

## “Determinación de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales en la Región de Valparaíso”

**CONAF**

Dirección Región de Valparaíso  
Departamento Manejo del Fuego

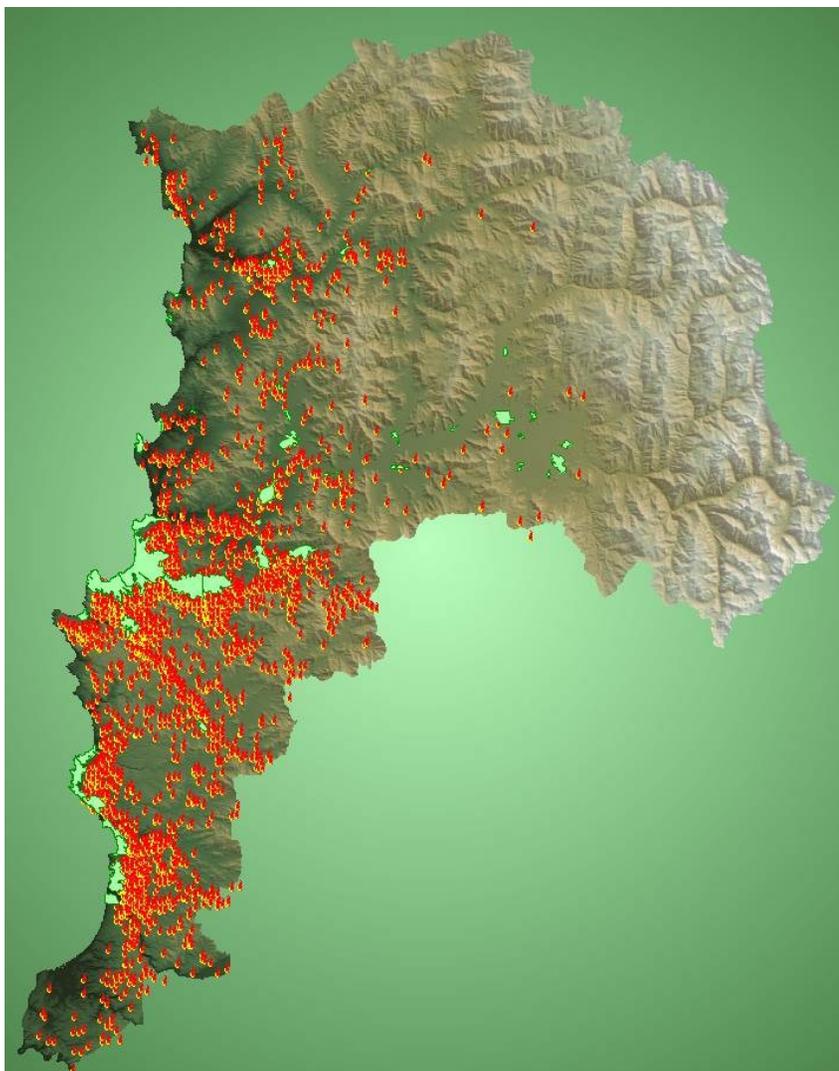
**CIREN**

Gerencia de Proyectos  
Área Satelital

Elaborado por:

Juan Atienza H. Ingeniero Forestal, CONAF, Región de Valparaíso.  
Patricio Balladares S. Ingeniero Geomensor, CONAF, Región de Valparaíso.  
Pedro Muñoz A. Geógrafo, CIREN, Región Metropolitana.

**JULIO 2010**



## **“Determinación de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales en la Región de Valparaíso”**

**CONAF**

Dirección Región de Valparaíso  
Departamento Manejo del Fuego

**CIREN**

Gerencia de Proyectos  
Área Satelital

Elaborado por:

Juan Atienza H., Ingeniero Forestal, CONAF, Región de Valparaíso.  
Patricio Balladares S., Ingeniero Geomensor, CONAF, Región de Valparaíso.  
Pedro Muñoz A., Geógrafo, CIREN, Región Metropolitana

JULIO 2010

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>Capitulo</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
3.1	General.	<b>4</b>
3.2	Específicos.	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
4.1	Limites del Estudio.	<b>5</b>
4.2	Antecedentes Generales del Área de Estudio.	<b>6</b>
4.2.1	Red Vial.	<b>8</b>
4.2.2	Clima.	<b>9</b>
4.2.3	Hidrología.	<b>9</b>
4.2.4	Geomorfología.	<b>11</b>
4.2.5	Vegetación.	<b>13</b>
4.2.6	Demografía, Variables Económicas y Niveles de Producción y Conservación de los Recursos.	<b>13</b>
4.2.6.1	Demografía..	<b>13</b>
4.2.6.2	Variables Económicas.	<b>13</b>
4.2.6.3	Conservación de Recursos.	<b>16</b>
4.3	Determinación de Prioridades de Protección.	<b>18</b>
4.3.1	Definición de Unidades de Superficie de Trabajo.	<b>18</b>
4.3.2	Selección de Variables Generales y Específicas y Asignación de Puntajes.	<b>19</b>
4.3.3	Construcción de los Mapas de Prioridad.	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>21</b>
5.1	Análisis del Riesgo.	<b>21</b>
5.2	Análisis del Peligro.	<b>28</b>
5.3	Análisis del Daño Potencial.	<b>37</b>
5.4	Determinación de Prioridades de Protección.	<b>50</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>54</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>55</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Materia	Página
<b>1</b>	Variables y Puntajes Normalizados Seleccionados para la Determinación de Prioridades.	<b>19</b>
<b>2</b>	Distribución de Puntajes por Número de Incendios por Píxel (2000 m).	<b>22</b>
<b>3</b>	Distribución de puntajes y franja de Influencia por Tipo de Red Vial.	<b>23</b>
<b>4</b>	Distribución de Puntajes, Según Rango de Población y franja de Influencia.	<b>24</b>
<b>5</b>	Rangos de Puntajes totales y su Priorización. Análisis del Riesgo.	<b>25</b>
<b>6</b>	Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible. Velocidad de Propagación.	<b>29</b>
<b>7</b>	Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible y Resistencia al Control.	<b>31</b>
<b>8</b>	Rangos de Pendiente y Puntajes Normalizados.	<b>32</b>
<b>9</b>	Asignación de Puntajes normalizados para la Variable Exposición Topográfica.	<b>33</b>
<b>10</b>	Asignación de Puntajes normalizados para la Variable Clima.	<b>34</b>
<b>11</b>	Rangos de Puntajes Totales y su Priorización. Análisis del Peligro.	<b>35</b>
<b>12</b>	Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible. Recursos Productivos.	<b>38</b>
<b>13</b>	Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Captura de Carbono.	<b>39</b>
<b>14</b>	Rangos de Perímetro de Contacto, Asignación de Puntajes Normalizados y Área de Interfaz.	<b>41</b>
<b>15</b>	Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Geomorfología.	<b>42</b>
<b>16</b>	Asignación de Puntajes Normalizados para la Subvariable Cobertura Vegetacional.	<b>43</b>
<b>17</b>	Asignación de Puntajes Normalizados para la Subvariable Diversidad Visual.	<b>44</b>
<b>18</b>	Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Agua	<b>45</b>
<b>19</b>	Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Conservación.	<b>46</b>
<b>20</b>	Rangos de Puntajes Totales y su Priorización. Análisis del Daño Potencial.	<b>47</b>
<b>21</b>	Distribución de la Región de Valparaíso según Categorías de Protección.	<b>50</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Materia</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Mapa de la Región de Valparaíso. Límites de Provincias	<b>5</b>
<b>2</b>	Mapa de la Región de Valparaíso. División Política y Administrativa	<b>7</b>
<b>3</b>	Red Vial Regional por Tipo de Camino	<b>8</b>
<b>4</b>	Red de Drenaje y Cuerpos de Agua Regional	<b>10</b>
<b>5</b>	Geomorfología Regional	<b>12</b>
<b>6</b>	Ejemplo de Rasterización de una Capa Vectorial	<b>18</b>
<b>7</b>	Distribución Espacial de la Ocurrencia en la Región de Valparaíso	<b>21</b>
<b>8</b>	Distribución de Puntajes Normalizados, según Rango de Frecuencia de Incendios	<b>22</b>
<b>9</b>	Puntajes Normalizados y Franja de Influencia, según Tipo de Camino	<b>23</b>
<b>10</b>	Puntaje Normalizado y Área de Influencia, según Número de Habitantes	<b>24</b>
<b>11</b>	Mapa del Riesgo de Incendios Forestales para la Región de Valparaíso	<b>26</b>
<b>12</b>	Distribución de la Pendiente Promedio y su Puntaje Normalizado	<b>32</b>
<b>13</b>	Distribución de la Exposición de Laderas y su Puntaje Normalizado	<b>33</b>
<b>14</b>	Distribución del Clima y su Puntaje Normalizado	<b>34</b>
<b>15</b>	Mapa del Peligro de Incendios Forestales para la Región de Valparaíso	<b>36</b>
<b>16</b>	Distribución de la Captura de Carbono y su Puntaje Normalizado	<b>40</b>
<b>17</b>	Distribución de la Cobertura Vegetacional y su Puntaje Normalizado	<b>43</b>
<b>18</b>	Distribución de la Conservación y su Puntaje Normalizado	<b>46</b>
<b>19</b>	Mapa del Daño Potencial por Incendios Forestales para la Región de Valparaíso	<b>48</b>
<b>20</b>	Mapa de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales para la Región de Valparaíso	<b>51</b>

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se llevó a cabo en la Región de Valparaíso, abarcando la totalidad del territorio continental, con una superficie aproximada de 1.600.000 hectáreas y en donde los incendios forestales causan permanentemente severas pérdidas de índole ambiental, económica y social, de significativa cuantía.

De hecho, esta región es la que presenta uno de los índices más altos del país, tanto en el número de incendios forestales que se producen en la época estival, como en la superficie quemada, a consecuencia de estos siniestros. Por esta razón, a pesar de no ser una región forestal propiamente tal, el Estado destina más recursos en su protección que cualquier otra.

Por otra parte, la magnitud del problema en la región no se distribuye territorialmente de manera homogénea, siendo de fundamental relevancia focalizar los esfuerzos, a fin de hacer eficiente el uso de los recursos destinados a la protección contra los incendios forestales.

Con este propósito se planteó como objetivo del estudio: “Determinar Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales”, para la Región de Valparaíso, para lo cual se realizaron tres análisis, que en su conjunto permiten establecer tres categorías de prioridad: Alta, Media y Baja.

El primero de estos se denomina **Análisis del Riesgo** y con él se pretende dimensionar la probabilidad de iniciación de incendios. El segundo corresponde al **Análisis del Peligro**, que mide el grado de conflictividad en la propagación de los eventuales incendios y por último, el **Análisis del Daño Potencial**, referido a las pérdidas e impactos que podrían generarse con la propagación del fuego. La combinación de estos análisis permitió identificar los sectores más críticos del área bajo estudio y priorizarla en las categorías antes mencionadas.

El método empleado consideró la utilización de celdillas o píxeles de 900 metros cuadrados, sobre un Sistema de Información Geográfica (SIG) y la selección de variables generales y específicas, para cada tipo de análisis, con su correspondiente peso específico ponderado, con el objeto de permitir la valoración cuantitativa de cada una de las categorías consideradas en la aplicación del método.

Los resultados fueron obtenidos a partir de la utilización del programa TNT Mips, que permitió, en primer término, priorizar la región de acuerdo a cada uno de los tres análisis y posteriormente integrarlos, para finalmente determinar prioridades de protección para la región.

El análisis del riesgo reveló la existencia de sectores extremadamente críticos de inicio de incendios que se concentran principalmente en núcleos claramente delimitados en la zona de interfaz y de transición rural, localizados, por una parte, en lo que se denomina “Valparaíso Metropolitano”, conformado por las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana y sus alrededores, todas ellas pertenecientes a la Provincia de Valparaíso y por otra, en la parte costera de la Provincia de San Antonio, específicamente en los sectores aledaños a la ciudad de El Quisco, San Antonio y Cartagena. Una connotación especial esta en el hecho de la existencia de un sector crítico de poca extensión, en la Provincia de Petorca, en las proximidades de la ciudad de La Ligua.

Respecto al análisis del peligro, los resultados indican la presencia de sectores críticos de propagación e intensidad del fuego, dispersos fundamentalmente en la zona norte de la región y principalmente asociados a pendientes elevadas y la presencia de quebradas profundas.

El análisis del daño potencial demostró la existencia de sectores críticos dispersos por casi toda la región. En el borde costero están asociados a zonas de interfaz y de transición rural y en el resto a sitios de interés para la conservación de la biodiversidad y a áreas protegidas del Estado. En ambos casos, con una elevada susceptibilidad a pérdidas directas e indirectas.

Finalmente, el análisis combinado del Riesgo, Peligro y Daño Potencial, permitió determinar prioridades de protección contra incendios forestales, donde las zonas de alta prioridad se ubican preferentemente en el borde costero, de norte a sur, con un núcleo importante en la Provincia de Valparaíso, asociada al Gran Valparaíso (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana, y sus alrededores) y otro, ubicado al sur de la región, en la Provincia de San Antonio, desde El quisco a Santo Domingo. En el borde costero norte existen sectores de alta prioridad dispersos, principalmente asociados a una mediana ocurrencia y presencia de sitios de interés.

Las zonas de prioridad media se ubican principalmente desde la mitad de la región hacia el norte, entre la Cordillera de la Costa y la Cordillera de Los Andes, con presencia en las Provincias de Quillota, Petorca y San Felipe fundamentalmente y se caracterizan por un nivel menor de ocurrencia, sectores con pendiente elevada y una importante susceptibilidad al daño.

La prioridad baja está presente en toda la región, sin embargo, las mayores extensiones se ubican en la zona norte, principalmente en las Provincias de San Felipe y Los Andes, que se caracterizan por un nivel muy bajo de ocurrencia.

## **2. INTRODUCCION**

Por lo general, como sucede con la mayoría de las actividades del hombre, los recursos disponibles no cubren completamente sus necesidades. Tal situación está presente también en el Manejo del Fuego, evidenciándose la necesidad de establecer prioridades de protección, de acuerdo a la distribución y magnitud de los problemas derivados de la ocurrencia de Incendios Forestales

La determinación de prioridades de protección para una zona determinada, puede ser estimada por el resultado obtenido en la combinación de tres análisis diferentes: Riesgo, Peligro y Daño Potencial, cada uno de los cuales prioriza en tres categorías el área bajo estudio.

A través de la combinación de estos análisis es posible, no solamente identificar los sectores más críticos de un área en particular, sino también caracterizar los problemas presentes de manera de facilitar la correcta asignación de recursos para la ejecución de un Programa de Manejo del Fuego.

El presente documento pretende establecer tres categorías de protección contra incendios forestales, para la Región de Valparaíso, basado en el resultado obtenido de los tres análisis mencionados precedentemente.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Determinar Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales, para la Región de Valparaíso.

#### **3.2. Específicos**

- a) Realizar un Análisis del Riesgo de Incendios Forestales.
- b) Realizar un Análisis del Peligro de Incendios Forestales.
- c) Realizar un Análisis del Daño Potencial de Incendios Forestales.
- d) Determinar tres categorías de Prioridad de Protección.

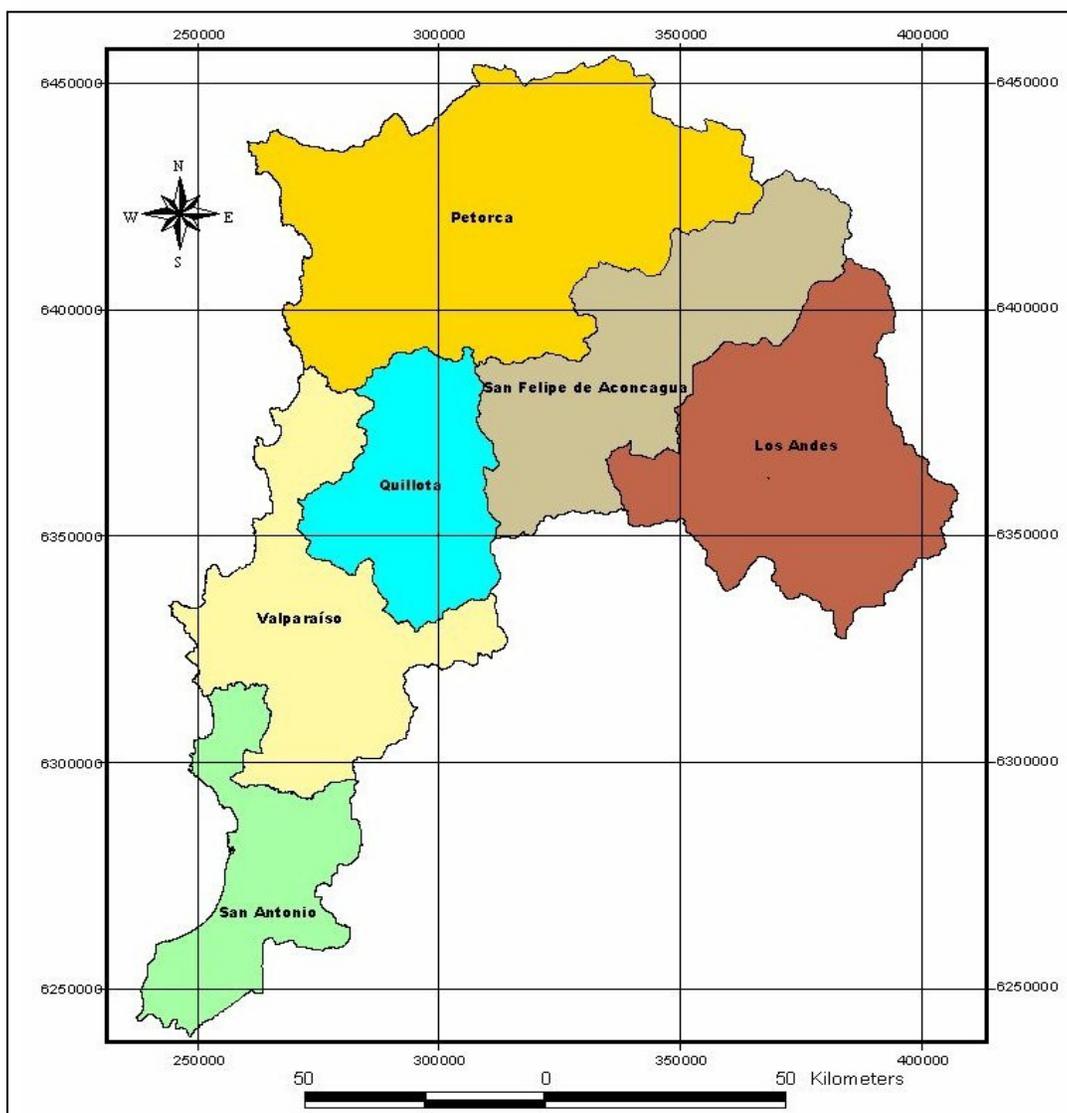
## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Limites del Estudio

El estudio se llevó a cabo en la región de Valparaíso y consideró la totalidad de la superficie continental de esta región, e incluyó las provincias de Valparaíso, San Antonio, Quillota, San Felipe, Los Andes y Petorca (Figura 1).

Según esto, el área de estudio quedó enmarcada aproximadamente entre los paralelos 32<sup>a</sup> 01" y 33<sup>a</sup> 57" latitud sur y los meridianos 71<sup>a</sup> 50" y 69<sup>a</sup> 59" longitud oeste., lo que corresponde a una superficie total de alrededor de 1.600.000 hectáreas.

**Figura 1**  
**Mapa de la Región de Valparaíso. Limites de Provincias**



*Fuente: Página Web Gobierno Regional, Región de Valparaíso*

## 4.2. Antecedentes Generales del Área de Estudio

La región de Valparaíso se encuentra en la zona central del país y es una de las más importantes a nivel nacional en diversos aspectos, como por ejemplo , que en sus límites acoge una de las áreas urbanas más importantes del país, la conurbación Valparaíso-Viña del Mar; posee la plataforma portuaria más importante a nivel nacional, Valparaíso, San Antonio y Quintero; en ella se encuentra el paso internacional más importante, Los Libertadores; en la ciudad de Valparaíso se encuentra la sede del Poder Legislativo, el Congreso Nacional; posee algunos de los polos de atracción turística más importantes del país como son Viña del Mar e Isla de Pascua; con sectores de la ciudad de Valparaíso recientemente declarados Patrimonio de la Humanidad por UNESCO. Por su ubicación geográfica y la presencia de los dos principales puertos marítimos de Chile, Valparaíso, San Antonio, además del puerto terrestre de Los Andes, es la principal puerta de intercambio hacia el Océano Pacífico.

La región tiene una superficie de 16.396,1 km<sup>2</sup>, representando el 2,16% de la superficie del país. Se ubica entre los 32° 02' y 33° 57' latitud sur, y desde los 70° 00' longitud oeste hasta el Océano Pacífico, incluyendo las islas de Pascua, Salas y Gómez, San Félix, San Ambrosio y Archipiélago Juan Fernández. Se divide administrativamente en 7 provincias y 38 comunas (no considera la creación de la Provincia de Marga Marga, recientemente creada). Las provincias de Petorca, Los Andes, San Felipe, Quillota, Valparaíso, San Antonio e Isla de Pascua. La capital de la región es Valparaíso (Figura 2).

La población regional es la tercera a nivel nacional, luego de la Región Metropolitana y Región del Biobío, con 1.539.852 habitantes, equivalente al 10,2% de la población nacional

La Región de Valparaíso aporta el 9,3% del PIB nacional regionalizado y es la segunda en importancia, después de la Región Metropolitana (47,2%). No obstante, mientras el crecimiento promedio anual del país es de 7,7%, en la región alcanza a 6,0%. El PIB per cápita de la región se ubica en el séptimo lugar en orden de importancia a nivel nacional. En la región alcanza a \$377.384 y en el país a \$506.418. La fuerza de trabajo regional representa el 9,6% de la Población Económicamente Activa (PEA) nacional, tasa que ha experimentado una notable disminución durante la última década.

*Figura 2*  
*Mapa de la Región de Valparaíso. División Política Administrativa*

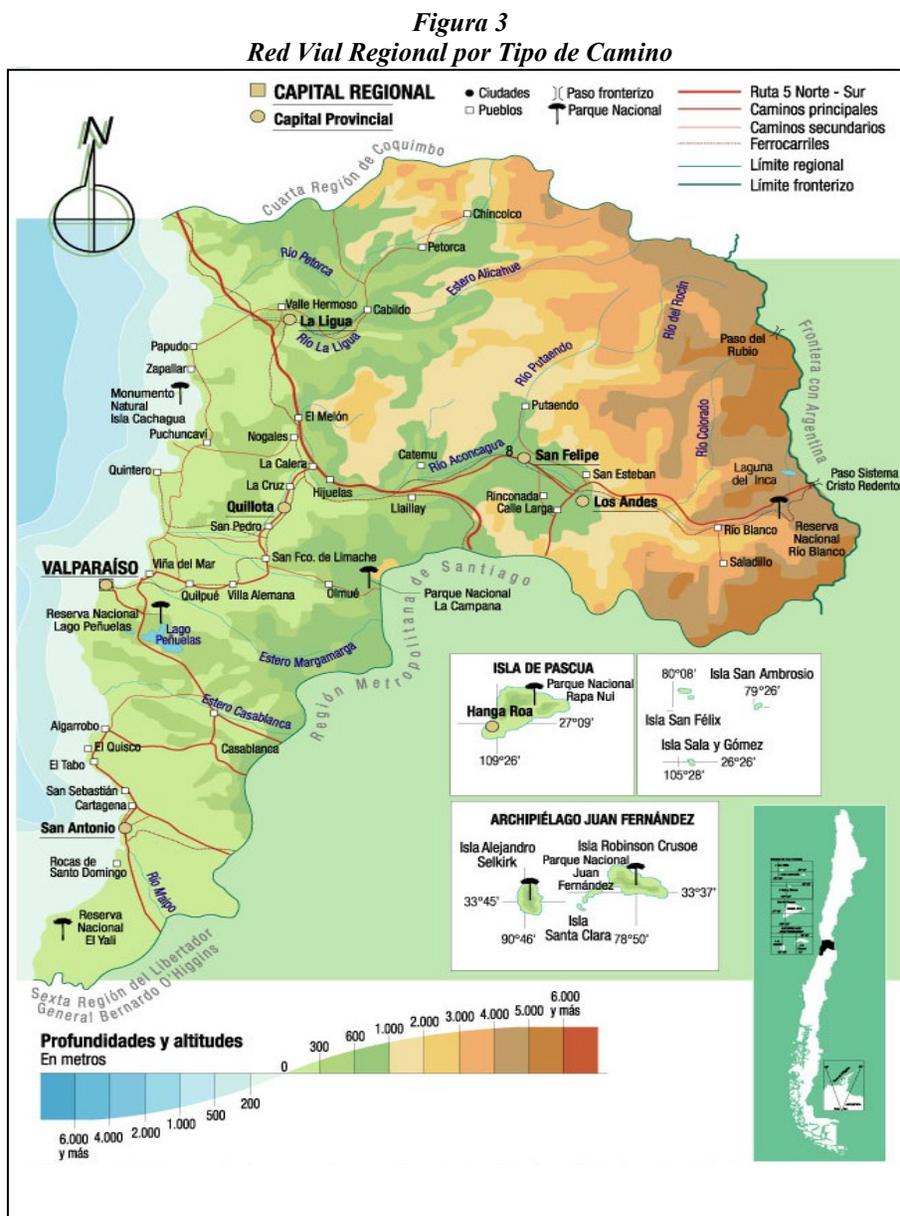


*Fuente: MOP, Dirección de Planeamiento.*

### 4.2.1. Red Vial

La red vial se estructura sobre la base de la Ruta 5, que se extiende longitudinalmente a través de la región, más las vías de acceso a esta ruta y al Gran Santiago desde la conurbación formada por Valparaíso y Viña del Mar, como son las rutas 68 y la 78; y el corredor de transporte bioceánico que une el paso Los Libertadores con los puertos de la región, a través de la ruta 60.

La gran actividad económica y densidad demográfica se traduce también en una importante densidad de la red vial básica (Figura 3), con 12,9 Km/Km<sup>2</sup>



Fuente: MOP, Dirección de Planeamiento

#### 4.2.2. Clima

Desde el punto de vista climático, la Región de Valparaíso presenta un clima templado mediterráneo, pero con algunas variaciones. Así como la semiaridez se presenta hacia el norte del río Aconcagua, es más húmedo o mediterráneo costero en el litoral y frío de altura hacia la cordillera.

Tanto el Océano Pacífico, en general, como la corriente de Humboldt, en particular, condicionan en gran medida la conducta de los elementos climáticos de la región. Las direcciones predominantes de los vientos, todas de componente oceánico y portadoras de humedad, explican la constante presencia de este factor en el clima regional.

El carácter frío de la corriente de Humboldt determina la existencia permanente de una banda de bajas temperaturas vecinas a la costa, contribuyendo al descenso de las temperaturas continentales. En general se distinguen cuatro tipos de climas:

**Clima de estepa cálido:** Ubicado al norte del río Aconcagua, se caracteriza por la escasa humedad atmosférica, cielos despejados y luminosidad alta, fuerte oscilación térmica diaria y temperaturas media anuales de 15° C. Las precipitaciones alcanzan de 150 a 200 mm al año.

**Clima templado de tipo mediterráneo costero:** Se presenta en toda la costa de la región y su influencia llega hasta el interior por medio de los valles. Las variaciones de temperaturas son menores por el influjo del océano, siendo más parejas durante el año con un promedio anual de 14°. La humedad relativa es alta con un 75% y las precipitaciones son más abundantes alcanzando unos 450 mm.

**Clima templado de tipo mediterráneo cálido:** Este clima se desarrolla desde el valle del río Aconcagua hacia el sur. Se caracteriza principalmente por ser más seco y con una variación térmica mayor que en la costa. La temperatura media anual es de 15,5° C y las precipitaciones aumentan con la altitud variando desde unos 250 mm hasta 300 mm.

**Clima frío de altura:** Se ubica en la Cordillera de los Andes por sobre los 3.000 metros de altura. Hay un predominio de bajas temperaturas y de precipitaciones sólidas, especialmente en invierno.

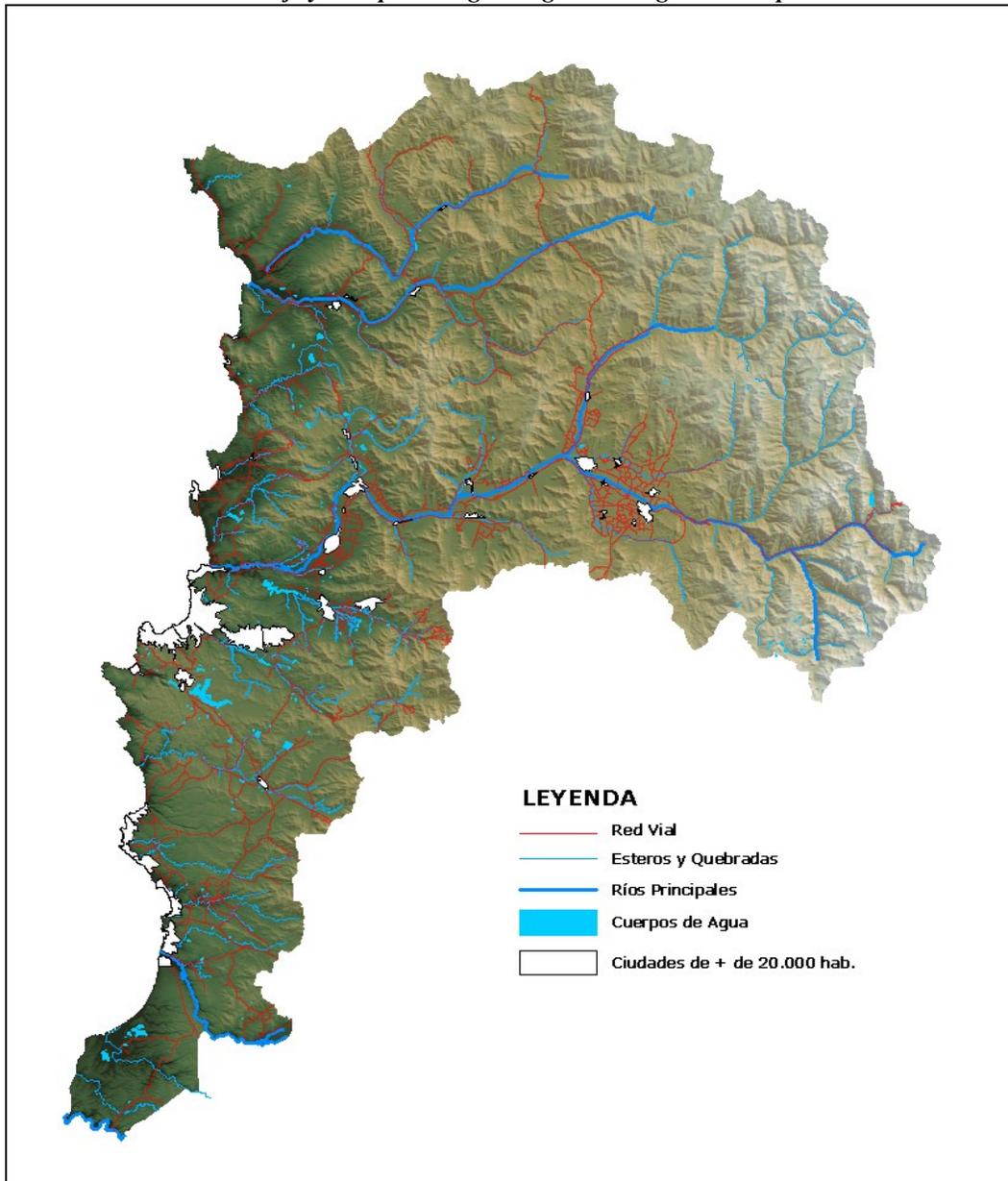
#### 4.2.3. Hidrología

La Región de Valparaíso presenta numerosos cursos de agua, debido principalmente a su relieve y precipitaciones. Los cursos principales que se identifican por su importancia en el sistema hidrográfico regional son los ríos Petorca, La Ligua y Aconcagua y la desembocadura del río Maipo, en el extremo meridional de la Región de Valparaíso. Existen además hoyas hidrográficas menores que nacen en la Cordillera de la Costa y que son de alimentación pluvial. Ríos torrentosos de régimen de alimentación mixto, atraviesan a la región

**Río Petorca:** Se localiza cercano al límite septentrional de la Región de Valparaíso con la Región de Coquimbo. Nace en la Cordillera de Los Andes y se genera de la confluencia en el sector precordillerano de Chincolco, de los ríos Pedernal y el Sobrante. Su cuenca tiene una extensión aproximada de 2.669 km<sup>2</sup>.

Su pendiente es de 3,22% con una dirección general hacia el sudoeste y desemboca en el mar en la bahía de La Ligua; sus aguas se utilizan para el riego en el Valle de Petorca.

**Figura 4**  
**Red de Drenaje y Cuerpos de Agua Regional. Región de Valparaíso.**



Fuente: CONAF-CONAMA, 1999

**Río La Ligua:** Se localiza al sur del río Petorca desembocando juntos en la bahía de La Ligua. Tiene una superficie de 1.900 km<sup>2</sup>. Nace en la Cordillera de Los Andes de la unión de los ríos Alicahue y el estero Cajón de los Ángeles. Tiene un curso de 162 kilómetros, con una dirección sudoeste en su curso superior y en curso medio e inferior, hacia el oeste. El río La Ligua presenta un régimen mixto, y permite el riego en un sector del valle de La Ligua.

**Río Aconcagua:** Este río es el último de los valles transversales del norte chico y se encuentra ubicado en el extremo sur de la región. El río Aconcagua se genera de la confluencia de los ríos Juncal y Blanco en la Cordillera de los Andes y recibe el nombre de Aconcagua a partir de la junta con el Blanco.

En la cuenca de San Felipe se le une el río Putaendo y antes de su desembocadura en Concón se le une el estero Limache. Su recorrido, incluyendo el río Juncal, es de 177 kilómetros y su cuenca tiene una superficie de 7.163 km<sup>2</sup> con un rumbo general que va de oriente a poniente. Su régimen es mixto por lo que presenta crecidas en primavera producto de los deshielos cordilleranos y en invierno por las precipitaciones. Sus aguas son ocupadas en actividades mineras, especialmente cuprífera; riego del valle a lo largo de todo su recorrido; instalaciones industriales; abastecimiento de agua potable al área intercomunal de Valparaíso.

**Río Maipo:** Aunque el río Maipo integra el sistema hidrográfico regional, ello sólo ocurre en la parte meridional de la provincia de San Antonio y prácticamente en su desembocadura.

#### **4.2.4. Geomorfología**

Esta región se localiza en un territorio complejo, donde es posible distinguir las siguientes unidades morfológicas: planicies costeras, en que alternan extensas playas de acumulación arenosa con sectores acantilados; llanos de sedimentación fluvial; cordones transversales del sistema montañoso andino costero; cordones transversales del tronco maestro andino; y cuencas transicionales semiáridas.

En el norte la región, al igual que sucede en Coquimbo, se extienden los valles transversales, formados por la confluencia de los ríos Petorca y La Ligua y por el valle del Aconcagua.

Las planicies litorales, adosadas a la cordillera de la costa, alcanzan cuatro niveles de escalonamiento. El nivel más bajo está cubierto de dunas, tal y como sucede al sur de Quintero. Así, enormes cerros de arena forman un ecosistema particular.

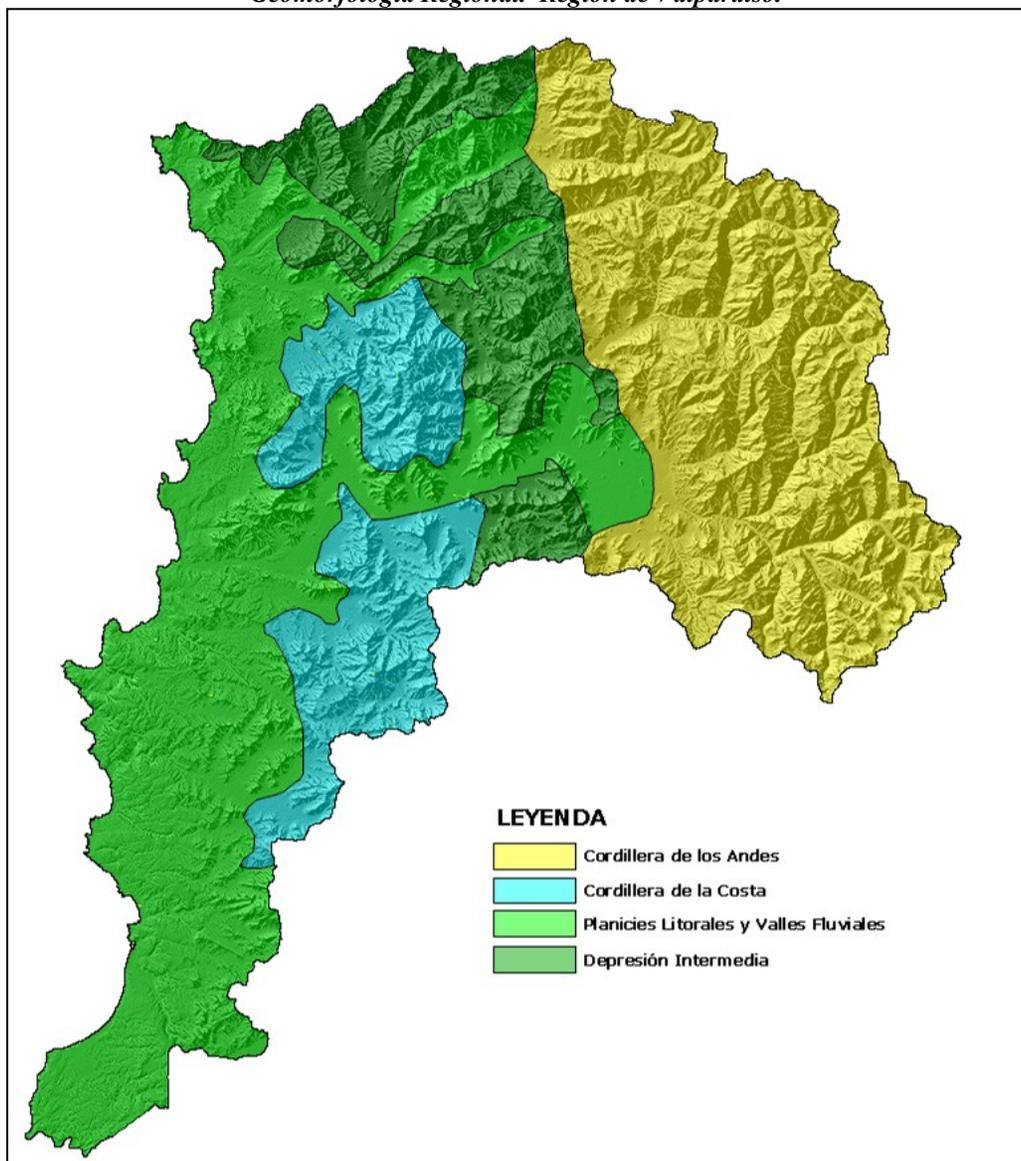
De Valparaíso hacia el sur, la costa se transforma en acantilado, con algunas disecciones que permiten la formación de playas como Algarrobo, El Quisco, El Tabo, Cartagena San Antonio y Rocas de Santo Domingo.

Al sur del Aconcagua, la cordillera costera se presenta elevada y bien definida, conformando hoyas hidrográficas diferentes de las andinas. Los cerros alcanzan unas alturas superiores a los 2000 metros. Tal es el caso de Chache (2.333 m), El Roble (2.222 m) y Vizcachas (2.220 m).

La depresión intermedia sólo está presente en algunas cuencas interiores, como La Ligua y Catapilco, delimitadas por serranías.

La cordillera de los Andes es alta y maciza, con elevaciones que pueden superar los 5000 m. Ejemplos de ello son el monte Los Leones (5400m), el cerro Tordillo (4670m) o el cerro La Gloria (4697m). La cadena montañosa sigue teniendo un aspecto amurallado, tal como en las regiones del norte del país, pero sin la presencia de vulcanismo y con una disminución gradual de las altitudes máximas. Existen diversos pasos cordilleranos que comunican Chile con Argentina. Entre ellos se encuentra el famoso paso Los Libertadores, importante por el intenso movimiento de carga de productos y personas que se desarrolla desde y hacia el territorio vecino.

**Figura 5**  
**Geomorfología Regional. Región de Valparaíso.**



*Fuente: Boergel, 1983*

#### **4.2.5. Vegetación**

La clasificación hecha para Chile permite ubicar a la V región de Valparaíso entre los límites de la denominada zona "mesomórfica". La zona intermedia de la región se caracteriza por la estepa de arbustos espinosos donde predomina el espino. En los sectores más soleados, que miran al norte se encuentran arbustos como el guayacán, algarrobo, quillay, molle y otros asociados al espino. En la zona costera se puede encontrar vegetación asociado a un matorral arbustivo costero formado por especies como el peumo, boldos, maitenes, junto a hierbas y gramíneas. En las áreas más húmedas como fondos de quebradas se pueden encontrar litres, quilas, pataguas. Sobre los 400 y 1.000 msnm, existe el denominado bosque esclerófilo. Este bosque está formado por especies arbóreas como quillay, litre, molle, belloto, boldo y peumo.

#### **4.2.6. Demografía, Variables Económicas y Niveles de Producción y Conservación de los Recursos**

##### **4.2.6.1. Demografía**

Según el Censo 2002 la población regional es de 1.539.852 habitantes equivalente al 10,2% de la población nacional y su densidad alcanza a 93.9 hab/km<sup>2</sup>, la segunda más alta de Chile. El crecimiento de la población, en el período intercensal, es de 1,1% anual medio.

La población rural es de 129.950 personas, lo que representa el 8.4% de la población total regional. Respecto a su estructura por sexo el 48.88% pertenece al sexo masculino y 51,11 al sexo femenino, en cuanto a la estructura etárea, destaca la magnitud de población mayor de 40 años, lo que denota un proceso de envejecimiento más acentuado que en el promedio del país.

##### **4.2.6.2. Variables Económicas**

La región se caracteriza por tener múltiples actividades que se expresan en un mosaico territorial: centros urbanos con clara tendencia a la conurbación; borde costero con gran actividad turística; actividad agrícola y pecuaria de gran rendimiento; actividad de extracción minera y de procesamiento de alto valor; actividad industrial química creciente; y prestación de servicios de educación superior de importancia nacional.

**Minería:** El principal recurso minero de la región corresponde a la minería del cobre que está representada por el yacimiento subterráneo y Mina a Rajo abierto perteneciente a Codelco Chile, División Andina ubicado en la Comuna de Los Andes. El cobre es traslado por vía férrea desde el Saladillo hasta la División Ventanas de Codelco Chile donde se procesa en la refinería, ubicada a la costa, al norte del en la Comuna de Puchuncaví. También hay extracción de oro, plata, molibdeno, zinc y plomo en mineras privadas en el sector cordillerano. La minería no metálica está representada por la extracción de carbonato de calcio y calizas, que dan origen a la industria de cemento de La Calera y al total de la producción nacional de talcos y feldspatos.

**Silvoagropecuaria:** Los suelos de esta región son favorables para la agricultura y hay agua de riego que se distribuye a través de canales y embalses. Los más importantes son: el de Peñuelas, Lo Orozco, Lo Ovalle, Catapilco, Chepical, Las Palmas y Pitama. El 30% de la producción agrícola se destina a la agroindustria y el 70% al consumo fresco. Últimamente se ha dado un gran aumento en la exportación, especialmente de uva de mesa. La región aporta el 29,7% de la producción nacional de la uva y el 30% de la producción total de duraznos. También produce kiwis, nectarines, damascos, nueces, almendras y limones. En sus zonas de microclimas produce el 41% del total de paltas del país y gran parte de la producción de chirimoyas. También destaca la producción de legumbres, papas y cultivos orientales como tabaco, maravilla y cáñamo. Ganadería: 109.350 bovinos, 91.080 ovinos, y 56.130 porcinos.

**En el ámbito forestal,** la Región de Valparaíso a partir de la década del 90 ha experimentado fuertes cambios en el sector forestal como resultado de la dinámica del desarrollo regional. Esto último se ha traducido en una fuerte presión de uso de los suelos de aptitud forestal, que han provocado cambios en su utilización, por la competencia con otras alternativas productivas.

Como consecuencia de lo anterior, los diagnósticos del sector forestal han ido variando muy rápidamente de tal forma, que ya se han hecho dos estudios anteriores, cada uno de los cuales han entregado una visión diferente, en relación al potencial de desarrollo del sector

La superficie regional de suelos forestales, según el CIREN<sup>1</sup>, cubre alrededor de 1.439.000 ha es decir un 88% del total regional, cifra que corresponde a una capacidad de uso de suelos que incluye clase V, uso intensivo de tierras para pastoreo o forestal, clase VI moderado uso de tierras para pastoreo o forestal, clase VII tierras para el uso forestal limitado regularmente adaptadas para empastadas y forestales, y clase-VIII, tierras adaptadas solamente para vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Estos suelos forestales mayoritariamente corresponden a propiedades privadas, medianas y pequeñas, perteneciendo alrededor de un 50% de ellas al sector campesino, ya sea en propiedad comunitaria de tamaño medio o en pequeñas propiedades individuales.

La superficie de bosque en la región<sup>2</sup> es de 160.475 ha de las cuales 95.313 ha corresponden a Bosque Nativo, 65.012 ha de plantaciones y 150 ha corresponden a Bosques Mixtos.

Las plantaciones corresponden a especies de pino y eucaliptos y un porcentaje mínimo de otras especies, estas pertenecen fundamentalmente al sector privado.

Los propietarios de plantaciones de pino corresponden a la clasificación de grandes propietarios, que poseen más de 500 ha y con respecto a las plantaciones de eucalipto es posible identificar propietarios grandes, medianos y pequeños.

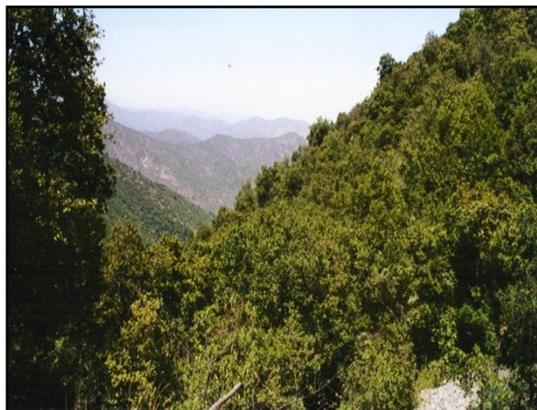
El bosque nativo existente ocupa una superficie de 95.313 ha correspondiente al 5,94% de la superficie regional, presentando un alto nivel de degradación, producto de que ha estado

---

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de recursos naturales, rol extracto agrícola 1983 (REA)

<sup>2</sup> Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, CONAF-CONAMA, marzo 1999

sometido a un intenso pastoreo y extracción de madera para combustible, reduciendo cada vez más las formaciones naturales, especialmente notorio en las comunas del valle central y de la precordillera de la región.



*Bosque nativo Cuesta La Dormida*

En cuanto a la propiedad misma, con relación al número de roles, la tendencia es a una alta concentración en los propietarios de menos de 100 ha, los cuales concentran sólo el 12,5% de la superficie regional. En cambio los rangos de propietarios superiores a 500 ha representan el 1,3% de los roles y concentran el 77,2% de la superficie regional. Para tal efecto del presente diagnóstico y con el objeto de representar la situación de la región se establecieron las siguientes categorías:

0	-	10	Pequeño
10	-	500	Mediano
Mayor 500			Grande

Los suelos de aptitud preferentemente forestal potenciales y que podrían ser aprovechados, se concentran mayoritariamente en el rango de 1.000 a 5.000 ha y poseen sólo el 0,6% de los roles.

En el ámbito del valor económico de los suelos de aptitud forestal, estos se ven fuertemente influenciados y compitiendo con cinco actividades como lo son: el turismo, la industria, la minería, la vivienda, especialmente con el segmento de la segunda vivienda y con la agricultura tecnificada.

**Pesca:** A nivel nacional, ocupa el cuarto lugar de captura con 370.000 toneladas de pescado veta, jurel, y sardina; cerca del 85% del desembarque pesquero es destinado a la harina de pescado. En el desembarque de moluscos ocupa el segundo lugar; en machas con 3.419 toneladas y crustáceos como el camarón (3.478 t) y langostino amarillo (2.364 t).

**Industria:** Es la tercera región industrial después de la región metropolitana y la del Biobío. Genera el 20% del PIB regional y el 12% de la población económicamente activa se desarrolla en este sector. La mayoría de las industrias se concentran en la ciudad de Valparaíso, gracias a las ventajas comparativas como puerto, centro comercial y financiero.

Tiene además industrias de tejido, hilado, vestuario, alimentos, chocolates, confites y tabaco. Viña del Mar fabrica productos químico-farmacéuticos y artefactos de línea blanca, papel y carbón además de alimentos, hilados y tejidos Coresa, industria ubicada en San Antonio. La refinería de Concón procesa petróleo crudo importado y distribuye los subproductos a la mayoría de la región central del país. Al norte de Quintero está la planta procesadora de cobre de Ventanas, que cuenta con una central térmica.

En el sector del valle de Aconcagua, la ciudad de Quillota tiene importantes industrias alimenticias, textiles y de plástico; está unida a la zona de primores agrícolas de La Cruz-La Calera (cemento). Llaillay tiene una industria química y Catemu tiene industria de tabaco y la cercana refinería de cobre Chagres. San Felipe y Los Andes además de su industria conservera y de fibras duras, han desarrollado la agroindustria relacionada con el aumento que ha tenido la fruta de exportación, creando empresas similares: emparadoras, bodegas frigorizadas y conserveras. También destaca la industria de tejidos en La Ligua y el puerto de San Antonio. Un reflejo de la importancia industrial y comercial de la zona es que la organización gremial más antigua del país fue fundada en Valparaíso en año 1858, la CRCP.

**Comercio:** Valparaíso importa toda clase de productos: manufacturas, automóviles, electrodomésticos y maquinaria; exporta principalmente frutales. San Antonio es exportador de cobre, varios productos agrícolas, pesqueros, automóviles, electrodomésticos y maquinaria; también importa cereales.

Valparaíso tiene un sistema de comunicaciones que lo une con la capital del país y con los puntos más importantes de Chile. Hasta hace poco, la principal vía de comunicación fue la vía férrea que unía a Santiago con Valparaíso; esta vía fue más tarde reemplazada por el camino que atraviesa el túnel Lo Prado y que une ambas ciudades. La ruta internacional más importante es la que une la ciudad trasandina de Mendoza con Valparaíso, la Ruta CH-60, factor clave para favorecer el intercambio comercial y el flujo de turistas argentinos que van a las playas de esta región. En invierno esta vía queda bloqueada por la nieve, por lo que se piensa construir un túnel por Juncal que habilitará el paso a Los Libertadores durante todo el año. La provincia y puerto San Antonio se anexaron a la región para formar un complejo portuario que uniera y facilitara la actividad de Valparaíso y San Antonio, pero el camino es un vía indirecta.

#### **4.2.6.3. Conservación de los Recursos**

Numerosos estudios científicos de universidades chilenas efectuados en la región señalan que en la zona central mediterránea de Chile, se concentra el más alto porcentaje de biodiversidad del país, sin embargo recién en estos últimos años esta cualidad se empieza a valorar, a través de una mayor protección y ha sido considerada como variable importante en la contribución al desarrollo regional y fuente de atracción de inversionistas, por la calidad del paisaje y de los recursos naturales de la región.

El patrimonio silvestre protegido regional, lo conforman tres Parques Nacionales; dos Reservas Nacionales, un Monumento Natural y cinco Santuarios de la Naturaleza que en conjunto abarcan 34.440 ha, cifra que representa el 2,1% de la superficie regional, lo que se

estima insuficiente para lograr la conservación adecuada de los ecosistemas y formaciones vegetacionales presentes en la Región.

De acuerdo a la Resolución Exenta N° 739 del 28/03/2007, de la Intendencia Regional, se reconocen 56 sitios de la Estrategia Regional de Biodiversidad, para los efectos de su adecuado manejo y protección ambiental, cuyo objetivo es conservar la diversidad biológica de la región, promoviendo su gestión sustentable, con el objetivo de resguardar su capacidad vital y garantizar el acceso a los beneficios para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Estos sitios se clasifican en 21 sitios en la Ecorregión terrestre continental, tales como Los Molles de Pichidanguí, Altos de Petorca y Alicahue, Bosques de Zapallar, Cordillera El Melón, Acantilados de Laguna Verde, campos Dunares, Cerro Tabaco, entre otros. Seis sitios a la Ecorregión aguas continentales, ecosistemas humedales, destacándose Humedal El Valí, trece sitios ecosistemas loticos, Estero Casablanca, Estero Mantagua, Río Maipú, entre otros, cuatro sitios Ecorregión Islas Oceánicas y Mar circundante, 12 sitios Ecorregión Marina Costera.(9 ecosistemas marinos



*Vista palmar y cumbre del Cerro La Campana, Parque Nacional La Campana.  
Foto: Cristian Díaz G. Administrador*

### 4.3. Determinación de Prioridades de Protección

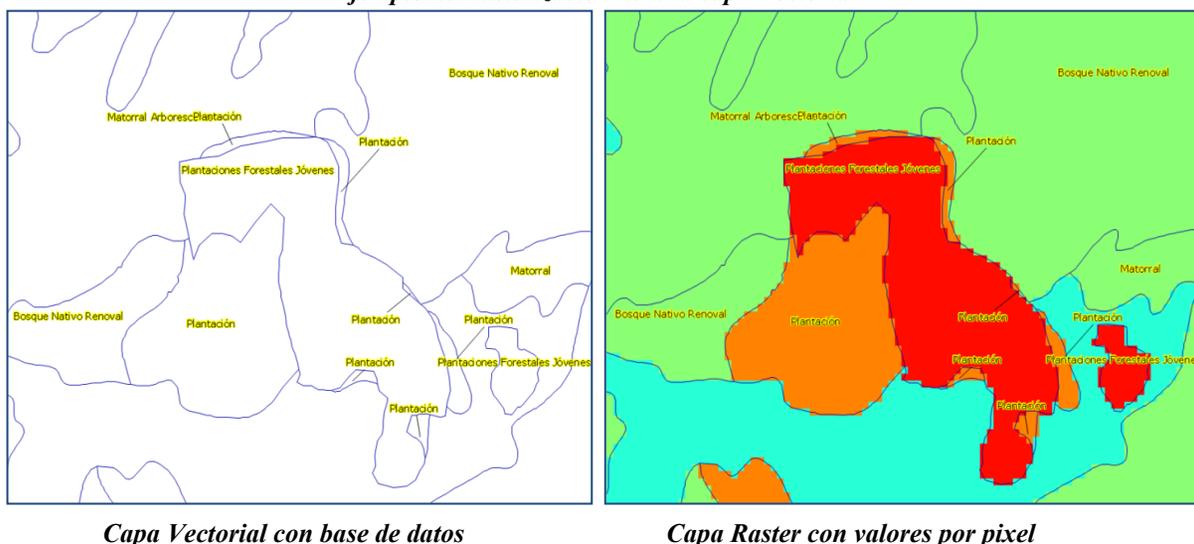
La determinación de prioridades de protección para un área determinada, según el método propuesto por Julio (1992), puede ser estimada por el resultado obtenido de la combinación de tres análisis diferentes: **Riesgo**, **Peligro** y **Daño Potencial**, cada uno de los cuales prioriza en tres categorías, el área de estudio.

Con la aplicación del método, es posible diferenciar el territorio que se desea proteger en diferentes categorías de prioridad, que expresan los distintos niveles de interés existentes y, por lo tanto, el fundamento de las intensidades en la asignación espacial de los recursos disponibles. Por otra parte, también posibilita el incremento en la capacidad y eficiencia en el uso de los recursos disponibles, al aplicarlos en forma diferenciada, como una respuesta a las condiciones específicas presentes en los diferentes sectores del territorio bajo protección (Julio et al, 2010).

#### 4.3.1. Definición de las Unidades de Superficie de Trabajo

Para la realización de este estudio, se utilizó el sistema Raster o matricial, donde todas las capas de información recopiladas, que originalmente estaban en formato vectorial SIG, fueron convertidas a Raster. El tamaño de pixel elegido fue de 30 x 30 m. o cuadrículas de 900 m<sup>2</sup>, debido a que este es el tamaño de los pixeles del Modelo Digital de Elevación<sup>3</sup> (DEM en inglés) que se utilizó en el proyecto.

**Figura 6**  
*Ejemplo de Rasterización de una capa Vectorial:*



<sup>3</sup> Se utilizó el Modelo digital de Elevación ASTER DEM, el que está disponible en forma gratuita en Internet. Una descripción en español se puede encontrar en <http://bibliotecadigital.ciren.cl/gsdlexterna/collect/bdcirend/index/assoc/HASH0153.dir/DEM-aster.pdf>

#### 4.3.2. Selección de Variables Generales y Específicas y Asignación de Puntajes

Se definieron como variables generales:

**Riesgo**, entendiendo por este, la probabilidad de ocurrencia de incendios.

**Peligro**, como la conflictividad en la propagación de los eventuales incendios.

**Daño Potencial**, en relación a las pérdidas e impactos que podrían generarse como consecuencias de los incendios.

Para cada una de estas variables fue necesario seleccionar las variables y subvariables específicas de primer nivel, segundo nivel y tercer nivel, que las componen y el peso o ponderación de cada una de ellas, según sea su relevancia o influencia en el riesgo, peligro y daño potencial. Esto último con el objeto de permitir la valoración cuantitativa de las unidades de superficie definidas.

La ponderación o puntaje normalizado se inició con las variables generales, en una escala de 0 a 1.000, manteniendo la precaución de que la suma total (límites superiores) de las tres variables generales diera como resultado 1.000. Posteriormente se asignaron puntajes (límites superiores) para las variables y subvariables específicas, distribuyendo el puntaje asignado a cada variable general entre todas las variables específicas seleccionadas para componerla.

Tanto la selección de las variables específicas, como el puntaje normalizado de cada una de ellas, incluyendo la asignación a las variables generales, se realizaron mediante un panel de siete expertos, aplicando el método Delphi y sobre la base de los antecedentes factibles de recolectar y procesar.

Los resultados finales de asignación de los puntajes normalizados (PN), se pueden observar en el Cuadro 1.

**Cuadro 1**  
**Variables y Puntajes Normalizados Seleccionados para la Determinación de Prioridades**

Variables Generales	Variables Específicas			Puntaje Normalizado		
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3			
Análisis de Riesgo	Ocurrencia Histórica			200		
	Ocurrencia Potencial	Red Vial		70		
		Población			110	
<b>Sub total</b>				<b>380</b>		
Análisis de Peligro	Combustible			80		
	Resistencia al Control			50		
	Topografía	Pendiente			70	
		Exposición			40	
	Clima				30	
<b>Sub total</b>				<b>270</b>		
Análisis de Daño Potencial	Daño Directo	Recursos Productivos			100	
		Captura de Carbono			30	
		Interfaz			80	
	Daño Social y Ambiental	Paisaje y Belleza Escénica	Geomorfología			20
			Vegetación			30
			Agua			30
		Conservación				60
<b>Sub total</b>				<b>350</b>		

### **4.3.3. Construcción de los Mapas de Prioridad**

Cada unidad de superficie de trabajo (900 m<sup>2</sup>) alcanzó un valor final correspondiente a la sumatoria de los puntajes normalizados de todas las variables que se midieron, arrojando además, un valor total parcial para cada uno de los tres análisis: Riesgo, Peligro y daño Potencial.

Con el propósito de obtener los mapas priorizados de Riesgo, Peligro, Daño Potencial y el mapa final de Prioridades de Protección para el área de estudio, se utilizó el método propuesto por Julio (1992), según el cual, la superficie de primera prioridad corresponde a la mitad de la de segunda prioridad, y esta última, también a la mitad de la de tercera prioridad ( $1/7$ ,  $2/7$  y  $4/7$  del total, respectivamente).

Para conseguir lo anteriormente descrito, a través de un programa computacional los valores parciales ingresados a cada celdilla o píxel de 30x30 metros, fueron sumados y registrados en el sistema de información geográfica. Con estos valores se aplicó la metodología señalada anteriormente, dando lugar a la distribución espacial de los tres niveles de prioridad definidos (Alto, Medio y Bajo).



El puntaje normalizado máximo correspondió a 200 puntos, para aquellos píxeles que registraron los valores máximos de ocurrencia y el PN mínimo fue de 10 puntos para los píxeles que presentaron una ocurrencia. Los píxeles que no presentaron ocurrencia se les asignó 0 puntos.

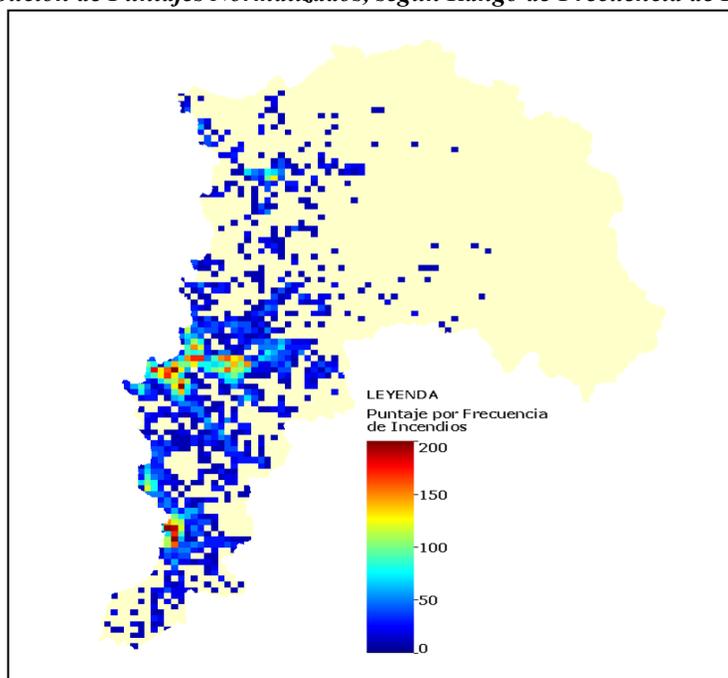
El cuadro 2 presenta la escala de puntajes, de acuerdo al número de incendios por píxel.

**Cuadro 2**  
**Distribución de Puntajes por Número de Incendios por Píxel (2000 metros)**

Nº Incendios/Píxel	Puntaje Normalizado	Nº Incendios/Píxel	Puntaje Normalizado
1	10	49-58	110
2	20	59-68	120
3-4	30	69-78	130
5-7	40	79-88	140
8-11	50	89-108	150
12-14	60	109-128	160
15-21	70	129-148	170
22-28	80	149-168	180
29-38	90	169-188	190
39-48	100	189-405	200

Cabe manifestar que una vez obtenido el número de incendios por píxel, se procedió a analizar la distribución que presentaba con respecto al número total de píxeles bajo estudio, con el objeto de establecer rangos que fueran representativos. Esto significó desechar algunos datos extremos que estaban desvirtuando la amplitud del rango establecido.

**Figura 8**  
**Distribución de Puntajes Normalizados, según Rango de Frecuencia de Incendios**



Fuente: CONAF 2000-2009

## -Red Vial

Se utilizó información proporcionada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP, 2009), específicamente los Mapas Camineros Oficiales, que permiten diferenciar tres tipos de situaciones:

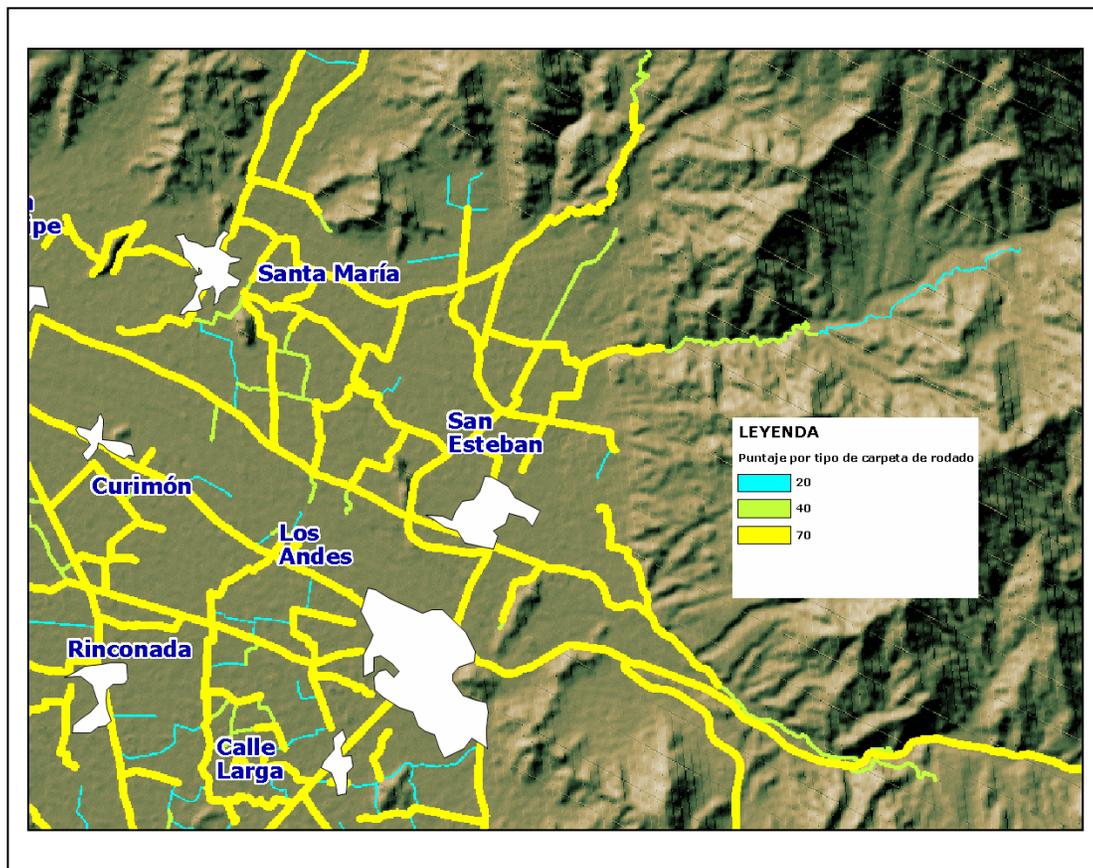
- Carreteras (carpeta de rodado de asfalto)
- Caminos con carpeta de ripio
- Caminos públicos y privados con carpeta de tierra

Según el tipo de red vial, se asignó un puntaje normalizado y se estableció un rango de influencia, derivado de la intensidad de tránsito, el cual se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3**  
**Distribución de Puntajes y Franja de Influencia por Tipo de Red Vial**

Tipo de Red Vial	Puntaje Normalizado	Franja de Influencia (m.)
Carreteras	70	200
Caminos con Carpeta de Ripio	40	100
Caminos Públicos y Privados con carpeta de tierra	20	50

**Figura 9**  
**Puntajes Normalizados y Franja de Influencia, según Tipo de Red Vial**



## -Población

Se trabajó con información del Instituto Nacional de Estadística (INE; 2005), con datos de población, provenientes del Censo 2002.

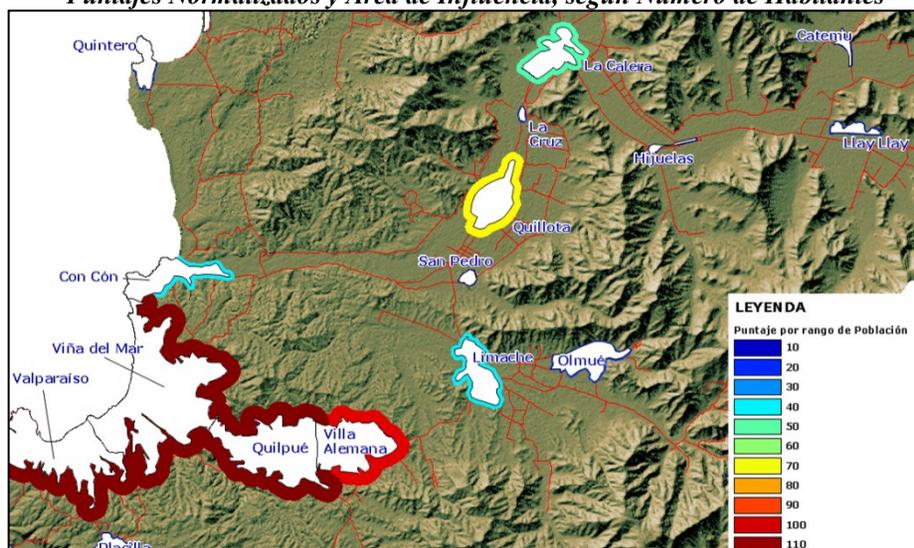
El detalle de la información extraída fue a nivel de: Ciudades y Pueblos, Aldeas y Caseríos, para lo cual fue necesario relacionar el número de habitantes con la correspondiente categoría, a través de un polígono (Shape), que fue construido en un sistema de información geográfica, para los centros poblados con una población de 2000 habitantes hacia arriba.

Analizados los datos poblacionales y establecidos los rangos de puntajes normalizados para esta variable, se determinó considerar aquellos polígonos cuya población fuera como mínimo de 10.000 habitantes. Adicionalmente, según el número de habitantes, a cada polígono (Ciudad, Pueblo, Aldeas y Caseríos), se le estableció una franja de influencia. A continuación se detalla en el cuadro 4 los puntajes normalizados para cada rango de población establecido, con su correspondiente franja de influencia.

**Cuadro 4**  
**Distribución de Puntajes Según Rango de Población y Franja de influencia**

Rango de Población (Número de Habitantes)	Puntaje Normalizado	Franja de Influencia (m.)
0-10.000	10	50
10.000-20.000	20	100
20.000-30.000	30	200
30.000-40.000	40	300
40.000-50.000	50	400
50.000-60.000	60	500
60.000-70.000	70	600
70.000-80.000	80	700
80.000-90.000	90	800
90.000-100.000	100	900
> 100.000	110	1.000

**Figura 10**  
**Puntajes Normalizados y Área de Influencia, según Número de Habitantes**



## **-Mapa del Riesgo**

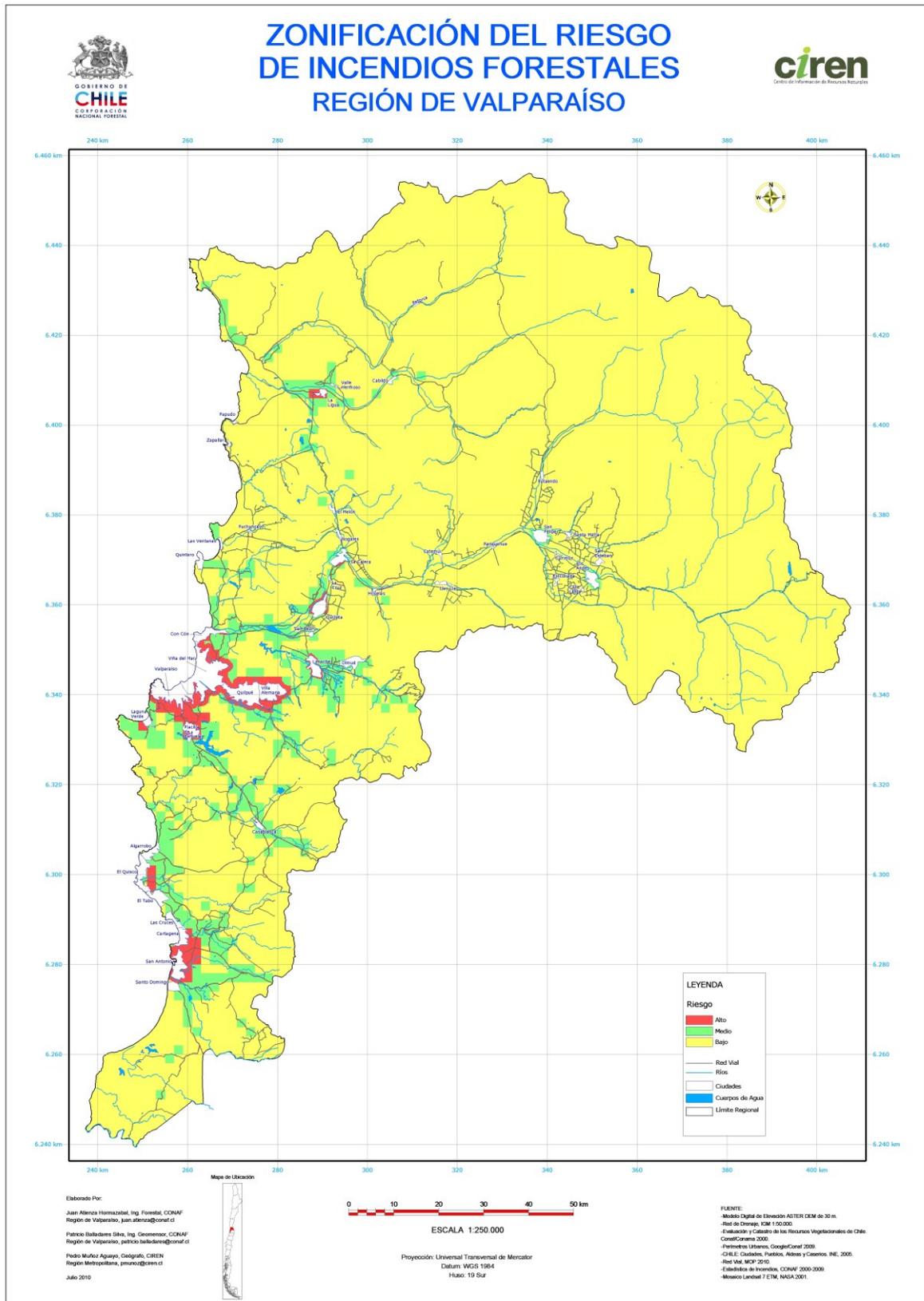
Con el objeto de obtener un mapa priorizado para la región de Valparaíso, en relación al riesgo potencial, en cada píxel, se sumaron los puntajes parciales provenientes del análisis de la ocurrencia histórica, red vial y población.

Con estos valores y considerando lo expresado en el método, en orden a que la superficie del área de máxima prioridad debe corresponder a la mitad de la de alta prioridad y así sucesivamente, se establecieron los rangos de puntajes, que permitieron obtener un mapa final de riesgo priorizado y que se presenta en la figura.11. El cuadro con los rangos de puntajes totales para el análisis de riesgo y su correspondiente priorización, se presenta a continuación.

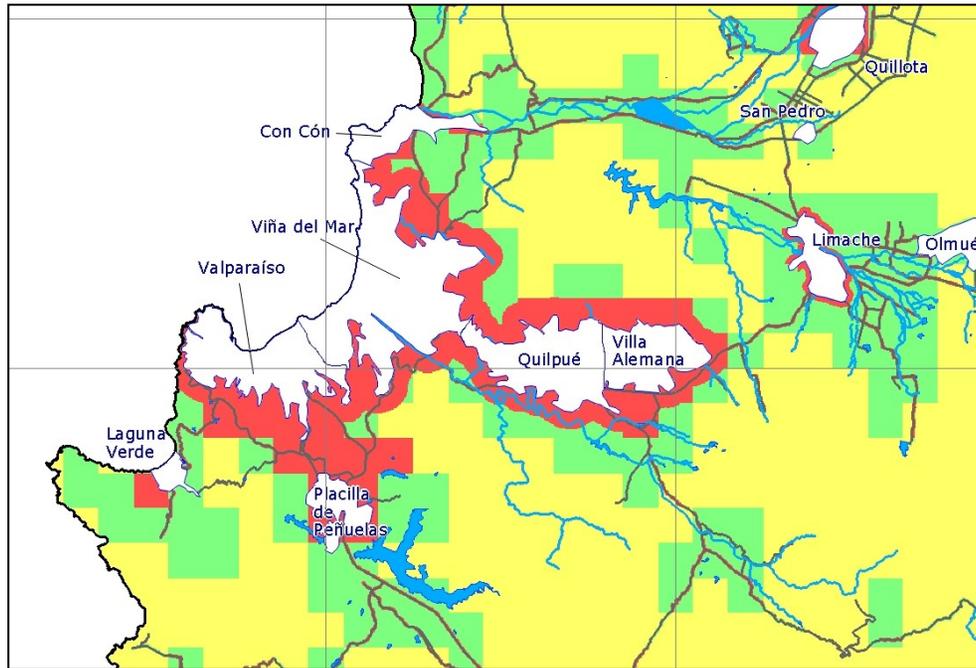
*Cuadro 5*  
*Rangos de Puntajes Totales y su Priorización. Análisis del Riesgo*

<b>Rango de Puntaje Total</b>	<b>Porcentaje de Superficie (Has.)</b>	<b>Prioridad</b>
90-380	13.9	<b>ALTA</b>
30-89	35.4	<b>MEDIA</b>
1-29	50.7	<b>BAJA</b>

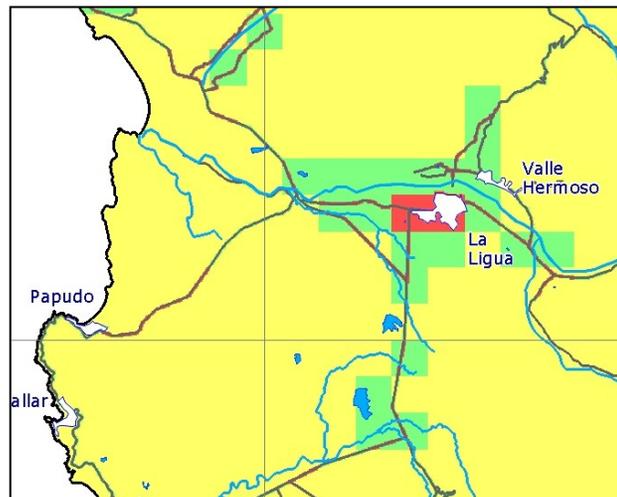
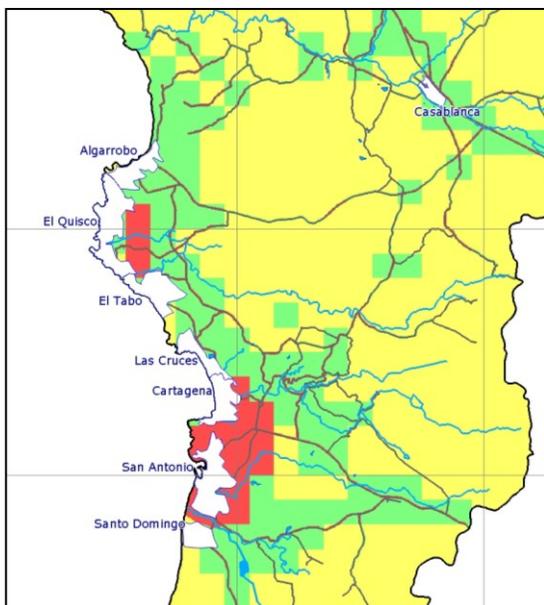
**Figura 11**  
**Mapa del Riesgo de Incendios Forestales para la Región de Valparaíso**



Los resultados muestran una clara concentración del riesgo hacia la periferia de los principales centros urbanos, en lo que se denomina la zona de interfaz. Concretamente en el borde de las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana (Valparaíso Metropolitano), de la Provincia de Valparaíso. En estos sectores se presenta una alta densidad de incendios y de redes de comunicación vial.



Esta situación también se observa, aunque con menor relevancia, en la Provincia de San Antonio, específicamente en los alrededores de las ciudades de El Quisco, Cartagena y Santo Domingo. Un caso particular lo constituye la Provincia de Petorca, en las proximidades de La Ligua, en donde el incremento de la ocurrencia en las últimas temporadas ha sido explosivo.



Las zonas de riesgo medio están asociadas mayoritariamente a la red vial de carácter principal o troncal y centros urbanos de menor densidad poblacional, donde el riesgo potencial es significativo por el alto número de personas que transitan.

El riesgo bajo abarca la mayor superficie de la región y se da en zonas con una baja densidad poblacional, escasa o nula ocurrencia de incendios y redes viales troncales de densidad baja.

## **5.2. Análisis del Peligro**

El peligro de incendios forestales se identifica con la posibilidad de ignición, propagación y las dificultades de control del fuego una vez iniciado, y esto representado básicamente por los tipos de combustibles y las variables que influyen en su composición, ordenamiento, volumen, condición y localización.

De acuerdo a lo expresado, se eligieron como variables para el análisis del peligro: el Combustible (Potencial de Propagación), la Resistencia al Control, la Topografía, a través de la Pendiente y Exposición, y el Clima.

El procedimiento aplicado para medir las variables definidas, se especifica a continuación.

### **-Combustible**

Se utilizó como información base, el proyecto “Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile” (CONAF-CONAMA, 1997), actualizado al año 2000.

Considerando que el análisis de esta variable pretende medir el potencial de propagación de los combustibles forestales, fue necesario establecer la equivalencia entre los tipos de vegetación, proporcionados por el proyecto mencionado anteriormente y los modelos de combustibles para Chile, definidos por el sistema Kitral (Julio et al, 1995), sobre Prognosis y Gestión en Incendios Forestales, que determina, los valores de las propiedades de los combustibles, para cada uno de los modelos establecidos. Sin embargo, como los valores de velocidad de propagación fueron determinados para modelos de combustibles presentes desde la región del Maule hacia el sur, se tuvieron que crear modelos y ajustar los valores de propagación, de tal forma, de hacerlos representativos de la realidad de la región de Valparaíso. Para este propósito se contó con los conocimientos y experiencia profesional del autor del sistema Kitral<sup>4</sup>, quien junto a otros investigadores, en un proyecto realizado, en la Provincia de Valparaíso, ya habían hecho readecuaciones similares, con respecto a la misma variable (Julio et al, 2010).

En el cuadro 6 se presenta el resumen de lo descrito precedentemente, con los puntajes normalizados, establecidos con el objeto del estudio.

---

<sup>4</sup> Dr. Guillermo Julio Alvear, Profesor de la Cátedra de Manejo del Fuego, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

**Cuadro 6**  
**Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible. Velocidad de Propagación**

<b>Tipo Vegetacional</b>	<b>Especificación</b>	<b>Modelo</b>	<b>VP</b>	<b>PN</b>
I-PRA <b>PRADERAS</b>	anuales	A1	0.01670	80
	perennes	A2	0.01670	80
	estepa andina central	A3	0.01670	80
II-MAPRA <b>MATORRAL-PRADERA</b>	semidenso	B1	0.00870	42
	abierto	B2	0.01400	67
	muy abierto	B3	0.01470	70
III-MA <b>MATORRAL</b>	denso	C1	0.00710	34
	semidenso	C2	0.00462	22
	abierto	C3	0.01400	67
	muy abierto	C4	0.01470	70
IV-MAARBO <b>MATORRAL ARBORESCENTE</b>	denso	D1	0.00760	36
	semidenso	D2	0.00810	39
	abierto	D3	0.01400	67
	muy abierto	D4	0.01470	70
V-MASU <b>MATORRAL SUCULENTAS</b>	denso	E1	0.00350	17
	semidenso	E2	0.00489	23
	abierto	E3	0.01400	67
	muy abierto	E4	0.01470	70
VI-PLAN <b>PLANTACIONES</b>	plantación	F1	0.00380	18
	bosque exóticas asilvestrado	F2	0.00380	18
	Plantación Joven	F3	0.01470	70
	Plantación recién Cosechada	F4	0.01150	55
VII-BNA <b>B. NATIVO ADULTO</b>	denso	G1	0.00264	13
	semidenso	G2	0-00156	7
VIII-BNREN <b>BOSQUE NATIVO RENOVAL</b>	denso	H1	0.00280	13
	semidenso	H2	0.00485	23
	abierto	H3	0.00900	43
IX-BNAREN <b>BOS.NAT.ADU-RENOV</b>	denso	I1	0.00491	24
	semidenso	I2	0.00456	22
X-BNACH <b>BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO</b>	denso	J1	0.00350	17
	semidenso	J2	0-00489	23
	abierto	J3	0.01400	67
	muy abierto	J4	0.01470	70
XI-BNPLAN <b>B.NATIVO-PLANTAC</b>	semidenso	K1	0.00350	17
	abierto	K2	0.01000	48

*VP = Velocidad de propagación (metros/ segundo)*

*PN = Puntaje Normalizado*

## **-Resistencia al Control**

Representa la dificultad de contener la propagación de un incendio, en lo que dice relación con el esfuerzo requerido para la construcción de líneas de control.

El análisis de esta propiedad que está muy relacionada con el modelo de combustible (propiedades físicas), supone que los métodos, equipos y recursos utilizados en el combate, que también inciden en la resistencia al control, se encuentran disponibles en forma apropiada, tanto en cantidad como en calidad.

Al igual que en el caso de la variable “combustible”, se tomó como base la información actualizada del proyecto:” Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile” (CONAF-CONAMA, 1997), su readecuación a la modelación de combustible realizada por Julio et al, (1995) y el ajuste necesario para representar la situación de la región de Valparaíso (Julio, 2010; Julio<sup>5</sup>, 2010, comunicación personal).

A continuación se presenta el cuadro 7, en donde se resume la clasificación y calificación de los combustibles de acuerdo a la resistencia al control.

---

<sup>5</sup> Dr. Guillermo Julio Alvear, Profesor de la Cátedra de Manejo del Fuego, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile.

**Cuadro 7**  
**Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible. Resistencia al Control**

<b>Tipo Vegetacional</b>	<b>Especificación</b>	<b>Modelo</b>	<b>RS</b>	<b>PN</b>
I-PRA <b>PRADERAS</b>	anuales	A1	66	1
	perennes	A2	66	1
	estepa andina central	A3	66	1
II-MAPRA <b>MATORRAL-PRADERA</b>	semidenso	B1	30	32
	abierto	B2	60	6
	muy abierto	B3	60	6
III-MA <b>MATORRAL</b>	denso	C1	12	47
	semidenso	C2	30	32
	abierto	C3	50	15
	muy abierto	C4	60	6
IV-MAARBO <b>MATORRAL ARBORESCENTE</b>	denso	D1	12	47
	semidenso	D2	30	32
	abierto	D3	50	15
	muy abierto	D4	60	6
V-MASU <b>MATORRAL SUCULENTAS</b>	denso	E1	9	50
	semidenso	E2	50	15
	abierto	E3	50	15
	muy abierto	E4	60	6
VI-PLAN <b>PLANTACIONES</b>	plantación	F1	30	32
	bosque exóticas asilvestrado	F2	20	41
	Plantación Joven	F3	60	6
	Plantación recién Cosechada	F4	40	23
VII-BNA <b>B. NATIVO ADULTO</b>	denso	G1	9	50
	semidenso	G2	20	41
VIII-BNREN <b>BOSQUE NATIVO RENOVAL</b>	denso	H1	9	50
	semidenso	H2	15	45
	abierto	H3	50	15
IX-BNAREN <b>BOS.NAT.ADU-RENOV</b>	denso	I1	9	50
	semidenso	I2	15	45
X-BNACH <b>BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO</b>	denso	J1	9	50
	semidenso	J2	25	36
	abierto	J3	50	15
	muy abierto	J4	60	6
XI-BNPLAN <b>B.NATIVO-PLANTAC</b>	semidenso	K1	25	36
	abierto	K2	50	15

*RS = Resistencia al Control (metros/hombre/hora en primer ataque)*

*PN = Puntaje Normalizado*

## -Pendiente

Es el factor topográfico de mayor incidencia en el comportamiento del fuego. Se caracteriza por la influencia que ejerce en el desarrollo de la columna de convección y, por el hecho que, mientras más inclinadas se presenten las laderas, mayores serán las velocidades de propagación de los incendios que ascienden por ellas (Julio, 2005)

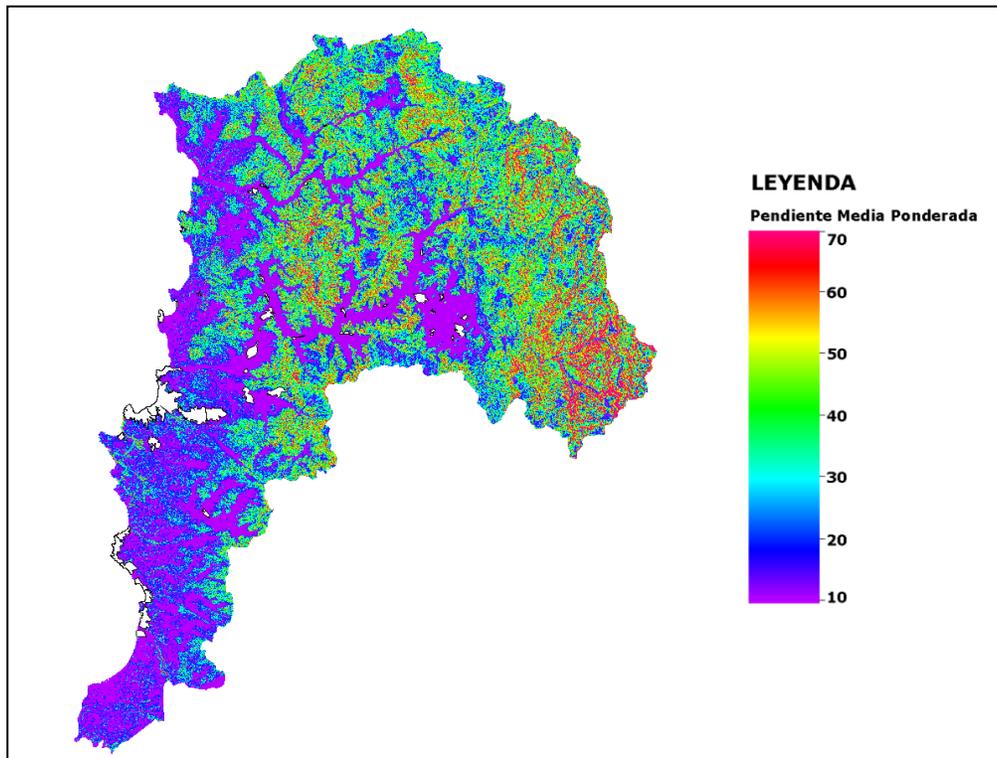
Con el propósito de determinar la pendiente promedio por píxel, se utilizó el Modelo Digital de Elevación Global, confeccionado por el sensor remoto Aster de Japón, llamado oficialmente Aster global digital elevation model V001.\_(ASTGTM).

Una vez obtenida las pendiente promedio de cada píxel correspondiente al área de estudio, se construyó una escala de rangos de pendientes promedios, a la cual se le asigno el respectivo puntaje normalizado. En el cuadro 8 se presenta el detalle de lo señalado.

**Cuadro 8**  
**Rangos de Pendiente Promedio y Puntaje Normalizado**

Porcentaje de Pendiente Promedio	Puntaje Normalizado
0-12	10
13-25	20
26-38	30
39-51	40
52-64	50
65-77	60
> 77	70

**Figura 12**  
**Distribución de la Pendiente Promedio y su Puntaje Normalizado**



## -Exposición

En este caso se pretende medir la importancia que tiene en el comportamiento del fuego, la radiación solar, que influye significativamente en el tipo y desarrollo de la vegetación y, especialmente en la condición de humedad de los materiales combustibles.

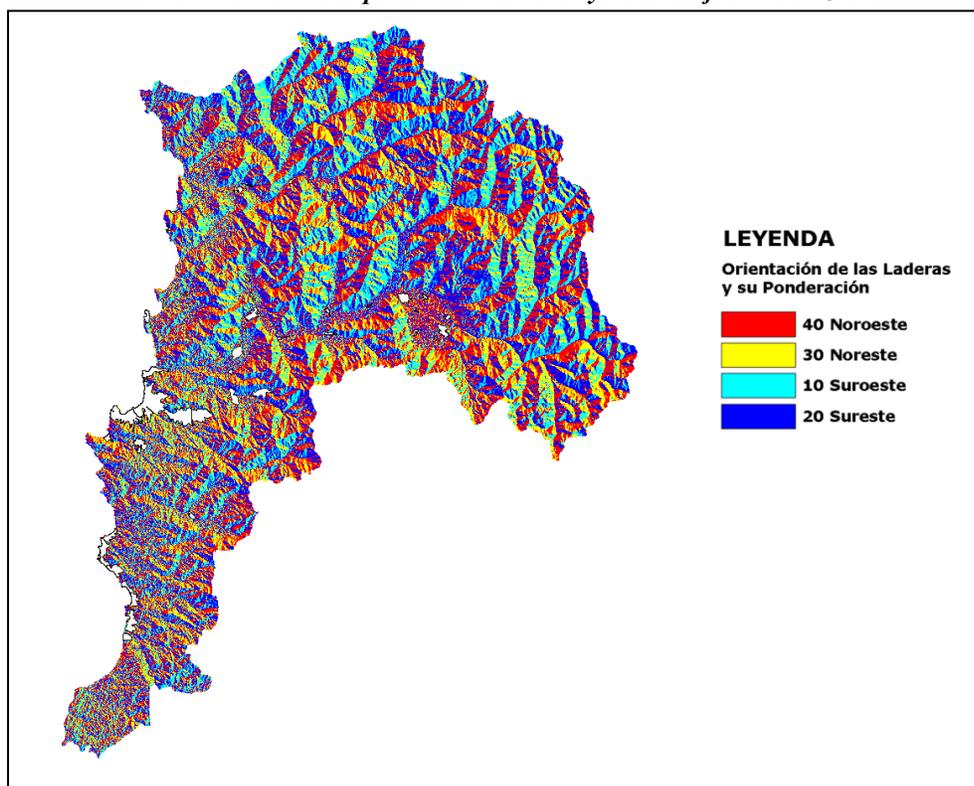
Con el objeto de determinar la posición predominantes de las laderas, con respecto a la radiación solar, se utilizaron las mismas herramientas tecnológicas y se aplicó el procedimiento detallado en el caso de la pendiente, es decir, a través de un modelo digital de terreno, del área bajo estudio se generaron las exposiciones predominantes para cada píxel.

De acuerdo a información disponible para el hemisferio sur, relacionada con el tiempo de exposición a la radiación solar, para cada uno de los cuatro macro puntos cardinales definidos, se construyó la tabla de asignación de puntajes normalizados, que se expone a continuación (Cuadro 9).

*Cuadro 9*  
*Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Exposición Topográfica*

Exposición Topográfica	Puntaje Normalizado
Noroeste	40
Noreste	30
Sureste	20
Suroeste	10

*Figura 13*  
*Distribución de la Exposición de Laderas y su Puntaje Normalizado*



## -Clima

El clima afecta el comportamiento del fuego a través de sus componentes principales: viento (dirección e intensidad), temperatura y humedad relativa del aire; por su efecto en la humedad y temperatura de la vegetación.

La información base para el análisis de esta variable, fue obtenida del Atlas Agro climático de Chile (Santibáñez y Uribe, 1990), que identifica distritos climáticos para el país y en este caso específico, para la región de Valparaíso, que se diferencian unos de otros, en cuanto a las variables que definen el clima.

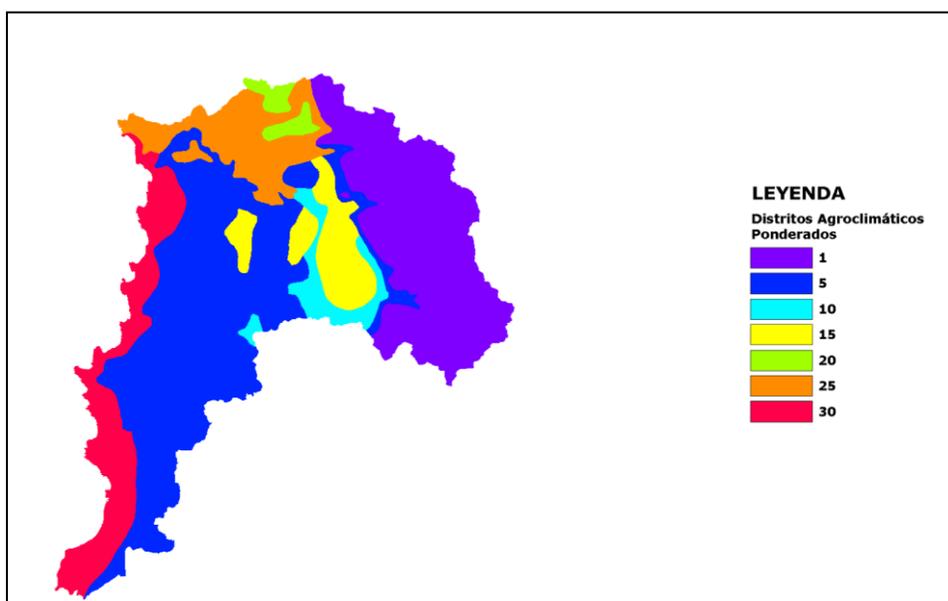
Según esto, a cada distrito climático presente en el área bajo estudio, se le asignó un puntaje normalizado, el cual permitió calificar a todos los píxeles de un mismo distrito, con ese puntaje. En la asignación de puntajes, se le dio especial relevancia a la variable viento, por considerarla de mayor incidencia.

Los distritos climáticos presentes en la región de Valparaíso y el puntaje normalizado asignado, se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 10**  
*Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Clima*

Distrito Climático	Puntaje Normalizado
5.1-5.2-5.3	30
54.1-54.2-54.3	25
54.4-54.5	20
5.4-5.5-5.6	15
50.1-50.2	10
65.1-65.2-65.3	5
54.6-54.7-74.1-54.8-50.4-54.9-74.2-65.4-50.3	1

**Figura 14**  
*Distribución del clima y su Puntaje Normalizado*



## **-Mapa del Peligro**

Con la sumatoria de los puntajes parciales obtenidos en cada píxel, provenientes del análisis de todas las variables (Combustible, Resistencia al Control, Pendiente, Exposición y Clima), se obtuvo el puntaje total, por celdilla.

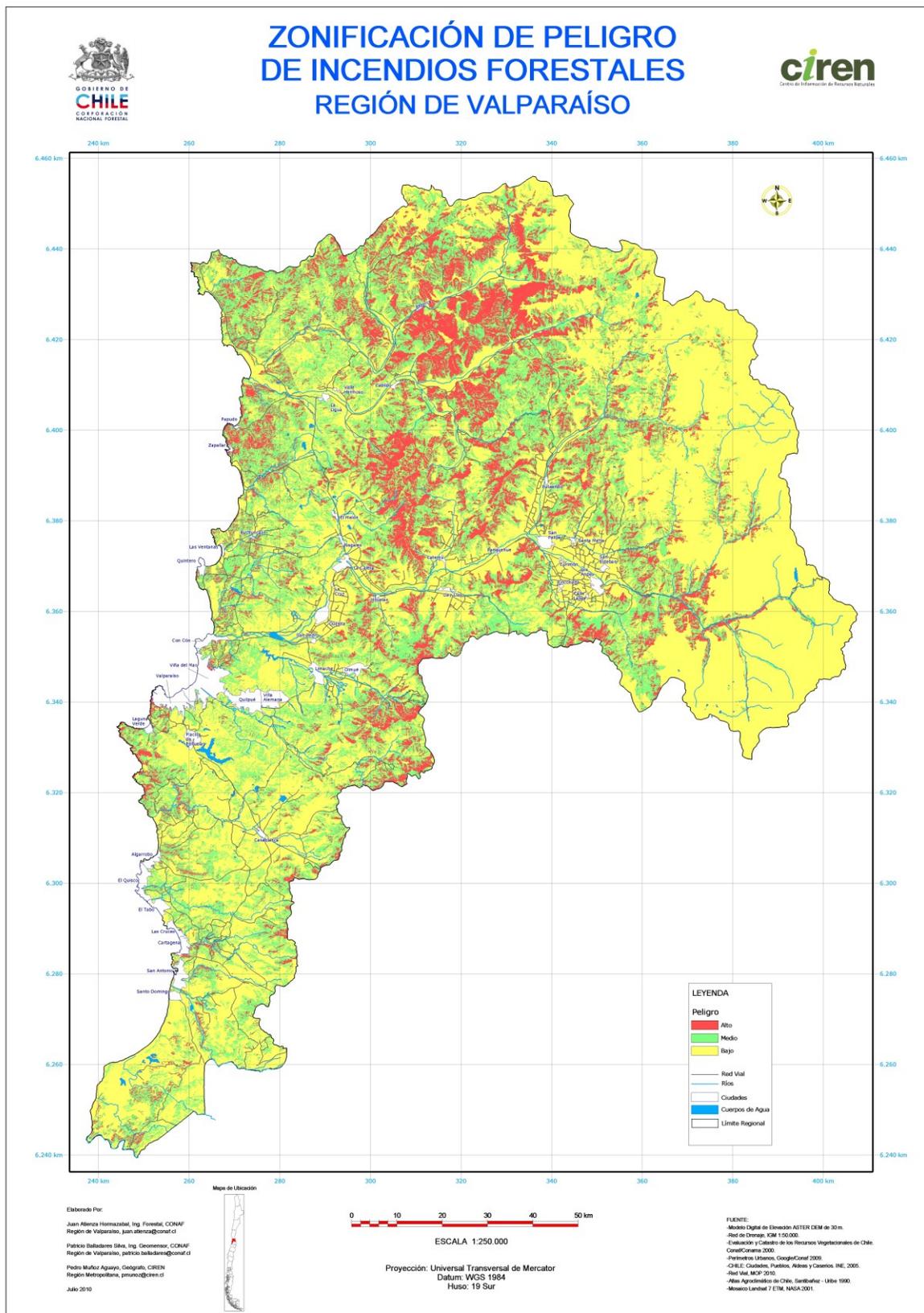
Con estos valores y considerando lo expresado en el método, en orden a que la superficie del área de máxima prioridad debe corresponder a la mitad de la de alta prioridad y así sucesivamente, se establecieron los rangos de puntajes totales, que permitieron obtener un mapa final del peligro priorizado y que se presenta en la figura.15.

El cuadro con los rangos de puntajes totales para el análisis del peligro y su correspondiente priorización, se presenta a continuación.

*Cuadro 11*  
*Rangos de Puntajes Totales y su Priorización. Análisis del Peligro*

<b>Rango de Puntaje Total</b>	<b>Porcentaje de Superficie (Has.)</b>	<b>Prioridad</b>
157-223	15.2	<b>ALTA</b>
128-156	28.2	<b>MEDIA</b>
11-127	56.6	<b>BAJA</b>

**Figura 15**  
**Mapa de Peligro de Incendios Forestales para la Región de Valparaíso**



A diferencia del riesgo, la distribución territorial del peligro evidencia una mayor dispersión, concentrándose los sectores de prioridad alta, en la zona norte de la región, en donde se ubican las Provincias de Quillota, San Felipe y Petorca. Este peligro mayor está asociado a áreas con pendientes elevadas y grandes concentraciones de vegetación natural, lo que junto a condiciones climáticas más extremas en cuanto a temperaturas, traigan como consecuencia efectos en el comportamiento del fuego (velocidad de propagación, intensidad calórica y resistencia al control), más desfavorables.

Las áreas de peligro medio y bajo, se distribuyen preferentemente en forma homogénea, en el territorio regional, siendo la Provincia de Los Andes, la que presenta una mayor concentración de superficie con peligro bajo.

### **5.3. Análisis del Daño Potencial**

Esta se refiere a la estimación del valor de los recursos bajo protección que pueden ser afectados por el fuego y que dependiendo de la naturaleza de estos se puede asociar un daño directo o comercial y, daño social y ambiental.

El daño directo o comercial agrupa a todos aquellos bienes o valores tangibles, que se tranzan normalmente en el mercado y el daño social y ambiental, corresponde a los bienes y servicios intangibles que proveen los recursos forestales, como son principalmente los Servicios Ambientales o Ecosistémicos.

Las variables seleccionadas para medir el daño potencial fueron las siguientes: Recursos Productivos, Captura de Carbono, Interfaz, Geomorfología, Vegetación, Agua y Conservación.

El procedimiento aplicado para el análisis de cada variable se explicita a continuación.

#### **-Recursos Productivos**

Corresponde al daño que el fuego produce a los recursos naturales renovables y otros bienes tangibles asociados y, por consiguiente la pérdida de los productos derivados de estos, que son transables en el mercado, por lo que es posible determinar el valor monetario.

La información base utilizada para medir esta variable, fue la versión actualizada del proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 1997) y su posterior readecuación a modelos de combustibles, identificados para el análisis del peligro, detallado con antelación.

Para valorar las pérdidas potenciales, se siguió el método usado por Julio et al, 2010, que determinó valores de mercado para recursos productivos, en base a referencias de diversos autores y opiniones de expertos en la materia.

Los antecedentes recopilados fueron sometidos a un comité de expertos, aplicando el Método Delphi, lo que permitió hacer los ajustes necesarios, valorar la información recolectada y asignar los puntajes normalizados.

En el cuadro 12 se presenta el resumen de los resultados obtenidos en la medición de esta variable.

**Cuadro 12**  
**Clasificación y Calificación de Modelos de Combustible. Recursos Productivos**

<b>Tipo Vegetacional</b>	<b>Especificación</b>	<b>Modelo</b>	<b>DD</b>	<b>PN</b>
I-PRA <b>PRADERAS</b>	anuales	A1	135	3
	perennes	A2	135	3
	estepa andina central	A3	135	3
II-MAPRA <b>MATORRAL-PRADERA</b>	semidenso	B1	233	6
	abierto	B2	192	5
	muy abierto	B3	150	4
III-MA <b>MATORRAL</b>	denso	C1	274	7
	semidenso	C2	233	6
	abierto	C3	192	5
	muy abierto	C4	150	4
IV-MAARBO <b>MATORRAL ARBORESCENTE</b>	denso	D1	274	7
	semidenso	D2	233	6
	abierto	D3	192	5
	muy abierto	D4	150	4
V-MASU <b>MATORRAL SUCULENTAS</b>	denso	E1	274	7
	semidenso	E2	233	6
	abierto	E3	192	5
	muy abierto	E4	150	4
VI-PLAN <b>PLANTACIONES</b>	plantación	F1	3908	100
	bosque exóticas asilvestrado	F2	2658	68
	Plantación Joven	F3	850	22
	Plantación recién Cosechada	F4	500	13
VII-BNA <b>B. NATIVO ADULTO</b>	denso	G1	2248	58
	semidenso	G2	1499	38
VIII-BNREN <b>BOSQUE NATIVO RENOVAL</b>	denso	H1	1500	38
	semidenso	H2	817	21
	abierto	H3	500	13
IX-BNAREN <b>BOS.NAT.ADU-RENOV</b>	denso	I1	1500	38
	semidenso	I2	817	21
X-BNACH <b>BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO</b>	denso	J1	773	20
	semidenso	J2	615	16
	abierto	J3	458	12
	muy abierto	J4	300	8
XI-BNPLAN <b>B.NATIVO-PLANTAC</b>	semidenso	K1	2658	68
	abierto	K2	2230	57

*DD = Daño Directo a la Producción (U\$\$/ha)*

*PN = Puntaje Normalizado*

## **-Captura de Carbono**

El cambio climático mundial es hoy en día una realidad incontestable. Muchas observaciones constatan el aumento de las temperaturas atmosféricas y oceánicas, el derretimiento generalizado de la nieve y el hielo, y el aumento del nivel del mar.

Entre los factores de mayor incidencia en este cambio esta la creciente emisión de gases invernadero y aerosoles a la atmósfera, producto de actividades humanas que dicen relación con la quema de combustibles fósiles, el cambio en los usos de la tierra y la agricultura, lo que ha aumentado significativamente la concentración de dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso.

Los impactos de este cambio climático que ya se visualizan y otros que se prevé en un futuro cercano, tienen que ver con un aumento del riesgo de inundaciones en algunas áreas y un aumento del riesgo de sequías en otras. También se prevé el aumento del riesgo de extinción de las especies.

Uno de los elementos que contribuyen a la mitigación de este fenómeno, es la función que desempeñan los bosques en la fijación o captura del carbono atmosférico. El establecimiento de plantaciones y la conservación de los bosques naturales es una de las maneras más efectivas de reducir el contenido de anhídrido carbónico en la atmósfera, por un lado, y de servir como grandes depósitos o sumideros del mismo.

Sin embargo este proceso es reversible, si debido a incendios forestales, manejo inadecuado de los bosques, cambios en los usos de suelo, plagas y enfermedades vegetales; el CO<sub>2</sub> regresa a la atmósfera empeorando la situación.

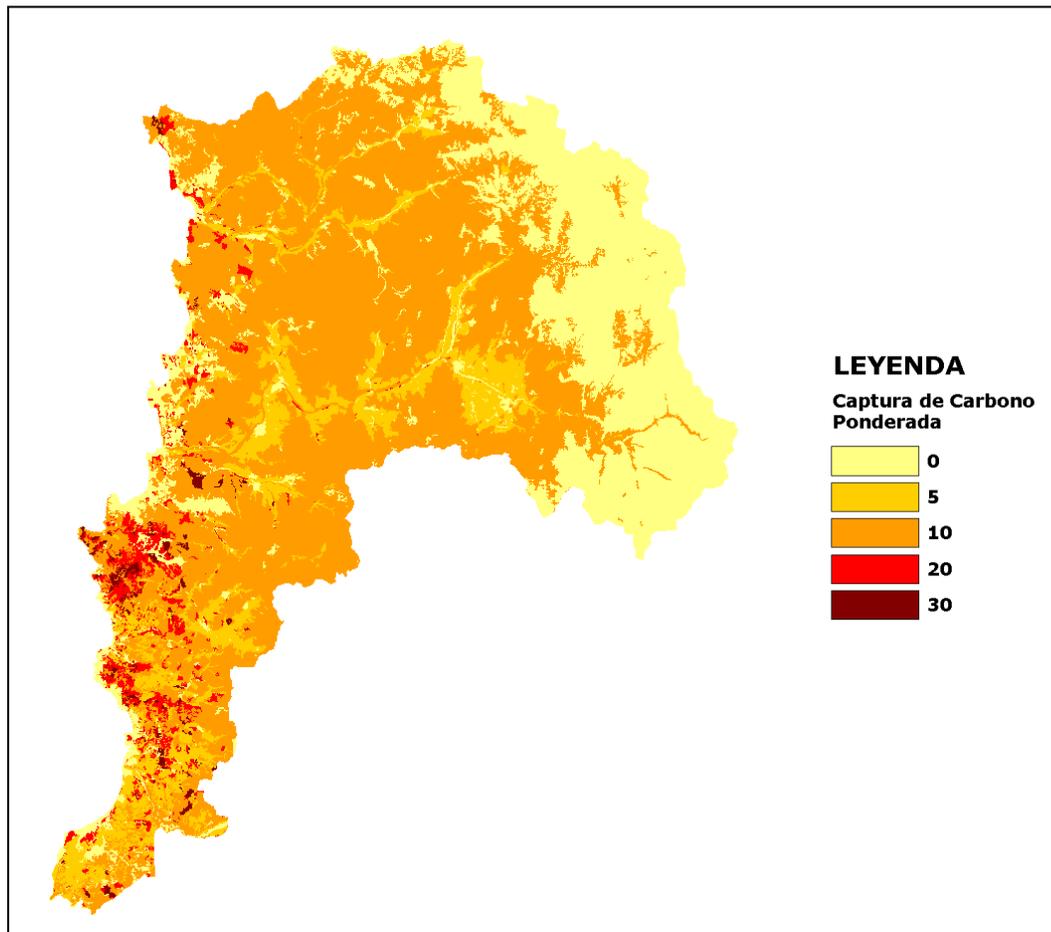
Para el propósito de este estudio se consideraron las estimaciones basadas solamente en la captura de carbono que se produce a nivel aéreo, para lo cual se utilizó como información base el proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 1997), actualizado al año 2000 y su correspondiente ajuste a los modelos de combustibles establecidos para la región.

La información detallada anteriormente y utilizando el método propuesto por Julio (2010), permitió determinar las asignaciones de puntaje normalizado para la variable "Captura de Carbono", que se presenta en el cuadro 13.

**Cuadro 13**  
**Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Captura de Carbono**

<b>Recursos Productivos</b>	<b>Puntaje normalizado</b>
Plantaciones Forestales Jóvenes	30
Plantaciones Forestales Adultas	20
Formaciones Forestales Nativas	10
Cultivos Agropecuarios	5

*Figura 16*  
*Distribución de la Captura de Carbono y su Puntaje Normalizado*



### **-Interfaz**

Con esta variable se pretende medir el probable daño en las viviendas localizadas en la zona de interfaz urbano-rural que podrían ser afectadas por incendios.

Como es muy difícil determinar el valor de las construcciones y de todos los bienes materiales contenidos en ellas, puesto que dependen de componentes que varían de un lugar a otro (ubicación, tipo de material utilizado en la construcción, servicios asociados, grupo familiar, etc.), se optó por relacionar esta variable con el perímetro de contacto (en metros lineales), entre el centro poblado (Ciudades y Pueblos, Aldeas y Caseríos) y la vegetación susceptible de propagar el fuego.

Mientras mayor es el perímetro de contacto, mayor es la exposición a ser afectado por un incendio forestal y por consiguiente, mayor es el daño potencial. La mayor exposición está dada por la probabilidad de que un mayor número de incendios puedan amenazar las viviendas y porque cada uno de ellos puede afectar una mayor longitud de perímetro, en la zona de contacto.

Se utilizó como base los polígonos de los centros poblados, cuya población según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2005), al año 2002, era de 2000 habitantes hacia arriba. Los polígonos fueron construidos en un sistema de información geográfica, lo que permitió establecer el perímetro de contacto para cada uno de ellos.

Una vez determinados los perímetros, se establecieron los rangos (metros lineales de perímetro) y la correspondiente distancia desde el borde del área, hacia el interior de los sectores susceptibles de iniciar y propagar un incendio forestal. Esto permitió establecer el área de interfaz o de incidencia, alrededor del centro poblado y cuyos píxeles o celdillas fueron valoradas con idéntico puntaje.

En el cuadro 14, se presenta el resumen de la información, que permitió medir esta variable.

**Cuadro 14**  
***Rangos de Perímetro de Contacto, Asignación de Puntajes Normalizados y Área de Interfaz***

<b>Rango de Perímetro de Contacto (m)</b>	<b>Puntaje Normalizado</b>	<b>Distancia desde borde de perímetro (m)</b>
> 40.000	80	1500
35.000-40.000	70	1300
30.000-35.000	60	1100
25.000-30.000	50	900
20.000-25.000	40	700
15.000-20.000	30	500
10.000-15.000	20	300
5.000-10.000	10	100
<5.000	0	0

### **-Geomorfología**

El propósito de incorporar esta variable es calificar el paisaje o belleza escénica desde la perspectiva estética, a través de las diferentes formas o relieve del terreno y del punto de vista de la percepción visual, que pueden hacer un paisaje más o menos atractivo.

Con este objeto se utilizó la clasificación de Boergel, 1983, que divide la región de Valparaíso en cuatro categorías, desde el punto de la geomorfología:

**Las Planicies Litorales o Litoral Central:** Se ubican entre la Cordillera de la Costa y el Océano Pacífico. Estas se van ampliando desde la desembocadura del río Aconcagua hacia el sur, variando su ancho desde los 100 m, hasta 15 Km. Las planicies litorales presentan en algunos sectores colinas o cerros, tal es el caso de Valparaíso (farellón costero), que está construida principalmente sobre cerros. Las planicies litorales suelen estar interrumpidas por cursos de agua, que se originan en la Cordillera de la Costa, como el estero Marga Marga. Son frecuentes las dunas costeras como Longotoma.

**Cordillera de la Costa:** En el norte de la región, la Cordillera de la Costa y la de Los Andes llegan a constituir una sola unidad producto de los cordones transversales. Al sur del río Aconcagua ambas cordilleras se diferencian claramente, separadas por la depresión intermedia. La cordillera alcanza gran altura en la parte meridional; ejemplo de esto es el cerro La Campana. Aproximadamente en el paralelo 33<sup>a</sup>, la cordillera se divide en dos ramas, la occidental, que pertenece a la región de Valparaíso y la oriental, que pertenece a la región Metropolitana.

**La Depresión Intermedia:** Se pueden observar los últimos valles transversales, que corresponden a las cuencas de los ríos de Petorca, La Ligua y Aconcagua. El cordón transversal Chacabuco marca el límite entre la región de Valparaíso y la región Metropolitana. La depresión intermedia sólo está presente en algunas cuencas interiores, como La Ligua y Catapilco, delimitadas por serranías.

**La Cordillera de los Andes:** Se pueden apreciar cumbres que van desde los 5.000 hasta los 6.000 m.s.n.m. como el cerro Juncal de 6.110 m.s.n.m.

De acuerdo a esta clasificación, se asignó un puntaje normalizado para cada categoría geomorfológica establecida, correspondiéndole el mismo valor a todos los píxeles o celdillas que pertenezcan a una misma categoría.

En el cuadro 15 se presentan los puntajes normalizados, determinados en el análisis de esta variable.

**Cuadro 15**  
**Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Geomorfología**

Forma del Terreno	Puntaje Normalizado
Cordillera de los Andes	20
Planicies Litorales	15
Cordillera de la Costa	10
Depresión Intermedia	5

### **-Vegetación**

Según Julio et al, 2010, basado en Yeomans (1986), un paisaje es más atractivo en la medida que este cubierto de vegetación y que esta ofrezca un atractivo visual.

Por esta razón, para la medición de esta variable se siguió la metodología propuesta por el autor antes mencionado (Julio et al, 2010), que dividió este parámetro en dos subvariables: Cobertura Vegetacional, referida al espacio con cobertura vegetal y la diversidad visual, que ofrece la vegetación.

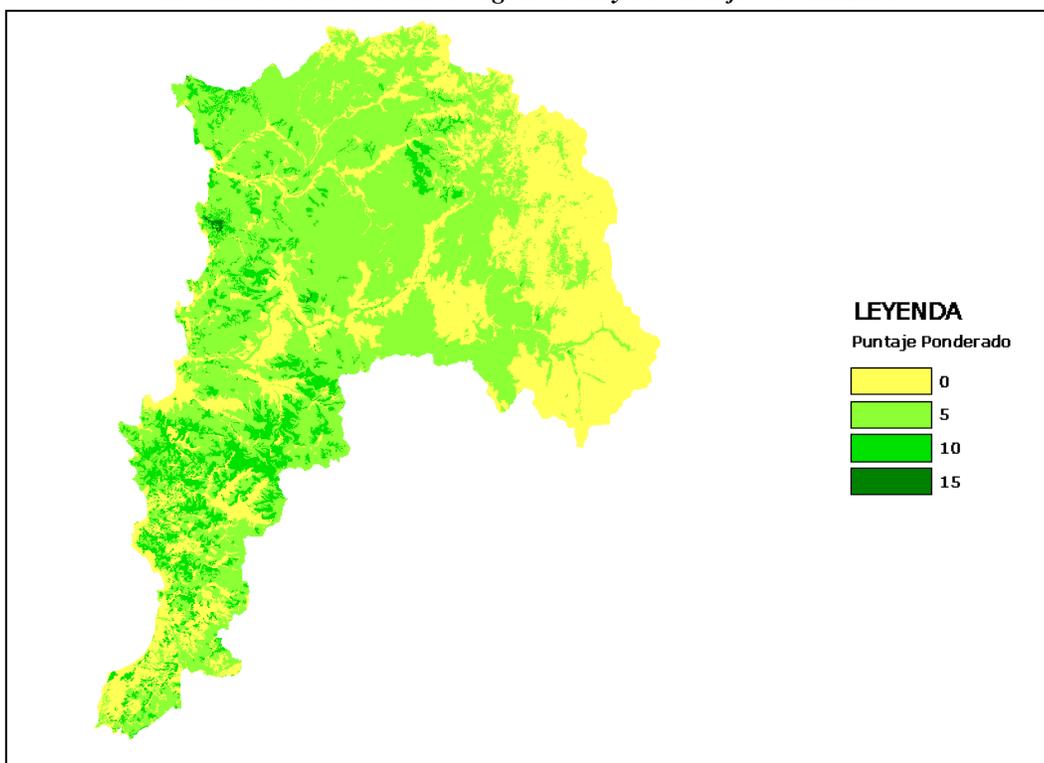
La información base utilizada para medir estas subvariables, fue la versión actualizada del proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 1997).

Los antecedentes recopilados fueron sometidos a un comité de expertos, aplicando el Método Delphi, lo que permitió asignar los puntajes normalizados, que se detallan en los siguientes cuadros.

**Cuadro 16**  
*Asignación de Puntajes Normalizados para la Subvariable Cobertura Vegetacional*

Tipo de Cobertura	Porcentaje de Cobertura	Puntaje Normalizado
Ninguna o Mínima	0-5	0
Rala	6-25	5
Media	26-50	10
Densa	51-100	15

**Figura 17**  
*Distribución de la Cobertura Vegetacional y su Puntaje Normalizado*



**Cuadro 17**  
**Asignación de Puntajes Normalizados para la Subvariable Diversidad Visual**

<b>Tipo Vegetacional</b>	<b>Especificación</b>	<b>Puntaje Normalizado</b>
I-PRA <b>PRADERAS</b>	anuales	5
	perennes	5
	estepa andina central	5
II-MAPRA <b>MATORRAL-PRADERA</b>	semidenso	5
	abierto	5
	muy abierto	5
III-MA <b>MATORRAL</b>	denso	8
	semidenso	8
	abierto	5
	muy abierto	5
IV-MAARBO <b>MATORRAL ARBORESCENTE</b>	denso	8
	semidenso	8
	abierto	5
	muy abierto	5
V-MASU <b>MATORRAL SUCULENTAS</b>	denso	8
	semidenso	8
	abierto	5
	muy abierto	5
VI-PLAN <b>PLANTACIONES</b>	plantación	10
	bosque exóticas asilvestrado	10
	Plantación Joven	8
	Plantación recién Cosechada	3
VII-BNA <b>B. NATIVO ADULTO</b>	denso	15
	semidenso	15
VIII-BNREN <b>BOSQUE NATIVO RENOVAL</b>	denso	10
	semidenso	10
	abierto	10
IX-BNAREN <b>BOS.NAT.ADU-RENOV</b>	denso	15
	semidenso	15
X-BNACH <b>BOSQUE NATIVO ACHAPARRADO</b>	denso	10
	semidenso	10
	abierto	10
	muy abierto	10
XI-BNPLAN <b>B.NATIVO-PLANTAC</b>	semidenso	10
	abierto	10
CASCOS URBANOS	-	3
TERRENOS DENUADADOS	-	0

## **-Agua**

El recurso hídrico utilizado como fuente de recreación, a través de los cuerpos y cursos acuáticos, es una variable del paisaje que es valorado por las personas.

Basado en este concepto y en la información contenida en el proyecto: "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile" (CONAF-CONAMA, 1997), actualizado al año 2000, se valoró esta variable, considerando cuatro categorías: Ríos, Embalses, Arroyos y Quebradas y, Lagos y Lagunas. A los Ríos se les dio un ancho de 50 metros, desde su eje y a los Arroyos y Quebradas, 30 metros.

La asignación de puntajes normalizados para medir esta variable se presenta en el cuadro 18.

**Cuadro 18**  
**Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Agua**

<b>Cuerpo Acuático</b>	<b>Puntaje Normalizado</b>
Ríos	30
Arroyos y Quebradas	20
Embalses	10
Lagos y Lagunas	10

## **-Conservación**

A través de esta variable se pretende valorar las áreas que poseen una especial riqueza natural (presencia de flora y fauna), en este caso, preferentemente enfocado a lo que dice relación con algunos de los Servicios Ambientales o Ecosistémicos que ofrecen naturalmente: Producción Hídrica, Protección de la Biodiversidad y Protección de Suelo.

Con este objetivo, se utilizó como información base, las Áreas Silvestres Protegidas del Estado y privadas, presentes en la región de Valparaíso (Parque Nacional, Reserva Nacional y Monumento Natural), las Áreas Protegidas Complementarias, definidas por el Ministerio de Educación, a través del Consejo de Monumentos Nacionales (Santuario de la Naturaleza) y los Sitios de Interés para la Conservación de la Biodiversidad, establecidos en la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad (ERCB).

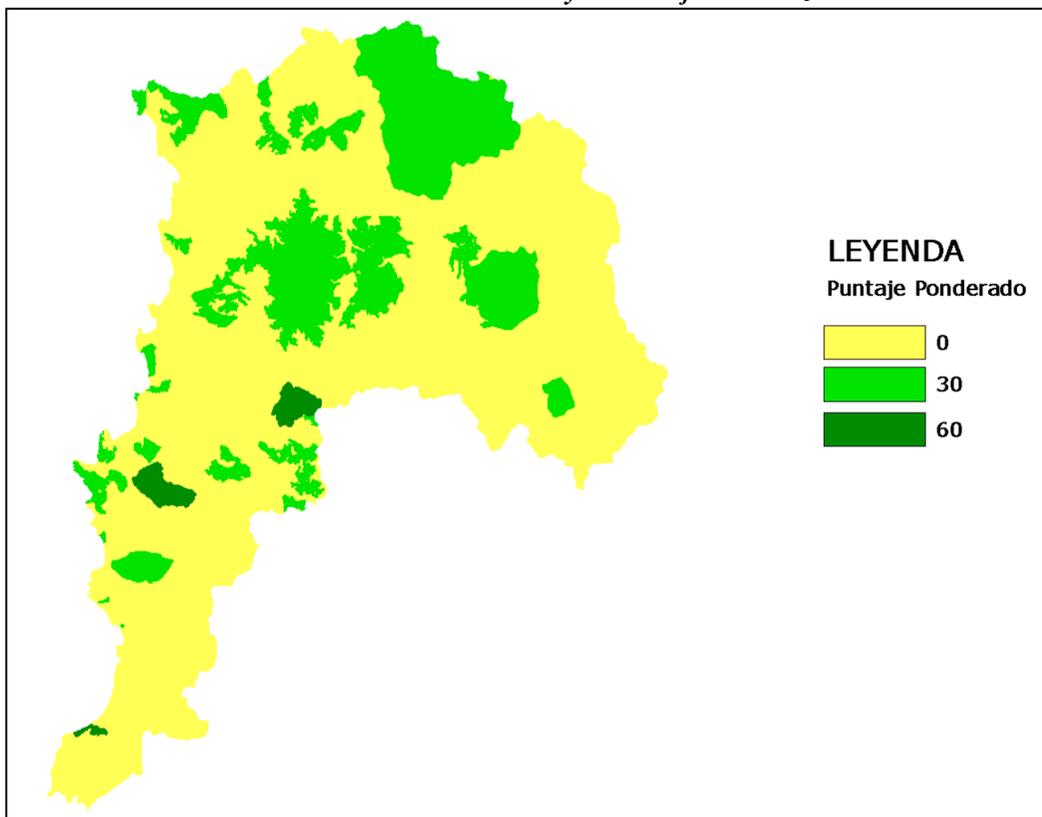
Para todas las áreas presentes en la región de Valparaíso continental, que pertenecen a alguna de las categorías mencionadas anteriormente, se construyeron los polígonos en un sistema de información geográfica, adicionándole a cada una de ellas una franja de amortiguación o tampón, definida por una distancia en metros desde el borde o perímetro del área de conservación hacia fuera y cuya longitud dependió del puntaje normalizado, asignado a la categoría a la cual pertenece.

En el cuadro 19 se detalla el puntaje normalizado, asignado por un comité de expertos, a cada categoría de conservación.

**Cuadro 19**  
*Asignación de Puntajes Normalizados para la Variable Conservación*

<b>Categoría de Conservación</b>	<b>Puntaje Normalizado</b>	<b>Franja de Amortiguación (m)</b>
Parque Nacional	60	500
Reserva Nacional	60	500
Santuario de la Naturaleza	30	200
Sitio de Interés	30	200

**Figura 18**  
*Distribución de la Conservación y su Puntaje Normalizado*



## **-Mapa del Daño Potencial**

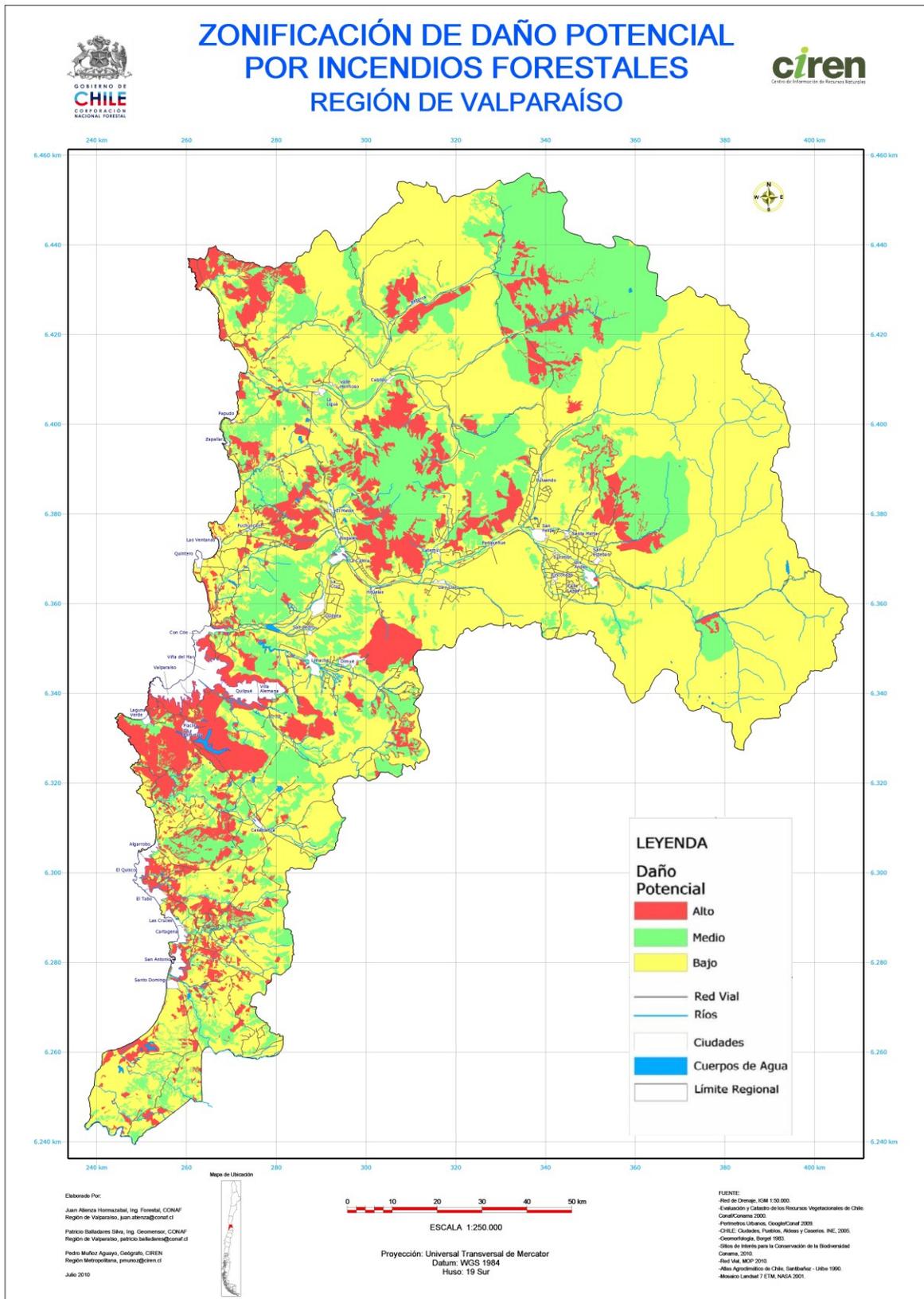
Con la sumatoria de los puntajes parciales obtenidos en cada píxel, provenientes del análisis de todas las variables (Recursos Productivos, Captura de Carbono, Interfaz, Geomorfología, Vegetación, Agua y Conservación), se obtuvo el puntaje total, por celdilla.

Con estos valores y considerando lo expresado en el método, en orden a que la superficie del área de máxima prioridad debe corresponder a la mitad de la de alta prioridad y así sucesivamente, se establecieron los rangos de puntajes totales, que permitieron obtener un mapa final del daño potencial priorizado y que se presenta en la figura.19. El cuadro 20, con los rangos de puntajes totales para el análisis del daño potencial y su correspondiente priorización, se presenta a continuación.

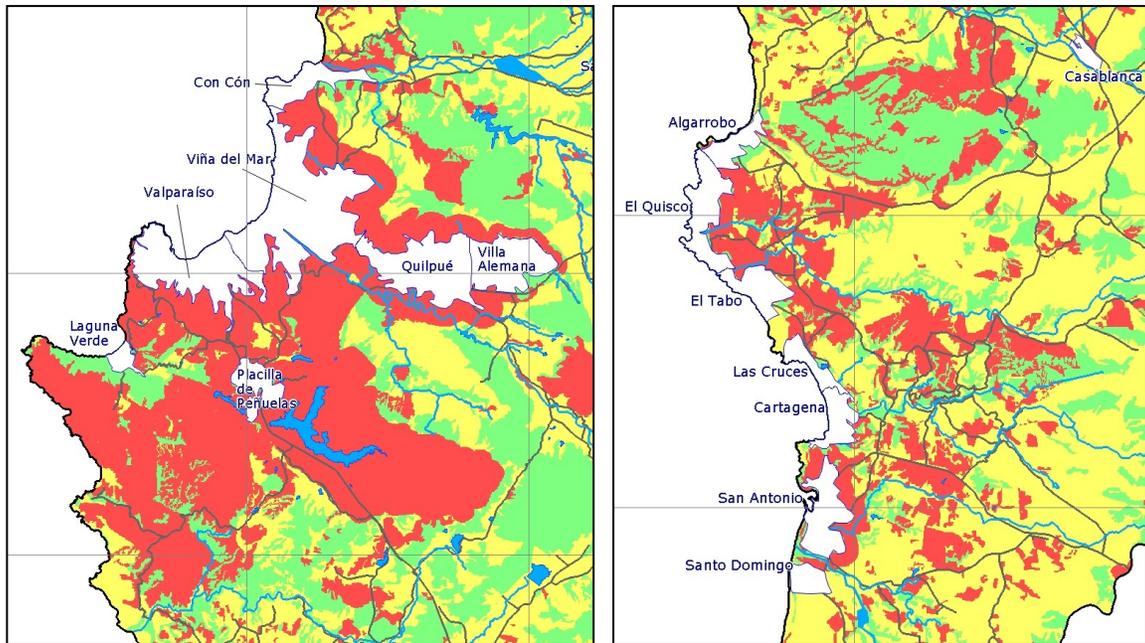
*Cuadro 20*  
*Rangos de Puntajes Totales y su Priorización. Análisis del Daño Potencial*

<b>Rango de Puntaje Total</b>	<b>Porcentaje de Superficie (Has.)</b>	<b>Prioridad</b>
70-280	14.6	<b>ALTA</b>
46-69	26.8	<b>MEDIA</b>
5-45	58.6	<b>BAJA</b>

**Figura 19**  
**Mapa del Daño Potencial por Incendios Forestales para la Región de Valparaíso**



El resultado de la sobreposición de las capas de información muestra una alta concentración del daño potencial alto, en dos situaciones que se dan en la región. Una de ellas tiene que ver con las zonas de interfaz, alrededor de los centros poblados con mayor densidad poblacional, en este caso, las Provincias de Valparaíso (Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana) y San Antonio (desde El Quisco hasta Santo Domingo), preferentemente y donde el daño está asociado a pérdidas indirectas principalmente, representadas por impactos sociales y donde también existe una alta concentración de recursos productivos.



La otra situación se presenta en áreas calificadas con un alto valor ecológico (Áreas Silvestres Protegidas y Sitios de Interés para la Conservación de la Biodiversidad), representados en todas las Provincias de la Región; así como también, sectores que contribuyen de manera significativa en la calidad de vida de la población, a través de la recreación y belleza escénica.

Los sectores con daño potencial medio se ubican en lugares de concentración importante de masas vegetacionales y cuyo daño directo e indirecto es de menor significancia, con presencia en la totalidad de las provincias, siendo de mayor extensión, las que se ubican en las Provincias de Quillota, San Felipe y Los andes.

#### 5.4. Determinación de Prioridades de Protección

Se establecieron integrando los resultados de los análisis de riesgo, peligro y daño potencial. El resultado permitió conocer la distribución de los sectores de mayor prioridad en el área de estudio y por lo tanto, los que demandan el esfuerzo mayor en protección, en la región de Valparaíso

En términos prácticos, la definición de prioridades de protección se obtuvo, en primer término, sumando para cada uno de los píxeles o celdillas, los puntajes normalizados provenientes de las diferentes variables analizadas, para determinar el riesgo, peligro y daño potencial., siendo el valor máximo posible de obtener por píxel, de 1.000 puntos

Posteriormente y con el objeto de definir la categoría de prioridad de cada píxel, se aplicó el Método de los Séptimos, propuesta por Julio (1992), que establece que los sectores de alta prioridad deben cubrir una superficie equivalente a la mitad de la extensión de la categoría media, y éstos, a la mitad de la cobertura con valor bajo, es decir, 1/7, 2/7 y 4/7, respectivamente.

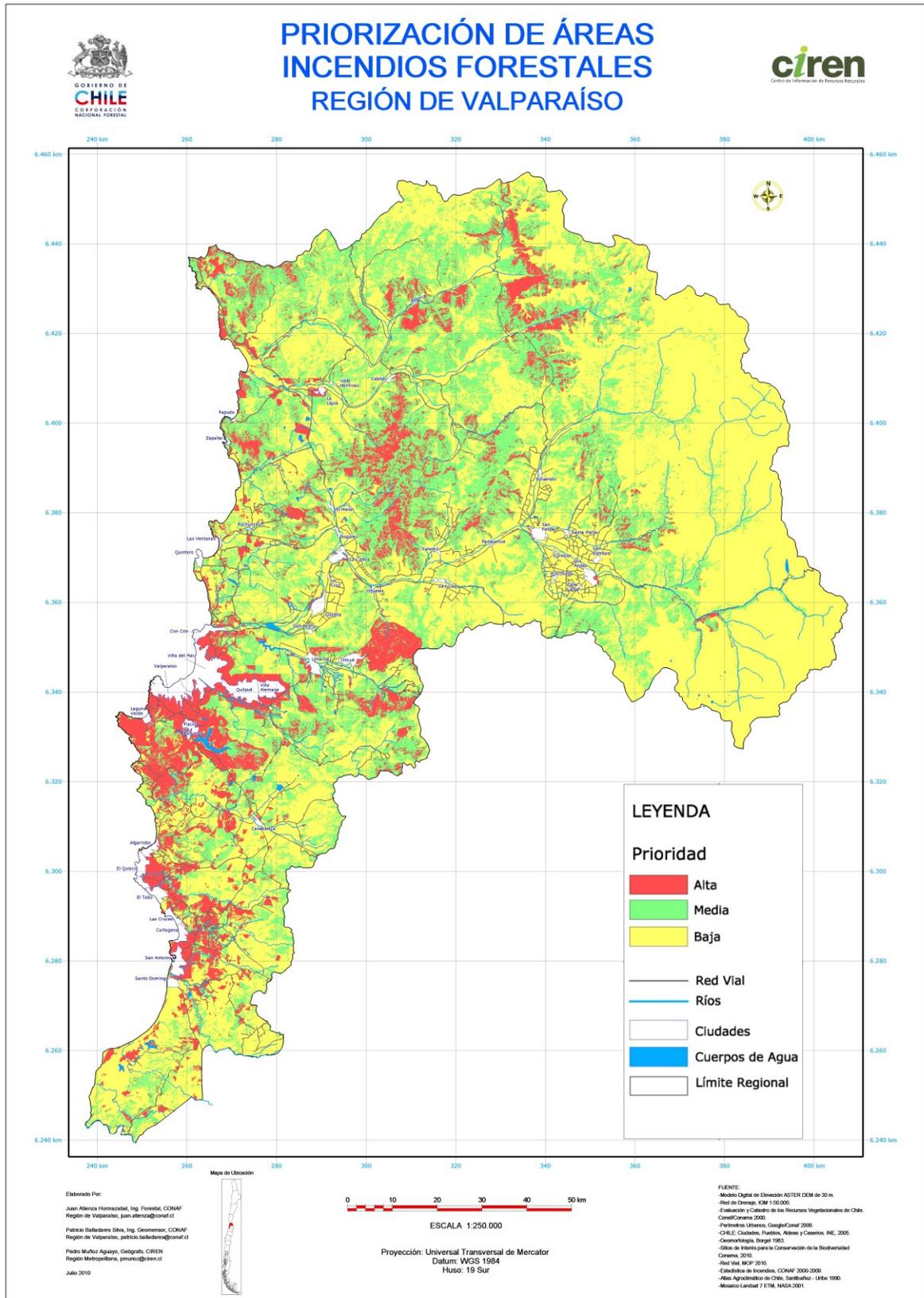
El proceso detallado arrojó como resultado final, la superficie del área de estudio categorizada en tres niveles de prioridad de protección, con su correspondiente extensión y rangos de puntajes totales por celdilla (cuadro 21), a partir del cual fue posible construir el mapa de prioridades, para la región de Valparaíso, que se muestra en la figura 7.

*Cuadro 21  
Distribución de la Región de Valparaíso según Categorías de Protección*

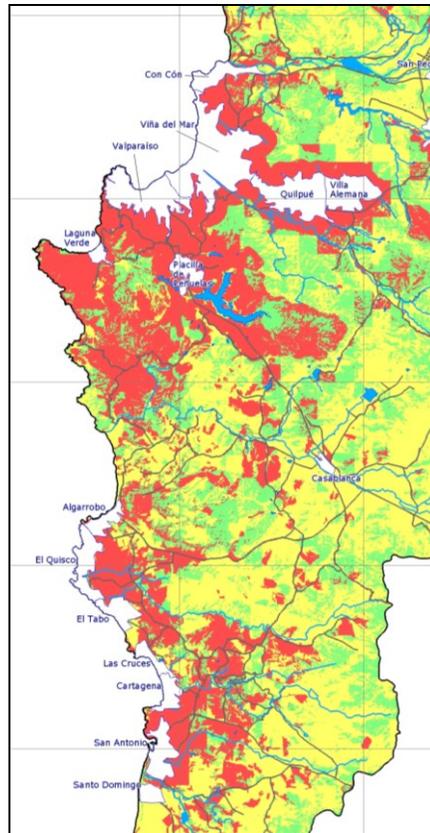
Rango de Puntaje Total	Superficie (Ha)*	Porcentaje	Categoría de Prioridad
230-770	208.060	13.0	<b>ALTA</b>
187-229	446.140	27.9	<b>MEDIA</b>
20-186	907.198	56.7	<b>BAJA</b>
<b>Subtotal</b>	1.561.398	97.6	
Otras Áreas	37.300	2.4	
<b>Total Área de Estudio</b>	1.598.698	100.0	

\* No considera los cascos urbanos consolidados, cuerpos de agua y carreteras.

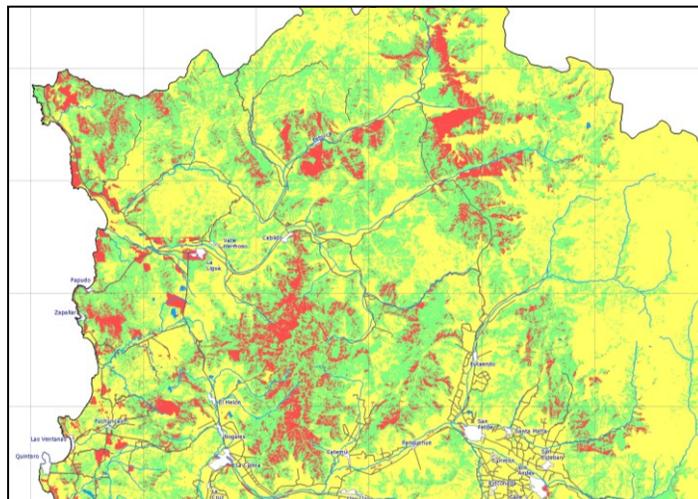
**Figura 20**  
**Mapa de Prioridades de Protección Contra Incendios Forestales para la Región de Valparaíso**



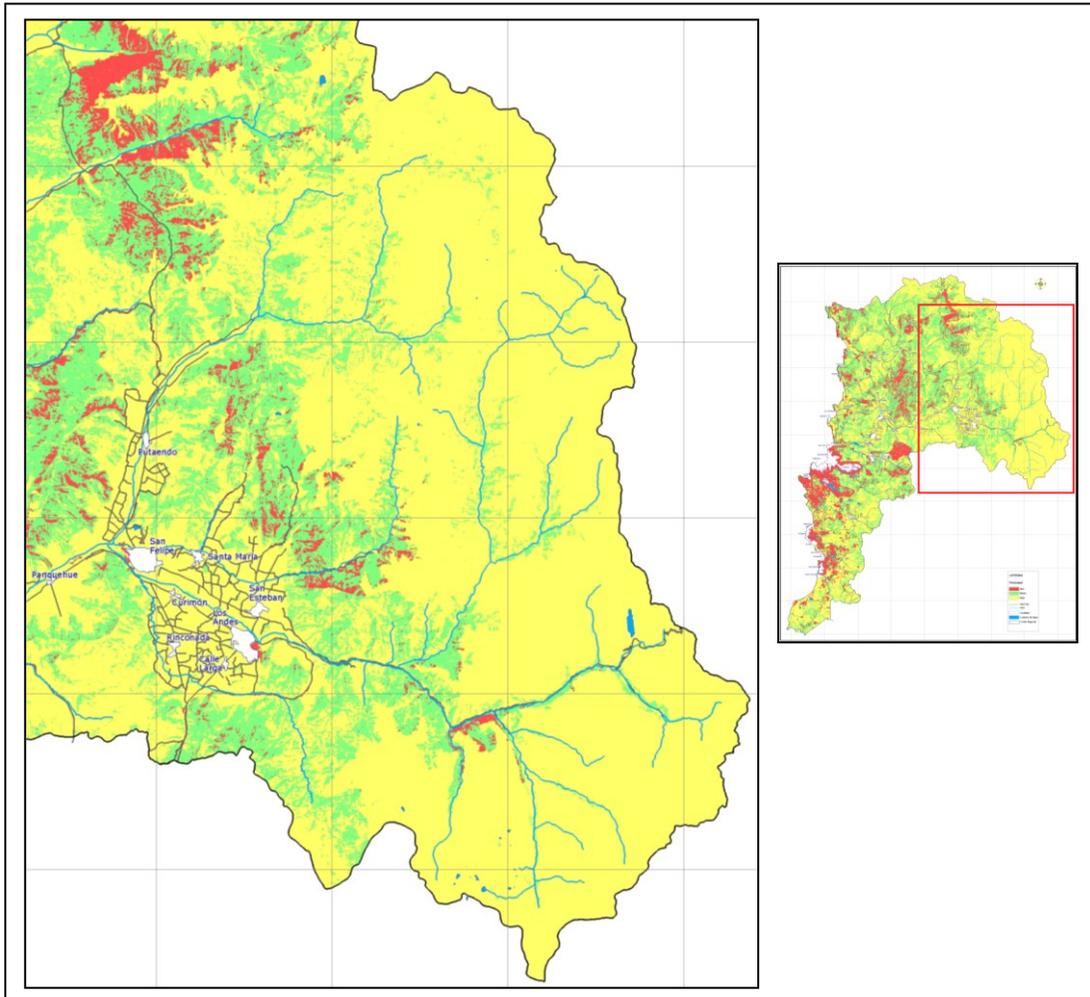
Tal como se puede apreciar en la figura anterior, la prioridad alta se presenta, preferentemente, en las áreas periféricas de los centros poblados con mayor densidad poblacional, específicamente en lo que se denomina la zona de interfaz. En la Provincia de Valparaíso está representada por las comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y Villa alemana y, en la Provincia de San Antonio, por las comunas de Algarrobo, por el norte, hasta la de Santo Domingo, por el sur. El resto se encuentra disperso por la zona norte de la región, asociado principalmente al borde costero, con extensiones poco significativas.



La prioridad media está representada en las zonas interiores de la región, con mayor relevancia en cuanto a su superficie, en la parte este-norte (Provincias de Quillota, San Felipe y Petorca).



El nivel de prioridad baja está distribuido territorialmente en forma homogénea, siendo la Provincia de Los Andes, la que en términos de superficie abarca la mayor extensión.



## 6. CONCLUSIONES

De los antecedentes expuestos en el desarrollo de los capítulos precedentes, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

- Es de fundamental importancia orientar los esfuerzos de protección contra incendios forestales, en la región de Valparaíso, a aquellas áreas que evidencian desde el punto de vista del nivel de ocurrencia, conflictividad del comportamiento del fuego y el valor de los recursos a proteger, una mayor magnitud.
- Los resultados obtenidos a través del desarrollo de los análisis de riesgo, peligro y daño potencial permitió priorizar la región de Valparaíso en tres categorías de protección: Alta, Media y Baja y, los antecedentes obtenidos constituyen una excelente base para la elaboración de planes estratégicos de protección, orientados a la prevención, combate y mitigación de los efectos del fuego.
- En relación al riesgo de incendios forestales, los resultados muestran una clara concentración de la ocurrencia en los sectores periféricos de los principales centros urbanos, específicamente en lo que se denomina la zona de interfaz urbano-rural, como así mismo en las vecindades de las principales vías de comunicación. En estos sectores, la elevada densidad poblacional y la actitud negativa de las personas que habitan o transitan por la red vial, conforman una significativa amenaza de iniciación de incendios forestales.
- El peligro de incendios forestales, por otra parte, se distribuye mayoritariamente en la parte norte de la región, concentrándose en sectores de fuerte pendiente, asociadas a masas vegetacionales considerables y a la presencia de factores climáticos adversos; lo que permite que el fuego se propague con frecuencia a velocidades extremas y que se generen elevadas intensidades calóricas, provocando graves daños.
- El daño potencial, medido en relación a las pérdidas directas e indirectas que pueden ocasionar los incendios forestales por la iniciación y propagación del fuego, el resultado obtenido indica que las áreas más críticas se presentan en las zonas de interfaz urbano-rural de las principales ciudades de la región y en aquellos sectores conformados por recursos de gran interés económico, social y ambiental, como son las Áreas Silvestres Protegidas y los Sitios de interés para la Conservación de la Biodiversidad.
- La determinación de prioridades de protección contra incendios forestales en el área de estudio, arrojó que los sectores de mayor prioridad se ubican mayoritariamente en el borde costero y principalmente en la periferia de los núcleos poblacionales con mayor densidad en el número de habitantes y asociados a la zona de interfaz urbano-rural.
- En el estudio de la determinación de prioridades de protección se comprueba claramente la importancia y validez del empleo de tecnologías modernas para la recolección, procesamiento y análisis de los antecedentes, tales como sistemas de información geográficas, imágenes satelitales y otras herramientas de la tecnología de la información.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BORGEL, R. (1983) Geografía de Chile. Tomo 2.
- CONAF (2010) Sistema Nacional Estadístico de Manejo del Fuego. Departamento de Manejo del Fuego. Santiago de Chile.
- CONAF-CONAMA-BIRF (1999) Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Santiago 102 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (2005) Chile: Ciudades y Pueblos, Aldeas y Caseríos. 300 p.
- INTENDENCIA REGIONAL (2007) Resolución Exenta N<sup>a</sup> 739. Sitios de Interés. Intendencia Región de Valparaíso.
- JULIO, G. (1992) Método de Determinación de Prioridades de Protección. Universidad de Chile. Escuela de Ciencias Forestales. Manual Docente N<sup>a</sup> 10. Santiago. 28 p.
- JULIO, G.; PEDERNERA, P.; CASTILLO, E: (1995) Diseño Funcional de Simulador de Incendios Forestales. Actas de Taller Internacional sobre Prognosis de Incendios Forestales. Universidad de Chile. INTEC-Chile e Instituto Forestal. pág. 182-204.
- JULIO, G. (2005) Fundamentos del Manejo del Fuego. Corporación Nacional Forestal-Instituto Forestal. Santiago. 196 p.
- JULIO, G. et al (2010) Informe Final del Proyecto A/017536/08. Aplicación y Adaptación del Modelo SEVEIF para la Evaluación socioeconómica del Impacto de Incendios Forestales, en la Provincia de Valparaíso, Chile. Agencia española de Cooperación Internacional y el Desarrollo. Universidad de Córdoba., Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias forestales. 53 p.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES-MOP (2006) Cartas Camineras de Chile. Dirección de Vialidad. Santiago.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES-MOP (2009) Informe Síntesis Regional. Dirección de Planeamiento. 141 p.
- SANTIBAÑEZ, F.; URIBE, J. (1990) Atlas Agro climático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Laboratorio de Agroclimatología, Departamento de Ingeniería y Suelos. Santiago. 66 p.



Corporación nacional Forestal  
*CONAF*

