glacial de gravas redondeadas y arena intersticial que presenta diferentes grados de cementación. Los suelos ñadis se desarrollan principalmente en las áreas deprimidas topográficamente, del llano central, en latitudes al Sur de la ciudad de Temuco (48° 45’ S) (Rovira, 1983). Se clasifican como *acuepts*, típicos de ambientes hidromórficos. En la provincia de Llanquihue, los *acuepts* se concentran en la depresión limitada por los conos fluvio-glaciales originados en las morrenas que encierran los lagos por una parte, y morrenas más antiguas, instaladas en las proximidades de la Cordillera de la Costa.

Otro tipo de suelos que predomina el sector es el de los llamados “*Trumaos*” (Tabla nº 5), nombre derivado de la lengua mapuche que refiere a su condición de polvo de fácil suspensión en el aire. Estos suelos quedan categorizados con el nombre de *Andepts* debido a su estrecha relación con el cordón andino. Los *trumaos* presentan textura franca, franco limosa o franco arcillosa, de colores pardo o pardo amarillento, con elevado contenido de materia orgánica en el horizonte superficial y también a través del perfil. Poseen una elevada capacidad de retención de agua y buena permeabilidad; son suelos que no presentan problemas de drenaje. Tienen alto nivel de fertilidad aún cuando poseen una elevada retención de fosfatos.

Ocupan los sectores de lomajes suaves y las terrazas aluviales y lacustres, (Luzio, 1992). Presentan una buena retención de agua útil y buena penetración de las raíces.

En situaciones costeras están sometidos a mayor humedad y temperaturas más moderadas, en comparación con los ubicados en el interior que se encuentran sometidos a cambios climáticos más drásticos y un clima local más seco (Rovira, 1983).

Así, el área de emplazamiento de la ciudad de Puerto Montt queda definida edafológicamente en el orden de Inceptisoles y en los subórdenes de *Andepts* y *Acuepts*, ambos derivados de la acción volcánica.

Tabla nº 5 Características generales de los suelos Ñadis y Trumaos.

| <b>Tipo de Suelo</b>                   | <b>Ubicación Geográfica Y Geomorfológica</b>   | <b>Morfología y Profundidad media de los suelos</b>   | <b>Propiedades Físicas</b>   | <b>Propiedades químicas</b>  |
|--|--|---|--|--|
| <b>T<br/>R<br/>U<br/>M<br/>A<br/>O</b> | - Cordillera de los Andes y sus valles, precordillera de los andes y valle central. En general ocupan posiciones intermedias a altas de lomajes o planos ligeramente ondulados | - Suelos de colores oscuros en los primeros horizontes; friables y suaves al tacto; ligeramente adhesivos y se denota la presencia de agregados en todo el perfil; presentan una forma de humus<br>- la profundidad promedio es superior a los 150 cm<br>- se clasifican como suelos profundos  | - Densidad aparente baja 0,3-0,9 g/cm <sup>3</sup> -<br>- Densidad real varía entre 1,9-2,7 g/cm <sup>3</sup> . Alta capacidad de retención de agua<br>- Textura al tacto franca, con arena y limo en cantidades variables<br>- Velocidad de infiltración de 7,5 a 12cm/hora. Volumen de poros varía entre 68%-82%   | - PH de tipo ácido varía entre 4,3-6,7. Materia orgánica 6,8%-23,5% entre 0-25cm de profundidad. 2,3%-14,5% entre 25-50 cm. de profundidad. Capacidad de intercambio catiónico varía entre 37-75 meq/100g. Saturación de base 6-35%. Gran capacidad de fijación de P. Alto porcentaje N total y C total.   |
| <b>Ñ<br/>A<br/>D<br/>I<br/>S</b>       | - Valle Central<br>- Se ubican en posiciones bajas con topografía plana a ligeramente ondulada<br>-El sustrato está formado por material de origen glacial.                    | - Suelos de colores muy oscuros en los primeros horizontes (hasta 30cm), en profundidades colores pardo a pardo rojizo con buen drenaje y color pardo grisáceo muy oscuro a oscuro con mal drenaje. De estructura bien desarrollada; presentan escasos moteados en su perfil<br>- La profundidad media es inferior a los 100cm<br>- Se clasifican como suelos generalmente delgados | - Densidad aparente baja, varía entre 0,5-0,6 g/cm <sup>3</sup><br>- Densidad real varía entre 2,0-2,3g/cm <sup>3</sup> . Alta capacidad de retención de agua. Velocidad de infiltración varía entre 5-12cm/hora en los horizontes superiores<br>- Textura superficial al tacto de tipo franco arenosa fina a muy fina<br>- Drenaje restringido debido a la presencia de un horizonte cementado conocido localmente como "Fierrillo" | - PH ácido a fuertemente ácido. Alto contenido de materia orgánica. La capacidad total de intercambio catiónico es alta (40mq/100g). El porcentaje de saturación de bases es muy bajo en todos los suelos (20-30% en el horizonte superior y 2-5% en profundidad). Gran cantidad de fijación de P. Presencia de un delgado horizonte cementado compuesto principalmente por Hierro, Aluminio y Sílice. Alto porcentaje de n total en el horizonte superior |

Fuente: Carmona, 1981

## Análisis de suelos locales

En el área de Puerto Montt urbano se reconocen principalmente tres series de suelos definidas en el estudio agrológico de la X Región de Los Lagos (CIREN, 2003) donde se describen las series Puerto Montt, Alerce Llanquihue además de sus respectivas asociaciones, entre las cuales destaca la Asociación ALC-1+LLQ6, además de las alta representación de tipos misceláneos en el casco urbano de Puerto Montt. En la Fig.6 y Tabla n° 6 se describen las series representativas de la ciudad de Puerto Montt.

Tabla n° 6 Series más representativas de la ciudad de Puerto Montt

| SERIES DE SUELO | SUPERFICIE (hás) | PORCENTAJE DE SUPERFICIE (%) | PORCENTAJE ACOMULADO (%) |
|-----------------|------------------|------------------------------|--------------------------|
| Puerto Montt    | 219171           | 25%                          | 25%                      |
| Llanquihue      | 23929            | 2,8%                         | 27,80%                   |
| Alerce          | 100608           | 11,70%                       | 39,50%                   |
| Asociaciones    | 279306           | 32,40%                       | 71,90%                   |
| Misceláneos     | 236937           | 27,55%                       | 99,45%                   |

Fuente: elaboración propia a partir del Estudio Agrológico de la X Región

Fig.6

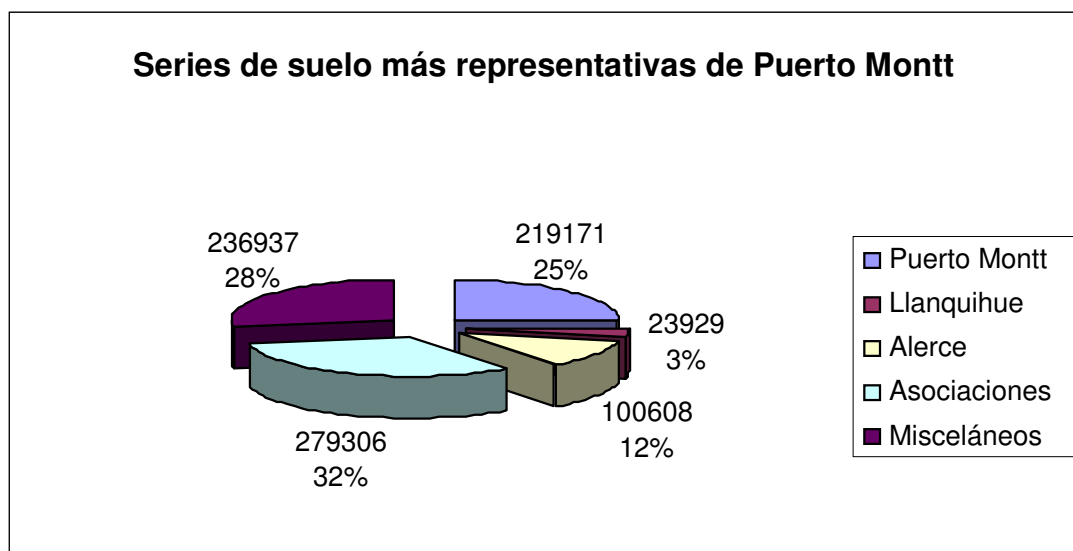
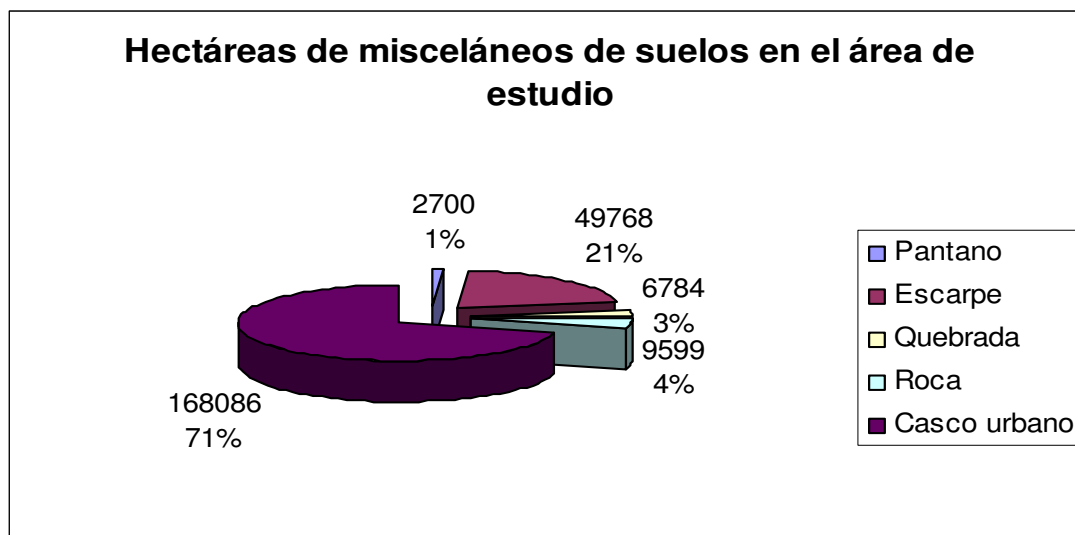


Fig. 7



En la magnitud y representatividad de los distintos tipos de suelos locales se destaca la importancia de los misceláneos, en donde aparte del casco urbano con 168.086 hás, predomina la presencia de escarpes con 49.768 hás.

### Caracterización de los suelos locales

En la zona de estudio por lo general predominan tres series de suelo llamadas serie Alerce, Serie Llanquihue y Serie Puerto Montt, cada una con sus respectivas variaciones locales y tipos misceláneos de terrenos. Se describen a continuación según CIREN (2003).

#### a) SERIE ALERCE, franca

Corresponde a un tipo de suelo muy delgado, desarrollado a partir de cenizas volcánicas depositadas sobre un substrato fluvio-glacial de cementación variable.

Generalmente posee en la superficie un horizonte O, sobre el suelo mineral, que puede alcanzar los 10 cm de espesor. El suelo presenta una textura franca en el horizonte superficial y más fina en los horizontes más profundos.

La parte superior del substrato fluvioglacial frecuentemente constituye un duripán a causa de la fuerte cementación sílica que presenta. Entre el suelo y este substrato se encuentra un horizonte plácico (fierrillo) de hasta 10 mm de espesor, irregular, discontinuo y de cementación variable. Este suelo ocupa las posiciones planas y depresivas del paisaje, por lo que el drenaje varía entre imperfecto y muy mal drenado. La mayoría de los pedones se encuentran saturados durante el año. La serie es un miembro de la familia media, amórfica de los *Duric Histic Placaquands* (Andisol). Por último, esta serie ocupa las terrazas fluvioglaciales planas en las posiciones más deprimidas del paisaje. En la cartografía anexa la serie se manifiesta en las variaciones ALC1 y ALC5.

b) SERIE LLANQUIHUE, franco arenosa fina

La serie Llanquihue es un miembro de la familia media, *Hydric Endoaquands* (Andisol). Su suelo profundo es desarrollado a partir de cenizas volcánicas holocénicas que ocupan la posición de terrazas planas o casi planas de los planos de depositación fluvioglacial. De textura franco arenosa fina y color pardo oscuro en la superficie y franco arcillo limosa y color pardo amarillento en el horizonte B más profundo. Las pendientes fluctúan entre el 1 a 3 % y de 2 a 5 %. En los sectores más planos y deprimidos, el drenaje es pobre y en las posiciones más elevadas puede ser moderadamente bien drenado y bien drenado.

c) SERIE PUERTO MONTT, franca

La serie Puerto Montt es un miembro de la familia *Acrudoxic Durudands* (Andisol), corresponde a un suelo moderadamente profundo desarrollado a partir de cenizas volcánicas holocénicas que ocupa una topografía de lomajes de moderada a fuertemente ondulada. De textura franca y color pardo muy oscuro en el horizonte superficial y de textura franco limosa y color pardo fuerte en el horizonte Bt inmediatamente sobre el substrato (Fig. 8).



Presenta buen drenaje a causa de la topografía. Su posición ocupa una zona de lomajes de moderada a fuertemente ondulados, muchos de ellos a modo de cerros islas en un paisajes plano o casi plano dominado por los ñadis Llanquihue.

Algunos sectores del área de estudio presentan particularidades misceláneas de suelos. Los tipos predominantes corresponden a:

- Misceláneo quebrada (MQ) establecido en terrenos de pendientes abruptas, susceptible a erosionarse y presentar en su cauce piedras y bolones abundantes. Presenta generalmente una buena a regular vegetación arbustiva que evita los procesos erosivos y que deben mantenerse como terrenos de protección.
- Misceláneo pantano (MP) corresponde a terrenos húmedos, de topografía plana y ligeramente cóncava, con agua superficial o nivel freático cercano a la superficie durante todo el año. La vegetación es hidromórfica.
- Misceláneo escarpe (E) corresponde a quiebres abruptos de pendientes superiores a 60 %. Gran parte de esta unidad está cubierta de vegetación arbustiva, especialmente en los sectores con influencia de clima marítimo. Debe conservarse la vegetación a objeto de evitar procesos erosivos acelerados.

En la zona cartografiada se presentan capacidades de uso de suelo que apuntan por lo general a niveles muy bajos en lo referente a la aptitud agrícola de estos. Las clases predominantes en la zona corresponden a:

Clase III: definidas por Rovira (1983) y Luzio (1992), como terrenos que presentan limitaciones que restringen su uso. La topografía dominante es de lomajes con pendientes moderadamente inclinadas hasta 1.5% susceptible de erosionarse; la profundidad media es de 0.6 m. La permeabilidad es lenta, baja fertilidad, inundaciones frecuentes u otras limitaciones que requieren prácticas de manejo y conservación moderadas. En la zona de estudiada la serie se encuentra en los sectores de T4.

Clase IV: en general, esta clase representa el límite en que es posible cultivar el suelo con rendimientos remunerativos, requiere práctica de manejo y conservación a causas de pendientes pronunciadas, baja capacidad de retención de agua, severa susceptibilidad a la erosión u otras limitaciones que determinan que estos suelos no estén adaptados para la producción regular de cultivos. Se encuentran en el área de estudio con menor presencia en los sectores alejados de la ciudad.

Clase V: tienen escaso o ningún riesgo de erosión, pero presentan otras restricciones que no pueden removerse en forma práctica. Corresponden principalmente a terrenos planos que tienen limitaciones originadas por lo general por falta de drenaje, inundaciones frecuentes, excesiva pedregosidad, etc. En Puerto Montt existen en los sectores planos de las terrazas altas.

Clase VI: Incluye a los terrenos en los cuales las características de pendiente, de suelo, de riesgo de erosión visible, de clima u otras causas, impiden en forma permanente su cultivo y sin posibilidad de que esto pueda ser modificado. En la zona donde existen mayores índices de precipitación estos suelos tienen condiciones potenciales para la explotación ganadera, por tener pendientes moderadas y adecuada fertilidad. Son comunes en las zonas aledañas a la ciudad de Puerto Montt donde existen pequeñas lagunas en las terrazas altas (T4).

Clase VII: son suelos con limitaciones muy severas mayores que en la clase VI, que los hacen inadecuados para cultivos, por lo cual están restringidos a ser usados con fines de pastoreo o forestal. En la Región de Los Lagos (altos índices de precipitación) existe riesgo de erosión por las fuertes pendientes: el factor clima determina que el uso ganadero sea restringido, debiendo preferirse conservar los bosques naturales como base de explotación permanente y de protección de terreno. En Puerto Montt son comunes en los sectores de quebradas y escarpes (misceláneos).

Clase VIII: son suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente a la recreación, vida silvestre o protección de hoyas hidrográficas. Comprende a todos los terrenos con muy serias limitaciones en cuanto a su topografía, suelos, pendientes, clima, erosión, etc. Puede estar constituida por roqueríos, nevados y glaciares en la alta cordillera; por pantanos no drenables, dunas, desiertos sin posibilidades de regadíos; terrenos destruidos por la erosión, etc. En el área de estudio se presentan con frecuencia en los sectores de escarpe de terrazas entre T1 y T2, en la isla Tenglo, en el camino entre Puerto Montt y Alerce (sector pantanoso) y en el comienzo de la Carretera Austral.

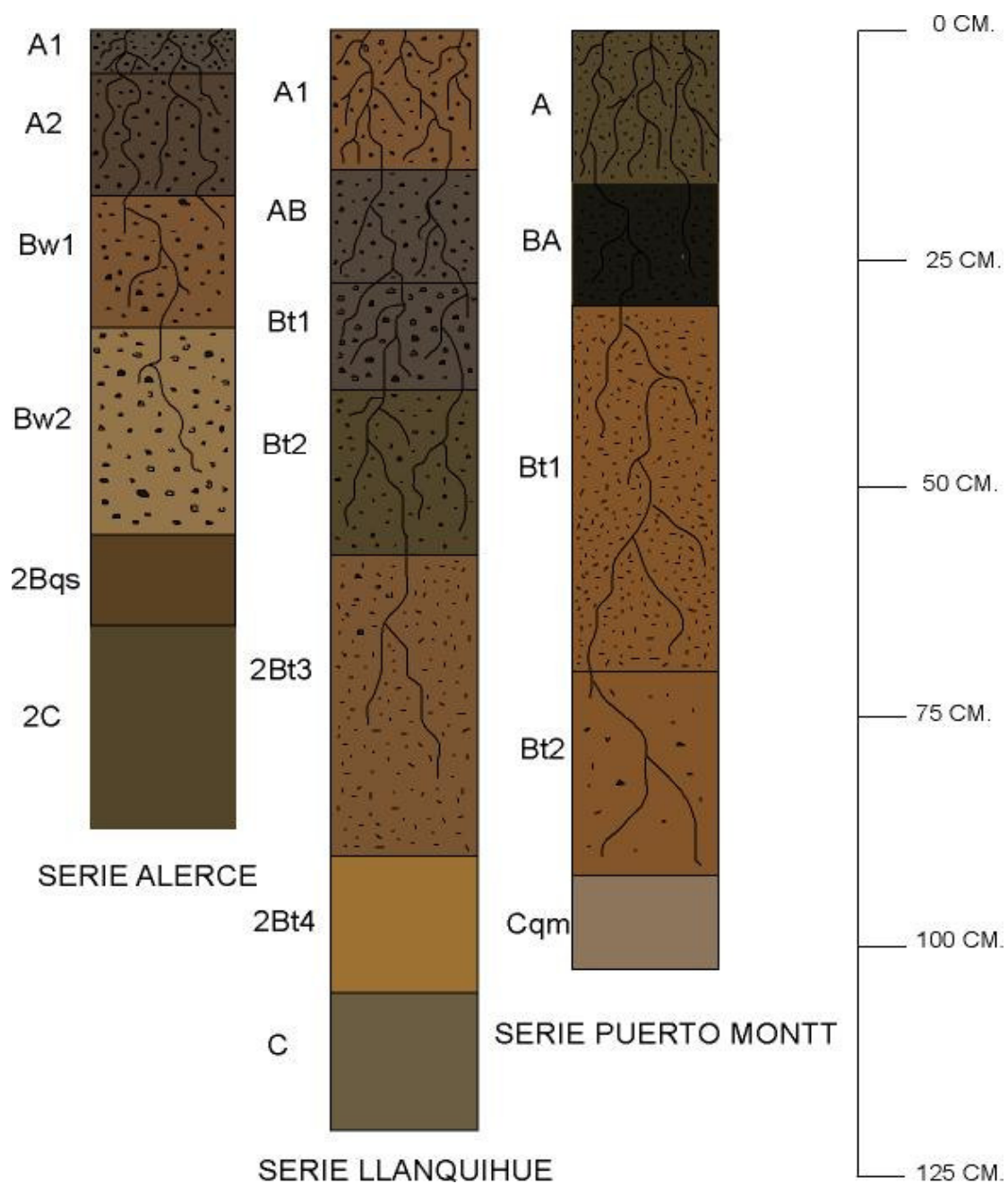
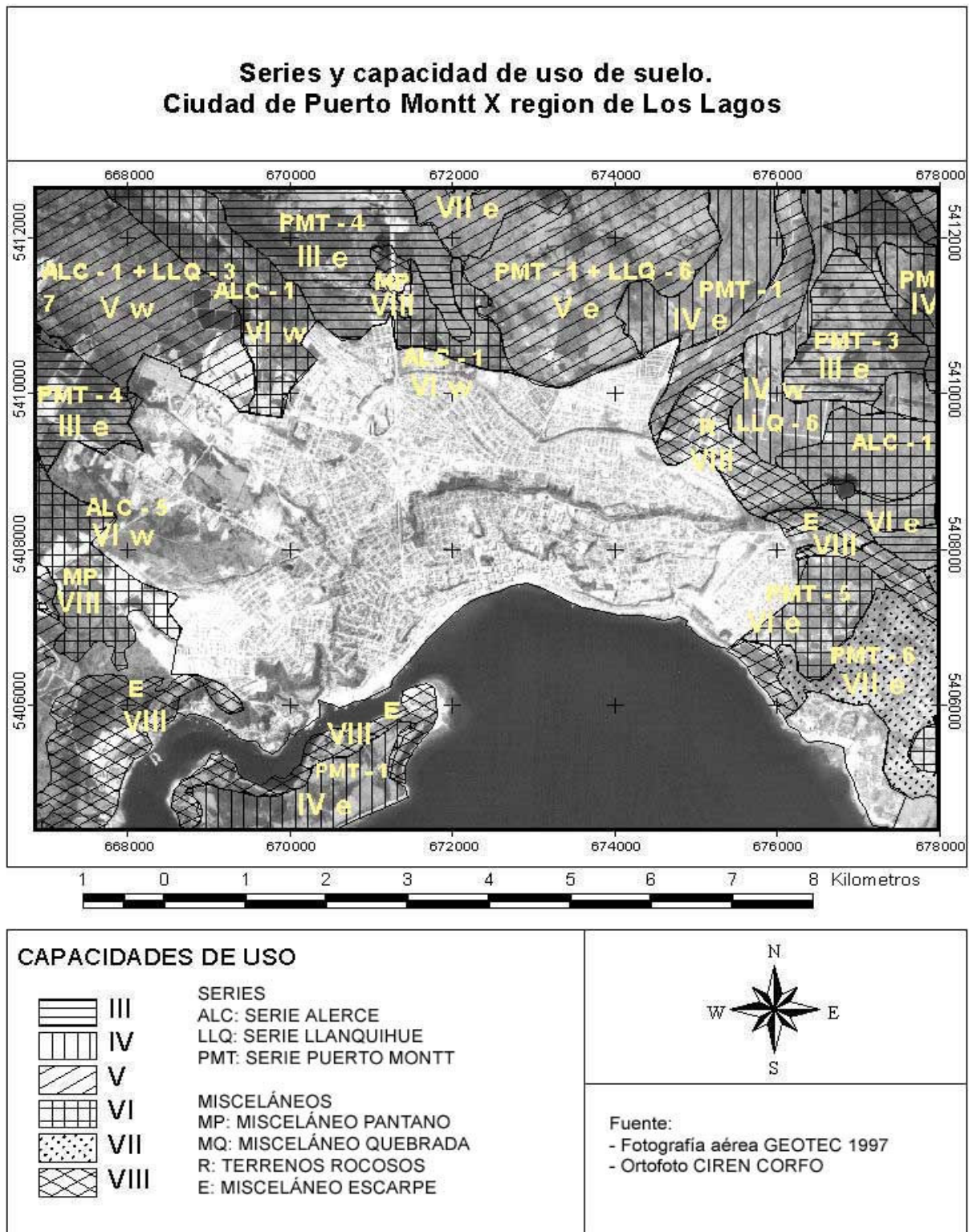


Fig. 8 Perfiles modales de las series de suelos (Estudio Agrológico X Región CIREN, 2003)

Fig.9



## II.4 CLIMA

### **Antecedentes generales:**

A la latitud de los 42° en Chile, se presenta una permanente acción de los sistemas frontales, lo que genera constantes periodos de mal tiempo que solo se reducen en verano. Esta situación se produce por la escasa acción de bloqueo orográfico ejercido por un relieve que acusa el descenso generalizado de la altura del territorio, a la vez que a la gran extensión que alcanza el llano central (Romero, 1983) y a la creciente influencia marina y lacustre generada por los múltiples cuerpos de agua existentes en la zona.

La clasificación de Köeppen indica que esta zona se encuentra bajo el dominio de un clima Templado Cálido Lluvioso sin estación seca. Este clima se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 10 °C, de allí su denominación de Templado Cálido. El régimen hídrico, por su parte, se caracteriza por una precipitación promedio anual de 1495,5 mm (Estación Tepual, 1996-2001).

La Dirección Meteorológica de Chile caracteriza este clima como Templado lluvioso con influencia mediterránea; este tipo de clima se encuentra desde San José de la Mariquina (39° Lat. Sur) hasta las proximidades de Castro (42° Lat. Sur) y se caracteriza por tener una distribución de las precipitaciones durante todos los meses del año no registrando ningún mes seco, y temperaturas que registran amplitudes anuales bajas, con medias anuales que fluctúan entre los 10 y los 11°C. La Región presenta humedades relativas bastante elevadas debido al aporte marítimo y las zonas de los grandes lagos presentes en la zona (D.M.C, 2001).

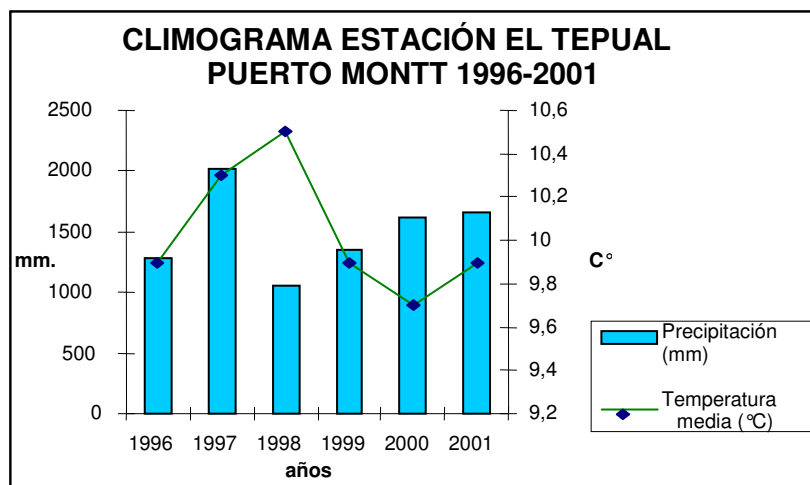


Fig. 10 Climograma estación El Tepual (Elaboración propia a partir de anuarios 1996-2001 Dirección Meteorológica de Chile).

Las precipitaciones promedio registradas en la estación El Tepual entre los años 1996-2001, demuestran que no existe estación seca, distribuyéndose las precipitaciones a lo largo del año, con un aumento de los montos en la época de invierno por ejemplo en el año 2000 junio fue el mes más lluvioso con 363,4 mm. La Tabla n° 7 muestra los promedios anuales de precipitación ocurridos entre los años 1996-2001 y quedan en evidencia los altos niveles de precipitación que se presentan en la zona, la cual promedia entre estos seis años 1.495,5 mm.

Tabla n° 7 Precipitación promedio 1996-2001

| <b>Precipitación Promedio 1996-2001<br/>Estación el Tepual-Puerto Montt</b> |                    |
|---|--------------------|
| Año   | Precipitación (mm) |
| 1996  | 1287               |
| 1997  | 2023,8             |
| 1998  | 1050,1             |
| 1999  | 1344               |
| 2000  | 1615,2             |
| 2001  | 1652,7             |
| promedio  | 1495,5             |

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, 1996-2001

Como se señaló anteriormente, la temperatura media anual es de 10.03°C, la máxima media es de 14°C en el mes de febrero, mientras que la mínima media es de 6°C, que corresponde al mes de julio.

La Tabla n° 8 muestra el promedio de temperatura entre los años 1996-2001. Allí se puede observar una amplitud térmica moderada, lo cual se explica por la influencia del mar, que disminuye los contrastes en las temperaturas. Además, se denota que no existen temperaturas demasiado bajas lo que ratifica la expresión Templada Cálida de este clima.

Tabla n° 8 Temperatura promedio 1996-2001

| <b>Temperatura promedio 1996 - 2001</b> |                        |
|---|------------------------|
| <b>Estación El Tepual-Puerto Montt</b>  |                        |
| Año                                     | Temperatura media (°C) |
| 1996                                    | 9,9                    |
| 1997                                    | 10,3                   |
| 1998                                    | 10,5                   |
| 1999                                    | 9,9                    |
| 2000                                    | 9,7                    |
| 2001                                    | 9,9                    |
| promedio                                | 10,03                  |

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile, 1996-2001

## **II.5 DINÁMICA LITORAL Y OCEANOGRÁFICA**

Antecedentes generales de la bahía de Puerto Montt y del Seno de Reloncaví:

La Bahía es abierta y está expuesta a la acción de los vientos del sur, lo que hace que sus aguas presenten características turbulentas, que afectan la línea de costa y el relieve de los fondos marinos; además, la zona se caracteriza por sus mareas, la regularidad y la violencia del flujo y el reflujó, cuya velocidad alcanza de 5 a 8 nudos la cual forma corrientes de marea con amplitud de 6,5 m (Pasminio, 2001). La Zona de Puerto Montt se reconoce como un sistema costero con dos variables dependientes de los suministros, es decir, las playas y la flecha o barra (Puntilla Tenglo) y como



variables no dependientes de los aportes, fondos de bahía (el canal Tenglo) y talwegs submarinos (Pasminio, 2001).

En las costas de la Décima Región, la corriente de Humboldt transporta cada segundo, volúmenes de varios millones de metros cúbicos de agua a lo largo de miles de kilómetros. En la evaluación de impacto ambiental (EIA) del proyecto Cascada Chile se adjunta una tabla de dirección de corrientes en el Seno de Reloncaví (tabla n° 9) la cual se analiza a continuación.

Tabla n° 9 Dirección de corrientes en el Seno de Reloncaví

| Velocidad    | Direcciones |     |     |     |      |     |      |      |       |
|--------------|-------------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|-------|
|              | N           | NE  | E   | SE  | S    | SW  | W    | NW   | Total |
| 1,0-2,9      | 28          | 16  | 8   | 25  | 55   | 38  | 44   | 31   | 245   |
| 3,0-4,9      | 17          | 2   | 6   | 20  | 52   | 18  | 15   | 28   | 158   |
| 5,0-6,9      | 8           | 1   | 0   | 8   | 54   | 10  | 9    | 20   | 110   |
| 7,0-8,9      | 5           | 0   | 0   | 4   | 40   | 3   | 2    | 8    | 62    |
| 9,0-10,9     | 4           | 0   | 0   | 0   | 16   | 0   | 1    | 5    | 26    |
| 11,0-12,9    | 2           | 0   | 0   | 0   | 15   | 0   | 0    | 4    | 21    |
| 13,0-14,9    | 5           | 0   | 0   | 0   | 8    | 0   | 0    | 2    | 15    |
| 15,0-16,9    | 0           | 0   | 0   | 0   | 6    | 0   | 0    | 2    | 8     |
| 17,0-18,9    | 1           | 0   | 0   | 0   | 3    | 0   | 0    | 0    | 4     |
| 19,0-20,9    | 0           | 0   | 0   | 0   | 2    | 0   | 0    | 0    | 2     |
| 21,0-22,9    | 0           | 0   | 0   | 0   | 2    | 0   | 0    | 0    | 2     |
| Total        | 70          | 19  | 14  | 57  | 253  | 69  | 71   | 100  | 653   |
| % de casos   | 9,7         | 2,6 | 1,9 | 7,9 | 35,2 | 9,6 | 9,9  | 13,9 | 90,9  |
| Máximo(cm/s) | 17,1        | 5   | 4,7 | 8,1 | 22,5 | 8,3 | 10,6 | 15,7 | 22,5  |
| Media (cm/s) | 5,1         | 2,1 | 2,7 | 3,5 | 6,4  | 3,2 | 3    | 5    | 4,4   |
| Desv. S t.   | 3,9         | 1,1 | 1,3 | 1,8 | 4,2  | 1,9 | 1,9  | 3,4  | 3,7   |

Fuente: Dames & Moore, 1998

La dirección principal del flujo es hacia el sur con velocidades por lo general bajas que van desde 1 a 9 cm/s, cabe destacar que existe un alto porcentaje de flujos que son imperceptibles y que no figuran en la tabla y que representan el 9,1% de la muestra.

Al respecto Pasminio (2001) concluye que:

- Durante la pleamar, la corriente se dirige hacia el norte, en sentido contrario al viento. En marea vaciante, la corriente se dirige hacia el oeste, aumentando su intensidad y siguiendo la dirección del viento cuando este último aumenta.
- En general, los perfiles tienen un comportamiento muy variable, presentándose en algunos casos una clara respuesta al viento (cuando estos son intensos) y, en otros casos, en respuesta al efecto de la marea.
- Cuando los vientos son más débiles, la corriente presenta una mayor variabilidad, debiendo responder en mayor medida al efecto de la marea.

### **Mareas**

Pasminio (2001) analizando las tablas de mareas de la bahía de Puerto Montt en 1999, concluye que se observa un comportamiento semidiurno, con dos bajamar y dos pleamar marcadas en un día de 24: 00 horas. Este fenómeno es característico de las costas de la Región de los Lagos, sin embargo, se presentan diferencias notables en este comportamiento según la estacionalidad; por ejemplo la pleamar diurna durante el verano es, por lo común mucho más alta que la pleamar de la noche. Durante el invierno, se produce el fenómeno contrario. Dentro del Seno de Reloncaví, las amplitudes de marea tienen un aumento notorio que fluctúa entre los 5 y los 8 metros.

### **Olas y tipos de rompientes**

El oleaje de la zona tiene una altura muy baja o casi nula, el máximo de oleaje según Dames & Moore (1998) alcanza los 10 cm y su dirección predominante proviene del S, SW y W. Las ortogonales de los trenes de olas en su mayoría llegan en forma transversal a la costa de la ciudad de Puerto Montt y en forma oblicua en los sectores no urbanos de la comuna, por lo que existen escasos lugares de convergencia de los trenes, observándose principalmente en las islas cercanas y en las puntas rocosas que separan las bahías.

Por otra parte, se puede mencionar que el tipo de rompientes predominante en el borde costero comunal es de tipo reflectivo, ya que sólo se observa en forma clara una línea de rompiente en toda la costa (Pasminio, 2001).

## **CAPÍTULO III**

### **III.1 AMENAZA SÍSMICA**

La actividad sísmica nacional se debe principalmente al fenómeno de subducción de placas, fenómeno recurrente en la macrozona denominada “Cinturón de Fuego del Pacífico”. En Chile se sabe mucho de actividad sísmica que por lo general afecta a la zona norte del país (entre Arica y Tal tal). Sin embargo, Puerto Montt se localiza en un sector definido en una categoría distinta a la nortina (Linares, Puerto Aysén), no obstante, igual se presenta una gran sismicidad con magnitudes escasamente mayores a 7,0 grados Richter, los que se consideran como eventos destructores.

La provincia de Llanquihue, al igual que el resto del país, es considerada dentro de las áreas sísmicas en la cual se observa que no existe una relación directa entre la frecuencia de los temblores y su intensidad. En lo general, es un área donde tiembla muy poco pero que ha experimentado grandes catástrofes como el terremoto de Valdivia el 22 de Mayo de 1960. En Puerto Montt este evento causó una gran catástrofe al igual que en toda la Región de los Lagos. En la ciudad el 25% de las viviendas de aquel entonces, fueron destruidas y los mayores daños ocurrieron en las zonas de relleno artificial (que amplificó los efectos del sismo) y en las laderas fuertemente inclinadas donde deslizamientos y flujos de barro ingresaron a la zona urbana (SERNAGEOMIN, 1998).

TABLA N° 10 CARACTERÍSTICAS DEL TERREMOTO DEL 22 DE MAYO DE 1960.

| Mes  | Día | Hora | Minutos | Segundos | Latitud | Longitud | Escala de Richter |
|------|-----|------|---------|----------|---------|----------|-------------------|
| Mayo | 22  | 10   | 30      | 39       | 38°     | 73° 30´  | 6 1/2             |
| Mayo | 22  | 10   | 32      | 43       | 37° 30´ | 73°      | 7 1/4             |
| Mayo | 22  | 18   | 55      | 57       | 38°     | 73° 30´  | 7 3/4             |
| Mayo | 22  | 19   | 10      | 47       | 38°     | 73° 30´  | 7 1/2             |
| Mayo | 22  | 19   | 11      | 20       | 38°     | 73° 30´  | 8 1/4             |

Fuente: Barozzi, 1970

En la tabla n°10 se encuentran ubicadas las distintas intensidades que se estimaron a lo largo de gran parte del sector afectado. Se puede observar que estas intensidades van decreciendo a medida que se penetra en el continente en forma más o menos regular, de modo que la zona de mayores intensidades se alcanza cerca de la separación entre el continente y el océano. Esta distribución de intensidades sugiere que el epicentro no haya estado localizado en un solo punto, sino que haya existido una línea de falla norte-sur que se encuentra ubicada a unos 110 km de la ciudad de Puerto Montt.

En Puerto Montt se informaron 30 muertos y 130 heridos. En los primeros días quedó sin suministro de energía eléctrica, agua potable y sin comunicaciones.

En la parte baja de la ciudad se encuentra un potente espesor de material de relleno artificial cuyo comportamiento sísmico fue desastroso. La relación de estos daños con el relleno artificial aparece perfectamente clara, se nota cierto empuje del terreno hacia el mar que, en parte, parece haberse desarrollado dentro del mismo relleno y también por desplazamientos, en la misma dirección, de los materiales situados en el escarpe existente entre la playa y la primera terraza (Díaz, 1971).

Las partes altas de la ciudad de Puerto Montt sufrieron, comparativamente, muy pocos daños. En cambio en los escarpes de las terrazas se observaron derrumbes por el movimiento y, consecuentemente, daños notorios en algunas zonas de la urbe (Mora, 1984).

No se produjo maremoto como resultado del terremoto en Puerto Montt. El tsunami más cercano se produjo en las cercanías de Ancud, a unos 85 km de Puerto Montt. Esta situación se produjo probablemente por su localización protegida por el Seno de Reloncaví y por la lejanía del epicentro del terremoto principal (Barozzi, 1970).



Fig. 11 Fotografía laderas inclinadas en la población modelo de Puerto Montt

### **Microzonificación sísmica**

En la ciudad de Puerto Montt para cada grupo geomorfológico definido anteriormente, se distinguieron características geotectónicas basadas en su resistencia y comportamiento durante el sismo de mayo de 1960.

Los depósitos glacifluviales: ubicados preferentemente en la segunda terraza y constituidos de material arenoso estratificado, durante el sismo del 60 no sufrieron mayor daño. Las mayores complicaciones se produjeron en los edificios tales como el seminario y el Hospital Regional (Díaz, 1971).

Los depósitos de morrenas: compuestos por material caótico, sedimentario, que parece resistir los movimientos telúricos mejor que cualquier otro material ubicado en Puerto Montt, la mayoría de las construcciones realizadas en estas áreas, han sido dañadas sólo ligeramente, salvo excepciones puntuales, como el caso de estructuras mayores construidas con materiales de baja calidad (Mora, 1984).

Los depósitos de coluvios ubicados en las pendientes de la segunda y tercera terraza, compuestos de arcilla limosa meteorizada, presentaron altos grados de erosión, fracturas y deslizamientos. Muchos edificios ubicados en esta área fueron seriamente dañados e incluso destruidos durante el terremoto del año 60.

Depósitos de corrientes de barro y deslizamientos de tierra, durante el terremoto de 1960 se produjeron en tres áreas de la ciudad donde existen pendientes fuertes, acumulando escombros en la base de éstas. Algunos de estos lugares o superficies colindantes pueden desmoronarse aún sin terremotos, por lo que su uso con construcciones debería ser evitado. Estos depósitos están formados por limo, arenas y gravas de varios metros de espesor.

Depósitos de playa: consisten principalmente de arena. Sólo la parte de la playa entre la alta y baja marea está expuesta, sobre estos depósitos había pocas edificaciones en el momento del terremoto, las cuales resultaron ligeramente dañadas.

Los materiales de relleno artificial que rodean toda la línea costera de la ciudad, están formados por grava, arena, ladrillo, madera y lodo. Durante el terremoto, todas las edificaciones fundadas sobre estas áreas fueron dañadas y la mitad de ellas en forma irrecuperable. Las pocas que resistieron, sufrieron grandes daños en su estructura.

La compactación de estos rellenos artificiales fue hecha sin alcanzar el grado necesario como para que sirvieran de base a las fundaciones de los edificios ubicados en este sector (Mora, 1984).

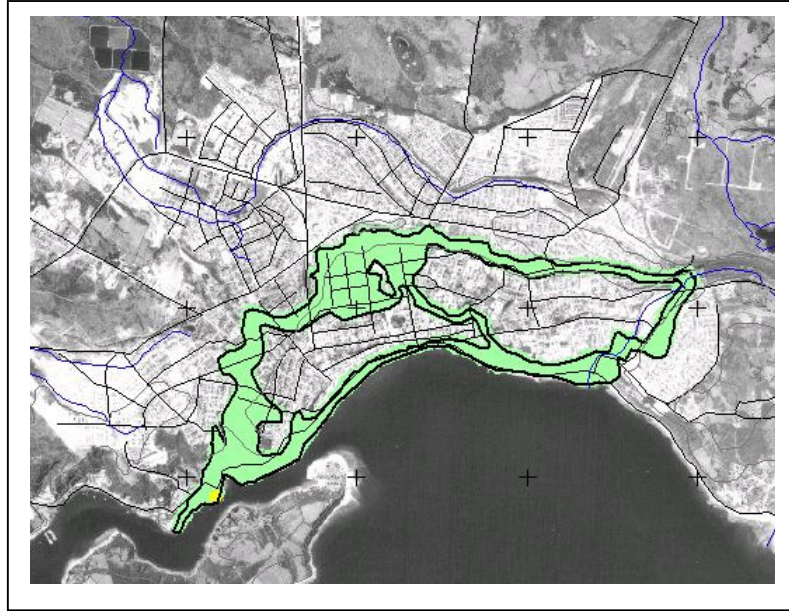


Fig. 12 Área dañada por el terremoto de 1960, elaboración propia en base a Mora (1984).

Luego de este evento histórico Leonhardt (1967) plantea que el subsuelo formado por depósitos glaciofluviales, es el que representa las mejores condiciones naturales para la construcción, donde se observaron muy pocos perjuicios significativos. El resto de las unidades presenta serias limitaciones para la construcción donde los perjuicios fueron cuantiosos.

El suelo de fundación de la ciudad de Puerto Montt corresponde al tipo de suelo II de acuerdo a la definición de la norma chilena NCh433. En general, el suelo de esta categoría es deficiente como suelo de fundación hasta 2.0 y 3.0 m. de profundidad, después es de este nivel mejora la calidad debido a la existencia de canchagua y grava areno limosa. El agua subterránea en ciertos sectores está casi superficial y en otros, entre 1.0 m a 1.5 m de profundidad. Finalmente, se pueden separar tres grandes categorías de peligros dentro de la ciudad a partir de la información antes detallada.

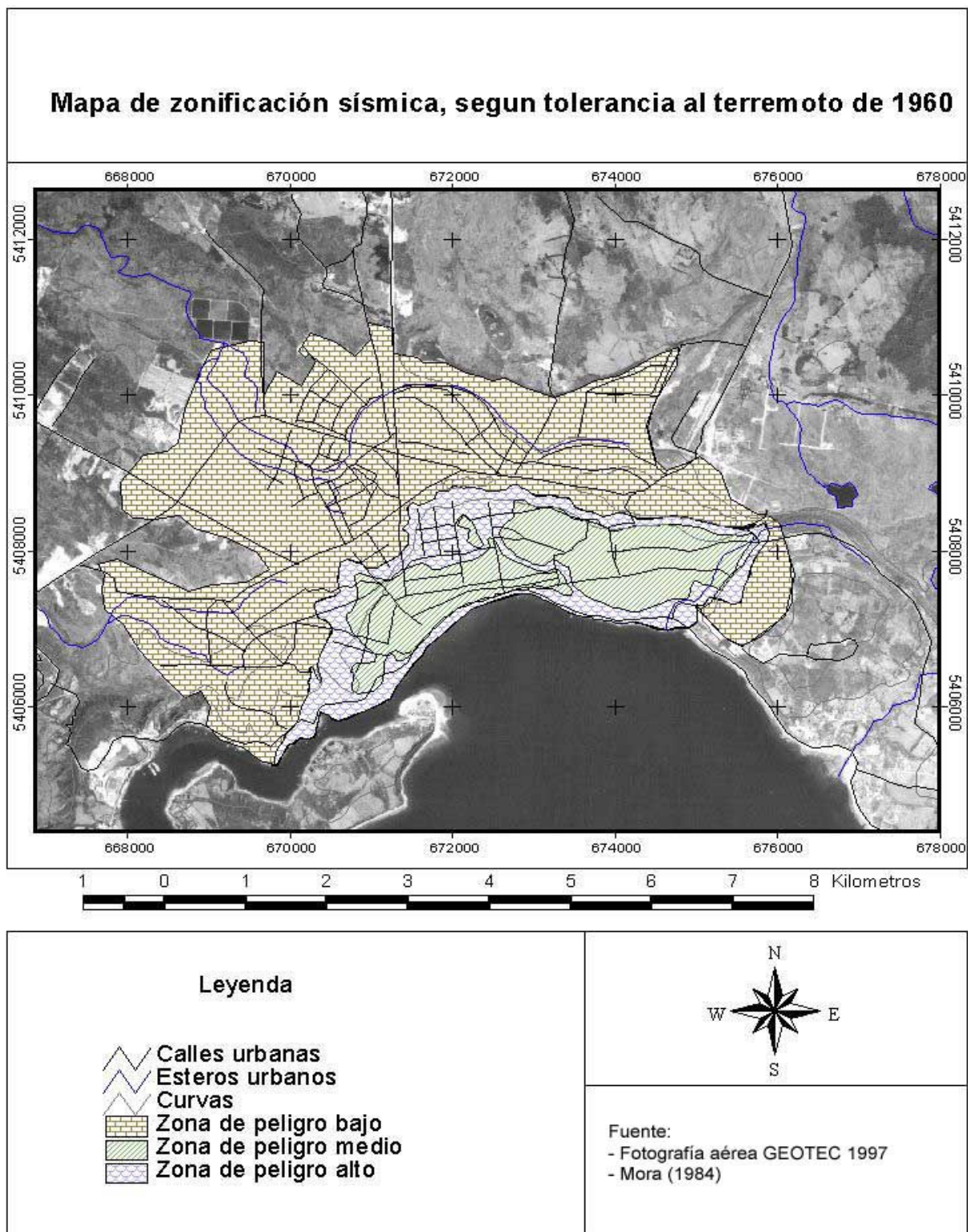
*Zona de peligro bajo:* está localizada en los sectores altos de Puerto Montt, en T4 y parte de T3. Está constituida principalmente por materiales glaciofluviales y morrénicos compuestos de capas de gravas bien a mal clasificadas y capas de arenas gruesa limpia, generalmente bien estratificadas.

*Zona de peligro medio:* corresponde a los materiales glaciofluviales ubicados en la parte baja de la ciudad, específicamente en T2 y T1 compuestos por gravas, las cuales se encuentran compactadas y cementadas en algunos sectores.

*Zona de peligro alto:* este sector se extiende principalmente en la faja costera de la ciudad en la línea de costa del seno de Reloncaví y los sectores escarpados entre las terrazas. Comprende los depósitos de coluvios, de playa, de corrientes de barro y deslizamientos de tierra y, los materiales de relleno artificial, todos compuestos de diferentes materiales tales como arcilla meteorizada, arena y grava, provenientes del lavado de la terraza mezclado con ladrillo, madera y lodo. Además, las características hidrológicas de estos suelos (reducida permeabilidad y nivel de agua subterránea próximo a la superficie), le confieren una mala calidad geotectónica (Mora, 1984).



Fig.13



### III.2 PELIGRO DE INUNDACIÓN POR DESBORDE DE CAUCES Y ACOMULACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

El crecimiento de los principales centros urbanos y la generalizada disminución de la cobertura vegetal en las zonas periféricas a las urbes existentes, ha provocado una disminución del porcentaje de la lluvia que se infiltra en forma natural, aumentando por consiguiente los caudales que deben ser absorbidos por los colectores de aguas lluvias y los cauces existentes, esto sumado al aumento de la población, han contribuido a que existan problemas de inundaciones en las distintas ciudades del centro y sur del país.

En Puerto Montt de acuerdo a la topografía del área de estudio, en general las cuencas son pequeñas, sus arroyos están activos durante todo el año ya sea por las lluvias o por las aguas subterráneas que afloran a través de las vertientes o vegas. El caudal de los arroyos sería entre 20 a 40 lt/s. (Pasminio, 2001)

Los cauces superiores que atraviesan el área urbana de Puerto Montt son tres: el estero Pichipelluco, el estero Lobos y Cállenle, que bajaba por la actual calle Guillermo Gallardo y que hoy se encuentra canalizado. Este cauce transformado en subterráneo por el hombre, aflora por las grietas del pavimento y avanza erosionando su asentamiento (Bünzli *et al.*, 2002).

También existen otros cauces naturales en la zona que junto con los mencionados en el párrafo anterior, son descritos por Araya y Cabrera (2002).

- El estero Pelluco se ubica al extremo oriente de la ciudad, descargando sus aguas al mar en el sector en que se ubica el balneario del mismo nombre, luego de un atraveso por debajo del camino hacia la Carretera Austral. Su orientación general es de nororiental-surponiente y nace en el sector denominado Pelluco Alto, aproximadamente a los 120 m.s.n.m.

La cuenca del estero Pelluco corresponde en general a una cuenca no urbanizada, salvo por un número no reducido de casas ubicadas en terrenos de alrededor de 5000 m<sup>2</sup> cada uno.

El cauce no se presenta en general intervenido por obras artificiales que obstruyan su capacidad hidráulica.

En total, la cuenca presenta una superficie de 6.75 km<sup>2</sup>, una longitud a lo largo del cauce de 5.4 km una pendiente media de 1.9% y un ancho medio de 2.1 km



Fig. 14 Fotografía aérea estero Pelluco

- El estero Pichipelluco nace en el mismo punto que el estero Pelluco, pero a diferencia del anterior, drena hacia el poniente y luego aproximadamente hacia el sur, hasta descargar en el Seno de Reloncaví. La cuenca de este estero es menor a la del estero Pelluco ya que posee un área total de 2.38 km<sup>2</sup>, una longitud de cauce de 2.9 km una pendiente de 2.0%, similar a la del estero Pelluco, un ancho medio de 1.2 km y se estima un caudal promedio de 9.110 (m<sup>3</sup>/seg).

Este es un cauce de mayor importancia que el anterior, ya que constituye el receptor final de las aguas lluvias conducidas por una importante extensión urbana del sector, ya sea directamente desde las calles o a través de diferentes colectores que descargan en dicho cauce.

Debido a que la parte baja del estero se ubica dentro de un área completamente urbanizada, su capacidad de porteo se encuentra afectada por la acción de los residentes del sector, que depositan basura, escombros y otros en el cauce, con la consiguiente reducción de su capacidad hidráulica.



Fig. 15 Fotografía Estero Pichipelluco (Terreno exploratorio julio, 2003)

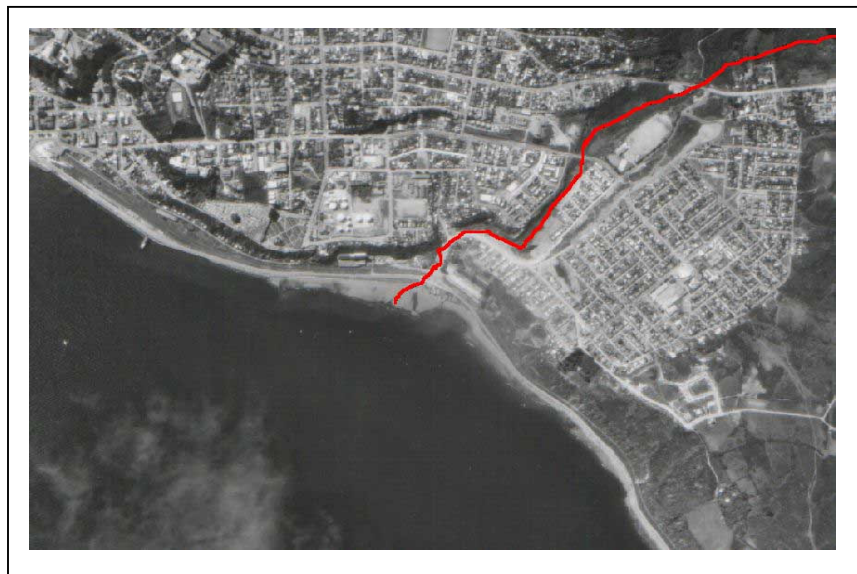


Fig. 16 Fotografía aérea Estero Pichipelluco.

- El estero Lobos es el principal cauce natural de la ciudad. Nace en el sector alto al oriente de la ciudad, en el sector de La Paloma, prácticamente dentro del área urbana, lo que explica la ausencia de flujos superficiales cuando no se producen precipitaciones. En dicha área, caracterizada por su baja pendiente, se ubica la divisoria de aguas entre la cuenca del estero y un área lateral de la cuenca del río Arenas, que escurre de oriente a poniente varios kilómetros al norte del área de estudio. El estero Lobos escurre de este a oeste con un caudal promedio 12.950 (m<sup>3</sup>/seg), sigue su curso a través de una serie de conjuntos habitacionales y cruza la Ruta 5, para continuar entubado en un tramo posterior a lo largo de la tercera terraza de la ciudad, y luego nuevamente como cauce abierto.

En el extremo de aguas arriba de la cuenca no se distingue un cauce propiamente tal, si no que se observa un amplio sector bajo, ubicado en el sector del aeródromo la Paloma, caracterizado por su baja pendiente longitudinal; debido a ello, durante las tormentas dicha área actúa como una zona de acumulación de aguas, las que durante un considerable periodo drenan hacia el sur, al inicio del estero, generando un flujo base de importancia, sobre el cual descargan los colectores de aguas lluvias y calles del sector.

A lo largo de su trayectoria, el cauce presenta un estancamiento debido principalmente a un importante aporte de basura, lo que agrava las condiciones higiénicas de las poblaciones aledañas (Fig. 17) además, este estancamiento produce el desborde del estero en períodos de lluvias muy intensas.





Fig. 17 Fotografía Estero Lobos Población Manuel Rodríguez (Julio, 2003).

Al poniente de la Ruta 5 Sur, algo al sur del estero Lobos, se encuentra el estero los Pelúes, que escurre paralelo a la calle los Pelúes, y posteriormente, abandona el área urbana para descargar sus aguas.

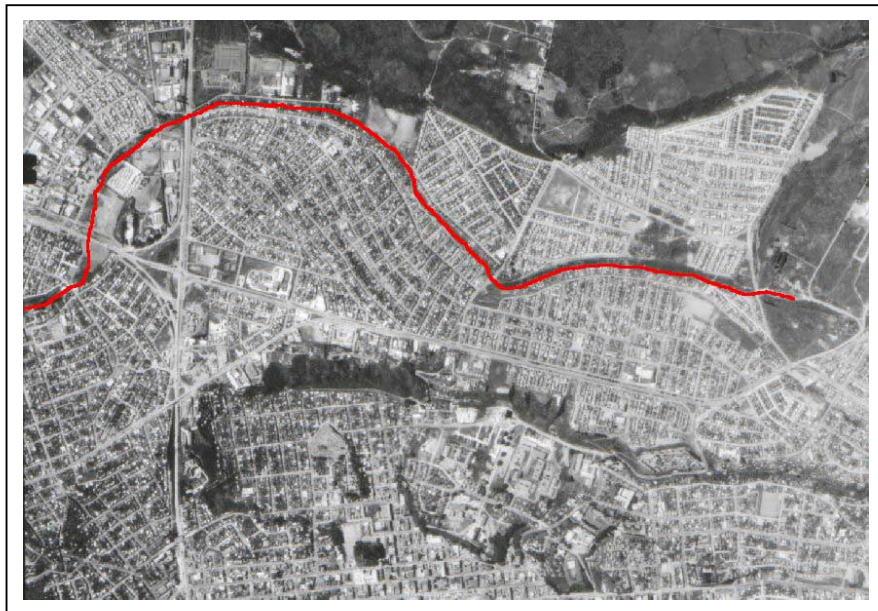


Fig. 18 Fotografía aérea Estero Lobos

Completan los cauces urbanos un conjunto de esteros y quebradas de mayor jerarquía entre los que destacan:

- Estero los Pelús: se ubica al poniente de la Ruta 5 al sur del estero Lobos.

- Estero Chinquiue: que no forma parte del área urbana, excepto en un sector de pocos metros, su caudal promedio es de 9 m<sup>3</sup>/seg.

Finalmente se debe mencionar el aporte de las quebradas naturales, que son una serie de cauces de corta longitud. Aquellas quebradas que descargan al mar, se caracterizan por una fuerte pendiente longitudinal en las partes altas, al que disminuye hacia la costa.

En la generalidad de estos cauces, es en la zona de descarga donde aumentan los peligros de inundaciones y desbordes, ya que en muchos casos las construcciones existentes, especialmente las casas ubicadas muy cerca de los cauces, limitan la capacidad de evacuación de las quebradas en su parte final.

Entre las principales quebradas destacan:

- Quebrada Egaña
- Quebrada Mirador
- Quebrada Mirasol
- Quebrada Socovesa Norte y Sur
- Quebrada Alessandri
- Quebrada Anahuac
- Quebrada Terminal
- Quebrada camino a Chinquiue

La ciudad posee también grandes reservas de agua en forma de napas subterráneas, las cuales sirven para el abastecimiento de agua potable. Este recurso avanza desde las terrazas superiores, desembocando en el mar. Las características hidrogeológicas de la ciudad y las de los suelos poco consolidados propios de la zona, presentan una conjugación bastante riesgosa para el asentamiento de población e infraestructura.

La gran mayoría de estos agentes hídricos se ven potenciados con el gran aporte realizado por los altos índices de precipitación alcanzados en la ciudad de Puerto Montt, ya sea en cantidad y en intensidad con las características propias de los suelos locales.

La recurrencia de las lluvias diarias permite conocer el número de días con precipitaciones en diferentes rangos (Tabla n° 11). De dicha información, destaca el hecho de que en promedio hay precipitaciones durante 208 días al año (Ayala, Cabrera y asociados Ltda., 2002).

Tabla n° 11 días promedio según rangos de precipitación

| Rango (mm) | N° de días promedio |
|------------|---------------------|
| 0          | 157                 |
| 0-10       | 143                 |
| 10-20      | 41                  |
| 20-40      | 20                  |
| 40-60      | 4                   |
| 60-80      | 0.23                |
| 80-100     | 0.14                |
| >100       | 0.05                |

Fuente: Ayala, Cabrera 2002



El diagnóstico realizado en el plan maestro de evacuación de aguas lluvias de Puerto Montt, señala un análisis detallado de sectores con problemas de inundación.

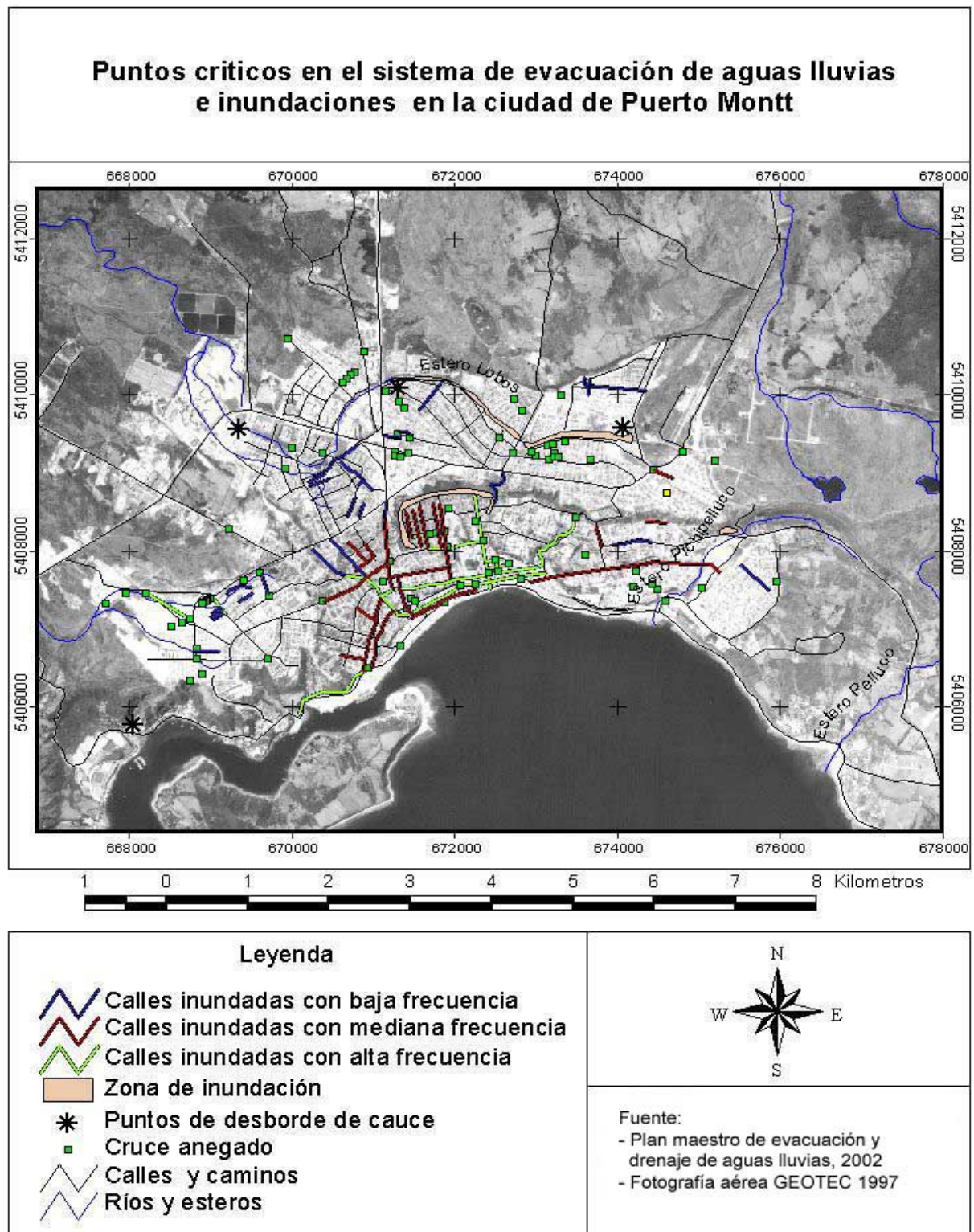
En el sector de Pichipelluco se identifican en total 17 calles que evacúan las aguas excedidas de los colectores respectivos y por lo tanto, producen problemas de inundaciones. Los mayores problemas se producen en la Avenida Presidente Ibáñez. Adicionalmente, existen numerosos colectores que se desbordan en la Población Pichipelluco.

En el sector del estero Lobos, el principal problema de inundación se debe a los desbordes de dicho cauce, generalmente en el sector contiguo a la Ruta 5 (población Manuel Rodríguez), el trazado del estero Lobos aguas abajo de su entubación, presenta también desbordes, principalmente en la zona donde se une al estero Los Pelúes. Uno de los mayores problemas que posee el sistema de drenaje del estero Lobos es la escasez de sumideros que existen en algunos sectores o la escasa mantención que estos poseen.

En el centro de Puerto Montt, que habitualmente tiene problemas de inundaciones, destaca el colapso de la calle Guillermo Gallardo de dirección norte - sur. Los caudales que provienen del oriente de esta zona afectan de manera menos significativa.

En la población Modelo, el principal efecto de las inundaciones se detecta en la calle Blanco Encalada.

Fig. 19



### III.3 AMENAZA DE INUNDACIÓN POR TSUNAMIS

Toda entidad urbana localizada en el borde costero es considerada como un ente vulnerable a diferentes tipos de amenazas, considerando esta premisa la relación con el mar se presenta notablemente dinámica y, por lo tanto, no debe marginarse la probabilidad a los fenómenos conocidos con el nombre de tsunamis .

El termino tsunami se deriva de dos palabras japonesas “tsu” que significa puerto y “nami” que significa onda. Tsunamis u ondas marinas sísmicas, tienen periodos muy largos y no se disipan fácilmente. Las ondas pueden crear largas oleadas con oscilaciones en las bahías y puertos que corresponden a la acción de las ondas marinas normales. En la definición original, el término tsunami se aplicó a todas las grandes olas, incluyendo aquellas producidas por temporales; sin embargo, definiciones recientes han limitado su aplicación a las ondas generadas por actividad tectónica o volcánica submarina. La literatura occidental se refería previamente a estas ondas como ondas de marea u ondas marinas sísmicas, pero estos términos han sido remplazados por el término tsunami (Godoy, 1975).

Los tsunamis se crean, en primer lugar, por disturbios en la corteza terrestre bajo el agua, y el resultante levantamiento o hundimiento de la superficie del agua sobre una gran área forma un tren de ondas de periodo muy largo. Las ondas pueden tener periodos que exceden una hora, contrastando esto con las ondas normales generadas por el viento que tienen un periodo inferior a un minuto. Cuando los tsunamis se producen por actividad volcánica o deslizamientos de terreno, la energía tiende a propagarse a lo largo de las crestas de las ondas y los tsunamis afectan, principalmente, a las áreas cercanas a su origen. Los tsunamis generados por levantamientos o hundimientos tectónicos pueden viajar a lo largo de una cuenca oceánica, causando gran destrucción en localidades muy lejanas a su origen.

Aunque los tsunamis pueden generarse por varios mecanismos, los más importantes son los producidos por los terremotos. La generación de tsunamis de gran magnitud se asocia especialmente con fallas tectónicas.

El llamado “cinturón de fuego de Pacífico” presenta condiciones favorables para generar tsunamis; es así como entre el 60% y 70% de la ocurrencia mundial de estos fenómenos se localiza en el océano Pacífico (Sánchez, 1986).

En nuestro país, la ocurrencia de grandes terremotos y salidas de mar asociadas a alguno de estos, están fuertemente ligados a nuestra historia y a nuestro desarrollo económico. Hasta el día de hoy, se han registrado cerca de 30 tsunamis de origen cercano a nuestras costas, provocando alguno de estos completas devastaciones en algunas ciudades como es el caso de Arica, Concepción, Puerto Saavedra etc. (Godoy, 1975).

Para la ciudad de Puerto Montt no se tiene registros de este tipo de eventos, ni siquiera en las condiciones más extremas, como lo fue la registrada durante el terremoto del 22 de Mayo de 1960 ya que en dicho puerto no se produjo maremoto ni se notaron anormalidades en las mareas (Departamento de Navegación e Hidrografía de la Armada, 1961). Este fenómeno se produjo probablemente por la localización protegida de Puerto Montt en el Seno de Reloncaví y por la lejanía del epicentro del terremoto principal. Se asume que la protección natural que da el Seno de Reloncaví y las numerosas islas que la componen (Fig. 20) permite disminuir con notoriedad el peligro de tsunamis en la ciudad.

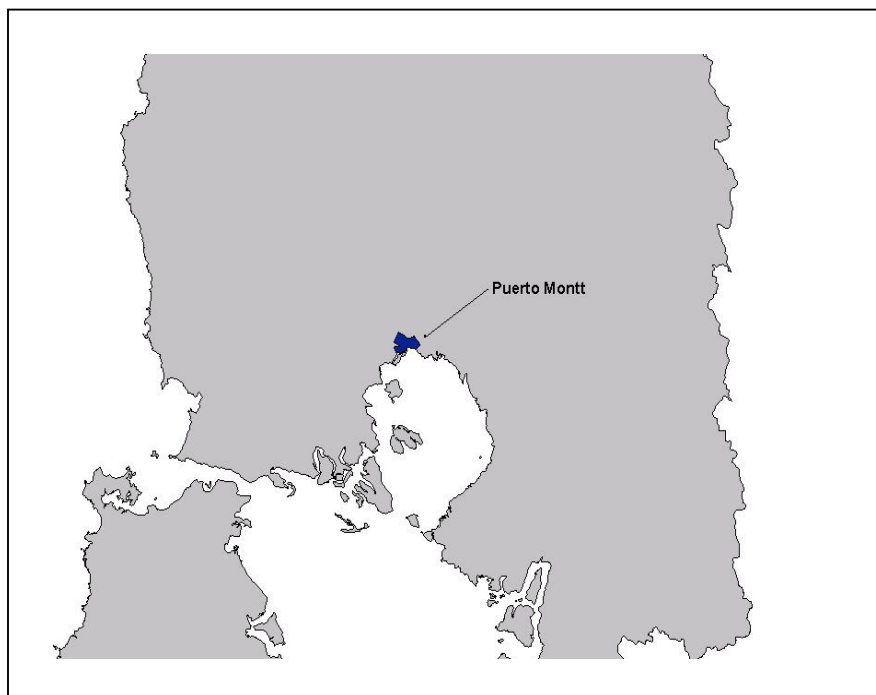


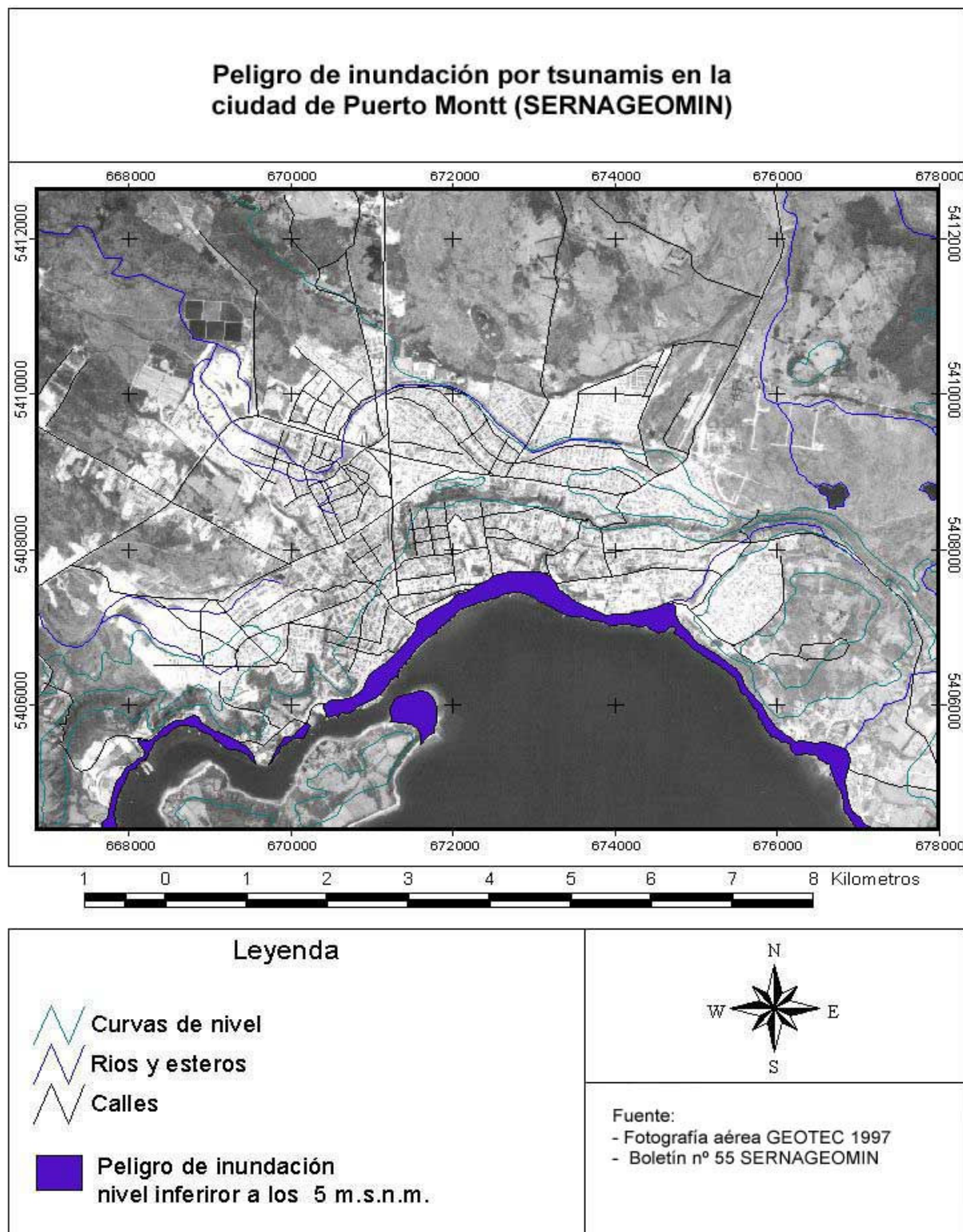
Fig. 20 Ubicación de la ciudad frente a eventual tsunami.

Sin embargo, frente a la escasez de información al respecto, de igual manera se debe tener precaución y se debe legislar al respecto. Para el caso de Puerto Montt se recomienda evitar un desarrollo en la zona costera, hasta la cota 5 m.s.n.m. donde existe un riesgo de maremoto o de fenómenos de marejadas (SERNAGEOMIN, 1999).

La cartografía anexa (Fig. 21) contempla esta delimitación en el borde costero de la ciudad, situación propuesta por el estudio geoambiental para la ciudad de Puerto Montt realizado por SERNAGEOMIN (2000).



Fig. 21



### III.4 AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS

Este tipo de movimiento se define por una particularidad de las remociones en masa en que un determinado volumen de suelo, roca, o ambos se moviliza de una manera rápida, en diversas proporciones, generado por una serie de factores.

Los deslizamientos corresponden a remociones en que las masas de rocas o suelos se deslizan de acuerdo a superficies de roturas más o menos netas, al superarse la resistencia al corte, generando el movimiento del material en conjunto (Hauser, 1993).

Las principales causas que provocan los deslizamientos se relacionan con las propiedades de las rocas y con factores externos tales como el efecto de la gravedad, las precipitaciones o la influencia antrópica.

En Puerto Montt los fenómenos de remoción en masa más comunes son los deslizamientos en escarpes de terrazas, debido a la morfología, que en algunos sectores presenta escarpes fuertemente inclinados, esto considerando que el sustrato se compone principalmente de materiales no consolidados y además, a los altos índices de precipitación registrados en magnitud e intensidad. Esta problemática se agrava al considerar que los suelos de origen volcánico (ñadis y trumaos) son suelos inestables, con afloramientos de napas subterráneas como respuestas a lluvias excepcionales. Otro hecho importante de mencionar es que la masa de agua aflorante es potencialmente mayor en relación directa a la pérdida de cobertura vegetal superficial generada por la actividad humana en los últimos siglos.

Para la ciudad de Puerto Montt existen altos registros de este tipo de eventos todos los años, especialmente en la temporada invernal. La gran mayoría de los deslizamientos que han sucedido en la zona son del tipo rotacional (fig. 22), vinculados muchas veces al afloramiento de napas de aguas en las partes medias de los escarpes de terrazas glaciofluviales gracias a las intensas lluvias que ocurren en la zona.

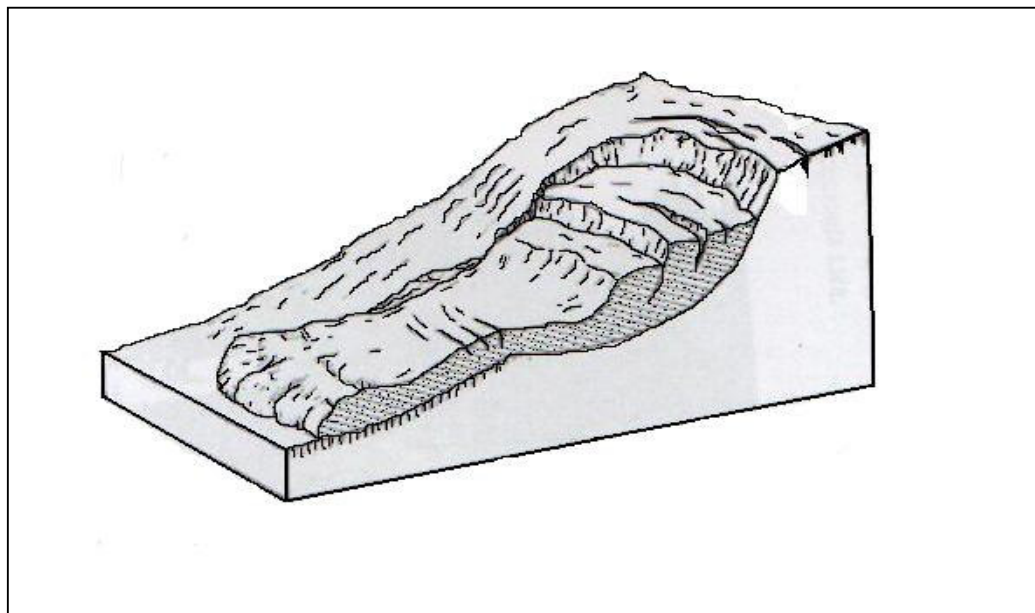


Fig. 22 Diagrama bloque de un deslizamiento rotacional (Hauser, 1993).

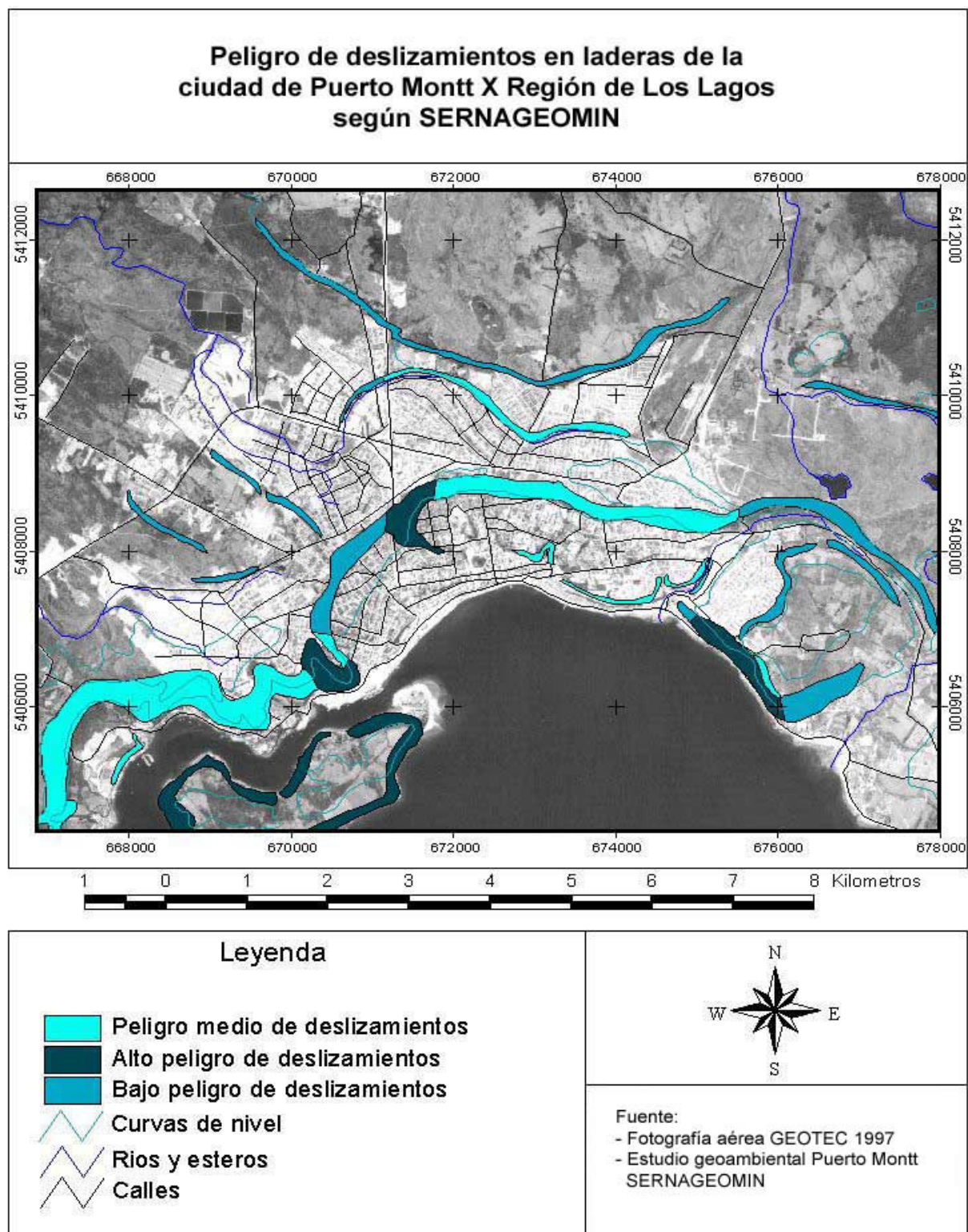
Las condiciones climáticas y los activos procesos de erosión que han actuado durante los últimos miles de años, ayudan a que lugares de pendiente fuerte, sean muy propensos a la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa.

A manera de ejemplo, la población Modelo, en plena ciudad de Puerto Montt, es una zona de topografía compleja, donde han ocurrido deslizamientos mayores activados por fenómenos sísmicos (el terremoto de 1960). El peligro de deslizamiento ha sido amplificado por la intervención humana, que en este lugar se presenta de distintas maneras: viviendas construidas ilegalmente en zonas de escarpes, tala de vegetación y excavaciones al pie de los taludes. Estas acciones aumentan la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos, lo que pone en peligro a las personas que allí habitan. La erradicación de las viviendas junto a la adopción de medidas mitigadoras, como drenaje y reforestación, permitiría disminuir, notablemente, dicho peligro.

En la cartografía anexa se sintetiza amenaza, gracias a las observaciones de SERNAGEOMIN (2000) donde se categorizan los escarpes según su rango de pendiente mediante un modelo digital de terreno.



Fig.23



### III.5 PELIGROS VOLCÁNICOS, VOLCAN CALBUCO

El volcán Calbuco corresponde a un estrato-volcán que inició su actividad eruptiva en el Pleistoceno Superior. Antiguamente se estima que alcanzaba unos 2000 metros de altura, que luego debido a la acción de la erosión glacial y a un ciclo eruptivo destructivo, se redujeron a los 1800 metros de altura que hoy mantiene (González-Ferrán,1993).

El edificio volcánico dista mucho de parecerse a un cono volcánico típico, ya que se extiende en una suave pendiente, hasta tomar contacto con los materiales fluvio-glaciales y morrénicos, muchos de los cuales están sepultados bajo unos grandes abanicos laháricos.

El volcán Calbuco ha registrado cuatro erupciones grandes durante los últimos 100 años además de varias erupciones menores, la última actividad volcánica (marzo de 1961, Fig. 24) produjo dos coladas de lava, una en las cabeceras del río Amarillo que drena hacia el lago Chapo y otra que drenó hacia el noroeste hacia el lago Llanquihue (Ferrando, 1974). Además se produjeron tres lahares calientes que siguieron tres cursos principales:

1. Hacia el norte por el valle del río Tepu, llegando a las orillas del lago Llanquihue
2. Hacia el noroeste por el río blanco hasta Petrohué y
3. Hacia el sur por el río Amarillo – río este hasta en lago Chapo



Fig. 24 Fotografía, Erupción del volcán Calbuco, 10 de Marzo de 1961 (González-Ferrán, 1993)

La erupción de marzo de 1961 produjo una actividad fuertemente explosiva que dio origen a un hongo de vapor que alcanzó una altura estimada en 12000 m. Durante esta erupción las cenizas alcanzaron a caer incluso en Petrohué y se oscureció toda el área entre el volcán y Peulla, incluso en Bariloche se suspendió el tránsito vehicular debido a la escasa visibilidad (González –Ferrán, 1993).

Un peligro asociado con las erupciones de este volcán es el que constituyen los lahares o flujos de lodo volcánico, que se desarrollan cuando grandes cantidades de hielo en la cima se liberan durante una erupción, transportando sedimentos volcánicos rápidamente aguas abajo por lo valles principales que descienden del volcán. Grandes daños se ocasionaron en los valles de los ríos Pescado y Correntoso a raíz de este fenómeno.

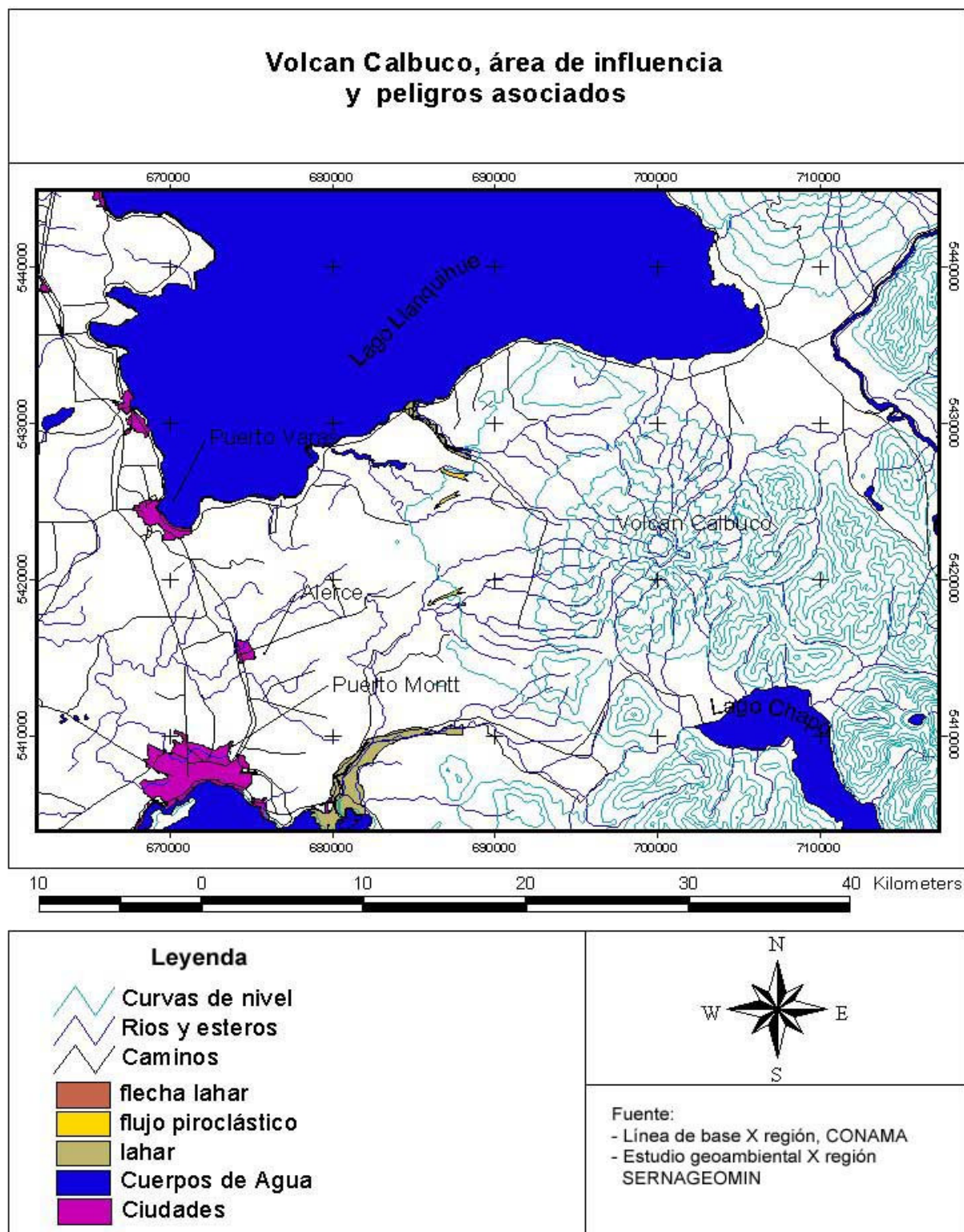
Las erupciones del volcán Calbuco han producido lluvias de cenizas en el área, aunque los depósitos más potentes y los peores efectos se observan a sotavento (al este del volcán).

El volcán Calbuco es un volcán activo, con alta frecuencia eruptiva, lo que manifiesta que en el futuro sucederán nuevas erupciones generadoras de lahares, flujos de lava y tefras que constituyen un alto grado de peligro para las poblaciones asentadas en su base.

En Puerto Montt la presencia de este volcán no ha sido radical, puesto que no se conocen antecedentes de algún desastre de magnitudes catastróficas, en lo que refiere al daño directo que puede originar un volcán en la ciudad; sin embargo se tienen registros de que la ciudad ha sido afectada por sismos de origen volcánico y más de alguna vez ha sido afectada por lluvia cenizas del tipo lapillos, la cual ocasionó un cegamiento total de la ciudad con un espesor de cenizas sobre los 5 mm (SERNAGEOMIN, 1999).

Por lo tanto, la ciudad de Puerto Montt ubicada a 30 kilómetros al suroeste del volcán, puede ser afectada por sismos de origen volcánico y por lluvias de tefras atraídas por vientos locales bajo los 3000 m.s.n.m.

Fig.25



### III.6 JERARQUIZACIÓN DE AMENAZAS NATURALES

A la hora de simplificar y unificar la información de los diferentes peligros naturales que se presentan en la ciudad de Puerto Montt, se hace necesario presentar una jerarquización de los peligros naturales según su grado de incidencia y su recurrencia en el área de estudio.

La diferenciación provocada entre la recurrencia y la magnitud de las amenazas naturales hace necesario analizar en diferentes ámbitos la vulnerabilidad de la ciudad. Los escenarios corresponden a amenazas de carácter recurrente y no recurrente.

El escenario recurrente contempla aquellas amenazas que presentan una alta frecuencia en el tiempo. Generalmente son fenómenos que por lo menos se producen una vez al año, destacando las inundaciones y los deslizamientos de laderas. Generalmente existe una tendencia a considerar de menor magnitud el daño que acarrearán estas amenazas en comparación a las de carácter no recurrente.

También se analiza la vulnerabilidad bajo la perspectiva de las amenazas no recurrentes, caracterizadas por una baja recurrencia a través del tiempo pero con un alto grado de daño en sus eventos. Destacan en esta categoría los eventos de sismos, tsunamis y peligros volcánicos.

Se consideran estos dos escenarios puesto que ambos contemplan amenazas que no se pueden comparar entre sí, de que existen diferencias radicales entre los factores de magnitud y recurrencia en el tiempo entre cada uno de estos eventos. Además, se manifiesta una percepción distinta para cada escenario en la población.

Como se menciona en la metodología, los sectores de evaluación son nueve, que cubren toda el área urbana de la ciudad donde se aplica el análisis a través de un modelo jerárquico. Los pesos de los criterios se arrojaron a partir de las siguientes matrices de comparación.



Tabla n° 12 Matriz de comparación escenario no recurrente

| Peligros de carácter no recurrente |      |      |      |       |      |
|------------------------------------|------|------|------|-------|------|
| Factores                           | F1   | F2   | F3   | Pesos | %    |
| Sismos (F1)                        | 1.00 | 2.00 | 4.00 | 0.571 | 57.1 |
| Peligros volcánicos (F2)           | 0.5  | 1.00 | 2.00 | 0.286 | 28.6 |
| Tsunamis (F3)                      | 0.25 | 0.5  | 1.00 | 0.143 | 14.3 |

Nivel de inconsistencia 0.00

Tabla n° 13 Matriz de comparación escenario recurrente

| Peligros de carácter recurrente                    |      |      |      |       |      |
|--|------|------|------|-------|------|
| Factores   | F1   | F2   | F3   | Pesos | %    |
| Deslizamientos y derrumbes (F1)                    | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 0.493 | 49.3 |
| Inundaciones por desborde (F2)                     | 0.5  | 1.00 | 2.00 | 0.311 | 31.1 |
| Inundaciones por acumulación de aguas lluvias (F3) | 0.5  | 0.5  | 1.00 | 0.196 | 19.6 |

Nivel de inconsistencia 0.05

Las tablas anteriores (Tablas 12 y 13) muestran un análisis de los factores de peligros naturales en sus comparaciones con los tipos de peligros identificados para la ciudad de Puerto Montt, representando la importancia que se le otorga a cada factor en comparación a otro, designando valores comparativos, peso jerárquico y peso porcentual, cada peso resultante es derivado de un juicio según los niveles detallados en la escala de valoración de SAATY desarrollada en la metodología. Además, se lograron estos pesos con los juicios del autor en función de la bibliografía revisada, junto a la aprobación de la profesora guía.

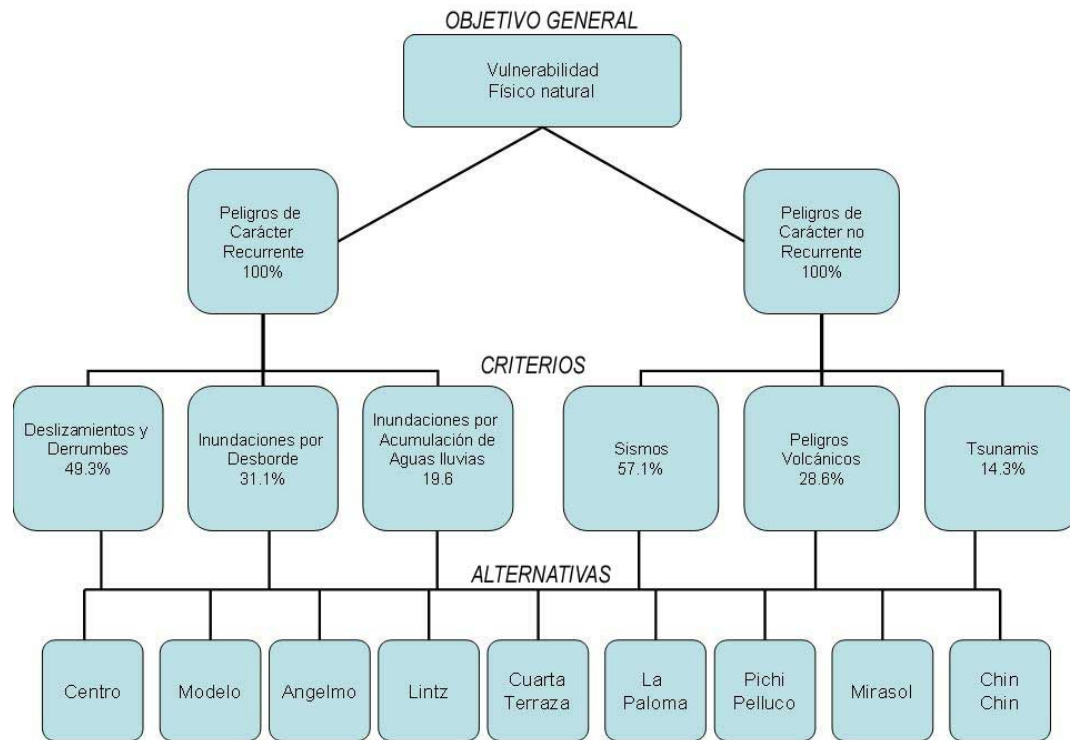


Fig. 26 Modelo jerárquico de niveles de vulnerabilidad Físico natural en la ciudad de Puerto Montt.

El análisis de cada una de las variables consideradas en la vulnerabilidad físico natural de la ciudad de Puerto Montt fue catalogado según metodología jerárquica, lo cual otorga una visión resumida de la situación de vulnerabilidad de la ciudad. A continuación se evalúa cada una de las amenazas de acuerdo a su peso asignado y a los sectores que tienen más representatividad en la ciudad.



### III.6.1 Amenazas naturales en escenario recurrente

- a) Peligro de deslizamientos de laderas y derrumbes: se le otorgó el nivel más alto de importancia dentro de la totalidad de amenazas físicas recurrentes de la ciudad (49.3%), puesto que este peligro se presenta de manera muy severa y recurrente (todos los inviernos) en los sectores comprendidos entre los niveles aterrazados de la ciudad por ejemplo en los sectores altos de las poblaciones Modelo, Lintz y Angelmó, principalmente por la importancia local del dominio morfoclimático preponderante en la zona y las pendientes en las cabeceras de cada terraza, que hacen incrementar la vulnerabilidad de estos sectores. Sumando a todo esto la importancia y la relación que existe entre el suelo (hidromórficos y misceláneos de escarpe) de la ciudad y los altos índices de precipitación anual que tiene Puerto Montt en un año normal. En las zonas más altas de la ciudad (T4) no existe este peligro debido a la topografía plana predominante.



Fig. 27 Ladera Los Leones Sector Lintz

- b) Inundaciones por desborde de cauces: con el 31.1% de la relevancia de las amenazas recurrentes, constituye un riesgo recurrente de la parte central de la ciudad puesto que todos los años se generan problemas de inundaciones al desbordarse el estero Lobos. Como se explica en el capítulo de inundaciones la causa de éstas es el mal manejo de su cauce, que por lo general, se encuentra obstruido en sus ductos que contienen microbasurales. Estos riesgos afectan la zona oriente de la ciudad que comprende los sectores de La Paloma, Cuarta terraza y Chin Chin. El resto de los cauces presentes en la ciudad no presentan mayor problema; hoy en día estos encuentran sus lechos encauzados lo que les permite una buena evacuación hacia el mar. Además, en la ciudad no se presentan cauces de primer nivel jerárquico.



Fig. 28 Estero Lobos sector Cuarta Terraza

- c) Inundación por acumulación de aguas lluvias: con un 19.6% de importancia. Se presenta en toda el área urbana de la ciudad de Puerto Montt. Los sectores más comunes que sufren esta amenaza son los de Pichipelluco, Centro, Modelo y Angelmó. Todos los sectores más bajos de la ciudad, son afectados ya que reciben el aporte de la mayoría de los desagües del resto de la ciudad. La morfología y los suelos de la ciudad de Puerto Montt hacen de condicionante para la presencia de este peligro en forma recurrente. La alta pendiente de los sectores bajos de la ciudad sumando la saturación de los suelos y los altos niveles de precipitación hace que el nivel de esorrentía sea más alto en estos sectores ya que la capacidad de los colectores se ve superada en muchas ocasiones.



Fig. 29 Calle Guillermo Gallardo en sector Modelo.

La distribución territorial de los peligros de carácter recurrente se representa con sus pesos factoriales arrojados por el modelo en la tabla 14, donde se expresa la dimensión de los peligros para cada sector de evaluación.

Tabla n° 14. Distribución de los pesos de los criterios por sectores de evaluación para peligros de carácter recurrente

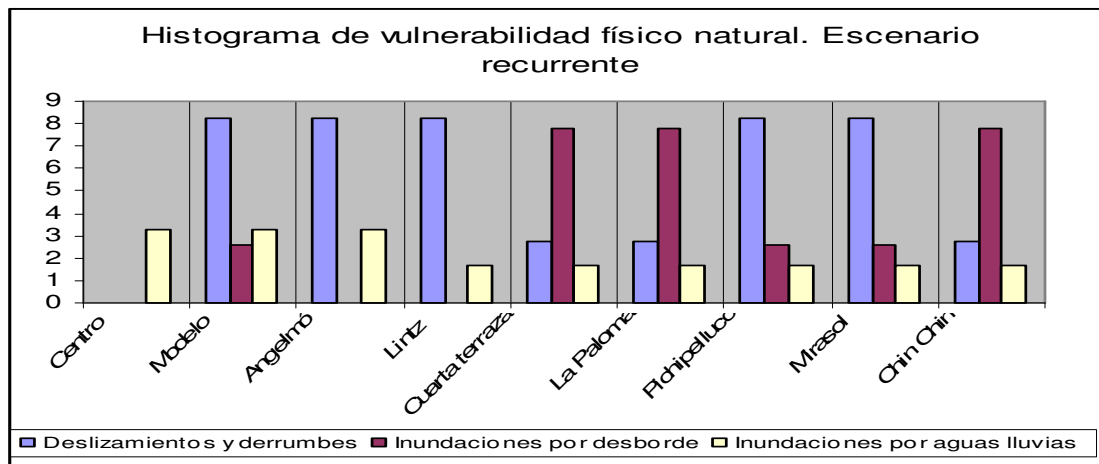
| Sector/criterio | Deslizamientos y derrumbes | Inundaciones por desborde | Inundaciones por aguas lluvias |
|-----------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Centro          | 0                          | 0                         | 3,27                           |
| Modelo          | 8,22                       | 2,6                       | 3,27                           |
| Angelmó         | 8,22                       | 0                         | 3,27                           |
| Lintz           | 8,22                       | 0                         | 1,64                           |
| Cuarta terraza  | 2,74                       | 7,77                      | 1,64                           |
| La Paloma       | 2,74                       | 7,77                      | 1,64                           |
| Pichipelluco    | 8,22                       | 2,6                       | 1,64                           |
| Mirasol         | 8,22                       | 2,6                       | 1,64                           |
| Chin Chin       | 2,74                       | 7,77                      | 1,64                           |

Fuente: elaboración propia

Las zonas más vulnerables a los peligros de carácter recurrente son Angelmó y Modelo, mientras que en menor medida los sectores de Mirasol, Lintz y Pichipelluco (Fig. 30). La importancia de los sectores de Angelmó y Modelo recae en la alta presencia de deslizamientos de laderas y los constantes problemas de inundaciones por acumulación de aguas lluvias. Los sectores de Chin Chin, Cuarta Terraza y La Paloma son los más afectados por el peligro de inundación por desborde de cauces.

El histograma de vulnerabilidad grafica la predominancia de los peligros por deslizamientos de laderas en la mayoría de los sectores analizados, principalmente los ubicados en la interfase de T1 y T2, también se grafica una presencia homogénea de los peligros de inundaciones por acumulación por aguas lluvias en toda la ciudad y un alto predominio de las inundaciones por desborde de cauces en la zona nororiente de Puerto Montt. El sector centro queda con un bajo nivel de vulnerabilidad debido a la inexistencia de deslizamientos y de inundaciones por desborde.

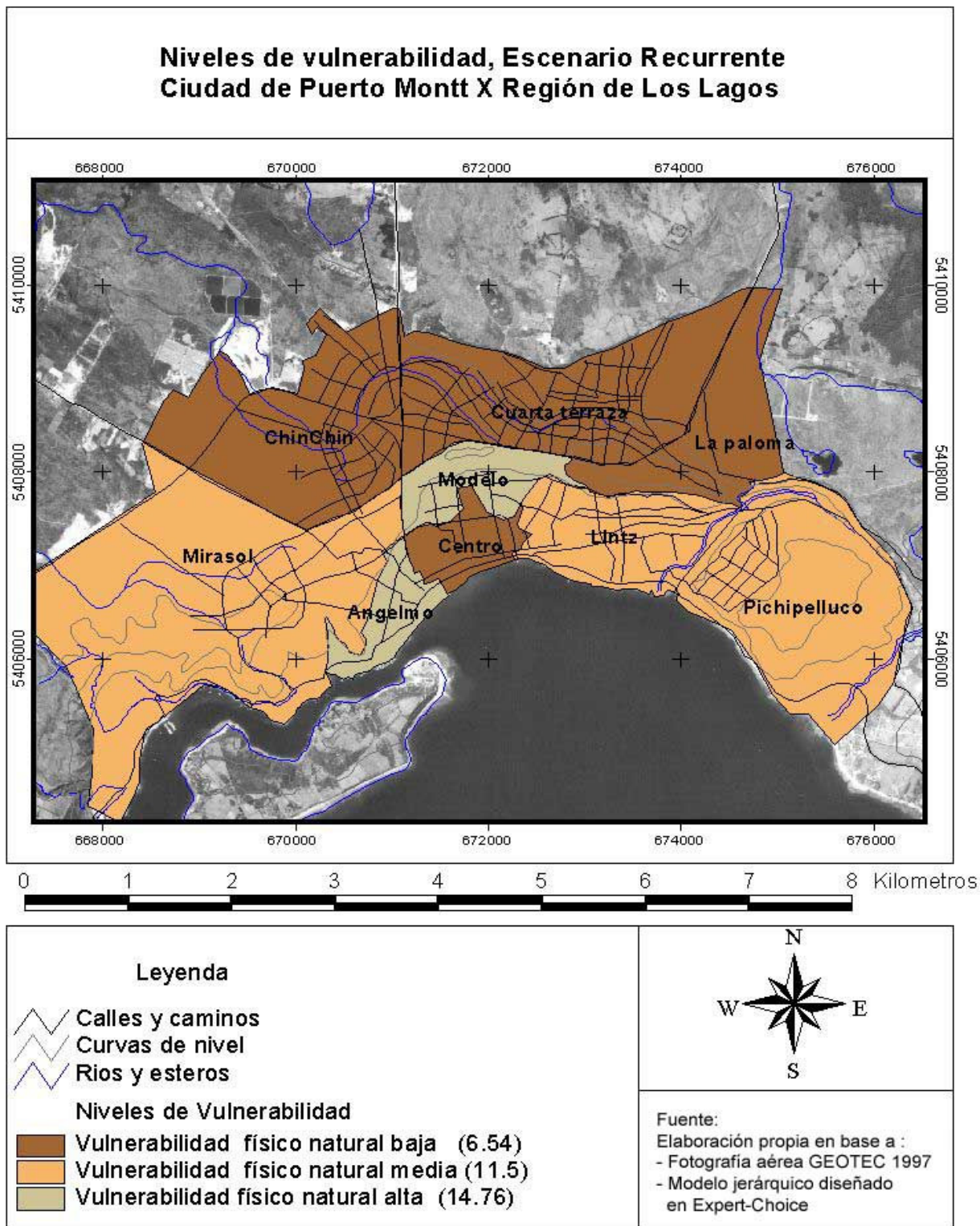
Fig. 30



Fuente: elaboración propia



Fig. 31



### III.6.2 Amenazas naturales de carácter no recurrente

- a) Peligro sísmico: es uno de los peligros más graves que se presenta en la ciudad y se le ha otorgado la mayor importancia de todos los peligros de carácter no recurrentes con un total de 57.1%. Esta tendencia se produce en todo el país considerando las grandes zonas sísmicas y el marco tectónico donde se ubica Chile, en el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico. Si bien, en el año 1960 se destruyó la ciudad completamente, se observan diferentes niveles de vulnerabilidad según los depósitos del sustrato y la morfología del sector, se considera que los sectores bajos de la ciudad son los más vulnerables considerando los registros históricos de los daños ocurridos en los sectores de Modelo, Angelmó (principalmente fundados en depósitos de playa, materiales de relleno artificial, coluvios y depósitos morrénicos) y Centro con un grado menor, ya que se encuentra menos vulnerable a deslizamientos y derrumbes en escarpes de terrazas. Los sectores de menor peligro se consideran en los niveles de terrazas más altos específicamente en la T4 (Cuarta Terraza, La Paloma, Chin Chin) ya que se encuentran en sectores más estables gracias a su morfología más plana y a los depósitos glacifluviales consolidados.
- b) Peligros volcánicos: con un 28.6% del total de la vulnerabilidad a los peligros de carácter no recurrente, se considera a éste de una importancia menor con respecto a otros peligros, cabe recordar que los peligros volcánicos corresponden a distintos tipos de amenazas. En este sentido y considerando la distancia de Puerto Montt con el centro volcánico más cercano, estas amenazas se ven disminuidas principalmente a dos tipos (sismos, lluvias de tefras) las cuales en su extensión cubren la totalidad de la ciudad.
- c) Tsunamis: se le asignó una importancia de 14.3 % en el modelo de peligros no recurrentes, representando la amenaza de menor importancia para la vulnerabilidad de la ciudad debido al escaso registro histórico de un evento similar, además, de la protección natural que efectúa el Seno de Reloncaví y las islas interiores que existen en la zona.

El área definida por SERNAGEOMIN (2000) delimita esta variable bajo los 5 m.s.n.m., lo que deja a la mayor parte de la ciudad libre de esta amenaza, que de todos modos, no es una amenaza tan latente como lo es el caso de los sismos, además, no existen registros históricos de algún evento pasado de tsunami en la bahía del Seno de Reloncaví.

Tabla n° 15 Distribución de los pesos de los criterios por sectores de evaluación para peligros de carácter no recurrente

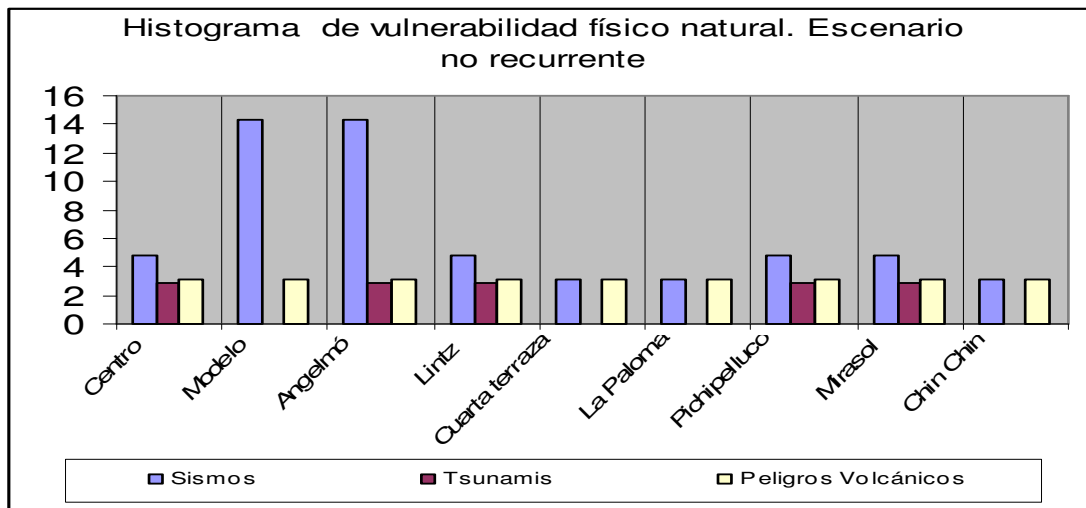
| Sector/criterio | Sismos | Tsunamis | Peligros Volcánicos |
|-----------------|--------|----------|---------------------|
| Centro          | 4,76   | 2,86     | 3,18                |
| Modelo          | 14,27  | 0        | 3,18                |
| Angelmó         | 14,27  | 2,86     | 3,18                |
| Lintz           | 4,76   | 2,86     | 3,18                |
| Cuarta terraza  | 3,17   | 0        | 3,18                |
| La Paloma       | 3,17   | 0        | 3,18                |
| Pichipelluco    | 4,76   | 2,86     | 3,18                |
| Mirasol         | 4,76   | 2,86     | 3,18                |
| Chin Chin       | 3,17   | 0        | 3,18                |

Fuente: elaboración propia

Tomando en cuenta el alto peso arrojado por el modelo para el peligro sísmico, se denota una predominancia de la vulnerabilidad en los sectores más escarpados de la ciudad, principalmente Angelmó y Modelo considerando los grupos geomorfológicos y las características geotectónicas observadas en el sismo de mayo de 1960. Luego, las zonas adyacentes al borde costero presentan un mediano nivel de vulnerabilidad (Mirasol, Centro, Lintz y Pichipelluco) principalmente por su ubicación sobre de depósitos de playa y materiales de relleno artificial. Finalmente los sectores altos de la ciudad (Chin Chin, Cuarta Terraza, La Paloma) presentan bajos niveles de vulnerabilidad.

El resto de los peligros considerados de carácter no recurrente presentan bajos niveles de vulnerabilidad, en el borde costero de Puerto Montt se aprecia un bajo peso para el peligro de tsunami. Los peligros volcánicos se presentan con baja vulnerabilidad de igual modo para toda la ciudad sin diferenciar sectores más o menos vulnerables.

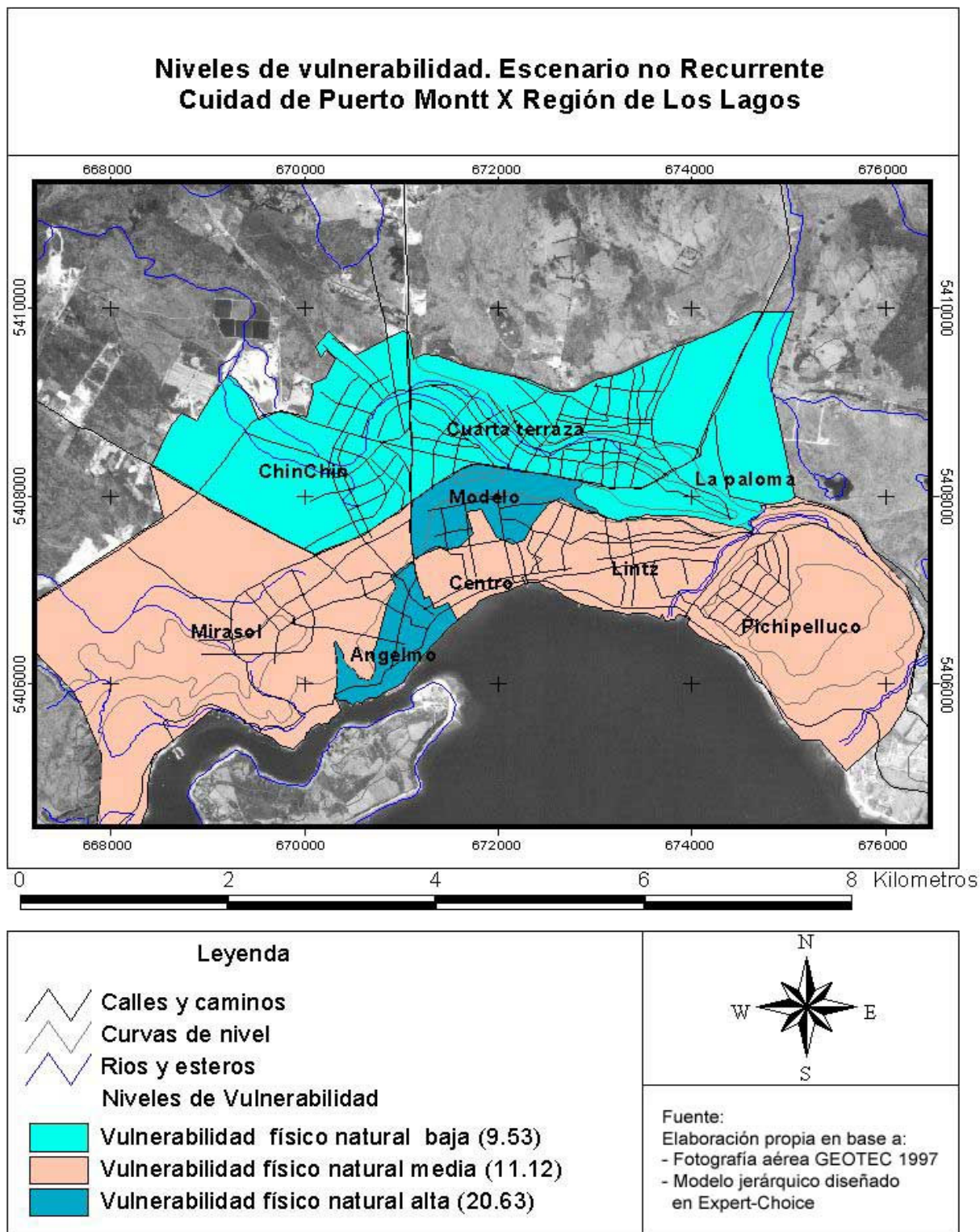
Fig. 32



Fuente: elaboración propia



Fig.33



### III.7 EXPANSIÓN URBANA DE PUERTO MONTT

El Estado de Chile, a partir de mediados del siglo XIX, comienza con un programa de colonización de la zona sur, en lugares de características geográficas y climáticas bastante desfavorables para la vida del hombre. Así, nace Puerto Montt sobre un antiguo poblado indígena conocido como Melipulli (Cuatro Colinas).

El 22 de Noviembre de 1852, llegan a estas costas el primer grupo de 212 colonos alemanes, traídos por Vicente Pérez Rosales durante el gobierno de don Manuel Montt. El desarrollo de este nuevo asentamiento se inicia a partir del 12 de Febrero de 1853, fecha en que se funda oficialmente la ciudad. Hasta 1900 se extendió el período de la colonización, alimentada con numerosas oleadas de emigrantes europeos que llegaron a la ciudad o establecieron en sus alrededores, especialmente márgenes del Lago Llanquihue donde fundaron nuevos asentamientos humanos entre los que se destaca Puerto Varas.

Para el diseño de la ciudad se utilizó el clásico sistema de trazado de damero, con calles de 16 metros de ancho y manzanas de 50 metros por lado, comenzando desde el borde costero hacia arriba. En aquel entonces, el mar llegaba hasta la actual avenida Antonio Varas y la plaza de armas estaba contigua a la línea costera. Por su ubicación geográfica Puerto Montt comienza a transformarse en el núcleo de llegada e intercambio entre las islas (especialmente Chiloé) y el continente, además de ser punto de penetración al lago Llanquihue. Así es como se va definiendo su rol inicial: el ser una ciudad estratégica como conectora y distribuidora de la región y del país. (Bünzli *et al.* 2002).

La evolución urbana de Puerto Montt se desarrolla a través de las siguientes etapas planteadas por Rovira. (2000)

- 1) Primera etapa (1853-1875): En el sector central. Se definen los primeros límites de la ciudad, condicionados por la topografía natural de la zona (Fig. 34). Av. Antonio Varas por el sur (como costanera) y el escarpe de la segunda terraza por el norte. Las principales actividades sociales de la época, tenían como escenario principal el borde costero.

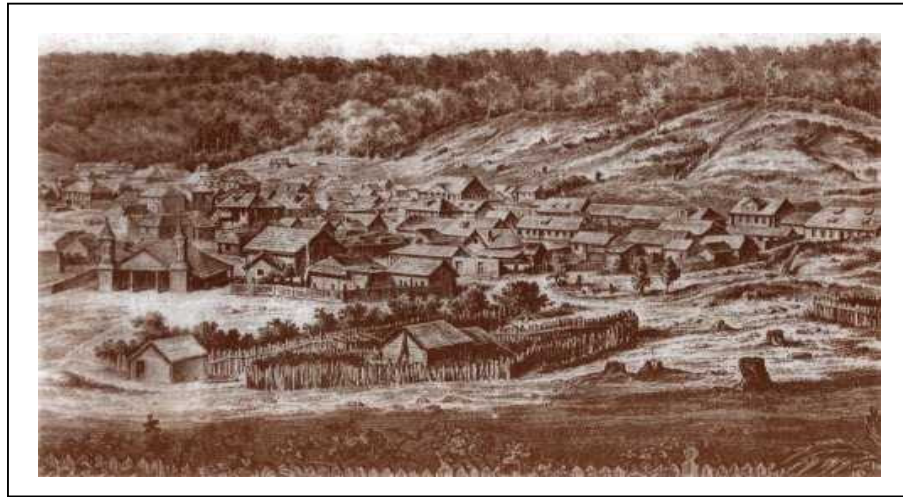


Fig. 34 Litografía de Puerto Montt 1861 < <http://www.ptomontt.cl/pmontt1.php>>

- 2) Segunda etapa (1876-1925): Crecimiento del sector contiguo al central, tanto hacia el poniente como hacia el oriente. En esta etapa se advierten los inicios de la ocupación espacial de Pelluco, de la puntilla de la isla Tenglo y parcialmente el sector de caleta de Angelmó. Ya en este entonces Puerto Montt presentaba una fisonomía netamente urbana (Fig. 35), creándose barrios con nuevas edificaciones, pero aún con bajas tasas de población.

En 1912 se extendió la línea férrea hasta la ciudad, lo que une a Puerto Montt con la capital del país, con ello Puerto Montt se transformó en puerto de enlace con los territorios de Aysén y Magallanes ubicados en la zona austral del país, lo que dio un auge a la ciudad con el desarrollo de la actividad comercial y del transporte.

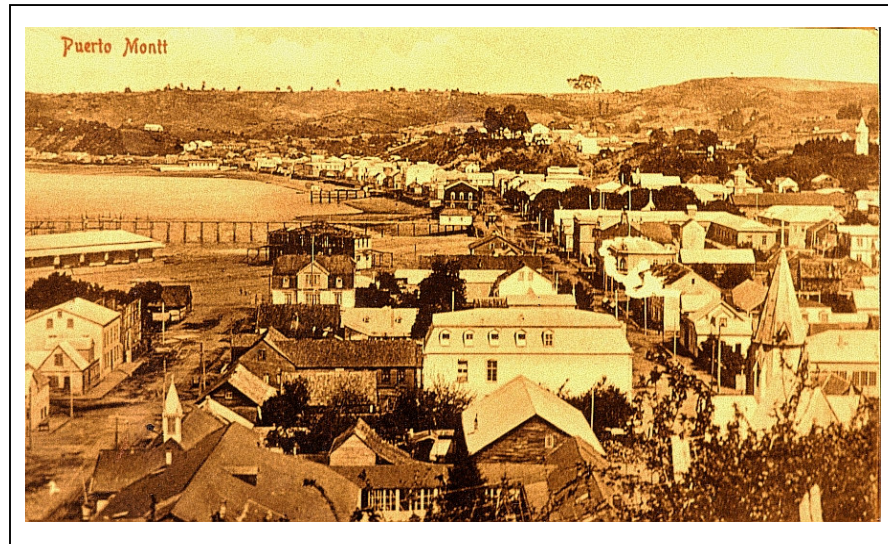


Fig. 35 Puerto Montt histórico

<<http://www.fortunecity.com/victorian/woodcut/419/puertomonttantiguo.jpg>>

3) Tercera etapa (1926-1960): Periodo de gran desarrollo y consolidación de las redes de transporte marítimas y terrestres, las cuales inciden enormemente en una vida social intensa. Con esto se inició el declive de la influencia del borde en la vida de la ciudad como aglutinador de todo tipo de actividades sociales, puesto que estas se volcaron al centro, iniciándose así el paulatino abandono de la zona costera.

Un hito importante dentro de la historia urbana de Puerto Montt es la inauguración del puerto marítimo en 1934, creando el primer recinto portuario e incrementando el loteamiento del sector de Angelmó.

Hacia 1950 la ciudad contaba con 27.500 habitantes y vive un proceso de crecimiento y urbanización acelerada. En mayo de 1960, un devastador terremoto afectó la ciudad y toda la zona, provocando angustia y desolación a sus habitantes. Puerto Montt quedó destruido, el puerto y la estación de ferrocarriles colapsaron, cientos de viviendas y edificios se derrumbaron, las calles quedaron intransitables, en definitiva la ciudad quedó en ruinas (Fig. 36). Fue gracias al esfuerzo de la solidaridad nacional e internacional y de todos sus habitantes que lentamente emergió de la destrucción para levantarse nuevamente como una ciudad pujante y dinámica.





Fig. 36 Terremoto de Mayo de 1960 <<http://www.ptomontt.cl/pmونتt1.php>>

4) Cuarta etapa (1961-1973): Posteriormente al desastre, comienza la reparación del puerto, obras de infraestructuras, reconstrucción y ampliación de la costanera con un relleno artificial, en 1970, que amplió el área hasta los límites actuales desde Chiquihue hasta Pelluco. En esta etapa nace la población Anahuac, como caleta artesanal de pescadores; mientras en Pelluco se comienza a edificar en la segunda terraza.

5) Quinta etapa (1974-1989): La comuna comienza un acelerado crecimiento, asumiendo un papel más relevante en la zona sur de Chile y en la Región de Los Lagos, como ciudad capital a partir de la reforma administrativa de 1974.

Se observa la consolidación del área industrial en el sector norponiente y un asentamiento lineal de industrias pesqueras en el lado opuesto de bahía de Chiquihue, reforzada por la instalación del puerto pesquero artesanal. En Pelluco se produce un significativo crecimiento residencial y comienza su explotación turística.

La ciudad comenzó un desarrollo ascendente, que poco a poco se fue acelerando hasta hoy en día, ocupándose los sectores altos de la ciudad y consolidando la planta baja como centro de comercio y servicios.

6) Sexta etapa (1990-2000): Este periodo se caracteriza por un mantenimiento de las tendencias a la expansión urbana sobre la cuarta terraza, principalmente con poblaciones de carácter social ocupando suelos de mala calidad para la construcción. Los sectores de alto estándar por su parte, se localizan principalmente en la zona de Pelluco, distante aproximadamente 1 km al oriente de la ciudad.

Puerto Montt de hoy, en los inicios del siglo XXI, continúa siendo la puerta de entrada a los territorios patagónicos y antárticos de Chile y el principal centro de negocios del sur de Chile (Fig. 37). La gama de servicios que ofrece la ciudad está orientada al turismo, a la actividad pesquera y acuícola, al transporte y telecomunicaciones y a la agricultura y ganadería.

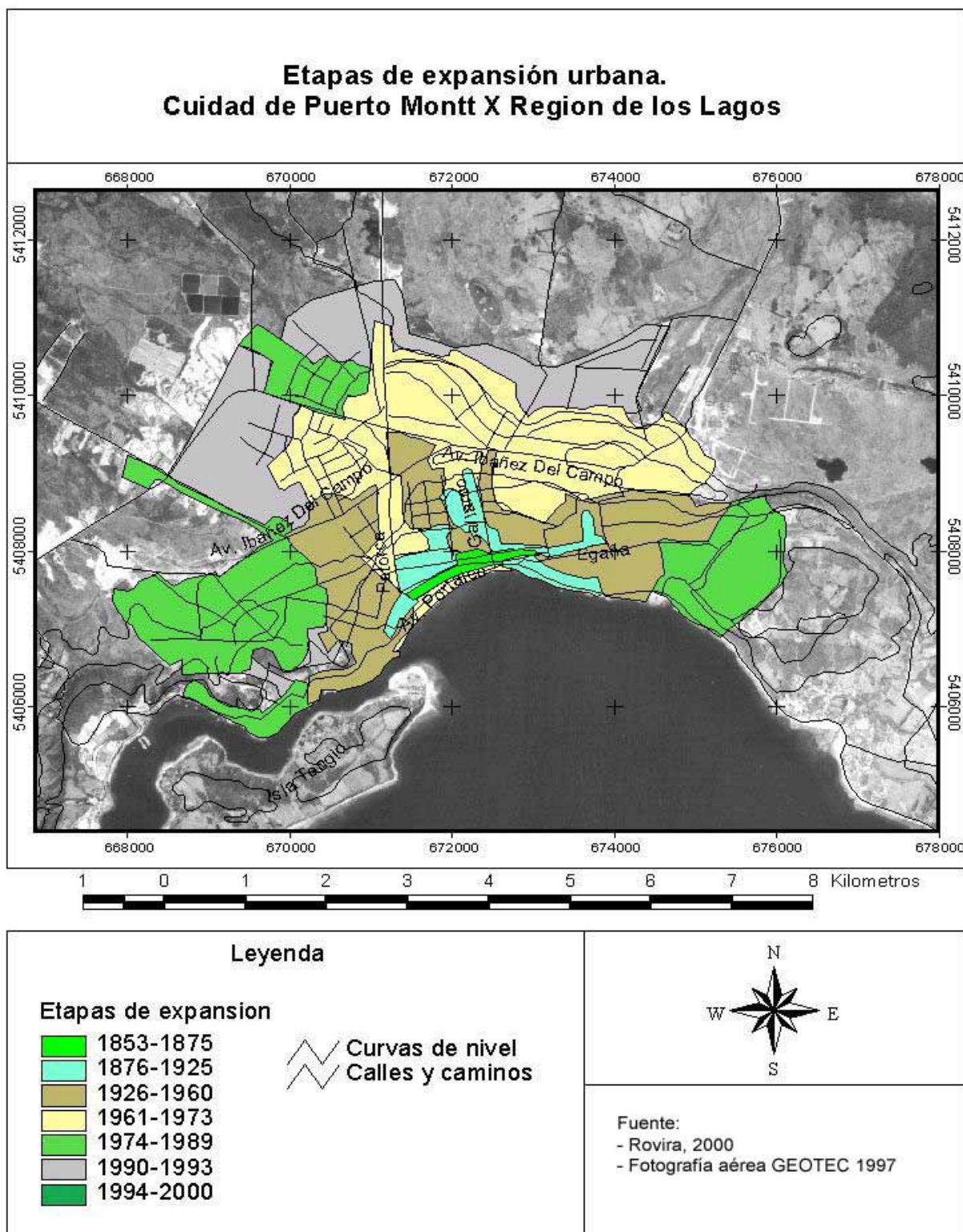


Fig. 37 Centro de Puerto Montt, 2006

Actualmente, se aprecia una tendencia hacia una urbanización de carácter más bien discontinuo. Así es como, además de lo señalado para el caso de Puerto Varas, el Estado ha decidido la conformación de una “ciudad satélite”, en el pueblo de Alerce, a unos 10 km de Puerto Montt.

En ese lugar se ha iniciado un programa de construcción de viviendas para estratos socio-económicos bajos, con financiamiento estatal. A ello se suma el apareamiento de varias iniciativas de construcción de grupos de viviendas de alto estándar en sectores periféricos de la ciudad, pero con buenas condiciones de conectividad (Rovira, 2000).

Fig.38





### III.8 PUERTO MONTT COMO CIUDAD INTERMEDIA

La ciudad de Puerto Montt se ha visto afectada por un proceso relativamente reciente de fuerte crecimiento, el cual ha alcanzado su *peak* en la última década, esto queda representado por un aumento de un 60% de la población desde el año 1992 donde figuraban 110.139 habitantes hasta el año 2002 donde se presentan 175.938 habitantes. Este crecimiento ha provocado una dinámica en el comportamiento de la ciudad bastante particular.

Puerto Montt presenta un patrón similar al existente en los modelos de ciudades intermedias expresados en diversos estudios. Fuentes primarias, de observación en terreno, permiten aseverar la existencia de una zona de abandono de los estratos altos, los cuales escapan hacia sectores excéntricos o periféricos que presentan amenidades ampliamente cotizadas por la población de elite; estos movimientos comienzan a dar una conformación espacial particular en forma de cuña o espina, donde empiezan a emplazarse varias infraestructuras que pretenden consolidar y direccionar el crecimiento y dispersión de la ciudad compacta para dar paso a una ciudad dispersa y desagregada en función de los requerimientos de cada uno de los estratos socioeconómicos presentes en la ciudad. Es el caso de la ubicación excéntrica de un mall en Av. Portales (costanera), que está acompañado por grandes tiendas, un supermercado y un cine. Los espacios que van siendo dejados o abandonados por los estratos más altos van siendo ocupados al mismo tiempo por estratos inferiores, los cuales van conformando un modelo o patrón de ciudad claro, determinados por las características geomorfológicas del entorno que entregan un singular comportamiento del emplazamiento y la localización de la población (Herrera, 2003).

Respecto a los patrones de localización de la población se denotan comportamientos propios de una ciudad intermedia del sistema urbano chileno, es decir los patrones teóricos de este tipo de asentamientos no pueden ser distinguidos claramente ya que existen ciertas particularidades que hacen de Puerto Montt un caso de análisis bastante singular.

En este sentido, se puede mencionar el caso del sector Mirasol, en el cuál varios estratos socioeconómicos comparten el lugar de emplazamiento de sus viviendas y en cierta medida radios de acción, otorgando una heterogeneidad social al sector.

Los distritos y zonas periféricas también muestran comportamientos disímiles a los presentados por los modelos de las ciudades intermedias; pero presentan claras tendencias de orientarse hacia una situación similar a la teórica. Caso particular de esto es el sector de Pelluco, en donde se presenta una confrontación de realidades, por un lado se encuentran viviendas de baja calidad, de carácter eminentemente rural, pertenecientes a algunas familias pobladoras del distrito y a su vez se encuentran grandes condominios de elite, los cuales pretenden albergar a las familias de los estratos mas altos que escapan de los lugares centrales en busca de amenidades y mejores condiciones de vida.

Las zonas céntricas por su parte, exhiben una dinámica similar a la postulada por los modelos, predominando los servicios y el comercio, y un alto número de hospedajes de bajo costo los cuales albergan a los migrantes de estratos bajos. En los sectores cercanos al puerto y al terminal de buses, se observa con mayor intensidad el emplazamiento de viviendas antiguas, las que presentan malas condiciones de mantención, además de las actividades propias de este tipo de lugares como las ferias libres, el comercio ambulante y en general el radio de acción de los estratos más pobres de la ciudad. Esto contribuye al deterioro de las zonas centrales y al incentivo del abandono y escape de los mismos por parte de la población más pudiente. Se presenta a su vez población atrapada que no ha podido dejar los espacios hoy deteriorados y se ve rodeada de población perteneciente a status más bajos.

Otros fenómenos de particular intereses en la ciudad son: Construcción de estacionamientos subterráneos, ampliación de la red vial estructurante y la expansión urbana.

Las principales áreas de expansión de la ciudad hoy en día son:

- Pelluco-Chamiza: en el sur oriente de la ciudad, con grandes condominios y viviendas de alto status, asentadas alrededor de la carretera austral.
- La Paloma: en el nororiente de la ciudad, junto al camino que comunica con la ciudad de Puerto Varas y el pueblo de Alerce, en esta zona existen condominios cerrados, con viviendas amplias que no constituyen parcelas de agrado.
- Ruta 5 hacia Chiloé: corresponde al distrito las Quemas, incluye parcelas de agrado y algunos condominios; existen amplios sectores de esparcimiento y recreación.
- Alerce: al norte de la ciudad de Puerto Montt, constituye el sector con más demanda hoy en día, sin embargo esta enfocado a estratos socioeconómicos más bajos a través de villas y poblaciones (SERVIU y Privados, Fig. 39). Su objetivo es dar solución habitacional a los sectores que están siendo erradicados de sus antiguas viviendas en poblaciones o campamentos.



Fig. 39 Fotografía, nuevas poblaciones en Alerce

### III.9 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL EN LA CIUDAD DE PUERTO MONTT

Tabla n° 16. Población y densidades por zonas censales 2002

| NOMBRE       | ZONA | POBLACIÓN | SUPERFICIE (HAS) | DENSIDAD HAB/HAS |
|--------------|------|-----------|------------------|------------------|
| Estación     | 1    | 805       | 29,6             | 27,2             |
|              | 2    | 3.783     | 73,3             | 51,6             |
| Angelmó      | 1    | 5.154     | 39,8             | 129,6            |
|              | 2    | 1.651     | 40,5             | 40,7             |
|              | 3    | 4.399     | 48,1             | 91,5             |
|              | 4    | 5.142     | 67,3             | 76,4             |
|              | 5    | 2.411     | 97,6             | 24,7             |
| Mirasol      | 1    | 5.262     | 61,7             | 85,3             |
|              | 2    | 5.600     | 113,4            | 49,4             |
|              | 3    | 12.390    | 98,8             | 125,5            |
|              | 4    | 6.516     | 46,9             | 139,0            |
|              | 5    | 20.295    | 248,0            | 81,8             |
|              | 6    | 1.152     | 559,9            | 2,1              |
| Chin chin    | 1    | 4.291     | 19,1             | 224,5            |
|              | 2    | 3.073     | 17,1             | 179,5            |
|              | 3    | 4.761     | 196,5            | 24,2             |
| Intendencia  | 1    | 3.967     | 86,3             | 45,9             |
|              | 2    | 2.854     | 26,8             | 106,7            |
|              | 3    | 4.787     | 46,6             | 102,8            |
|              | 4    | 4.210     | 68,6             | 61,4             |
| Pelluco      | 1    | 8.125     | 309,8            | 26,2             |
|              | 2    | 1.494     | 253,1            | 5,9              |
|              | 3    | 4.269     | 85,6             | 49,9             |
| Panitao      | 1    | 225       | 222,2            | 1,0              |
| Tepual       | 1    | 841       | 59,7             | 14,1             |
| Las Quemadas | 1    | 6.620     | 346,2            | 19,1             |
| La Paloma    | 1    | 2.805     | 14,4             | 194,1            |
|              | 2    | 4.700     | 34,7             | 135,4            |
|              | 3    | 9.180     | 218,7            | 42,0             |
| Matadero     | 1    | 4.399     | 20,9             | 210,0            |
|              | 2    | 3.182     | 43,1             | 73,9             |
|              | 3    | 1.817     | 34,9             | 52,0             |
|              | 4    | 2.352     | 29,5             | 79,7             |
| Total        |      | 152.512   | 3658,6           | 41,7             |

Fuente: INE, 2002

La ciudad de Puerto Montt cuenta con 10 distritos de carácter urbano para el Censo de Población y Vivienda del año 2002 (INE) y un total de 33 zonas censales. La población total de la ciudad asciende a 152.512 habitantes (Tabla 16).

En la Tabla 16 se observa que los principales distritos de ciudad en términos de cantidad de habitantes, corresponden a Mirasol, Angelmó, La Paloma e Intendencia. Por otra parte, el distrito Mirasol presenta la mayor cantidad de población urbana con 51.215 habitantes, mientras que el distrito de Panitao presenta la menor cantidad de población, con un total de 225 habitantes, seguido luego por el distrito Tepual con 841 habitantes.

Si se observan los cálculos de densidad por distritos y zonas censales sobresalen las altas densidades registradas en la zona 1 de los distritos de Chin chin con 224.5 habitantes/hectárea; Matadero con 210 habitantes/hectárea, y la Paloma con 194.1 habitantes/hectárea.

Las menores densidades de población de la ciudad corresponden a los distritos de Panitao con 1 habitante/hectárea; al distrito de Mirasol en su zona 6 con 2.1 habitantes/hectárea y Pelluco en su zona 2 con 5.9 habitantes/hectárea. Todos estos corresponden a sectores periféricos de la ciudad actual.

La expresión territorial de estas densidades se refleja en la alta presión por el espacio que se concentra en la parte baja de la ciudad, principalmente en la terraza baja en el sector de Angelmó y la terraza siguiente alrededor de la calle presidente Ibáñez; esta relación se estructura por lo general relacionado a las principales vías de la ciudad. Lo que corresponde al centro histórico de la ciudad presenta niveles intermedios de densidad de población, fenómeno atribuido a los procesos migratorios de centro a periferia de la ciudad. Asimismo, en las periferias del poniente se encuentran los valores más bajos (camino al aeropuerto, Chin chin, sector de Lagunitas).

Sin embargo, los sectores de baja densidad ubicados en la periferia están experimentando un nuevo proceso de urbanización que corresponde por lo general, a la construcción de nuevos condominios en unos sectores (Fig. 40) o bien, a parcelas de agrado en otros.



Fig. 40 Fotografía, nuevos condominios en la ciudad, sector alto La Paloma

El sector de La Paloma (en la parte alta de la ciudad) ha sido uno de los sitios que últimamente han desarrollado numerosos proyectos de construcción de viviendas con características propias de los denominados “condominios” tipo de barrio común en las ciudades de tipo intermedio.



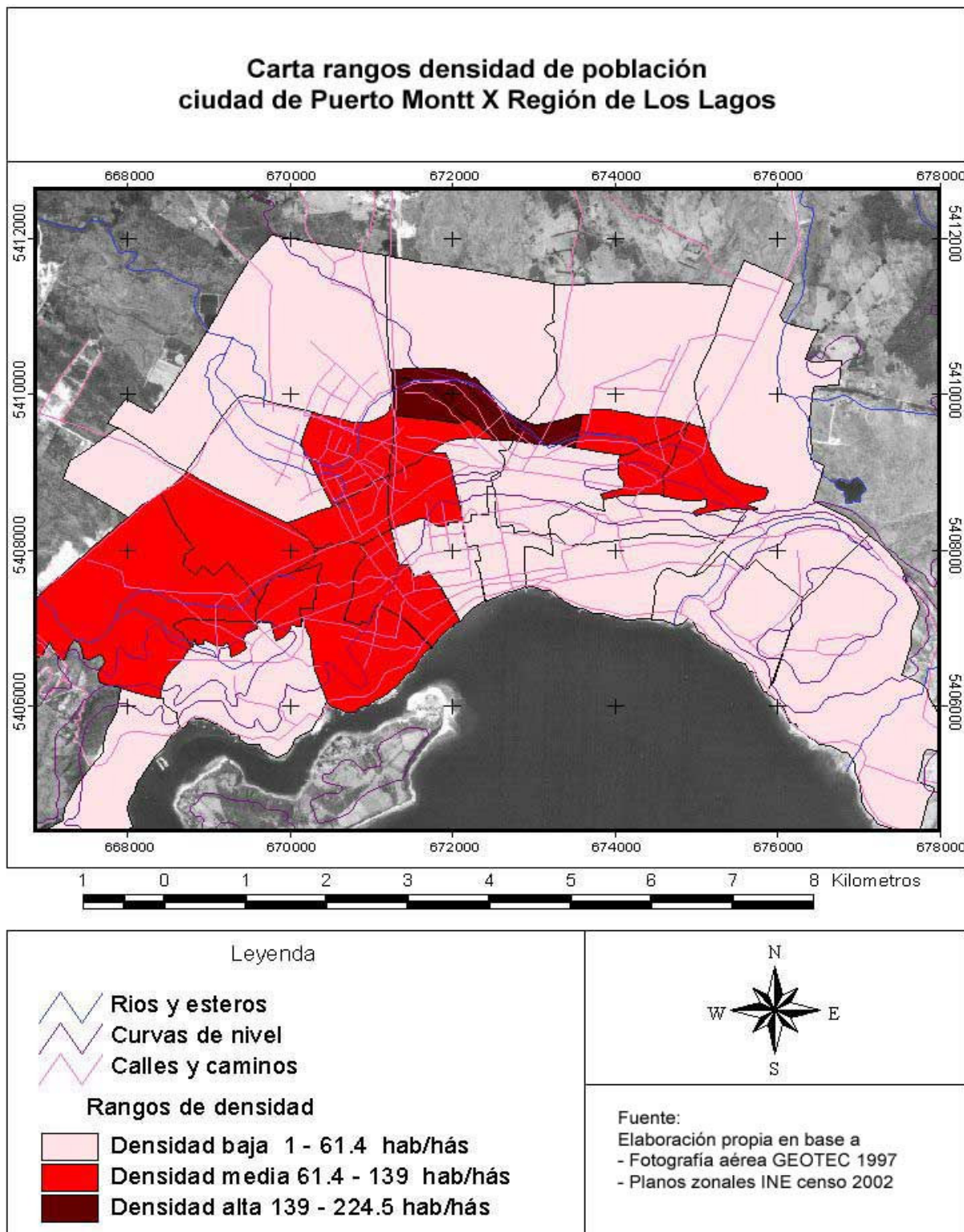
Fig. 41 Fotografía, parcelas de agrado en el sector de Pelluco Chamiza.

En la zona sur oriente de la ciudad (lo que hoy corresponde a la Carretera Austral) se ve potenciado el desarrollo urbano de la localidad de Pelluco, que terminó por conformarse como uno de los sectores más exclusivos de la ciudad de Puerto Montt.

La Fig. 41 permite tener una visión más clara del fenómeno de las densidades de población en Puerto Montt. Se establecieron 3 rangos de densidad mediante una clasificación de acuerdo al promedio y la desviación estándar que van desde los 1 - 61.4 hab/hás como densidad baja, 61.4 - 139 hab/hás como densidad media y finalmente 139 - 224.5 hab/hás como densidad alta. Se pueden observar los sectores de menor y mayor densidad en la ciudad y su expresión territorial a partir de zonas censales (INE, 2002).



Fig. 42





### **III.10 CARACTERIZACIÓN DE NIVELES SOCIOECONÓMICOS DE LA CIUDAD DE PUERTO MONTT A PARTIR DE ANÁLISIS DE OCUPACIÓN**

Se realizó un análisis de ocupación según el último Censo de Población y Vivienda (INE, 2002) en las zonas urbanas y distritos urbanos. Para ello se utilizó la clasificación internacional unificada de ocupaciones (CIUO-88), la cual define 9 grupos de la siguiente manera:

- 1) Miembros del poder ejecutivo y de los cuerpos legislativos y personal directo de la administración pública y de empresas.
- 2) Profesionales científicos e intelectuales.
- 3) Técnicos y profesionales de nivel medio.
- 4) Empleados de oficina.
- 5) Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados.
- 6) Agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias, forestales y pesqueras con destino al mercado.
- 7) Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios.
- 8) Operadores de instalaciones, máquinas y montadores.
- 9) Trabajadores no calificados.

Se consideran estas categorías como un referente adecuado para establecer algún patrón espacial definitorio en la ciudad, ya que la estructura social intraurbana presenta una distribución bastante compleja donde los barrios de menores ingresos se presentan a menudo intercalados con los sectores medios, en la medida que ocupan los suelos de menor calidad.

Por otra parte, esta es una ciudad con predominio de estratos medios y bajos ya que los grupos que han alcanzado altos niveles de ingresos en años recientes, se han instalado en ciudades de Puerto Varas y Frutillar (Herrera, 2003).

Tomando en cuenta la perspectiva de la vulnerabilidad socioeconómica los profesionales poseen la menor vulnerabilidad ya que son los que poseen los recursos para enfrentar una condición de peligro, mientras que los empleados se consideran con una vulnerabilidad socioeconómica media, los no calificados presentan una alta vulnerabilidad socioeconómica, ya que frente a un peligro se asume a grandes rasgos que no poseen los recursos para enfrentar la reconstrucción de sus bienes (Sarricolea, 2004).

Para el análisis se confeccionó un cuadro resumen con cada distrito y zona censal de la ciudad de Puerto Montt, donde se aprecian el número de casos para cada categoría de ocupaciones.

Tabla n° 17 Números de ocupaciones según zonas y distritos en la ciudad de Puerto Montt

| NOMBRE       | ZONA | Clasificación de ocupaciones |     |      |     |      |     |      |     |      |
|--------------|------|------------------------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|
|              |      | 1                            | 2   | 3    | 4   | 5    | 6   | 7    | 8   | 9    |
| Estación     | 1    | 65                           | 96  | 105  | 56  | 70   | 4   | 18   | 6   | 33   |
|              | 2    | 94                           | 131 | 229  | 175 | 247  | 43  | 167  | 102 | 261  |
| Angelmó      | 1    | 135                          | 81  | 257  | 223 | 360  | 51  | 331  | 245 | 349  |
|              | 2    | 96                           | 123 | 176  | 85  | 126  | 14  | 58   | 35  | 77   |
|              | 3    | 189                          | 197 | 357  | 197 | 315  | 56  | 216  | 167 | 263  |
|              | 4    | 126                          | 107 | 245  | 337 | 389  | 79  | 303  | 226 | 391  |
|              | 5    | 148                          | 117 | 241  | 82  | 112  | 86  | 72   | 174 | 110  |
| Mirasol      | 1    | 129                          | 192 | 318  | 251 | 329  | 42  | 345  | 335 | 303  |
|              | 2    | 137                          | 190 | 300  | 236 | 310  | 33  | 413  | 325 | 320  |
|              | 3    | 255                          | 368 | 647  | 346 | 561  | 125 | 990  | 516 | 1036 |
|              | 4    | 138                          | 227 | 441  | 375 | 389  | 47  | 311  | 336 | 372  |
|              | 5    | 397                          | 431 | 1111 | 928 | 1286 | 161 | 1224 | 982 | 1477 |
|              | 6    | 31                           | 30  | 59   | 44  | 40   | 25  | 84   | 60  | 66   |
| Chinchin     | 1    | 78                           | 73  | 177  | 136 | 273  | 42  | 367  | 219 | 373  |
|              | 2    | 50                           | 24  | 130  | 107 | 175  | 19  | 304  | 132 | 233  |
|              | 3    | 255                          | 266 | 345  | 186 | 227  | 32  | 197  | 182 | 262  |
| Intendencia  | 1    | 231                          | 351 | 325  | 167 | 147  | 26  | 67   | 49  | 142  |
|              | 2    | 69                           | 51  | 163  | 128 | 165  | 17  | 185  | 115 | 225  |
|              | 3    | 87                           | 75  | 188  | 165 | 290  | 47  | 386  | 191 | 426  |
|              | 4    | 151                          | 244 | 382  | 200 | 215  | 19  | 181  | 125 | 212  |
| Pelluco      | 1    | 218                          | 454 | 676  | 327 | 444  | 44  | 409  | 271 | 426  |
|              | 2    | 64                           | 90  | 63   | 38  | 73   | 41  | 65   | 25  | 109  |
|              | 3    | 109                          | 174 | 283  | 223 | 255  | 23  | 199  | 174 | 241  |
| Panitao      | 1    | 7                            | 7   | 8    | 4   | 3    | 12  | 8    | 5   | 18   |
| Tepual       | 1    | 8                            | 6   | 23   | 18  | 29   | 12  | 76   | 62  | 73   |
| Las Quemadas | 1    | 104                          | 23  | 136  | 141 | 367  | 92  | 602  | 283 | 656  |
| La Paloma    | 1    | 82                           | 52  | 175  | 104 | 177  | 14  | 190  | 86  | 206  |
|              | 2    | 85                           | 80  | 200  | 201 | 263  | 52  | 300  | 179 | 382  |
|              | 3    | 277                          | 511 | 675  | 429 | 530  | 59  | 381  | 363 | 451  |
| Matadero     | 1    | 76                           | 45  | 158  | 165 | 256  | 33  | 356  | 215 | 321  |
|              | 2    | 76                           | 69  | 170  | 137 | 263  | 35  | 245  | 130 | 258  |
|              | 3    | 51                           | 80  | 136  | 84  | 150  | 19  | 88   | 56  | 125  |
|              | 4    | 60                           | 14  | 67   | 65  | 163  | 19  | 226  | 123 | 222  |

Fuente: INE 2002

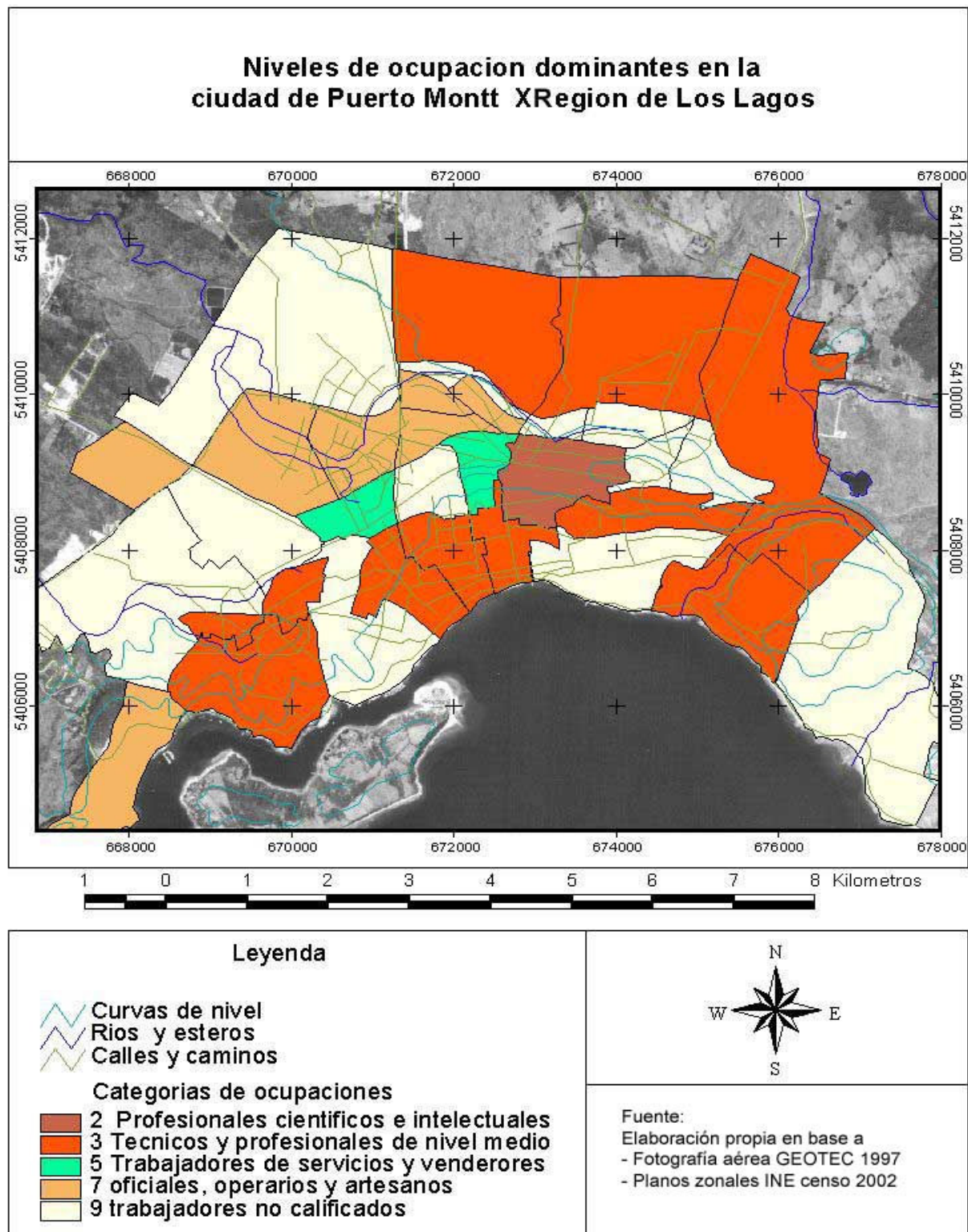
El análisis de los datos y de la cartografía anexa presenta un panorama complejo en la distribución socio espacial de las ocupaciones en la ciudad de Puerto Montt.

En números reales, la población se desempeña en su mayoría como trabajadores no calificados con un total de 10.419 hab., situación bastante destacada en los distritos de Pelluco y Mirasol por ej. la categoría n° 7 de oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y otros oficios también presenta una alta representatividad en la ciudad, (9364 hab.) sin embargo, no presenta algún patrón espacial definido en la estructura urbana de Puerto Montt.

Otra de las categorías predominantes dentro de la distribución espacial de la ciudad corresponde a la de técnicos y profesionales de nivel medio (categoría n° 3 con 8966 casos), los cuales se localizan claramente en la zona alta de la ciudad correspondiente a la cuarta terraza y a los distritos de La Paloma y Chin chin, lo que corresponde a los sectores que presentan un notable desarrollo residencial destacando los sectores de nuevos condominios.

Se reconoce una mediana segregación espacial socioeconómica, existen sectores con tendencias claras a la predominancia de algunos niveles de ocupación como por ejemplo los sectores de Cuarta Terraza y La Paloma donde destaca la presencia de técnicos y profesionales de nivel medio. En el sector poniente de la ciudad (Mirasol, Chin chin) predomina la presencia de los trabajadores no calificados, en menor medida se observan zonas dominadas por trabajadores de servicios y vendedores, además, de profesionales científicos e intelectuales. Son las nuevas periferias de la ciudad las que de a poco han ido segregando socioespacialmente a los habitantes de Puerto Montt y generando patrones propios de las grandes ciudades latinoamericanas. Los sectores más deprimidos socioeconómicamente de la ciudad tienden a habitar en sectores céntricos y otros, en su mayoría han migrado hacia las nuevas viviendas construidas en el proyecto “Ciudad Alerce”. Los sectores más acomodados tienden a habitar en Pelluco, pequeños barrios dispersos en la ciudad y la gran mayoría en la ciudad de Puerto Varas.

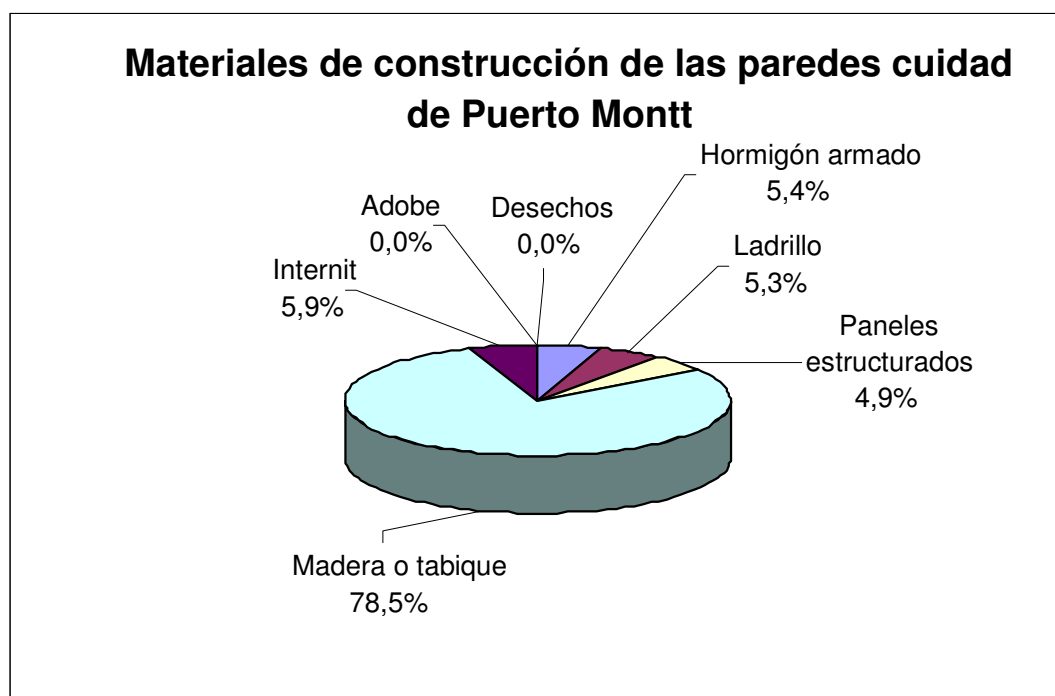
Fig. 43



### III.11 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

Por lo general la ciudad de Puerto Montt posee viviendas construidas de materiales de buena calidad, sismo resistentes, tales como: hormigón armado, ladrillo, paneles estructurados y madera o tabique, los que en conjunto alcanzan al 94.1 % del total de las viviendas de la ciudad, el porcentaje restante (5.9%) corresponde a viviendas construidas con materiales de menor calidad tales como Internit, adobe y desechos.

Fig. 44



Fuente: INE (2002)

Tabla n° 18. Materiales de construcción de viviendas en puerto Montt 2002

| NOMBRE       | ZONA | Materiales sismorresistentes |          |                       |                  | Materiales vulnerables |       |          |
|--------------|------|------------------------------|----------|-----------------------|------------------|------------------------|-------|----------|
|              |      | Hormigón armado              | Ladrillo | Paneles estructurados | Madera o tabique | Internit               | Adobe | Desechos |
| Estación     | 1    | 103                          | 1        | 2                     | 79               | 0                      | 0     | 0        |
|              | 2    | 77                           | 1        | 26                    | 816              | 18                     | 0     | 0        |
| Angelmó      | 1    | 89                           | 3        | 31                    | 1123             | 21                     | 0     | 0        |
|              | 2    | 94                           | 3        | 6                     | 303              | 1                      | 0     | 0        |
|              | 3    | 134                          | 3        | 5                     | 642              | 4                      | 0     | 0        |
|              | 4    | 16                           | 20       | 15                    | 1026             | 14                     | 0     | 0        |
|              | 5    | 58                           | 15       | 30                    | 430              | 15                     | 1     | 0        |
| Mirasol      | 1    | 4                            | 12       | 23                    | 1197             | 22                     | 0     | 0        |
|              | 2    | 21                           | 282      | 39                    | 1026             | 33                     | 1     | 1        |
|              | 3    | 44                           | 593      | 111                   | 2464             | 102                    | 0     | 1        |
|              | 4    | 15                           | 81       | 53                    | 1396             | 118                    | 0     | 0        |
|              | 5    | 481                          | 712      | 424                   | 3110             | 637                    | 0     | 0        |
|              | 6    | 17                           | 0        | 10                    | 245              | 18                     | 1     | 0        |
| Chinchin     | 1    | 24                           | 9        | 55                    | 1010             | 15                     | 0     | 0        |
|              | 2    | 2                            | 0        | 8                     | 725              | 4                      | 0     | 0        |
|              | 3    | 14                           | 12       | 83                    | 1001             | 97                     | 1     | 0        |
| Intendencia  | 1    | 399                          | 32       | 20                    | 527              | 5                      | 0     | 0        |
|              | 2    | 9                            | 3        | 15                    | 635              | 38                     | 0     | 0        |
|              | 3    | 49                           | 10       | 99                    | 958              | 23                     | 0     | 0        |
|              | 4    | 104                          | 87       | 23                    | 939              | 19                     | 0     | 0        |
| Pelluco      | 1    | 27                           | 38       | 323                   | 1613             | 155                    | 0     | 0        |
|              | 2    | 35                           | 2        | 4                     | 329              | 10                     | 0     | 0        |
|              | 3    | 16                           | 6        | 29                    | 1059             | 40                     | 0     | 0        |
| Panitaio     | 1    | 1                            | 0        | 2                     | 51               | 1                      | 0     | 0        |
| Tepual       | 1    | 4                            | 2        | 3                     | 199              | 4                      | 0     | 0        |
| Las Quemadas | 1    | 7                            | 6        | 67                    | 1093             | 268                    | 0     | 0        |
| La Paloma    | 1    | 6                            | 1        | 17                    | 624              | 12                     | 0     | 0        |
|              | 2    | 10                           | 0        | 30                    | 1032             | 60                     | 0     | 0        |
|              | 3    | 122                          | 47       | 208                   | 1635             | 436                    | 3     | 0        |
| Matadero     | 1    | 32                           | 51       | 50                    | 1015             | 22                     | 0     | 0        |
|              | 2    | 15                           | 0        | 17                    | 746              | 14                     | 1     | 1        |
|              | 3    | 18                           | 1        | 15                    | 421              | 9                      | 0     | 0        |
|              | 4    | 2                            | 1        | 18                    | 543              | 7                      | 0     | 0        |
| Total        |      | 35956                        |          |                       |                  | 2253                   |       |          |

Fuente: INE, (2002)

En realidad el universo total de viviendas consideradas como sismo sensibles en la ciudad de Puerto Montt es bastante bajo, más aún considerando el total de viviendas de la zona.

El análisis de la información estadística identifica un total de 2253 viviendas vulnerables contemplando aquellas compuestas de internet, adobe y desechos las que representan un 5.9% del total. Las viviendas construidas de adobe, si bien son comunes en nuestra realidad nacional, no son propias en esta zona del país por motivos de adecuación climática, factor preponderante que explica que la mayoría de las construcciones de la ciudad sean de madera.

Se ejecutó un análisis espacial de las viviendas sismos sensibles donde se estableció una categorización de la cantidad de viviendas vulnerables en porcentajes según zona censal. Finalmente se establecieron en Arc View solo 2 categorías con valores porcentuales muy bajos de viviendas sismosensibles que varían desde el 0.03% hasta el 1.67%.

Se observa una característica atípica a la mayoría de las ciudades chilenas en las cuales los centros históricos constituyen áreas de aglomeración de viviendas con materiales de baja calidad, como lo es el caso de la ciudad de La Serena que aglomera una alta concentración de viviendas con este perfil en el centro histórico de la ciudad. En el caso de Puerto Montt las viviendas que están ubicadas en el centro de la ciudad son la mayoría viviendas de madera y hormigón; este fenómeno es atribuible a la reconstrucción de esta parte de la ciudad luego del desastre que provocó el terremoto de 1960, donde la parte más afectada fue la zona central de la ciudad correspondiente a las terrazas bajas de la misma.

Los sectores que contemplan la mayor cantidad de viviendas vulnerables en la ciudad de Puerto Montt están distribuidos en las partes altas de la urbe, que corresponde al nivel de la cuarta terraza y los sectores de expansión y crecimiento de la ciudad. Cabe recordar que los niveles de concentración de este tipo de viviendas son muy bajos y no representan por lo mismo, una generalidad de los sectores en evaluación.



Se trata por lo general de sectores donde existen algunas tomas de terreno y de asentamiento de poblaciones y campamentos donde predominan las viviendas realizadas a través del sistema de autoconstrucción.



Fig. 45 Fotografía, vivienda de mala calidad en población de Puerto Montt (Mirasol).

El estudio realizado por Herrera (2003) contempla el análisis de vivienda subestándar, donde se definen los pesos más significativos de las variables correspondientes a piso y pared de la vivienda. En este factor se presenta lo siguiente: las zonas que tienen mayor concentración de viviendas subestándar son las Quemadas e Intendencia, ambas corresponden a los límites del casco urbano, son zonas de expansión o principalmente a distritos que contemplan espacios tanto urbanos como rurales con dominancia de viviendas de autoconstrucción y materiales propios del mundo rural. Son casas antiguas que albergan a un amplio grupo familiar y se encuentran incluidas en el casco urbano debido a la fuerte explosión territorial que ha sufrido la ciudad.

De mejor calidad se consideran las viviendas establecidas en el sector de Mirasol, puesto que existen pocas viviendas subestándar atribuidas a algunas poblaciones y tomas del sector.

En la zona de Pelluco existe una dicotomía con respecto a el factor de vivienda, puesto que se presentan viviendas tanto de buena calidad como de mala calidad, fenómeno debido principalmente al carácter suburbano de este distrito ya que concentra la mayor parte de las parcelas de agrado de la ciudad de Puerto Montt y conserva aún sectores con rasgos tradicionalmente rurales y de menos recursos.

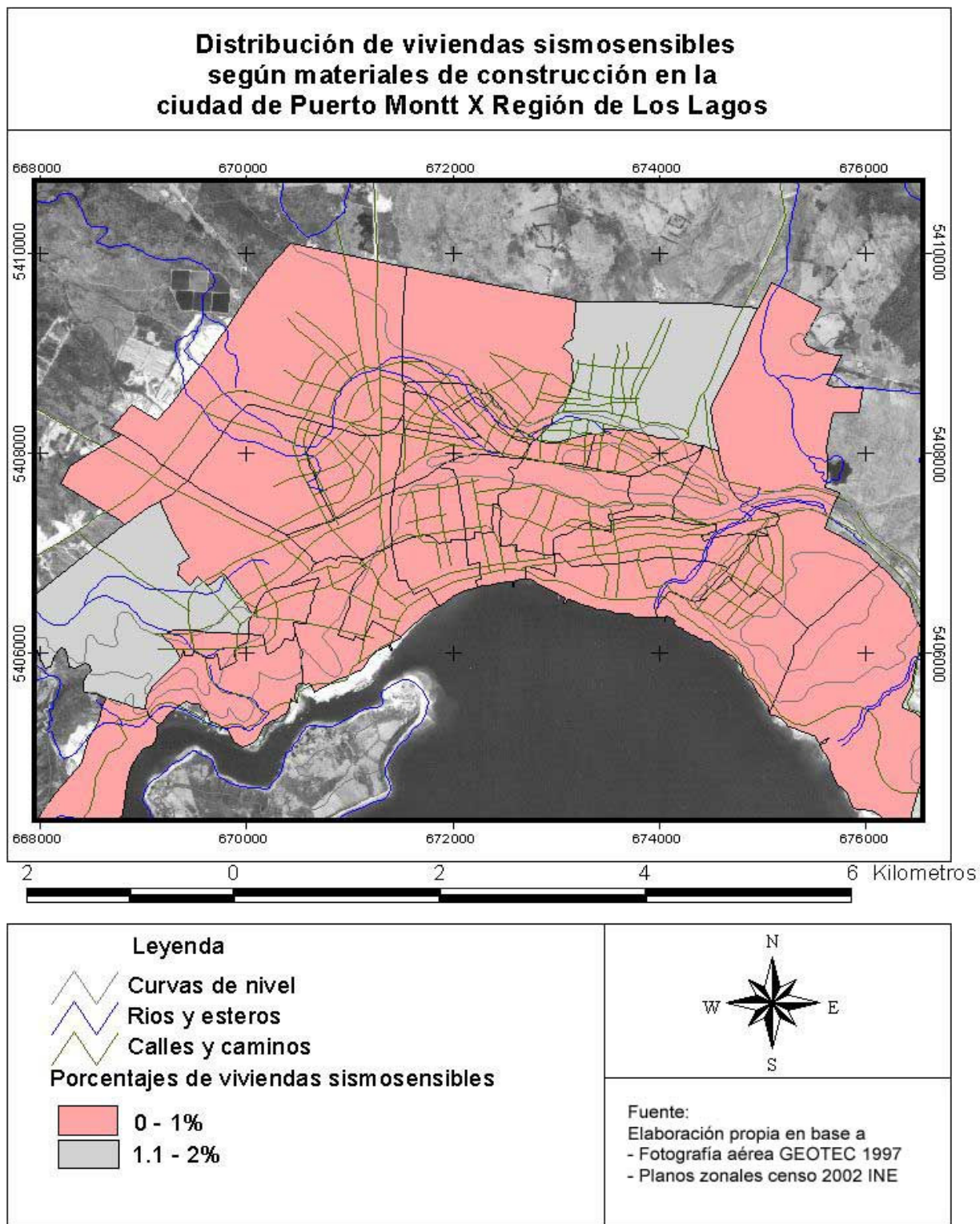
En el centro de la ciudad (distritos de Angelmó y Estación) se presentan bajas concentraciones de viviendas subestándar, la razón es que dichas viviendas pertenecen al casco más antiguo de la ciudad, representando los sectores más consolidados que fueron reconstruidos después del desastre de 1960 donde el terremoto destruyó la gran mayoría de las viviendas de la parte baja de Puerto Montt.

Cabe mencionar que en los escarpes de laderas se encuentran viviendas irregulares de muy baja calidad y que están expuestas a una constante amenaza de deslizamientos sobre todo en épocas de grandes lluvias, como suceden en pleno invierno.



Fig. 46 Vivienda en ladera, Angelmó.

Fig.47



### III.12 INSTALACIONES CRÍTICAS DE LA CIUDAD DE PUERTO MONTT

Se presenta una visión general de la ciudad con respecto a las instalaciones de servicios claves frente a un evento de peligro, para lo cual se contemplan los centros educativos, de salud (hospitalarios), cuarteles policiales y de bomberos, por tratarse de instalaciones claves de gestión y rescate.

Con respecto a las instalaciones educativas agrupadas por el Ministerio de Educación y de dependencia municipal, en el área urbana se encuentran las siguientes:

Escuela básica: 22

Escuela Cárcel: 1

Escuela especial: 1

Escuela de adultos: 2

Escuela de cultura: 1

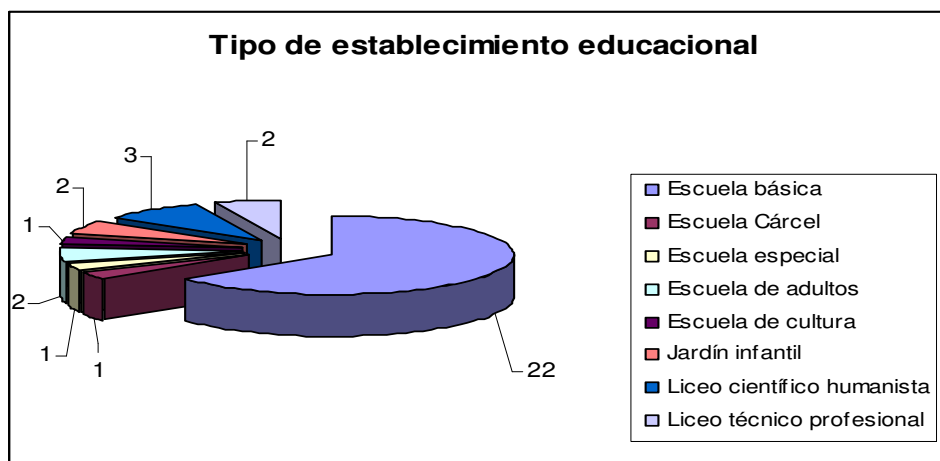
Jardín infantil: 2

Liceo científico humanista: 3

Liceo técnico profesional: 2

Total: 34

Fig. 48



Fuente: [www.puertomonttchile.cl](http://www.puertomonttchile.cl)

La ubicación de los establecimientos educacionales en la ciudad de Puerto Montt sigue un patrón repetitivo en la mayoría de las ciudades chilenas donde se presenta una clara concentración de estos en la zona central de la ciudad, para Puerto Montt esta zona correspondería al sector bajo de la ciudad lo que comprende el distrito de Centro Estación.

La presencia de jardines infantiles en la ciudad es menor sobre todo considerando aquellos que pertenecen a administración municipal, puesto que solo hay dos establecimientos. Cabe mencionar también la existencia de establecimientos educacionales con fines de educación para adultos y también con fines artísticos, los que representan el total de las instalaciones educativas de la ciudad. Es necesario mencionar que muchas de éstas, al momento de un desastre natural, cumplirían funciones de albergues para la población.

La ciudad como capital regional, cuenta con el Hospital Base de Puerto Montt, catalogado como hospital tipo 1 dado el nivel de complejidad y de atenciones alcanzado. En total trabajan más de 1000 funcionarios en éste y cuenta con 26 servicios separados en clínicos, de apoyo terapéutico, más los servicios de apoyo general.

Además, la ciudad cuenta con instalaciones del servicio de atención primaria de urgencia (SAPU) en los sectores de Angelmó, SAPU Padre Hurtado (sector Mirasol), y SAPU Antonio Varas. Los centros de salud familiar (CESFAM) de Angelmó, Un Techo Para Todos, Carmela Carvajal y San Pablo de Mirasol (Fig.49 ). Por otra parte, está la existencia de la clínica particular Clínica los Andes de Puerto Montt, ubicada en el sector de Pelluco.

Con respecto a las instalaciones de orden y seguridad, cabe mencionar la escasez de instalaciones de carabineros las cuales se encuentran en su mayoría en la zona central de la ciudad.



La Prefectura de Carabineros de Llanquihue tiene dos comisarías en Puerto Montt:

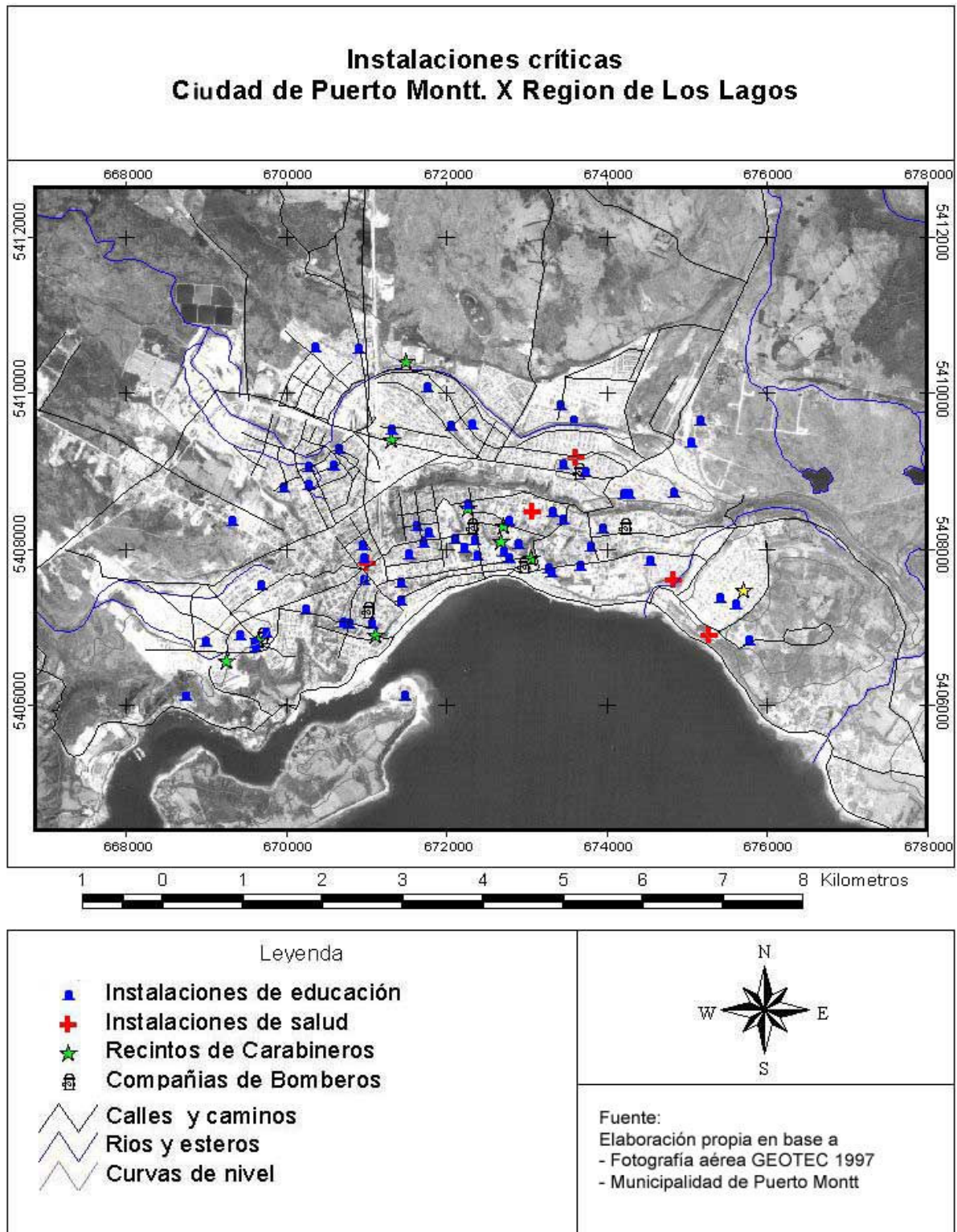
2<sup>da</sup> Comisaría de Puerto Montt ubicada en la calle Guillermo Gallardo # 519

5<sup>ta</sup> Comisaría de Puerto Montt ubicada en la Av. Parque Industrial S/N

Para el caso de las instalaciones del cuerpo de bomberos de la ciudad se contempla la existencia de 9 compañías de bomberos distribuidas como sigue:

- 1 Comp. Guillermo Gallardo #450
- 2 Comp. San Felipe/ Antonio Varas
- 3 Comp. Pte. Ibáñez/Quellón
- 4 Comp. Antonio Varas
- 5 Comp. Las Margaritas #1935 (Mirasol)
- 6 Comp. Chorrillos # 1339
- 7 Comp. Buín #765 (Lintz)
- 8 Comp. Los Laureles (Un techo para todos)
- 9 Comp. Av. Los Alerces s/n

Fig.49



### III.13 RED VIAL

La ciudad de Puerto Montt cuenta con aproximadamente 438 kilómetros de caminos dentro del límite urbano, cifra que considera diferentes materiales en sus calles, los que son encabezados por el ripio y el hormigón.

De acuerdo a los datos recogidos en la municipalidad, un 42,5% de las calles están construidas con hormigón o sea unos 203.995 metros urbanos. El resto de las calles están hechas de asfalto (3,2%), adoquín (1,4%), ripio (32%), tierra (14,9) y otros (6%); es decir un 57,5% de las calles no cuentan con pavimentación adecuada (SECTRA, 2004).

Son las poblaciones y los barrios más antiguos los que no cuentan con pavimentación, esto ha incidido en impedir el desarrollo de ellas, disminuyendo la calidad de vida de sus habitantes.

Durante el invierno, el barro impide caminar sin mojarse los pies y en el verano el polvo ensucia cada uno de los rincones de las casas, hay que sortear grandes posas de aguas y caminar con cuidado para no torcerse los tobillos; esto es parte de las dificultades que deben soportar quienes viven en una población sin pavimento. Hoy, en pleno siglo XXI y a 150 años de la fundación de la ciudad, aún más del 50% de los puertomontinos vive en poblaciones y barrios con ripio y tierra. Esto es sin duda un drama humano y un verdadero sacrificio que día a día viven.

La ciudad de Puerto Montt se encuentra estructurada con una red vial en base a tres ejes principales: la Ruta 5 Sur, la avenida Presidente Ibáñez y la costanera Av. Diego Portales, también denominada Av. Pacheco Altamirano en Anahuac, y la Av. Juan Soler Manfredini en Pelluco.



Las vías anteriores junto con algunas restantes de menos incidencia dentro del área, se clasificaron (SECTRA, 2004) según sus características en:

Vía expresa: Las vías expresas son vías bidireccionales (21 metros de ancho como mínimo), cuya distancia entre líneas de edificación no es menor a 50 metros. corresponde a la ruta 5 sur, como principal eje de relaciones ínter comunales entre áreas urbanas, tanto a nivel local o regional.

Vía troncal: dentro de esta categoría se encuentran la Av. Costanera (en toda su extensión) y la Av. Inés Gallardo. Ambos ejes son la conexión entre las diferentes zonas urbanas de una misma intercomuna. El ancho de su calzada no es menor a 14 metros y la distancia de líneas es de 30 metros.

Vía colectora: corresponden a esta denominación el camino Cardonal (conexión con el aeropuerto El Tepual) y la Av. Presidente Ibáñez. Ambos son corredores de distribución entre zonas residenciales y centros de actividad y servicios. Su calzada tiene un mínimo de tres metros, mientras que la distancia entre lo edificado es de 20 metros como mínimo.

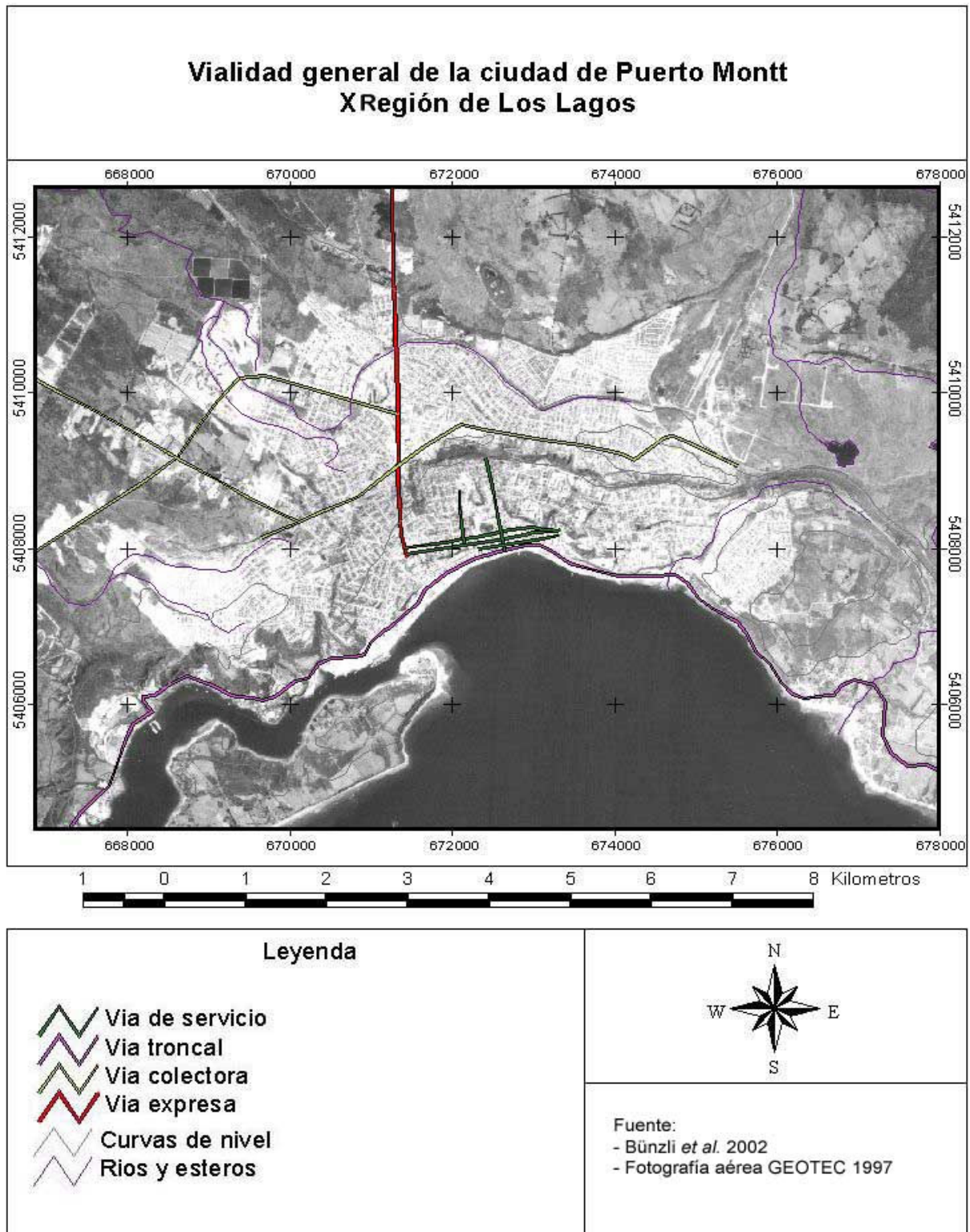
Vía de servicio: permiten la accesibilidad a centros comerciales y servicios. Poseen un solo cauce o sentido, con un mínimo de 6.5 de ancho (Urmeneta, Benavente y Antonio Varas).

El principal problema que se detecta en la estructura vial de la ciudad es la falta de continuidad de sus ejes, incluso de los de mayor jerarquía, como es el caso de la ruta 5 sur, la Av. Presidente Ibáñez y las principales calles de servicio del núcleo central (centro cívico de la ciudad).

La inexistencia de fluidos circuitos de tránsito genera interrupciones que saturan las vías de circulación, creando redes poco prácticas y eficaces que dificultan los desplazamientos, lo que seguramente en caso de desastre natural generará atochamientos a la hora de evacuar la ciudad.

En este sentido, los sectores de mejor accesibilidad corresponden a los establecidos en las partes altas de la ciudad ya sea Cuarta Terraza, La Paloma, Mirasol, Chin chin y todos los cercanos a los principales ejes urbanos. Los sectores de Centro, Modelo, Angelmó son considerados puntos críticos por sus altos niveles de congestión vehicular, esto es agravado además, por la falta de conectividad con el resto de la ciudad debido principalmente a las características topográficas de la ciudad.

Fig.50



### III.14 JERARQUIZACIÓN VARIABLES SOCIOECONÓMICAS

Se sintetizan las variables socioeconómicas y su información, presentando un orden jerárquico resultante de la aplicación de una metodología de análisis multicriterio y el software *Expert-Choice*, para las variables de densidad de población, niveles socioeconómicos, calidad de la vivienda, instalaciones vulnerables y red vial de la ciudad de Puerto Montt. Cada una de estas se evalúa para los 9 sectores propuestos en este estudio. Los pesos del modelo se representan en la siguiente matriz de comparación:

Tabla nº 19 Matriz de comparación vulnerabilidad socioeconómica

| Factores de vulnerabilidad social      |      |      |      |      |      |       |      |
|--|------|------|------|------|------|-------|------|
| Factores                               | F1   | F2   | F3   | F4   | F5   | Pesos | %    |
| Densidad (F1)                          | 1.00 | 4.00 | 5.00 | 2.00 | 2.00 | 0.378 | 37.8 |
| Nivel socioeconómico (F2)              | 0.25 | 1.00 | 5.00 | 0.5  | 0.33 | 0.119 | 11.9 |
| Accesibilidad (F3)                     | 0.2  | 0.2  | 1.00 | 0.2  | 0.2  | 0.045 | 4.5  |
| Material de construcción vivienda (F4) | 0.5  | 2.00 | 5.00 | 1.00 | 2.00 | 0.249 | 24.9 |
| Instalaciones críticas (F5)            | 0.5  | 3.00 | 5.00 | 0.5  | 1.00 | 0.209 | 20.9 |

Nivel de inconsistencia 0.06

En la tabla se puede concluir que las variables más importantes para definir la vulnerabilidad socioeconómica, corresponden a los indicadores de población y vivienda (74.6% del modelo), dejando el resto para el ítem de instalaciones críticas y red vial.

Se le asigna el mayor porcentaje de vulnerabilidad a la densidad de población (37,8%) lo que le otorga el nivel jerárquico más importante dentro de las variables socioeconómicas referentes a amenazas naturales. El factor humano se convierte en la más importante premisa a resguardar frente a una situación de peligro o amenaza luego vendrían las demás variables. Los sectores más densos de la ciudad corresponden a Mirasol, Angelmó, La Paloma, Cuarta Terraza y Chin chin.

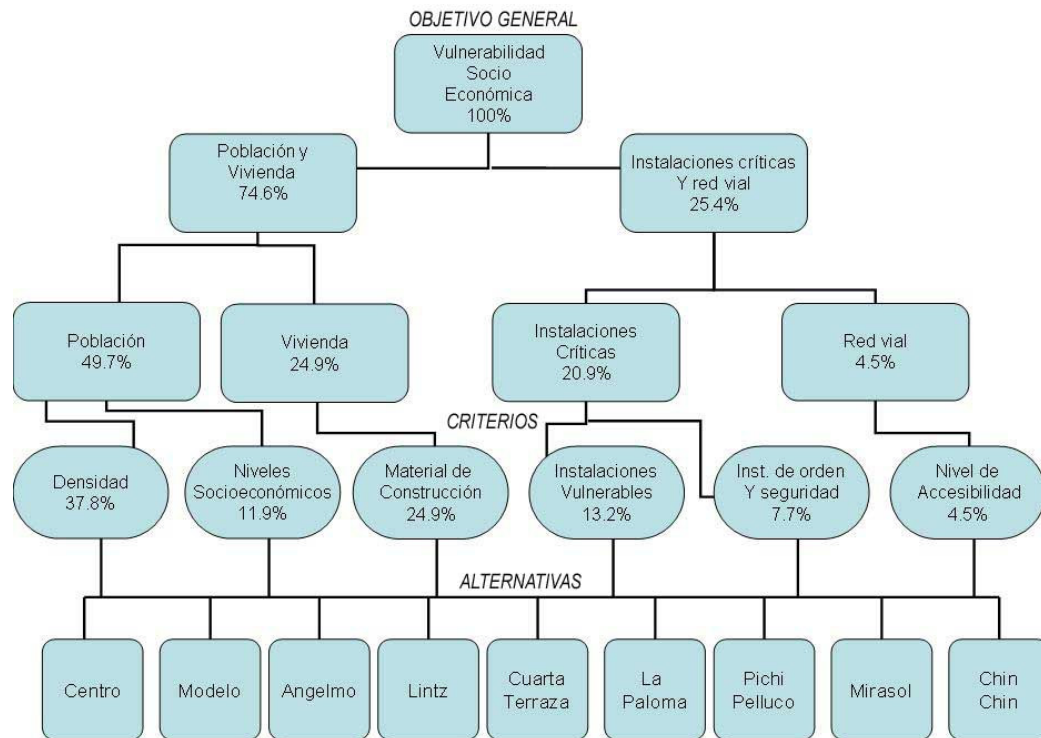


Fig. 51 Modelo jerárquico vulnerabilidad socioeconómica.

Luego sigue en importancia para la vulnerabilidad de Puerto Montt la calidad de la vivienda. Más específicamente la calidad de la vivienda referida a su resistencia sísmica, análisis hecho a través del material de construcción de las mismas, con un 24.9% del total de vulnerabilidad hace referencia a los sectores donde dominan las viviendas construidas con materiales de baja calidad (internit, desechos y adobe), coincidiendo en algunos con los sectores de menores niveles socioeconómicos congregados en los sectores de Mirasol, Chin Chin y Cuarta Terraza. Existen otros sectores de bajo nivel socioeconómico que se ubican en la zona histórica de la ciudad específicamente en la población Modelo y Lintz. Pero por lo general, poseen buena calidad de la vivienda sin considerar la antigüedad de éstas.

Las instalaciones críticas cumplen un rol fundamental a la hora de evaluar la vulnerabilidad socioeconómica que presenta una determinada ciudad, ya que se considera como meta general para cualquier programa de desarrollo nacional, regional o comunal la promoción de la salud, la seguridad y la prosperidad de las personas (OEA, 1993) por esta razón se le otorga un alto valor.

Para el caso de la ciudad de Puerto Montt se le otorga un 20.9% separando las instalaciones vulnerables (de salud y educación) con un 13.2 % y las instalaciones de orden y seguridad (bomberos, carabineros) con un 7.7%. Estas instalaciones tienen en Puerto Montt una connotación regional y además por ese motivo, se considera un ítem significativo de considerar.

El nivel socioeconómico (11.9%) guarda una estrecha relación con el material de construcción de las viviendas y con las áreas en que éstas se ubican, puesto que en Puerto Montt la mayoría de las viviendas que están establecidas en los sectores de restricción, corresponden a campamentos o tomas de terrenos habitadas por los estratos más bajos de la población (Fig. 52) como ocurre en algunas laderas de Angelmó y Lintz (todos los sectores más escarpados de la ciudad están con regulados por el Plan Regulador Comunal). Se consideran como sectores de bajo nivel socioeconómico a Modelo, Chin Chin, Lintz y Angelmó.



Fig. 52 Toma de Angelmó

El nivel de accesibilidad de una ciudad es la última componente que se consideró dentro de las variables socioeconómicas, más específicamente el grado de accesibilidad que presenta la ciudad y sus principales vías conectoras. Se le asignó un peso de 4.5%, el más bajo de todas las variables socioeconómicas consideradas en este estudio principalmente por la baja implicancia de este factor en comparación con los que le superan en jerarquía (densidad de población, material de construcción de la vivienda, niveles socioeconómicos e instalaciones críticas).

La condición de anfiteatro de la ciudad hace que la zona Centro sea aquella con mayor presión de tráfico vehicular. En este sentido se considera un sector de mala conectividad, más aún, considerando posibles eventos de evacuación de la ciudad.

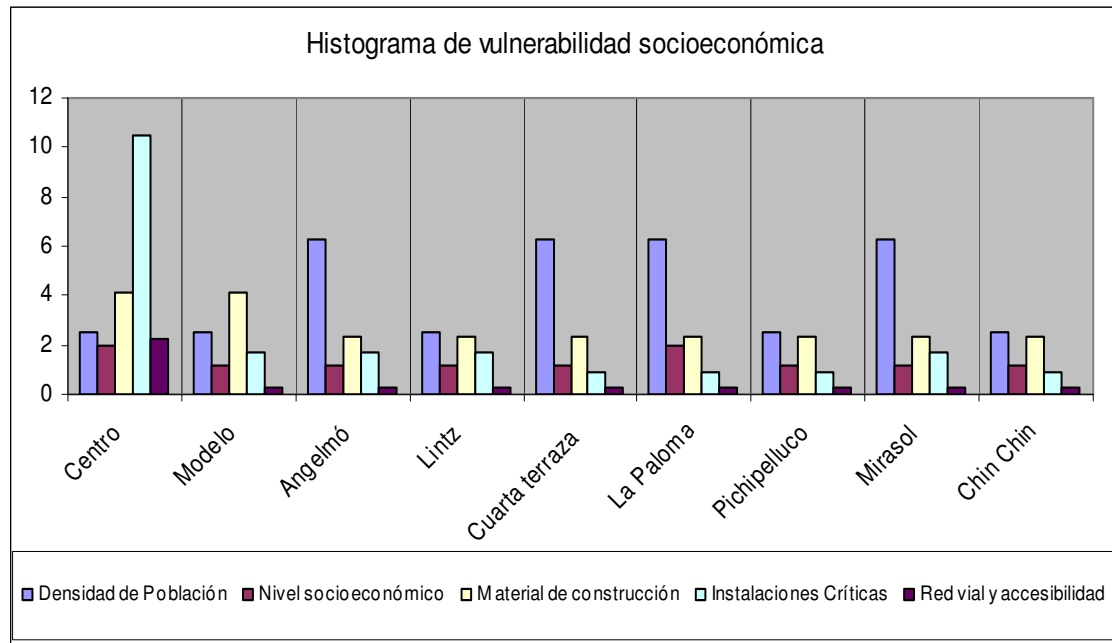
Es en el sector antiguo de la ciudad donde se concentran la mayor cantidad de servicios e instalaciones de diversa orden además, de la confluencia de de las principales vías y la presencia de algunos sectores deprimidos socioeconómicamente, por esta razón se le otorgan a la zona Centro, Angelmó y Mirasol los más altos índices de vulnerabilidad socioeconómica.

Tabla nº 20. Distribución de los pesos de los criterios por sectores de evaluación para variables de vulnerabilidad socioeconómica

| Sector/criterio | Densidad de Población | Nivel socioeconómico | Material de construcción | Instalaciones Críticas | Red vial y accesibilidad |
|-----------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Centro          | 2,52                  | 1,99                 | 4,15                     | 10,44                  | 2,25                     |
| Modelo          | 2,52                  | 1,13                 | 4,15                     | 1,74                   | 0,3                      |
| Angelmó         | 6,3                   | 1,13                 | 2,37                     | 1,74                   | 0,3                      |
| Lintz           | 2,52                  | 1,13                 | 2,37                     | 1,74                   | 0,3                      |
| Cuarta terraza  | 6,3                   | 1,13                 | 2,37                     | 0,87                   | 0,25                     |
| La Paloma       | 6,3                   | 1,99                 | 2,37                     | 0,87                   | 0,25                     |
| Pichipelluco    | 2,52                  | 1,13                 | 2,37                     | 0,87                   | 0,3                      |
| Mirasol         | 6,3                   | 1,13                 | 2,37                     | 1,74                   | 0,3                      |
| Chin Chin       | 2,52                  | 1,13                 | 2,37                     | 0,87                   | 0,25                     |

Fuente: elaboración propia

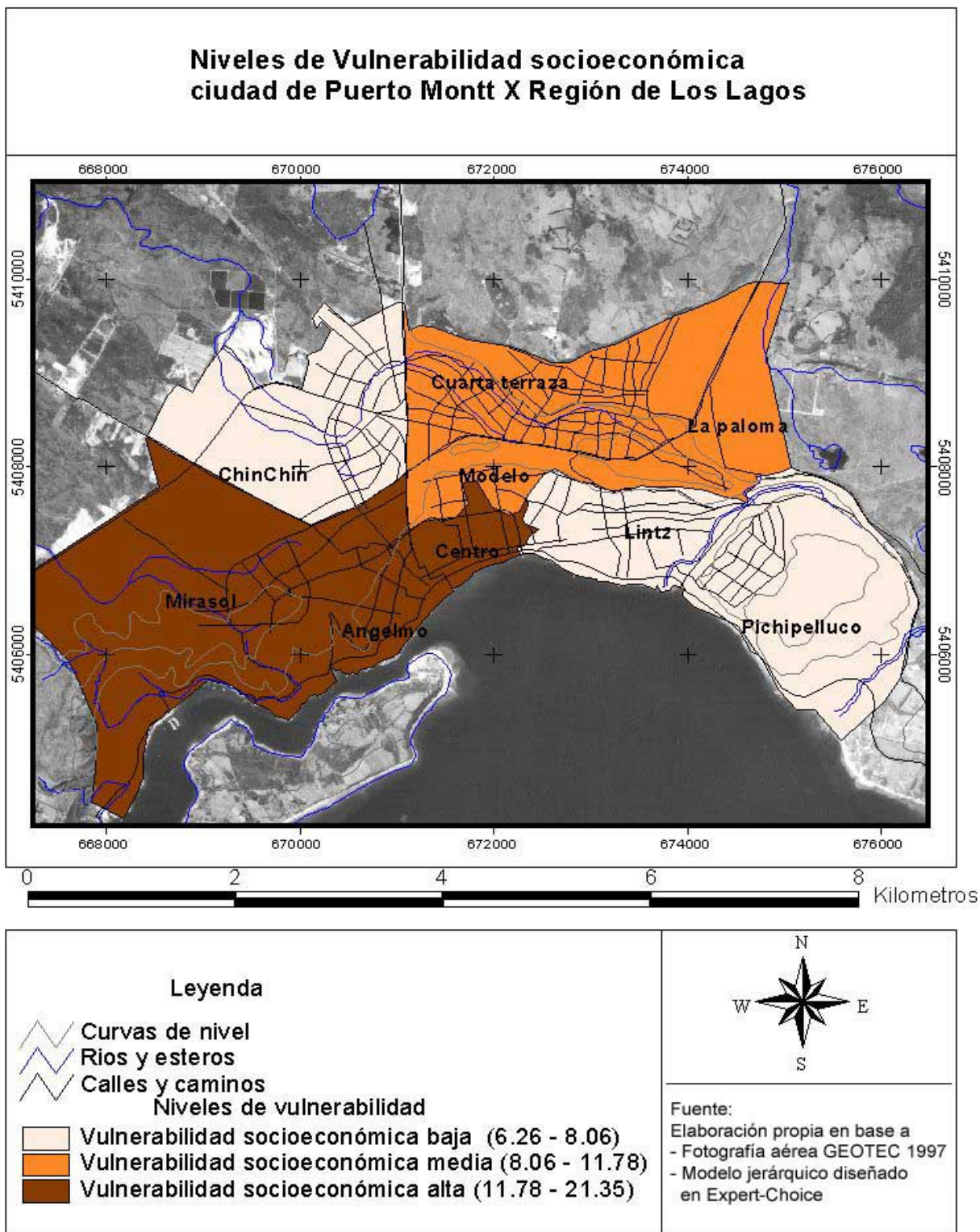
Fig. 53



Fuente: elaboración propia



Fig. 54



## CAPÍTULO IV

### IV.1 DISCUSIÓN

Al analizar y evaluar los distintos componentes del medio natural que distinguen la ciudad de Puerto Montt resaltaron las características propias de una ciudad litoral del sur chileno, denotándose el dominio morfoclimático en el cual está instalada dicha urbe. A escala local, Puerto Montt es caracterizada por su particular geoforma (niveles de terrazas) junto a los altos índices de precipitación anual, que constituyen entre sí una condicionante fundamental en la evaluación de los componentes físicos naturales que determinan el área. La constante permanencia a través de los años de eventos de inundaciones y deslizamientos condiciona una mayor presencia de peligros de carácter recurrente en la ciudad. La característica catastrófica y la recurrencia de los eventos de deslizamientos hacen que esta amenaza sea la que obtiene el mayor peso a la hora de jerarquizar los criterios de evaluación.

Se observó en la evaluación de peligros naturales una tendencia a una mayor estabilidad en los sectores más altos de la ciudad (Chin Chin, Cuarta Terraza y La Paloma) correspondiendo estos, precisamente a los que han tenido o tienen actualmente procesos de expansión urbana. Por otra parte, es en los sectores bajos de la ciudad donde se encuentran los niveles más altos de vulnerabilidad, ya que corresponde este sector en gran parte a la zona central de la ciudad donde se presentan las mayores presiones por el espacio manifestadas en las inversiones de comercio, infraestructura urbana y residencia. Los sectores costeros de la ciudad también se encuentran expuestos a altos índices de vulnerabilidad físico natural pero existe una menor presión por el espacio, es aquí donde se puede apreciar la presencia de parcelas de agrado, sectores de esparcimiento, turismo y las instalaciones del sector portuario y pesquero. Es en los lugares cercanos al límite urbano donde se denotan algunos problemas de inundaciones por acumulación de aguas lluvias.

Los sectores de Angelmó, Modelo y Lintz presentan un alto nivel de vulnerabilidad a los peligros de deslizamientos y derrumbes de laderas, ya que estos sectores se ubican en las áreas más escarpadas de Puerto Montt lo que comprende el desnivel que se produce entre las terrazas más bajas de la ciudad.

Existe una tendencia a disminuir los peligros de inundaciones que producen algunos de los pocos cauces que cruzan por esta ciudad gracias al avance en el entubamiento de esteros urbanos como el estero Pichipelluco. Sólo quedan expuestos algunos sectores aledaños al estero Lobos en la parte alta de la ciudad, el cual contempla un proyecto actual de encauzamiento.

Los peligros de tsunamis y volcánicos son muy poco significativos en comparación al resto de los peligros que amenazan la ciudad, esto debido principalmente por su efecto muy localizado dentro de la ciudad. Para el caso del peligro volcánico, no se observan áreas urbanas con diferentes niveles de vulnerabilidad, el peligro existe de igual modo para todo Puerto Montt (González – Ferrán, 1993). Frente a los Tsunamis la ciudad no cuenta con un registro histórico de una catástrofe considerando que el año 1960 se produjo un tsunami en toda la región menos en la bahía de Puerto Montt ya que ésta se encuentra ubicada en una zona protegida por el Seno de Reloncaví y sus islas interiores (Sánchez, 1986).

Por último, el marco sismológico en el cual se encuentra nuestro país y la zona sur del mismo hace necesario la creación de programas y medidas de mitigación del riesgo frente a cualquier evento sísmico. En la ciudad de Puerto Montt se tiene la experiencia histórica del por el terremoto de mayo de 1960. Es en el casco histórico de la ciudad, las antiguas poblaciones y los sectores del borde costero donde se observan las mayores vulnerabilidades al respecto destacando los sectores de Modelo y Angelmó por sobre las otras zonas aledañas.

En lo que concierne a las variables socioeconómicas de Puerto Montt, se encuentra por lo general un patrón similar al que muestran el común de las ciudades latinoamericanas definidas como ciudades “intermedias” o de “rango medio”.

Uno de los procesos más notorios que definen a esta ciudad como de rango medio es que está siguiendo los pasos y los patrones de las grandes capitales, por ejemplo, la conformación de nuevas periferias urbanas habitadas generalmente por los estratos socioeconómicos más altos fenómeno reconocido como el paso de una ciudad “compacta” a una ciudad “difusa” (Ortiz, 2000).

La densidad de población en Puerto Montt presenta niveles bajos y medios, situación atribuida a la baja presencia de conjuntos habitacionales en altura y una predominancia de sitios de tamaño no menor dentro de la planta urbana. Se considera que el factor de la densidad de población es clave a la hora de evaluar la vulnerabilidad socioeconómica de una ciudad, ya que se encuentra una relación entre las clases socioeconómicas, tamaño del grupo familiar y tipo de vivienda donde destacan las viviendas sociales como menciona Herrera (2003).

Se observa además, una homogeneidad en la localización según niveles de ocupación y estratos socioeconómicos presentes en la ciudad, característica atribuida principalmente por la migración de los sectores altos a otras ciudades como lo es Puerto Varas y localidades de Pelluco. En el caso de los sectores bajos de la población, también se ha producido una salida de de Puerto Montt que en la mayoría de los casos apunta a la localidad de Alerce, proyecto definido como ciudad satélite de Puerto Montt.

Con respecto a los materiales de construcción de las viviendas, existe un claro predominio de aquellas construidas en madera, las que en conjunto constituyen una característica de vivienda típica de la zona de Los Lagos, este tipo de vivienda es considerado de buena resistencia sísmica debido a su alto grado de flexibilidad (Bünzli *et al.*, 2002), sin embargo, al mismo tiempo presenta otras vulnerabilidades que no se han considerado en este estudio.

Las variables de red vial e instalaciones críticas siguen juntas un patrón similar, que corresponde a una concentración de sus más altos niveles de vulnerabilidad en la zona centro o planta baja de la ciudad.

Existe una atribución histórica a esta condición ya que es en esta zona fundacional de Puerto Montt donde se encuentran establecidos la mayor cantidad de instalaciones educativas, de orden, seguridad y salud; además es precisamente en esta zona donde existe la mayor presión producido por la congestión vehicular y una alta demanda por la circulación en las horas *peak* del día que en esta ciudad son cuatro (SECTRA, 2004). Esta tónica se produce en la mayoría de las ciudades ubicadas en el borde costero, donde la zona centro de la ciudad no se establece por razones históricas en las cabeceras de la misma.

## IV.2 CONCLUSIONES

El área de estudio y su contexto morfoclimático están condicionados por la presencia y conjugación de procesos fluvio-glaciales cuaternarios que han dado la característica de “anfiteatro natural” a la ciudad de Puerto Montt. Al igual que Sarricolea (2004) se propone que las condiciones de asentamiento mejoran a medida que se sube en altura respecto del nivel del mar, reafirmando la postura que plantea que los asentamientos costeros constituyen áreas frágiles desde el punto de vista de los peligros naturales.

El principal detonador de las amenazas que ocurren en esta área de estudio corresponde a los altos niveles de precipitación los que producen todos los años problemas de distinta índole.

Existe una mayor recurrencia en el tiempo para los peligros de deslizamientos e inundación por acumulación de aguas lluvias, ambos por lo general que afectan a los sectores más bajos de la ciudad (Modelo, Centro, Angelmó, Lintz) que comprenden las dos primeras terrazas de la ciudad (T1 y T2), donde se observó el mayor desnivel entre las terrazas de Puerto Montt. En la parte alta de la ciudad (cuarta terraza), se producen principalmente los fenómenos de inundación por desborde de cauces, generados por la salida del estero Lobos.

Es frente a los peligros de recurrencia temporal donde la población tiene la mayor percepción, mientras que para el caso contrario (peligros no recurrentes) existe un bajo nivel de percepción y una baja toma de conciencia frente a los peligros. No se tiene registro alguno de Tsunamis en la zona y en cuanto a los peligros volcánicos y sismos se estima que estos eventos ocurrieron por última vez en la década del 60, provocando un cierto olvido en la toma de consciencia del riesgo inminente.

Se postula que la mejor ubicación dentro de la ciudad desde el punto de vista de las amenazas físico naturales corresponde a los sectores de Chin chin, Cuarta Terraza y la Paloma; todos ellos ubicados en la parte alta de Puerto Montt.

Esta es justamente la zona de expansión urbana actual de la ciudad y, por lo tanto, es el lugar donde se están constituyendo las nuevas periferias.

Por lo general la densidad de población de Puerto Montt presenta índices bajos, en este sentido destacan los sectores de Mirasol, Cuarta terraza y Angelmó los cuales presentan niveles de media a alta densidad con respecto al resto de los sectores definidos.

En lo que hace referencia a la estructura socioeconómica de la ciudad, no existen diferencias radicales entre los grupos extremos (considerados los estratos bajos los más vulnerables, mientras que los estratos más altos son menos vulnerables), encontrándose así zonas heterogéneas y diversas en sus grupos familiares y su nivel socioeconómico. Como patrón espacial ocupacional se puede decir que en la zona alta de la ciudad (Cuarta Terraza, La Paloma) predominan los técnicos y profesionales de nivel medio.

Los estratos socioeconómicos más bajos de la ciudad se han ido paulatinamente de Puerto Montt asentándose en la localidad de Alerce, mientras que los más altos tienen una tendencia a establecerse en la Periferia o en localidades aledañas (Pelluco, Chamiza, Coihúin o en Puerto Varas).

La expansión urbana de Puerto Montt tiende a apuntar hacia el norte (Cuarta Terraza, la Paloma), tendiendo a acercarse a una conurbación con el eje Puerto Montt - Alerce - Puerto Varas. Este crecimiento se encuentra también aunque en menor magnitud en el sector de Mirasol donde han aparecido algunos conjuntos habitacionales hacia el oeste de la ciudad. El límite este de la ciudad se caracteriza por la presencia y surgimiento de nuevas parcelas de agrado.

Las instalaciones humanas establecidas en lugares potencialmente vulnerables desde el punto de vista físico natural, no están siempre relacionados con los niveles socioeconómicos de los pobladores, muchas veces se observan lugares altamente vulnerables y que tienen una gran demanda por su valor paisajístico, esto junto a la alta inversión realizada en la habitabilidad de estas zonas hacen aumentar los bienes expuestos a peligros naturales.

### IV.3 BIBLIOGRAFÍA

- ALTAMIRANO, I. 1999. Análisis de la estructura geográfico-urbana de la ciudad de Puerto Montt. Tesis para optar al título de Profesor de Historia Geografía y Ed. Cívica. Universidad Austral de Chile. 71 pp.
- AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS, 2002. Plan maestro de evacuación de aguas lluvias de Puerto Montt. Consultoría Ministerio de Obras Públicas / Dirección de obras hidráulicas 1-29 pp.
- BAROZZI, R. 1970. Situación geotécnica de la población modelo de Puerto Montt SERNAGEOMIN. 17 pp.
- BÖRGEL, R. 1983. Geomorfología. en “Geografía de Chile” Colección Instituto Geográfico Militar (IGM) 182 pp.
- BÜNZLI, D. NAVARRO, S. ROM, C. 2002. En busca de una imagen urbana del borde costero de Puerto Montt. Seminario de arquitectura Universidad de Chile. 13-49 pp.
- CALVO, F. 1997. Algunas cuestiones sobre Geografía de los riesgos. *Scripta Nova*. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales 39 pp.
- CARMONA, A. 1981. Caracterización química de los suelos ñadis, provincia de Llanquihue, X región de Los Lagos. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. 8-15 pp.
- CASTRO, C. y BRIGNARDELLO, L. 1997. Zonificación y evaluación de los fenómenos naturales peligrosos en el área metropolitana de Valparaíso. XIII Congreso de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 499-510 pp.



- CASTRO, C. P. y M. V. SOTO 1998. Detección de riesgos naturales asociados a los asentamientos humanos en al Región de Aysén y propuesta de un sistema de alerta temprana frente a eventos catastróficos.” (Inédito).
- CENTRO DE ESTUDIOS DE LOS RECURSOS NATURALES (CIREN). 2003 estudio agrológico de la X región de los Lagos. Tomo I y II.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) y BANCO INTERMERICANO DE DESARROLLO (BID), 2000. “Un tema de desarrollo: La reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres”.
- CORPORACIÓN DE FOMENTO A LA PRODUCCIÓN (CORFO), 1976. Estudio de Factibilidad Proyecto Industrial Sarao, parte I: inventario forestal.
- DEPARTAMENTO DE NAVEGACIÓN E HIDROGRAFÍA DE LA ARMADA, 1961. El maremoto del 22 de Mayo de 1960 en las costas de Chile. 129 pp.
- DAMES & MOORE, 1998. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Cascada-Chile. Capítulo 5 “Línea de base medio ambiente físico”
- DÍAZ, C. 1971. Licuación de arenas en Puerto Montt durante el sismo de Mayo de 1960. 17- 22 pp.
- DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE, 1997-2002. Anuarios Meteorológicos 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001.
- FERRANDO, F. 1974. Contribución al conocimiento geomorfológico de la provincia de Llanquihue. Memoria para optar al título de Geógrafo. Universidad de Chile. 100 pp.

- FERRANDO, F. 2003. Entrono a los desastres "naturales": tipología, conceptos y reflexiones. En revista INVI N° 47.
- GODOY, H. 1975. Metodología para la evaluación de riesgo de tsunami. Universidad de Chile 2-12 pp.
- GÓMEZ OREA, D. 1994. Ordenación del territorio, una aproximación desde el medio físico. 238 pp.
- GONZÁLEZ-FERRAN, O. 1993. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar (IGM) 441-445 pp.
- GONZÁLEZ, M., 1994. La fragilidad del medio natural en la expansión urbana de ciudades de rango medio. Algunos alcances para tres ciudades chilenas; Curico, Talca, Linares. En revista Geográfica de Chile "Terra Australis". N° 39. 103-119. pp.
- GREY DE CERDÁN, N. 1998. Evaluación y reducción de la vulnerabilidad; un enfoque indispensable para la gestión territorial. En revista "Estudios Geográficos" tomo LVIV, N° 230: 61-73 pp.
- HAUSER, A. 1993. Remociones en masa en Chile. Servicio nacional de geología y minería bol, n° 45. 75 pp.
- HERMELIN, M. 2003. El urbanismo y naturaleza en América Latina: un matrimonio indisoluble. En revista INVI N° 47.
- HERRERA, M. 2003. Diferenciación del espacio social intraurbano de una ciudad intermedia: caso de Puerto Montt, 1992. 60 pp.
- INGEMAR, 1998. Estudio de impacto ambiental, Terminal marítimo de combustibles ESSO, Puerto Montt. Tomo I, 56 - 67 pp.

- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, 1988. Riesgos geológicos. 333 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE) 2002. Censo 2002, Resultados Población y Vivienda. Base de Datos Redatam.
- KATES, R. 1994. El mantenimiento de la vida sobre la tierra. 33 - 58 pp.
- LARRAÍN, P. y HUSLEY SIMPSON, 1994. Percepción y prevención de catástrofes naturales en Chile. 140 pp.
- LEONHARDT, J. 1967. Puerto Montt año 2000. 43-46 pp. Tesis de Arquitectura Universidad de Chile.
- LUZIO, W. 1992. Suelos, una visión actualizada del recurso. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias agrarias y forestales, Departamento de Ingeniería y Suelos 345 pp.
- MESINA, A. 2003. Análisis del medio físico natural en la detección de peligros naturales: definición de áreas de riesgo natural. Corredor comercial paso Doña Rosa, IV Región de Coquimbo. Memoria para optar al título de Geógrafo. 16-29 pp
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE ESPAÑOL, 2000. Guía para la elaboración de estudios del medio físico.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO (MINVU), 1999. Plan Regulador Comunal. Circular N° 1068.DDU55
- MORA, C. 1984. Antecedentes para la planificación urbana de Puerto Montt". Informe de práctica Arquitectura, Universidad de Chile 131 pp.

- NACIONES UNIDAS, 1979. Prevención y mitigación de desastres.
- OEA, 1993. Manual para el manejo de Peligros Naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado. Capítulo I
- ORTIZ, J. 2000. Migraciones intraurbanas y nuevas periferias en Santiago de Chile: Efectos de la sociogeografía de la ciudad. Proyecto FONDECYT n° 1000761
- ORTIZ, J. y S. ESCOLANO, 2003. Procesos de reestructuración urbana en ciudades intermedias del sistema urbano chileno: el caso de La Serena, en la Región IV de Coquimbo. En CD 51° Congreso Internacional Americanista 10 p.
- PASMÍNIO, J. 2001. Caracterización espacial del borde costero de la comuna de Puerto Montt: una propuesta de ordenamiento litoral mediante el uso de métodos multicriterio. Memoria para optar al título de Geógrafo. 29-48 pp.
- PEÑA, J. 1997. Cartografía geomorfológica básica y aplicada. 227p.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 1992. Diccionario de la lengua Española Madrid: Espasa Calpe, Tomo II.
- RODRÍGUEZ, C. 1990. Diagnostico físico ambiental del crecimiento urbano de Puerto Montt entre 1960 y 1989. Tesis para optar al grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. 28-41 pp.
- ROMERO, M. 1955. Monografía geográfica de la provincia de Llanquihue y en especial de la ciudad de Puerto Montt. Memoria para optar al título de Profesor de Historia y Geografía 225 pp.

- ROMERO, H. 1983. Geografía de los climas en “Geografía de Chile” Colección Instituto Geográfico Militar (IGM) 243 pp.
- ROVIRA, A. 1983. Geografía de los suelos en “Geografía de Chile” Colección Instituto Geográfico Militar (IGM) 202 pp.
- ROVIRA, A. 2000. Puerto Montt: el paso de una ciudad menor a centro de desarrollo interregional en una ciudad del sur de Chile. En "Espacio y Desarrollo", N° 12, Pontificia Universidad Católica del Perú. 83-101 pp.
- SAATY T. y VARGAS L. 1991 The Logia of priorities. Vol III AHP series. 299 p.
- SAATY, T. 1997. Toma de Decisiones para Líderes: El Proceso Analítico Jerárquico en la Toma de Decisiones en un Mundo complejo. Ed. RWS Publications. Pittsburg.
- SÁNCHEZ, C. 1986. Estudio del tsunami del 22/05/ 1960 sur de Chile. Tesis Ingeniería Civil, Universidad de Chile 162 pp.
- SARRICOLEA, P. 2002. Principales aspectos conceptuales y metodológicos de la vulnerabilidad en ciudades intermedias expuestas a amenazas naturales. Informe de Seminario Tutorial.
- SARRICOLEA, P. 2004. Niveles de vulnerabilidad a amenazas naturales en una ciudad intermedia y sus áreas de expansión: el caso de La Serena, IV Región de Coquimbo. Memoria para optar al título de Geógrafo 132 pp.
- SECRETARIA DE TRANSPORTE (SECTRA) 2004. Estudio de diagnóstico del sistema de transporte Urbano de Puerto Montt. SUROESTE consultores

- SERNAGEOMIN, 1998. Estudio Geológico Económico de la X región norte. Vol. 6 Tomo III
- SERNAGEOMIN, 2000. Geología para el ordenamiento territorial: estudio geoambiental del área Puerto Montt – Frutillar, X región de Los Lagos. Boletín n° 55 CD-ROM versión 1.0, 2001
- SMITH, K. 1992. Riesgos Medioambientales en *Scripta Nova* Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales 78 pp.
- WILCHES-CHAUX, G. 1989. La vulnerabilidad global. En "los desastres no son naturales" (compilación) Maskrey, A. 1993. 9-50 pp.