

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE RECURSOS FORESTALES

**DETERMINACIÓN DE LA FRAGILIDAD ADQUIRIDA DEL
PAISAJE EN EL PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE, TEMUCO,
IX REGIÓN**

Memoria para optar al título
Profesional de Ingeniero Forestal

BIANCA ELIZABETH CASTILLO PINTO

Profesores Guía: Ing. Forestal, M.S., Ph. D, Sra. Carmen Luz de la Maza A.
Ing. Forestal , Dr., Sr. Jaime Hernández.

SANTIAGO - CHILE
2004

INDICE

| | Página |
|--|---------------|
| RESUMEN | |
| SUMMARY | |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| 2. OBJETIVOS | |
| 2.1 Objetivo General..... | 9 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 9 |
| 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | |
| 3.1 Paisaje..... | 10 |
| 3.2 Estudio del Medio Físico..... | 10 |
| 3.3 Fragilidad..... | 11 |
| 3.4 Procesos de Integración de la Información..... | 12 |
| 3.4.1. Tratamiento de la información..... | 12 |
| 3.4.2. Técnicas de escalarización | 12 |
| 3.4.3. Estructuración jerárquica..... | 13 |
| 3.4.4. Elección y descripción de los atributos..... | 13 |
| 3.4.5. Asignación de valor a los atributos..... | 14 |
| 3.5 Análisis de las Opciones de Integración de la Información..... | 14 |
| 3.5.1. Función de valor..... | 15 |
| 3.5.2. Técnicas blandas..... | 16 |
| 3.5.3. Métodos directos..... | 17 |
| 4. ANTECEDENTES DEL PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE | |
| 4.1. Ubicación, aspectos Administrativos y Superficie..... | 18 |
| 4.2. Creación de la Unidad..... | 18 |
| 4.3 Geología y Geomorfología..... | 18 |
| Mapa Parque Nacional Huerquehue..... | 19 |
| 4.4. Suelos..... | 20 |
| 4.5. Clima..... | 21 |
| 4.5. Hidrografía..... | 21 |
| 4.7. Vegetación..... | 22 |
| 4.8. Fauna Silvestre..... | 24 |

| | Página | |
|----------|--|----|
| 4.9. | Zonificación..... | 25 |
| 4.10. | Senderos..... | 26 |
| | Mapa Zonificación Parque Nacional Huerquehue..... | 27 |
| 5. | MATERIAL Y MÉTODO | |
| 5.1. | Material..... | 28 |
| 5.1.1. | Definición de variables generales..... | 28 |
| 5.2. | Método..... | 28 |
| 5.2.1. | Definición de un modelo para la integración de la información..... | 29 |
| 5.2.2. | Selección de mapas y creación de cartografía formato raster..... | 30 |
| 5.2.3. | Estadística y selección de las variables..... | 32 |
| 5.2.4. | Asignación de valor a los atributos..... | 32 |
| 5.2.5. | Análisis de los procesos de integración..... | 33 |
| 5.2.5.1. | <i>Estructuración jerárquica.....</i> | 33 |
| 5.2.5.2. | <i>Análisis de las opciones de integración de la información.....</i> | 34 |
| 5.3. | Generación de la Cartografía Final..... | 40 |
| 5.4. | Análisis de la Compatibilidad de los Resultados..... | 41 |
| 6. | PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | |
| 6.1. | Definición de un Modelo para la Integración de la información..... | 42 |
| 6.2. | Selección de Mapas y Creación de la Cartografía en Formato Raster..... | 42 |
| 6.3. | Estadística y Selección de Variables..... | 43 |
| 6.4. | Asignación de Valor a los Atributos..... | 45 |
| 6.5. | Análisis Procesos de Integración..... | 45 |
| 6.5.1. | Estructuración jerárquica..... | 46 |
| 6.5.2. | Integración de la información..... | 46 |
| 6.5.3. | Generación de cartografía final..... | 48 |
| | Mapa Fragilidad Adquirida del Paisaje..... | 49 |
| 6.6. | Análisis de la Compatibilidad de los Resultados..... | 51 |
| 6.6.1. | Análisis mapa final Fragilidad Adquirida del Paisaje..... | 51 |
| 6.6.2. | Análisis de la compatibilidad entre el mapa de Fragilidad Adquirida y el mapa de Zonificación del Parque Nacional Huerquehue..... | 54 |
| 7. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 55 |

| | Página |
|---|---------------|
| 8. BIBLIOGRAFÍA | 58 |
| 9. ANEXOS | |
| Anexo 1 Definición de Variables Generales..... | 61 |
| Anexo 2 Base de Datos de las Variables..... | 65 |
| Anexo 3 Encuestas y Resultados Aplicación Método Delphi..... | 70 |
| SEGUNDA ENCUESTA..... | 75 |
| RESULTADOS PRIMERA PARTE “Grado de Interés”..... | 80 |
| RESULTADOS SEGUNDA PARTE “Fragilidad”..... | 80 |
| Anexo 4 Mapas | |
| Fragilidad Visual del Punto..... | 83 |
| Hidrología Parque Nacional Huerquehue..... | 84 |
| Pendiente Parque Nacional Huerquehue..... | 85 |
| Fragilidad Visual del Entorno Parque Nacional Huerquehue..... | 86 |

RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar la “Fragilidad Adquirida del Paisaje” en el Parque Nacional Huerquehue. El objetivo principal es conseguir que esta valoración, contribuya a establecer una adecuada zonificación territorial de este espacio natural, en el que los valores ambientales son especialmente relevantes.

En primer lugar, se recopiló información de variables que pudieran determinar alguna característica de importancia para el paisaje. En segundo lugar se construyeron los mapas que representan la información de cada variable.

En tercer lugar se procedió a la asignación de valor a las variables seleccionadas. Esta información fue obtenida a través de la aplicación del método Delphi modificado.

En cuarto lugar se analizó la aplicabilidad de algunos métodos para la integración de información del medio físico (Función de Valor, Métodos Directos y Técnicas Blandas), combinando escalas cualitativas y cuantitativas para la medición de los componentes del paisaje.

En quinto lugar se eligieron los métodos de integración, por medio de los cuales se construyó el modelo final de integración, generando el mapa final Fragilidad Visual Adquirida en el Parque Nacional Huerquehue.

Posteriormente el mapa de Fragilidad construido se comparó con el mapa de Zonificación de Manejo del Parque Nacional Huerquehue.

Con respecto al mapa de Fragilidad, en la unidad, por tratarse de un área protegida, la mayor parte de su superficie obedece a la categoría de Fragilidad Fuerte y Fragilidad Severa.

Finalmente, se puede decir con respecto al mapa de Fragilidad del Paisaje, que la metodología empleada para la valoración, es de gran utilidad para la planificación e implantación de determinados usos y actividades en un territorio específico, resulta ser adecuada, ya que permite establecer la relación que existe entre las clases de fragilidad y las características del entorno.

SUMMARY

The aim of this research was to determine the “Acquired Fragility of the Landscape” in the Huerquehue National Park. The main aim is to obtain that this value can contribute to set up an adequate territorial zoning of this natural landscape in which all the environmental values are. They gathered information of all the factors that could determine any important characteristics.

Second, maps were made to represent and storage each variable of information

Third, factors value assignment were chosen in this stage. This information was gotten through application of the Delphi Method (Modified).

Fourth, The appliance of some integrating method of the physical information was analyzed. Combining quantitative and qualitative scales for measuring the landscape components (Value Function, Direct Methods or Soft techniques).

Fifth, different methods of integration were used based on the regular grid units for the value of landscape fragility, generate the map Acquired Fragility of the Landscape by Huerquehue National Park

Subsequently this map was studied and superimpose with the map spatial zoning of a protected by Huerquehue National Park.

With concerning the map of fragility, by treating each other of a guarded area, the most it of their surface obey to the category of Strong Fragility and Severe Fragility.

Finally, one could say with concerning the map Acquired Fragility of the Landscape, that methodology employed for it, is great utility for the planning of determining uses and activities in a specific territory, it result be adequate, it allow to establish the relationship between the classes of fragility and the characteristic of the environment.

1. INTRODUCCIÓN

Mantener, conservar la belleza del paisaje, establecer áreas de recreación y protección, es uno de los principales objetivos de las Áreas Silvestres Protegidas en Chile.

Por otra parte, el aumento del turismo en las áreas protegidas ha ido creando una serie de problemas graves en relación con el medio natural, modificando los ecosistemas y su funcionamiento. En este sentido los organismos responsables de las políticas de desarrollo requieren de información acerca del estado de los sistemas naturales. Esta idea puede extenderse fácilmente a recursos naturales cuya calidad, mantenida por un sistema de interacciones es menos conocida, por ejemplo el clima y el paisaje entre otros (Montoya *et al*, 2003).

El concepto de paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y también de abordar su análisis: por ejemplo, el paisaje como un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio, y el paisaje como expresión espacial y visual del medio. Se contempla o analiza aquello que el hombre ve, que son los aspectos visibles de la realidad. Así, el paisaje puede considerarse definido por el entorno visual del punto de observación y caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos visualmente por el hombre (relieve, tipo y estructura de la vegetación, etc) (Martínez *et al*, 2003).

La valoración del paisaje tiene una base física y biológica, y busca un reparto de utilidades de los recursos naturales capaz de asegurar un óptimo aprovechamiento, y en su fase restrictiva, la prevención frente a los usos que impliquen su destrucción o su deterioro irreversible (Montoya *et al*, 2003).

De este modo, resulta evidente el interés del estudio del paisaje en un área protegida, lo que se justifica ampliamente en un ámbito de ordenación y protección de recursos naturales.

Por otra parte, el no contar con un método establecido para la ordenación y protección del área protegida (Plan de Manejo), hace que este proceso tenga una gran cuota de subjetividad, razón por la cual, sería interesante encontrar la manera de

dividir el área protegida en zonas con características similares, en base a la fragilidad que estas zonas presenten, a través de métodos precisos, como por ejemplo, modelos matemáticos que permitan la integración de la información del medio.

De lo anteriormente expuesto, la presente memoria de título tiene como objetivo analizar algunos de los métodos de integración de información del medio físico para generar una cobertura objetivo, en este caso, la Fragilidad Visual Adquirida del Paisaje. A través de estos procesos se intenta examinar qué tipo de función matemática se puede utilizar, revisando aspectos metodológicos involucrados en responder preguntas tales como ¿se pueden sumar los valores?, ¿multiplicarlos?, ya que usualmente se recurre a alguno de estos modelos de integración sin revisar si es válido, dado que siempre es posible su construcción.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Aplicar métodos de integración de la información del medio físico en la determinación de la Fragilidad Visual Adquirida del paisaje en el Parque Nacional Huerquehue.

2.2. Objetivos Específicos

- Definir un modelo general de integración de la información del medio físico aplicable al Parque Nacional Huerquehue.

- Analizar la aplicabilidad de diferentes procesos de integración de la información del medio físico.

- Analizar la compatibilidad de los resultados con la actual zonificación de manejo del Parque Nacional Huerquehue.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Paisaje

El término paisaje ha sido empleado a lo largo de la historia con muy diversos significados. Por paisaje se entiende naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo y en todo los casos el paisaje es manifestación externa, imagen, indicador o clave de los procesos que tienen lugar en el territorio, ya correspondan al ámbito natural o humano. Y como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación: el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y lo analiza científicamente o lo experimenta emocionalmente (Martínez *et al*, 2003). En líneas generales podemos afirmar que el estudio del paisaje se puede enfocar desde dos aproximaciones: el paisaje total y el paisaje visual (Álvarez y Espluga, 1999).

En el paisaje total; el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio y como un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio. Dicho conjunto posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes, sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan. En el paisaje visual; la atención se dirige hacia lo que los observadores son capaces de percibir en el territorio, es decir, el paisaje como expresión espacial y visual del medio, donde se contempla o analiza aquello que las personas ven, los aspectos visuales de la realidad (Martínez *et al*, 2003).

3.2. Estudio del Medio Físico

Los estudios del medio físico nacen de la necesidad de resolver problemas ambientales conflictivos, inconmesurables y no valorables, de la necesidad de encontrar métodos capaces de generar soluciones alternativas y satisfactorias. Son utilizados ya sea cuando el área posee valores merecedores de especial protección, se encuentran degradados o expuestos a modificaciones derivadas del desarrollo de actividades. Según el objetivo general, éstos estudios se pueden clasificar en: estudios dirigidos a conocer las características del medio y a valorar los recursos naturales, cuyo propósito es ordenar los usos del territorio, estableciendo

restricciones o prioridades; luego están los estudios dirigidos al conocimiento de las características del medio en un lugar concreto, con el fin de buscar la mejora de sus condiciones o el mejor aprovechamiento de los recursos y finalmente existen los estudios dirigidos a conocer las características del medio, con el fin de evaluar la posible incidencia ambiental del desarrollo de planes, programas y proyectos (Aguiló *et al*, 1995).

3.3. Fragilidad

Fragilidad se define como la susceptibilidad al deterioro de un territorio frente a actividades humanas, las cuales presentan múltiples facetas derivadas de los distintos elementos, procesos y relaciones que lo afectan, (ETSIM, 1994), Aguiló *et al* (1995) la define como el inverso de la capacidad de absorción de posibles alteraciones sin pérdida de calidad.

Un territorio presenta diferente fragilidad según sea la actividad que incida en él, esta diferencia queda recogida en la valoración del impacto, cuya magnitud será función de la actividad que lo produce y de la fragilidad y calidad del medio que lo recibe. Del concepto de fragilidad se derivan otras definiciones más específicas como la fragilidad visual, la cual se define como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando es utilizado; expresa el grado de deterioro que éste experimenta ante determinados acontecimientos (Martínez *et al*, 2003). Para cuantificar la fragilidad visual se utilizan modelos matemáticos, en los cuales se integran factores de diversa índole como: factores biofísicos, entre los que están la topografía, la exposición y la vegetación; los factores de visualización, derivados de la configuración del entorno de cada punto, y por último, los factores histórico-culturales que tienden a explicar el carácter y las formas de los paisajes en función del proceso histórico que los ha producido (Aguiló *et al*, 1995).

Por otro lado, se tiene la fragilidad intrínseca del paisaje, la cual se define como el grado de susceptibilidad al deterioro visual que va a sufrir el territorio en estudio, ante la incidencia de las actividades consideradas. Del concepto de fragilidad intrínseca sumado al concepto de accesibilidad, se obtiene la definición de la fragilidad visual adquirida del paisaje (ETSIM, 1994).

3.4. Procesos de Integración de la Información

3.4.1. Tratamiento de la información

En esencia el tratamiento de la información consiste en el diseño de modelos que permitan utilizar los datos almacenados, combinándolos para conseguir la información necesaria que los objetivos del estudio persiguen. Las técnicas utilizadas en el tratamiento de este tipo de información se suelen diferenciar en manuales y automáticas, el tratamiento que se hace de los datos es el mismo y la diferencia radica en el volumen y complejidad de los datos a tratar (Aguiló *et al*, 1995).

Entre los sistemas automáticos utilizados en los tratamientos de la información, se tiene los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales resultan una herramienta fundamental pues están orientadas a sintetizar gran número de variables, a proporcionar modelos y a suministrar informes e instrumentos para el análisis, diagnóstico y ordenación del territorio (Martínez *et al*, 2003).

3.4.2. Técnicas de escalarización

El término escalarización significa que a partir de un vector n-dimensional se obtendrá un escalar unidimensional. Es decir, de toda la información que se posea del área (n variables), se obtendrá un solo valor que refleje a las n variables iniciales.

$$\mathbf{X} \in \mathbf{R}^n \rightarrow \mathbf{R} (\forall \mathbf{x} \in \mathbf{X})$$

X: Vector Multidimensional,
R: Conjunto de Números Reales

x: Elemento de X
n: Dimensión de R

Dado que en R existe un orden perfectamente definido, el vector con el menor o mayor valor puede ser identificado. Es usual elegir aquel vector que optimice conjuntamente una serie de funciones $f_1(x)$, $f_2(x)$, ..., $f_n(x)$ de valor social, económico o ambiental. Así, la expresión anterior queda expresada en la siguiente función:

$$\{f_1(\mathbf{x}_1), f_2(\mathbf{x}_2), \dots, f_n(\mathbf{x}_n)\} \rightarrow \mathbf{R} (\forall \mathbf{x} \in \mathbf{X}),$$

$f_1 \dots f_n$: Funciones del vector X
 $\mathbf{x}_1 \dots \mathbf{x}_n$: Elemento de X
R : Conjunto de Números Reales
X : Vector Multidimensional

La idea anteriormente expuesta se puede graficar como se observa en la figura 1.

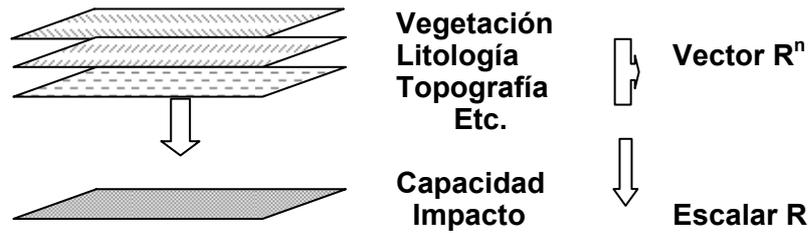


Figura 1: Representa el modo de obtención de un valor escalar a partir de un vector (diferentes capas) en una unidad territorial (Hernández, 1996). Es usual trabajar con píxeles de una imagen; así el valor de un píxel en la imagen de salida, será una función de los valores del mismo píxel en las imágenes de entrada (vegetación, litología, etc.).

3.4.3. Estructuración jerárquica

Es necesario poder definir en forma precisa los objetivos a ser optimizados, dada la complejidad que existe entre objetivos y atributos se recomienda estructurar jerárquicamente los objetivos hasta llegar al objetivo final (figura2).

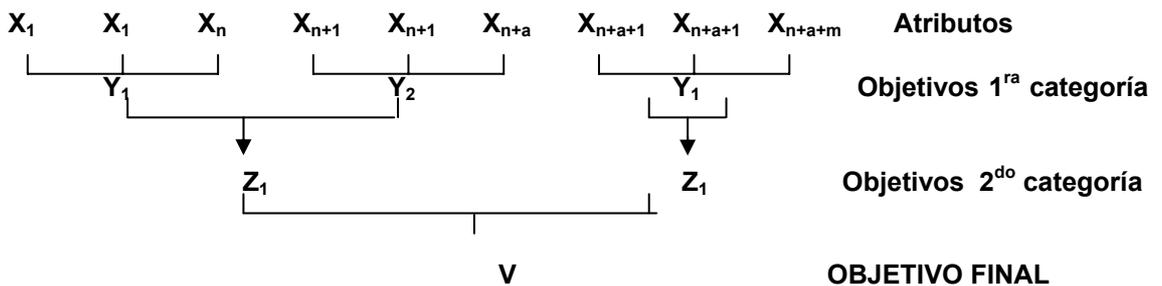


Figura 2: Estructuración jerárquica de objetivos (Hernández, 1996).

Los atributos corresponden a características y cualidades de los elementos del medio. Los objetivos intermedios corresponden a características no directamente medibles, pero necesarias para alcanzar el objetivo de orden superior o final (Aguiló *et al*, 1995).

3.4.4. Elección y descripción de los atributos

La elección de los atributos que se incluirán en el modelo, condicionarán la realización y los resultados del estudio. Estos atributos se agrupan de la siguiente manera: biológicos, como la vegetación (composición florística, rareza, diversidad, etc.) y fauna, atributo relacionado con la tierra (litología, propiedades de las rocas, entre otros); atributos relacionados con la atmósfera (temperatura, precipitación, humedad atmosférica, viento); y finalmente los atributos relacionados con el paisaje y la influencia humana (Aguiló *et al*, 1995).

3.4.5. Asignación de valor a los atributos

El valor asignado a un atributo puede ser obtenido directamente a través de preguntas a expertos. En el caso que las variables tomen valores continuos, en algunos casos, se utiliza el método propuesto por Edwards en 1977 (Aguiló *et al*, 1995), que consiste en primer lugar, en identificar el valor más alto (a) y más bajo (b) que el atributo pueda tomar, en segundo lugar, se pregunta a un experto en la materia por su preferencia hacia dichos valores (a y b) en una escala estandarizada (ejemplo entre 0 y 1), y por último se dibuja una línea recta entre los dos valores extremos de lo cual se obtendrá la función $v_i(x_i)$, de significancia del atributo x_i . (Aguiló *et al* 1995). Existen varios otros métodos para dar valor a los atributos, todos basados en consultas a uno o varios expertos respecto a sus preferencias en un sistema de coordenadas estandarizado como el método Delphi (Hernández, 1996).

El método Delphi fue diseñado por los investigadores de la Rand Corporation, en la década de los cincuenta, es ampliamente utilizado en diversos campos, pero su utilización en los estudios del medio físico y en la planificación física es más reciente y menos difundida, a pesar de la singular adecuación del método, en sus rangos esenciales, para resolver dos de sus problemas más importantes: el establecimiento de pesos o asignación de valores a descripciones cualitativas y la participación pública. Este método explicita y refina opiniones de expertos (Aguiló *et al*, 1995).

3.5. Análisis de las Opciones de Integración de la Información

Las opciones de integración de la información se pueden resumir en la figura 3:

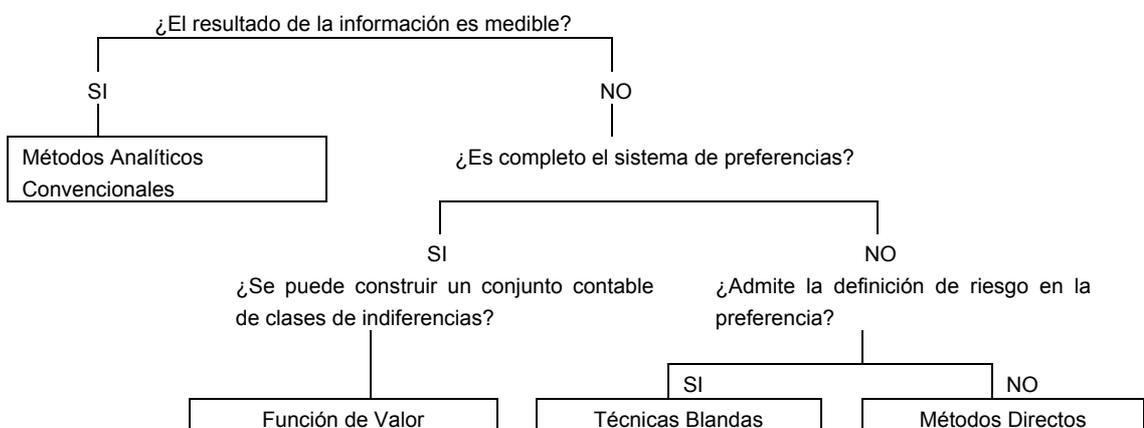


Figura 3: Procesos de Integración (Hernández, 1996)

A continuación se desglosa cada uno de los métodos de la figura 3.

3.5.1. Función de valor

Una función de valor se define como una aplicación de R^n en R (R : Conjunto de Números Reales, n : Dimensión de R) que refleje las preferencias de algún experto. La existencia de la función de valor se demuestra siempre que, quien toma las decisiones, pueda definir relaciones de orden débil entre cada par de alternativas (vectores) y , que el número de clases de indiferencia sea contable. Esta última condición se logra si se superpone una malla cuadrada sobre el territorio, discretizándolo. Si X es el conjunto de todas las posibles alternativas x , una función de valor $V(x)$ queda definida como:

$$V: X \rightarrow R$$

$$(f_1(x), \dots, f_n(x)) \rightarrow v(f_1(x), \dots, f_n(x)) = v(x) \in R, \forall x \in X \text{ con:}$$

V : Función de Valor

X : Vector Multidimensional,

x : Elemento de X

R : Conjunto de Números Reales,

n : Dimensión de R

Para definir una función de valor primero es necesario probar su existencia. Para ello en primer lugar, se debe dar significado a los puntos de un territorio, la asignación de valor no se realiza sobre todos los puntos del terreno, sino sobre una discretización del mismo, como por ejemplo sobre un conjunto finito de unidades homogéneas, o sobre los puntos relativos. Si el conjunto de alternativas es finito, el conjunto de clases de indiferencia inducido por la característica a analizar también lo es, entonces se puede admitir la existencia de la función de valor.

Para construir la función de valor, se deben agrupar los objetivos en grupos independientes entre sí, para hallar la función de valor de cada uno de ellos y posteriormente combinarlos. Una vez comprobada la existencia de la función de valor, el paso siguiente consiste en determinar el tipo de función factible de construir. Se llama x_1, \dots, x_n a los valores que toma la alternativa x en los objetivos $f_1(x), \dots, f_n(x)$, un vector x perteneciente al conjunto de alternativas X se puede expresar por sus componentes como x_1, \dots, x_n , tal que:

- Función aditiva:

$$v(x) = k_1 v_1(x_1) + \dots + k_n v_n(x_n)$$

- Función multiplicativa:

$$v(x) = k v_1(x_1) \dots v_n(x_n), \text{ con}$$

k : constantes

Función de Valor en R , n : Dimensión de R

X : Vector Multidimensional, x : Elemento de X

En el caso de una función de valor aditiva se debe cumplir la condición de Mutua y Preferencial Independencia (MPI) entre los objetivos, es decir:

Sea : A el conjunto de todos los objetivos, a un sub conjunto de objetivos y a' el complementario de a . Entonces $\forall a \in A$, a es preferencialmente independiente de a' (Aguiló *et al*, 1995).

Otra manera de comprobar la MPI entre los objetivos es aplicando el concepto de "Monotonía" en las funciones de valor unidimensionales, es decir, para comprobar si un conjunto de objetivos es MPI de su complementario, basta seleccionar los posibles valores que toma el complementario y para cada uno de esos valores calcular la Función de Valor unidimensional del objetivo.

Los procesos para determinar otro tipo de funciones como la multiplicativa, se basan en la independencia y diferencia entre un par de alternativas comparadas con la diferencia entre un segundo par, formado por una alternativa idéntica a la primera y otra alternativa diferente (Aguiló *et al*, 1995).

3.5.2 Técnicas blandas

Las técnicas blandas corresponden a un conjunto de modelos capaces de seleccionar la mejor alternativa, en función de los valores que toman para los objetivos considerados en el proceso de decisión, la única restricción radica en que los valores que toman las variables deben ser a lo mínimo ordinales. Este método consiste en: dado un par de alternativas x_i, x_j , se dice que si $x_i P x_j$ (x_i es preferible o indiferente a x_j) con P , relación de superclasificación, siempre que si a partir de la preferencia del decisor, y del conocimiento de los valores que toman ambas alternativas para los distintos objetivos, se puede afirmar que $x_i \geq x_j$. El profesional sólo decide su preferencia en condiciones de riesgo, por lo que generalmente se considera la aceptación de $x P$, cuando $P(x \geq y) \geq 0,95$; así existe un cierto riesgo de que la afirmación no sea cierta.

Existen algunos procedimientos basados en técnicas blandas, entre los cuales el más utilizado es el Electre, éste considera la relación R en función del número de objetivos en los cuales una alternativa es estrictamente superior a otra. Además del

Electre existen otros métodos de superclasificación registrados, entre los más difundidos: el Método de las Precedencias, Distancia a un Punto Ideal y Método de la Cascada (Aguiló et al, 1995).

3.5.3. Métodos directos

Corresponde a métodos en donde a través del cruce o superposición de los valores de atributos (objetivos intermedios) se obtienen nuevas clasificaciones a las que se les asigna un valor, de acuerdo a las preferencias del experto. Cuando la información de distintas coberturas se superponen para definir nuevas unidades homogéneas y asignarles un valor se está realizando este tipo de integración.

Entre los métodos directos se encuentra el método matricial, que consiste en atribuir un significado a la integración de mapas temáticos de elementos del medio mediante preguntas hechas directamente al profesional, por el significado que atribuye a cada par de clases para los valores que toman los objetivos (Aguiló *et al*, 1995). En estudios de impacto ambiental se ha usado frecuentemente la matriz de Leopold, para sintetizar efectos de las distintas actividades sobre los elementos del medio. Otro tipo de matriz es la llamada elemento-elemento, donde se relacionan los impactos sobre los elementos del medio con los impactos secundarios o terciarios sobre otros elementos (Hernández, 1996).

4. ANTECEDENTES DEL PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE

4.1. Ubicación, aspectos Administrativos y Superficie

El Parque Nacional Huerquehue está situado en la Novena Región de la Araucanía, Provincia de Cautín, Comuna de Pucón, a 35 km al Noreste de Pucón (Figueroa, 1983; Rodríguez, 1998; CONAF, 1999). La unidad depende administrativamente de la Oficina Provincial Cautín, de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), con sede en la ciudad de Temuco. La unidad ocupa una superficie de 12.500 há. Se ubica geográficamente entre las coordenadas 39°03' y 39°13' latitud Sur y 71°33' y 71°46' longitud Oeste (CONAF, 1999). Esto se ilustra en el mapa 1, página 14.

4.2. Creación de la Unidad

El Parque Nacional Huerquehue fue creado como Reserva Forestal el 18 de octubre de 1912, mediante D.S.N°1.722 del Ministerio de Industria y Obras Públicas. Fue reclasificado como Parque Nacional el 9 de junio de 1967, mediante D.S.N°347 del Ministerio de Agricultura, con una superficie de 3.900 hectáreas (CONAF, 1984; CONAF, 1999). En 1969, se modificaron los límites definitivos del Parque, alcanzando una superficie total de 12.500 hectáreas (Figueroa, 1983; CONAF, 1999). Finalmente la inscripción del Parque en Bienes Nacionales se realizó el 13 de agosto de 1997.

4. 3. Geología y Geomorfología

El Parque Nacional Huerquehue es dominado por una topografía muy irregular, formado por cerros cortados, quebradas de fuertes pendientes y de gran profundidad (Rodríguez, 1998). El relieve está compuesto en la mayoría de los casos por materiales intrusivos (granitos) del Cretácico superior y materiales efusivos (volcánicos) pertenecientes a la serie Efusivo Máfica (Plioceno) (Figueroa, 1983; CONAF, 1999).

El proceso erosivo se ha visto favorecido por la presencia de cerros de considerables alturas y pendientes, actualmente sometidos a una meteorización acelerada, producto de las altas precipitaciones y las temperaturas extremas. La unidad también ha sido modelada por efecto de los glaciales los que han depositado morrenas de tipo lateral que se encuentran en la base del cerro Comulo; valles colgados que se originaron al descender las masas de hielo provenientes de la cumbre de los

UNIVERSIDAD DE CHILE
 DEPTO. MANEJO RECURSOS FORESTALES
PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE

Ubicación
 Región: IX- Araucanía
 Provincia: Cautín
 Comuna: Pucón

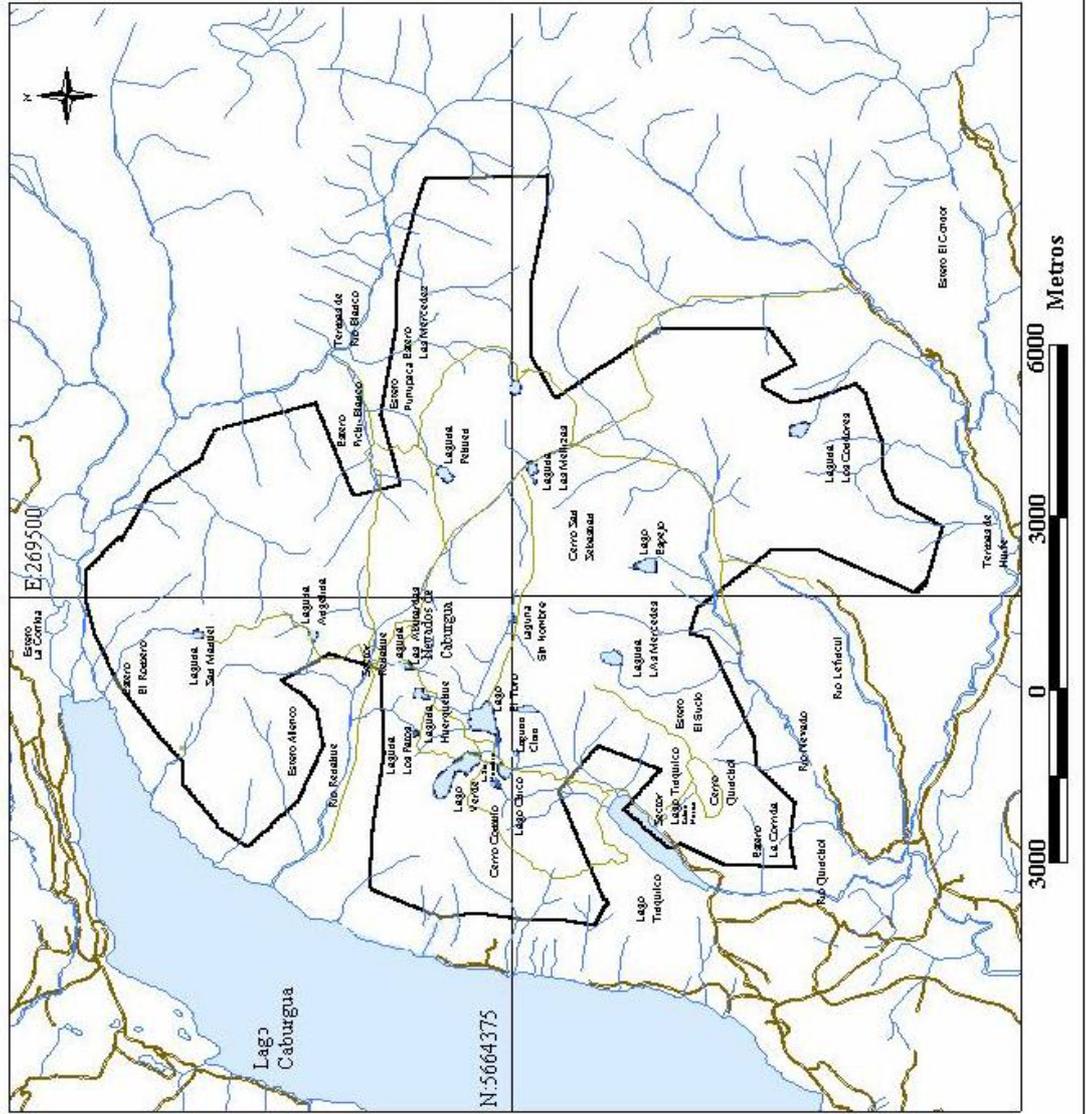
Base Topográfica
 Carta IGM 1:50000 UTM 18 S
 "Nevados de Caburgua"

Autor: Blanca Castillo Pinto
 Supervisor: Jaime Hernández

Fecha: Julio 2001

Leyenda

- Senderos
- Cursos Hídricos
- Caminos
- Límites del Parque Nacional Huerquehue
- Lagos



Mapa 1: Parque Nacional Huerquehue

cerros, los que posteriormente fueron inundados formando pequeñas lagunas (Figueroa, 1983; CONAF, 1999).

La altitud del parque fluctúa entre los 720 a 2.000 msnm. Entre las mayores alturas sobresalen los cerros Araucano (2000 msnm), San Sebastián (1800 msnm), Picos de Caburgua (1600 msnm), formado por tres cerros, separados por profundas quebradas, Llolle (1800 msnm) y Comulo (1621 msnm), característico por su forma cónica, cubierto totalmente de vegetación (CONAF, 1984; CONAF, 1999).

Producto de un período de intensa actividad volcánica, hace unos 90-100 millones de años, en el período Cretácico Superior de la era Secundaria o Mesozoica, se dio origen a la llamada formación Curarrehue, esta aparece integrada por brechas andesíticas alteradas, verdosas y tobas brechosas. Además, existe un afloramiento de rocas graníticas, constituidas por dioritas, granitos, granodioritas y tonalitas del mismo período originadas posteriormente a la formación Curarrehue hace 90 millones de años (CONAF, 1987; CONAF, 1999).

4.4. Suelos

El origen de los suelos de la Unidad es a partir de depósitos de cenizas volcánicas, se caracterizan por su topografía ondulada, fuertes pendientes y afloramientos rocosos en algunos sectores. Los suelos son de texturas medias, profundos, de buen drenaje y con alto contenido de materia orgánica en la capa superficial (Figueroa, 1983; CONAF, 1999). Destacan por los colores pardo oscuro que varían a pardo amarillento oscuro en profundidad. En la unidad se encuentran las series de suelos Caburgua (CAB) y Huife (HF) (IREN, 1970; CONAF, 1999). Suelos de aptitud preferentemente forestal, es posible encontrar, en pequeños sectores, capacidad de uso clase VI, pero la mayor parte de la unidad presenta la capacidad de uso VII y VIII (Figueroa, 1983).

Serie Huife (HF): ubicada en sector Nevados de Caburgua, cerros de Lefincul, Los Mellizos y Punttiagudo. Suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, profundos, de colores pardos, de textura media a moderadamente fina, bien drenados a moderadamente bien drenados, se caracterizan por su tercera estrata pesada y bien estructurada.

Serie Caburgua (CAB): presente en los sectores Comulo, Llolle y Renahue.

Suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, correspondiendo a suelos de transición entre los arcillosos y arenosos; moderadamente profundos, bien drenados, de colores pardos, de texturas medias; débilmente a moderadamente estructurados. Se caracterizan por su tercera estrata de textura moderadamente fina, débil a moderadamente estructurada, que descansa sobre un substratum de grava fina de basaltos escoriáceos vesiculares. Se distribuyen en un área donde las alturas fluctúan entre los 720 y los 1.780 msnm. No presentan problemas de arraigamiento teniendo como limitante el difícil acceso por las características del relieve (Figuroa, 1983; CONAF, 1999).

4.5. Clima

La unidad posee dos tipos de climas: templado cálido con menos de cuatro meses secos y clima de hielo, causado por la altura (SERNATUR, 1997; CONAF, 1999). Las precipitaciones alcanzan hasta los 2.045 mm anuales, concentradas entre los meses de mayo y septiembre (56% del total anual) y lluvias frecuentes en verano. Las lluvias disminuyen a fines de julio, dando paso a las nevadas con índices diferentes según sea la altitud del sector (CONAF, 1984; CONAF, 1999).

En otoño e invierno predominan los vientos del Norte y Oeste, los que son influenciados directamente por los vientos del Este o "Puelche", vientos extremadamente helados y secos que vienen de la alta cordillera. En la época de primavera-verano, predominan los vientos del Sur y del Sur-Oeste. En el transcurso del año la nubosidad es regular, los vientos cordilleranos y las bajas temperaturas disminuyen la evapotranspiración, lo que da origen a días despejados pero muy fríos.

Las temperaturas medias fluctúan entre los 17°C en los meses más cálidos (enero) y 7,3°C en julio y agosto, los meses más fríos. Las medias extremas varían entre 23°C, máxima media en enero, y 4,2°C mínima media en agosto (CONAF, 1999).

4.6. Hidrografía

A causa de las altas cumbres de la Cordillera de Los Andes y la acumulación de nieve durante el invierno se originan ríos y lagos en la región, ricos en variedad y en cantidad, a partir de vertientes, esteros, ríos, lagunas y lagos, que tributan a los regímenes hídricos de la zona (CONAF, 1984; CONAF, 1999). Esta gran red de vertientes, ríos y

esteros, sumado a la accidentada topografía marcada de estrechos valles y abundante vegetación ha dado origen a 20 lagunas y lagos de origen glacial (Figuroa, 1983).

El lago Tinquilco, el de mayor superficie, con 110 ha, de aguas permanentemente claras, los lagos Verde, Toro y Chico, representan uno de los lugares de mayor belleza dentro del parque, también es posible encontrar un sin número de lagunas pequeñas como: Huerquehue, Escondida, Seca, Clara, Sin Nombre, Los Patos, Abutarda, Angelina, los Cóndores, Peguen, Las Mercedes, Olvidada, San Manuel, Del Sacrificio y Las Mellizas. (Mapa 1, página 13).

Los ríos en general son de corto recorrido y rápida escorrentía. En la unidad se encuentran los ríos: Renahue, Lefincul, es uno de los principales afluentes del río Liucura, los ríos Nevado, Quinchol no se encuentran dentro del parque pero son alimentados por numerosos esteros y vertientes que tienen su origen en la unidad, otros ríos y esteros que pertenecen a la unidad son: Río Blanco, esteros Playa Blanca, Pichi Blanco, Renahue, Folilco, El Puma, La Cascada, El Rancho, Tranquilo, El Rincón (Figuroa, 1983; CONAF, 1999). (Mapa 1, página 13).

4.7. Vegetación

La gran diversidad de especies vegetales presentes en el Parque no se debe tanto a la extensión, sino más bien a las diferencias altitudinales, que varían entre los 720 y los 2.000 msnm (CONAF, 1984; CONAF, 1999). De acuerdo a González *et al*, (1991), en la unidad se encuentran representadas las siguientes comunidades vegetales:

- Bosque de Coihue-Mañío (*Nothofagus dombeyi-Saxegothaea conspicua*): este tipo de asociación se encuentra junto a ejemplares de tepa (*Laurelia philippiana*), tanto en el estrato arbóreo superior e inferior. Se encuentra en altitudes que van desde los 900 a los 1.050 msnm y se ubica en los sectores Norte y Sureste del Parque.

El estrato arbustivo está constituido por un gran porcentaje de renovales de tepa (*Laurelia philippiana*) y mañío (*Saxegothaea conspicua*), y el resto por especies del estrato arbustivo superior e inferior, como colihue (*Chusquea coleu*), taique (*Desfontainia spinosa*) y trevo (*Dasyphyllum dicanthoides*).

- Bosque de Coihue (*Nothofagus dombeyi*): se encuentra en forma pura, en

altitudes que van de los 920 a los 1.200 msnm, en pendientes expuestas al Sur y al Sureste. El estrato arbóreo inferior está ocupado por canelo y el estrato superior por coihue. El estrato arbustivo superior lo conforman principalmente taique (*Desfontainia spinosa*), canelo andino (*Drimys weinteri var. andina*), colihue (*Chusquea coleu*), maitén enano (*Maytenus disticha*) y tepa (*Laurelia philippiana*). En el estrato arbustivo inferior es abundante el aramo (*Azara lanceolata*) y el helecho (*Ctenitis epectabilis*).

- Bosques de Mañío (*Saxegothaea conspicua*): esta comunidad se encuentra entre los 900 y los 930 msnm, se desarrolla en exposiciones Noreste y Sur. Este bosque se caracteriza por su estrato arbustivo superior, el que se encuentra mezclado con tepa (*Laurelia philippiana*). También destacan trevo (*Dasyphyllum dicanthoides*), colihue (*Chusquea coleu*), taique (*Desfontainia spinosa*) y chilco (*Fuchsia magellanica*).

- Bosques de Lengua (*Nothofagus pumilio*): asociación que crece en laderas de fuerte pendiente y de exposición Noreste, Este y Sureste. Se desarrolla bajo condiciones climáticas extremas, bajas temperaturas en invierno y cobertura de nieve durante gran parte del año. Su máximo desarrollo lo alcanza entre los 900 y los 1.300 msnm. En la unidad se desarrolla en forma pura a los 1.350 msnm, en altitudes superiores se mezcla con matorral achaparrado de ñirre (*Nothofagus antarctica*).

- Bosque de Lengua-Coihue (*Nothofagus pumilio-Nothofagus dombeyi*): se encuentra preferentemente en exposiciones Noroeste y en altitudes que van entre los 1.255 y los 1.260 msnm. El sotobosque está dominado por arbustos de coihue (*Nothofagus dombeyi*), colihue (*Chusquea coleu*) y canelo andino (*Drimys weinteri var. andina*).

- Bosques de Araucaria (*Araucaria araucana*): el bosque puro se desarrolla entre los 1.400 y los 1.450 msnm, exclusivamente en exposiciones Noreste y Sur. En el estrato arbustivo superior se asocia generalmente con coihue (*Nothofagus dombeyi*). Otras especies presentes en el estrato son ñirre (*Nothofagus antarctica*), canelo andino (*Drimys weinteri var. andina*), aramo (*Azara lanceolata*), colihue (*Chusquea coleu*), canelo andino (*Drimys weinteri var. andina*) y sauco del diablo (*Pseudopanax laetevirens*).

- Bosque de Araucaria-Lengua (*Araucaria araucana- Nothofagus pumilio*): esta asociación se encuentra entre los 1.400 y los 1.450 msnm, principalmente en exposición Noreste. El sotobosque es relativamente abierto, los arbustos más

comunes son aromo (*Azara lanceolata*), colihue (*Chusquea coleu*), canelo andino (*Drimys weinerti* var. *andina*) y pequeños ejemplares de araucaria (*Araucaria araucana*).

Se destaca la presencia de Pino Oregón en el Sector de Tinquilco, especie exótica introducida en el Parque con fines de protección, después del incendio forestal ocurrido en el año 1945.

4.8. Fauna Silvestre

La fauna chilena presente en el parque, no es muy rica, ya sea en diversidad y en cantidad, pero la unidad brinda un refugio seguro con condiciones óptimas para su desarrollo. La fauna en la unidad se encuentra representada principalmente por:

- Mamíferos: zorro chilla (*Canis griseus domeykocemus*), zorro culpeo (*Canis culpaeus culpaeus*), chingue (*Conepatus chinga chinga*), coipo (*Myocastor coypus coypus*), monito del monte (*Dromiciops australis australis*), puma (*Felis concolor araucana*), gato montes (*Felis guigna guigna*), pudu (*Pudu pudu*), huillín (*Lutra provocax*), murciélago (*Lasiurus cinereus villosissima*).
- Aves: cóndor (*Vultur gryphus*), traro (*Polyborus plancus plancus*), carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), carpintero chico (*Dendrocopus lignarius*), huet-huet (*Pterotochos tarnii*), chucao (*Scelorchilus rubecula rubecula*), zorzal (*Tardus falklandii magellanicus*), bandurria (*Theristicus caudatus melanopis*), aguilucho (*Buteo polyosoma polyosoma*), peuco (*Parabuteo unicinctus unicinctus*), queltehue (*Belanopterus chilensis chilensis*), fio-fio (*Elaenia albiceps chilensis*).
- Reptiles: lagartija (*Liolaemus tenuis*), es común en el Parque, es fácil encontrar huevos bajo palos secos a orillas de los senderos.
- Anfibios: sapito de Darwin (*Rhinoderma darwini*), sapito de cuatro ojos (*Pleuroderma bibroni*).
- Peces: pejerrey (*Basilichthys australis*), percatrucha (*Percycthyts trucha*), trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*), trucha fario (*Salmo trucha*) (CONAF, 1984; CONAF, 1999).

4.9. Zonificación

La zonificación es una herramienta de la planificación territorial, y en el plan de manejo de la unidad se establecen cinco zonas que a continuación se describen: Zona de Uso Primitivo, Zona de Uso Extensivo, Zona de Uso Intensivo, Zona de Recuperación y Zona de Uso especial. A continuación se describe brevemente cada una de ellas (CONAF, 1999).(Ilustración en mapa 2, Zonificación Parque Nacional Huerquehue. Página 21).

- Zona de Uso Primitivo: clasificación utilizada en aquellos sectores que se encuentran en estado natural y en apropiado estado de conservación por haber recibido un mínimo de intervención humana, puede tener porciones únicas o elementos representativos de un ecosistema, especies de flora y fauna u otros fenómenos naturales de valor científico, que resisten un cierto grado de uso público, se excluyen caminos y el uso de vehículos motorizados. En la unidad esta zona cubre una superficie de 7865,46 ha.
- Zona de Uso Extensivo: esta clasificación cubre áreas con baja alteración de los recursos naturales los que ameritan un uso público moderado. Presentan características generales del paisaje y muestras de los rasgos más significativos de la unidad. En el parque, esta zona se ubica entre el lago Tinquilco y Cerros Nevados de Caburgua por el sur, cerro Araucano y San Sebastián por el este, Cañadón del río Renahue por el norte y cerro Comulo por el oeste (Figuroa, 1983), abarcando una superficie de 2183,6 ha.
- Zona de Uso Intensivo: abarca áreas naturales o intervenidas que poseen sitios de paisajes sobresalientes, que se prestan para actividades recreativas relativamente intensas. Estos sitios presentan un cierto grado de alteración, sin que ello signifique dañar la experiencia recreativa en ambiente natural. La unidad presenta tres sectores a destinarse como zonas de uso intensivo.

Un primer sector que corresponde al área del Salto del Aguila, se encuentra ubicado donde comienza el sendero a Los Lagos; un segundo sector que corresponde al ubicado en el Cañadón del río Renahue, sitio que cuenta con una superficie aproximada de 139,2 ha., Y por último, un sector ubicado en la ribera centro-

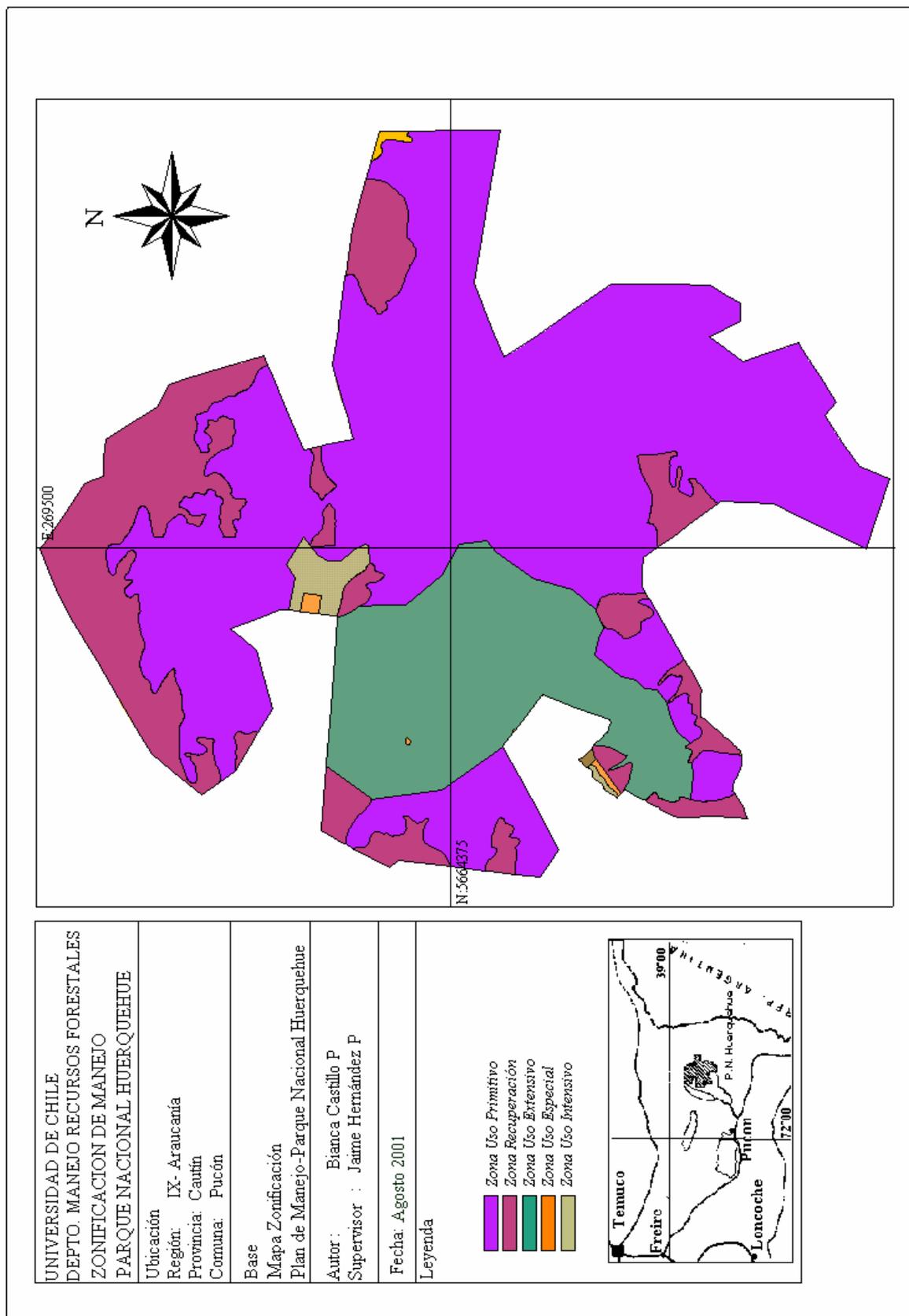
sur del Lago Tinquilco, abarcando una superficie de 8,7 hectáreas.

- Zona de Recuperación: área considerada transitoria en el tiempo, se utiliza en aquellos sectores del parque en los cuales la vegetación, los recursos hídricos, la fauna nativa o los suelos han sido alterados y/o dañados. En el interior de la unidad existen sectores bastante degradados como consecuencia del mal uso del fuego por parte de los colonos. El área de recuperación natural tiene una extensión de 2274,4 ha y es paralela a los límites de la unidad circunscribiéndolo casi por completo.
- Zona de Uso Especial: sectores de reducida extensión, que son esenciales para la administración de la unidad, obras públicas, y otras actividades, se utiliza para concentrar todas las instalaciones y servicios para el adecuado manejo del área protegida. Esta zona abarca cinco sectores: Tinquilco (9,4 ha), Renahue (13,3 ha), Nido de Aguila (0,24 ha), Comulo (1,0 ha) y Huife Alto (2,0 ha).

4.10. Senderos

La unidad posee una red de senderos, en la cual los de mayor importancia corresponden a:

- Sendero Educativo a Los Lagos: posee una extensión de 8 kilómetros. Se accede a los lagos Toro, Verde y Chico. Se observan flora y fauna variada; se explica el proceso de formación de los lagos. Apto para todo tipo de público.
- Sendero Educativo Ñirrico: tiene una extensión de 700 metros. Es un sendero autoguiado con nueve estaciones. Apto para todo tipo de público.
- Sendero de Excursión Quinchol: posee una extensión de 3 kilómetros en subida. Nace en el centro de visitantes y concluye en las pampas del cerro Quinchol. Se aprecian bosques, paisajes, los lagos Caburgua y Tinquilco y la acción antrópica, por los incendios que ocurrieron (CONAF, 1997; CONAF, 1999).



Mapa 2: Zonificación Parque Nacional Huerquehue

5. MATERIAL Y MÉTODO

5.1. Material

Se utilizó la siguiente cartografía temática:

Base topográfica. Carta IGM 1:50.000 "Nevados de Caburgua" (curvas de nivel cada 50 m., hidrografía, red vial, límites administrativos).

Catastro Bosque Nativo, escala 1:50.000 para toda el área forestal del país. Rodalizado en 925 unidades concretas que contienen la siguiente información: Área y perímetro, pendiente, altitud (msnm) tipo forestal, especies dominantes (descripciones de cobertura, altura y estructura) (Araya *et al*, 1998).

Estudios específicos: serie de suelos, mapa litología, mapa geológico, aves y mamíferos.

Se utilizó los software Idrisi, ArcView, Statistica, MGI PhotoSuite, Microsoft Word 2000 y Microsoft Excel 2000.

5.1.1. Definición de variables generales

Se definió cada una de las variables que dan origen a los factores que forman parte del modelo general de integración (figura 6). Se analizó cada variable según su definición, forma de cuantificación y situación. Se definieron variables relacionadas con las componentes vegetación, topografía, geomorfología, suelos, cuenca visual y accesibilidad. Anexo 1 (Página 55).

5.2. Método

En primer lugar se recopiló información de variables que pudieran determinar alguna característica de importancia para el paisaje y se definió un modelo general de integración. En segundo lugar fueron construidos los mapas que representan y almacenan la información de cada variable, en tercer lugar se realizó una selección de las variables a través de tratamientos estadísticos, en cuarto lugar se realizó una etapa de asignación de valor o peso a las variables seleccionadas, en quinto

lugar se analizó la aplicabilidad de algunos métodos para la integración de información del medio físico, en sexto lugar fue elegido uno de los métodos, por medio del cual fue construido el modelo final de integración, y por último fueron comparados los mapas de Fragilidad Visual Adquirida con el de Zonificación de Manejo del Parque Nacional Huerquehue.

El esquema de la figura 4 resume los pasos a seguir en la elaboración de la metodología:

Esquema Metodología General

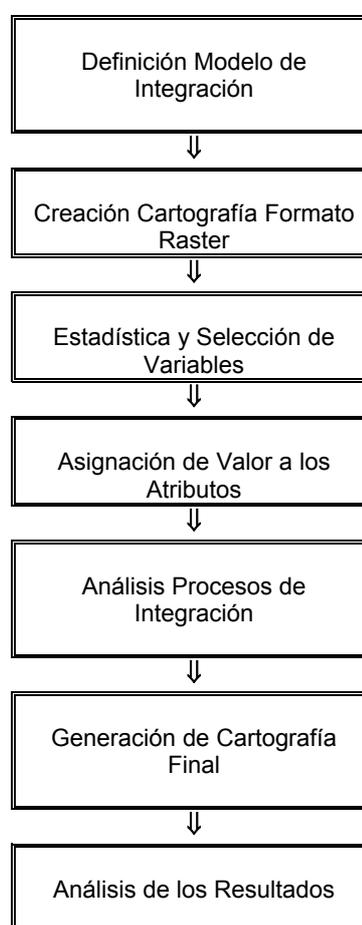


Figura 4: Esquema Metodología General

5.2.1. Definición de un modelo para la integración de la información

Se define un modelo preliminar para integrar la información por medio de “niveles de integración”, y modelos ya definidos en trabajos realizados por otros autores como Martínez *et al*, 2003 y Montoya *et al*, 2003. Se consideraron características

del medio ambiente y otros rasgos significativos, por medio del cuál, se llegó a un modelo preliminar de integración que se muestra en la figura 5.

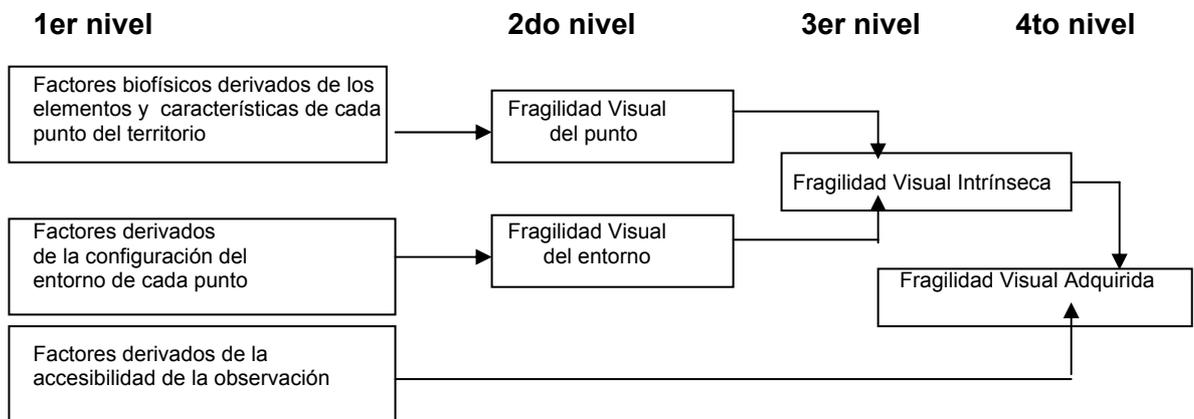


Figura 5: Modelo preliminar para integrar información.

Según el modelo expuesto en la figura 5, para integrar la información del medio se analizó independientemente la fragilidad de cada punto y de su entorno analizando la información de cada pixel, posteriormente se integro y se obtuvo la Fragilidad Intrínseca del paisaje. El mapa resultado se editó mediante consideraciones referentes a la posibilidad real de que haya alguna clase de actividad en el punto estudiado y que esta situación sea vista por algún observador; lo anterior se consiguió introduciendo el concepto de accesibilidad a la observación. Finalmente se generó como resultado el mapa que muestra la Fragilidad Visual Adquirida.

5.2.2. Selección de mapas y creación de cartografía formato raster

Se construyó una capa de información en formato raster (asociado a una base de datos) para cada atributo considerado en la definición de variables generales (Anexo 1, página 55). El tamaño de la imagen fue de 307 filas por 333 columnas, el tamaño del pixel utilizado fue de 50 m, por lo que cada pixel abarcó una superficie de 2500 m². Cada capa de información posee con una base de datos de 925 registros, los cuales fueron exportados y almacenados en formato vectorial.

A continuación se detalla el origen y la construcción de cada capa de información.

En una primera etapa se ordenó y reclasificó la información del Catastro del Bosque Nativo y otras bases de datos. Lo que dio origen a los siguientes mapas: Cobertura, Composición Florística de la Vegetación Según Tipo Forestal, Composición

Florística de la Vegetación Según Especie Dominante, Estructura de la Vegetación y Uso Actual de la Tierra, Cromatismo, Especie Menor Frecuencia, Recursos Naturales Singulares, Erosionabilidad y Tipo de Combustible (información obtenida del estudio realizado por Rodríguez en 1998).

En una segunda etapa, se construyeron mapas cuyo origen fue producto de la digitalización del área de estudio, esta información se obtuvo de la carta IGM “Nevados de Caburgua”. Posteriormente la imagen se rasterizó con el comando e interpoló, lo que generó una imagen de altitud, MDT (Modelo Digital de Elevación). Finalmente la imagen MDT se clasificó, dando origen al mapa de Altitud.

En la construcción del mapa Exposición, se utilizó la imagen MDT; en primer lugar, se determinó la exposición, según la posición del sol. Posteriormente se realizó un filtraje de la imagen generando el nuevo mapa. Similar tratamiento se realizó en la construcción del mapa de Pendientes.

El mapa hidrológico del parque mostró la ubicación física de los cursos de agua, para aportar información extra a partir de este mapa, se realizó el cálculo del área de influencia que ejercen los cursos de agua en la unidad.

El mapa geológico de la unidad se digitalizó a partir del mapa “Geología de la cordillera de los Andes de la provincia de Cautín” (Aguirre y Levi, 1964). Posteriormente se rasterizó y clasificó.

En la construcción del mapa Cuenca Visual, se eligió puntos de observación potencial, es decir, lugares desde donde el visitante tiene la opción de apreciar la unidad, como los senderos habilitados de la unidad. Posteriormente, el cálculo de la cuenca visual, se emplearon las herramientas para el cálculo de visibilidad del software. Se utilizó como máximo radio de acción una distancia de 2 km, este umbral fue escogido considerando la pérdida de percepción visual con la distancia, la abundante vegetación y la complejidad topográfica del área de estudio.

En la construcción del mapa Accesibilidad, se realizaron tres tratamientos a la

imagen inicial; en primer lugar, se calculó el área más próxima a la que tiene acceso el visitante que transita por un sendero en la unidad (150m), en segundo lugar se realizó una cobertura de similares características a la anterior, pero a una mayor distancia (hasta 500m), y finalmente se realizó una tercera cobertura, con una distancia de 1000m entre el punto de observación y los lugares de acceso. Una vez generadas las coberturas, se sumaron dando origen al mapa final de accesibilidad.

5.2.3. Estadística y selección de las variables

Considerando que un gran número de variables puede aportar información reiterativa, se realizó un análisis estadístico, con el fin de detectar qué mapas no aportan información adicional. Se realizó un tratamiento previo a las imágenes construidas con el fin de disminuir el tamaño de la base de datos, el tamaño de píxel se cambió a 200x200 m, generando una imagen final de 6308 pixeles (76 filas x 83 columnas). Las imágenes se exportaron al programa EXCEL en formato ASCII para ser tratadas en la planilla de cálculos, de lo cual, se obtuvo una base de datos de 16 columnas (cada variable seleccionada) por 6308 filas, en la cual pixeles con valor temático igual a "0" fueron eliminados. Finalmente, se obtuvo una base de datos a utilizar de 16 variables (filas) por 3189 casos (columnas).

Para el análisis estadístico se usó el método de Análisis de Componentes Principales, englobado dentro del método general Análisis Factorial, cuyo fundamento estriba en la eliminación de la redundancia que supone manejar variables que, entre sí presentan una alta correlación. Se utilizó el programa STATISTICA y el módulo Factor Analysis. Finalmente, una vez realizado el Análisis Factorial, el conjunto original de variables, constituido por 19 imágenes, se redujo a un subconjunto de 13 variables o imágenes.

5.2.4. Asignación de valor a los atributos

La asignación de valor o pesos a cada atributo seleccionado se realizó mediante la aplicación del método Delphi. En primer lugar se seleccionó un panel de expertos, que participó en la valoración utilizando como criterio general el conocimiento de temas relacionados con las áreas protegidas, variables medioambientales y principalmente el conocimiento del área de estudio (Parque Nacional Huerquehue).

Para determinar el valor de las variables, se elaboró una primera encuesta (anexo 3 “Primera Encuesta”, página 63), la cual constó de tres partes, la primera, sobre la definición e importancia de las variables seleccionadas; cada uno de estos criterios se valoró otorgando una puntuación en la cual, cada profesional le asigna un valor entre 1 y 5 a cada variable (anexo 3 “Primera Encuesta”, Primera Parte).

En la segunda parte de la encuesta, se analizó directamente la fragilidad del paisaje, al igual que en la primera parte, se asignó un valor de 1 a 5 (Anexo 3 “Primera Encuesta” Segunda Parte).

Finalmente se realizó una tercera parte en la que se consultó al profesional por alguna variable que no haya sido nombrada y considere, a su criterio, de importancia en la elaboración del estudio (anexo 3 “Primera Encuesta”, Tercera Parte).

Posteriormente, y sobre la base de los resultados de la primera encuesta, se elaboró una segunda encuesta (anexo 3 “Segunda Encuesta”, página 68), cuyo principal objetivo es corroborar el resultado de la primera. Se proporcionó información adicional como promedio, media, moda y error estándar producto de los resultados de la primera encuesta.

Finalmente los atributos se reclasificaron con valores promedio producto de los resultados de la aplicación del método Delphi, para los temas: Grado de Interés y Fragilidad de las variables.

5.2.5. Análisis de los procesos de integración

Para integrar la información seleccionada y reclasificada, se realizó un análisis ordenado de los métodos aplicados, lo que se resume en los siguientes puntos:

5.2.5.1. Estructuración jerárquica

Se estableció la distribución de las variables seleccionadas, aplicando el Modelo General de Integración (figura 5, página 24), en conjunto, con los objetivos que persiguen los conceptos de Estructuración Jerárquica, ésta quedó reflejada según el siguiente orden:

- 1^{er} nivel: Variables. Características y cualidades de los componentes del medio
- 2^{do} nivel: Objetivos de 1er orden. Fragilidad del punto - Fragilidad del entorno
- 3^{er} nivel: Objetivo de 2do orden. Fragilidad intrínseca del paisaje
- 4^{to} nivel: Objetivo final. Fragilidad visual adquirida

La integración de información de cada uno de los niveles de la estructuración jerárquica, se realizó según Técnicas de Escalarización (punto 2.5 Técnicas de Escalarización, página 6); es decir, del vector multidimensional de variables, se consiguió un valor final que reflejó el valor de todas las variables en estudio.

5.2.5.2. Análisis de las opciones de integración de la información

En primer lugar, se examinó la posibilidad de aplicar él o los métodos de integración: Función de Valor, Técnicas Blandas ó Métodos Analíticos (Figura 3 “Análisis de las Opciones de Integración de la Información”, página 8). El análisis se realizó por medio de los siguientes pasos:

- Paso 1: La primera condición tiene como finalidad, confirmar que la totalidad de la información que aporta cada variable, sea parte de un sistema de preferencias, donde los valores respondan a números reales.
- Paso 2: La segunda condición tiene la finalidad de verificar que el o los casos en que las variables no cumplan con la primera condición (Paso 1), se prueba el concepto de Mutua y Preferencial Independencia (MPI) entre los objetivos, definido en el punto 3.5.1. Se realiza el siguiente análisis: ante todo par de vectores i, j posibles de encontrar en la integración, se puede definir entre ellos alguna de las siguientes relaciones; “ i es al menos tan preferible como j ”, “ j es al menos tan preferible como i ” ó “ i es indiferente a j ”, con $i \neq j$ e i, j : cada una de las variables seleccionadas. Para el o los casos en que el Sistema de Preferencias es completo, se dice que cumple con el concepto de MPI, con lo cual se afirma que es posible la construcción de la Función de Valor.
- Paso 3: La tercera condición tiene como finalidad, verificar si las variables aceptan riesgos en las preferencias, en los casos en que las variables no cumplen con el concepto de Mutua y Preferencial Independencia. Si las variables cumplen con esta condición, la integración se realiza por medio de Técnicas Blandas.

- Paso 4: La cuarta condición tiene como objetivo, fijar algún método de integración, en los casos en que no se cumpla ninguna de las condiciones anteriores. En estas condiciones, se realiza la integración por medio de Métodos Directos (página 11).

A modo de ejemplo se presenta el siguiente análisis:

PRIMERO:

Se analiza la aplicabilidad de la primera condición (Paso1), por medio de la pregunta ¿La información seleccionada puede ser medible?, en otras palabras, ¿cada una de las variable responde a un sistema de preferencias, en el cual, los valores son números reales?.

Respuesta: No todas las variables seleccionadas, pertenecen a un sistema de preferencias formado por números reales. En el caso de las variables Tipo Forestal, Especies Dominantes, Especies Menos Encontradas y Recursos Naturales Singulares, sus respectivos pesos no adoptan valores numéricos reales, si no que son valores que responden a juicios de valor.

De lo anteriormente expuesto, se puede decir, que la totalidad de las variables no cumplen con la condición de pertenecer en un sistema de preferencias, por lo tanto, no es posible aplicar Técnicas Analíticas Convencionales para la integración de la información.

SEGUNDO:

Se verifica la aplicabilidad de la segunda condición (Paso 2); a través de la pregunta: ¿Es completo el sistema de preferencias?, en otras palabras, se prueba la existencia de la Mutua y Preferencial Independencia entre los objetivos. El análisis se realiza entre las variable Tipo Forestal, y la totalidad de las variables en estudio.

1.- CASO 1: $i =$ Tipo Forestal, $j =$ Cobertura de la vegetación, Uso según Altitud.

Según el grado de interés de las variables (anexo 3, página 73), i es indiferente a j , ya que en ambos casos los valores para el grado de interés son similares.

2.- CASO 2: $i =$ Tipo Forestal, $j =$ Especies Dominantes, Recursos Naturales

Singulares, Pendiente, Exposición, Geomorfología, Hidrología, Suelos, Estructura y Grado de Erosionabilidad, Especies Menos Encontradas y Accesibilidad.

Aplicando similar criterio que en la premisa anterior, se tiene: según el grado de interés de las variables (anexo 3, página 73), i es preferible a j y j es menos preferible a i, ya que el grado de interés de las variables mencionadas como “j”, presenta un grado de interés inferior a la variable Tipo Forestal.

Similar análisis se realiza con cada una de las variables seleccionadas, comprobando la existencia de un sistema completo de preferencias y un conjunto contable de clases de indiferencias, con lo cual se asegura la existencia de la “Función de Valor”.

En tercer lugar, se analiza la posibilidad de una descomposición aditiva de la Función de Valor, sólo si, se da la condición de Mutua y Preferencial Independencia (MPI) entre los objetivos.

A modo de ejemplo, en primer lugar se busca llegar a la Fragilidad Visual del Punto en función de las variables Tipo Forestal, Especies Dominantes, Cobertura de la Vegetación, Especies Menos Encontradas, Pendiente, Exposición y Recursos Naturales Singulares (figura 7, página 40). Las variables anteriormente nombradas no se encuentran incluidas en un sistema de preferencias, ya que su descripción obedece a juicios de valor. Según lo anterior, no se puede incluir en la construcción de la Función de Valor, razón por la cual, se realiza el análisis con las variables Cobertura, Exposición y Pendiente.

- Clasificación de la variable Cobertura

| Clasificación | % Cobertura |
|----------------------|--------------------|
| Denso | Entre 75-100% |
| Semi Denso | Entre 50-75% |
| Abierto | < 50% |

Cuadro 1: Cobertura

- Clasificación de la variable Exposición

Se realiza el siguiente razonamiento: “se considera la existencia de una mayor fragilidad visual en aquellas áreas donde hay una mayor iluminación (exposición norte y oeste)”.

Clasificación de la variable Pendiente

| Clasificación | % Pendiente |
|----------------------|--------------------|
| Llano | 0-15 |
| Suave | 15-30 |
| Moderadamente Fuerte | 30-45 |
| Fuerte | 45-60 |
| Muy Fuerte | < 70 |

Cuadro 2: pendiente

Según los parámetros anteriormente expuestos, en primer lugar, se hace el análisis entre las variables Cobertura y Exposición, por medio de las siguientes premisas o supuestos:

- Premisa 1: Para un área que presenta cobertura Densa, es menos frágil, un punto en exposición Este que en exposición Norte.
- Premisa 2: Para un área que presenta cobertura Semi densa, es menos frágil, un punto en exposición Este que en exposición Norte.
- Premisa 3: Para un área que presenta cobertura Abierta, es menos frágil, un punto en exposición Este que en exposición Norte.
- Premisa 4: Para un área que presenta cobertura Densa, es menos frágil, un punto en exposición Sur que en exposición Norte.
- Premisa 5: Para un área que presenta cobertura Semi densa, es menos frágil, un punto en exposición Sur que en exposición Norte.
- Premisa 6: Para un área que presenta cobertura Abierta, es menos frágil, un punto en exposición Sur que en exposición Norte.
- Premisa 7: Para un área que presenta cobertura Densa, es menos frágil, un punto en exposición Oeste que un punto en exposición Norte.
- Premisa 8: Para un área que presenta cobertura Semi densa, es menos frágil, un punto en exposición Oeste que un punto en exposición Norte
- Premisa 9: Para un área que presenta cobertura Abierta, es menos frágil, un punto en exposición Oeste que un punto en exposición Norte.

Finalmente se puede decir que de la preferencia Exposición, ha de deducirse que al sustituir tipo de densidades de la vegetación, la relación de preferencia sigue manteniéndose, es decir, la fragilidad que presenta la variable Exposición no depende de la cobertura que presente el área.

Similar análisis se realiza entre las variables Cobertura y Pendiente, de modo

que en este caso, la relación de preferencia no se afecta, porque la fragilidad depende totalmente del valor de la pendiente en un punto en particular, independientemente de la exposición que este presente.

Según el análisis de las variables Cobertura, Exposición y Pendiente, se afirma que en conjunto, las variables cumplen con el concepto de Mutua y Preferencial Independencia, lo que prueba en conjunto, la posibilidad de la aditividad en la construcción de la Función de Valor.

Para construir la Función de Valor, en primer lugar, se crearon las funciones individuales para cada variable (Función de Valor unidimensional), preguntando directamente a un experto por los valores extremos según sus preferencias (resultados de la Encuesta Delphi. Ver tablas 8, 10 y 11 del anexo 3, Resultados Fragilidad, página 73).

TERCERO

Para el caso de las variables Tipo Forestal, Especie Dominante, Especie Menor Frecuencia y Recursos Naturales Singulares, no es posible la construcción de sus respectivas Funciones de Valor, por lo tanto, en el análisis, se verifica la aplicabilidad de la tercera condición (Paso 3). Se analiza si las variables aceptan riesgos en las preferencias. Para el análisis se realiza el siguiente razonamiento:

La información que proporciona cada una de estas coberturas, no puede ser comparada entre sí, ya que no se puede determinar objetivamente la importancia de una u otra variable, a modo de ejemplo se tiene que: Especie Dominante presenta el campo Roble-Raulí-Coihue, y Tipo Forestal presenta los campos Coihue, Coihue-Tepa y Coihue Lengua, en ambos casos se tiene como especie de mayor relevancia Coihue, pero en diferentes clasificaciones, razón por la cual no se puede afirmar si una cobertura es preferible a otra, aunque sea considerado el riesgo. Según el párrafo anterior, las variables discutidas no aceptan riesgos en las preferencias, por lo tanto no pueden ser integradas por medio de Técnicas Blandas.

Según la cuarta condición (Paso 4), la integración de estas variables se realiza a través de Métodos Directos.

Una vez finalizado el análisis de la totalidad de las variables, se realiza el cruce o superposición entre los mapas producto de la Función de Valor y el mapa generado por Integración Directa de las restantes variables, obteniendo el mapa de Fragilidad Visual del Punto.

Para obtener la cobertura, “Fragilidad Visual del Entorno”, se realiza similar análisis entre las variables: Suelos (S), Uso según Altitud (USA), Estructura y Grado de Erosionabilidad (EGE), Geomorfología (G) e Hidrología (H). En primer lugar, se analiza la posibilidad de la existencia de la Función de Valor entre las variables. En segundo lugar se analiza el concepto de Mutua y Preferencial Independencia, generando como resultado la independencia entre los objetivos, por lo cual, se concluye la existencia de la aditividad de la Función de Valor entre las variables.

Finalmente se construye la función unidimensional para cada variable según los valores de fragilidad (Anexo 3. Resultados Fragilidad, página 73).

La única excepción se produce con la variable Geología, ya que presenta un único valor para la fragilidad, es decir, no existe diferencia entre una clase y otra, por lo tanto, la información que aporta la variable es independiente entre los objetivos.

Por último, se integra la variable Accesibilidad y Visibilidad.

En primer lugar, se prueba la independencia de la variable por si sola, ya que presenta el valor más alto (4,6 equivalente al 0,92%) y más bajo (1,7 equivalente al 0,34%) de fragilidad con respecto a todas las variables estudiadas, en otras palabras, si se tiene un punto con determinadas características, sobre un sendero de la unidad, será más frágil que un punto, con similares características en un área inaccesible y sin visibilidad; por lo tanto, se concluye que, esta variable es independiente con respecto a la totalidad de las variables estudiadas, y la integración se realiza mediante Métodos Directos, utilizando como constante el valor obtenido según el Grado de Interés de las variables en la encuesta Delphi (Anexo 3, página 73), generando finalmente el mapa de “Fragilidad Visual Adquirida”.

5.3. Generación de la Cartografía Final

Generada la función final de integración de las variables, realizada por medio de las respectivas Funciones de Valor, y la integración por Métodos Directos, se agrupan zonas homogéneas en la imagen, con el fin de clasificar los distintos grados de Fragilidad Visual del Paisaje. Este nuevo mapa es reclasificado según “Grados de Fragilidad”, es decir, según el valor final con el que se valora cada rodal de la unidad. La Fragilidad Visual queda definida de la siguiente manera, de acuerdo a lo planteado por Martínez *et al*, 2003 y Montoya *et al*, 2003;

- Fragilidad Baja: sectores que reúnen características específicas que permiten ocultar los efectos de las acciones en ellas desarrolladas. Se encuentra entre 0% y 20% de fragilidad, lo que indica baja susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso o actividad en el área.
- Fragilidad Leve: sectores que reúnen características específicas que permiten disimular los efectos de las acciones en ellas desarrolladas. Se encuentra entre 20% y 40% de fragilidad, lo que indica que el área se comporta medianamente susceptible al cambio.
- Fragilidad Moderada: sectores con características específicas que no permiten disimular en gran medida los efectos de las acciones en ellas desarrolladas. Este sector abarca entre un 40% y 60% de fragilidad, lo que implica que el área es frágil y susceptible al cambio frente a cualquier actividad que se desarrolle sobre ella.
- Fragilidad Fuerte: sectores que no reúnen características que permitan disimular los efectos de las acciones en ellas desarrolladas. Áreas que presentan entre un 60% y 80% de fragilidad, por lo tanto son muy susceptibles al cambio, al realizar cualquier clase de uso o actividad.
- Fragilidad Severa: sectores que reúnen características específicas que no permiten disimular ni ocultar los efectos de las acciones en ellas desarrolladas. Áreas que presentan entre un 80% y 100% de fragilidad, por lo que son muy frágiles, incapaces de soportar cualquier clase de impacto sin ser alteradas.

5.4. Análisis de la Compatibilidad de los Resultados

En primer lugar, el mapa de Fragilidad Visual del Paisaje, se analiza, comparando esta cobertura con cada una de las capas de información utilizada en el estudio; posteriormente se hace un análisis según las características de mayor importancia de cada zona.

En segundo lugar se analiza el mapa generado, en conjunto con el mapa de Zonificación de manejo del Parque Nacional Huerquehue (página 21) vía superposición.

Se comparó cada uno de los rodales del mapa de Fragilidad Visual con su equivalente en el mapa de zonificación. Se evaluó la compatibilidad de los usos asignados en el Plan de Manejo de la unidad con respecto a la fragilidad que presenta cada una de las áreas.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1. Definición de un Modelo para la Integración de la Información

Según el modelo general para integrar la información (figura 5), asociado a variables generales definidas en el anexo 1 (página 55), se llega al siguiente modelo final para la integración de las variables (figura 6):

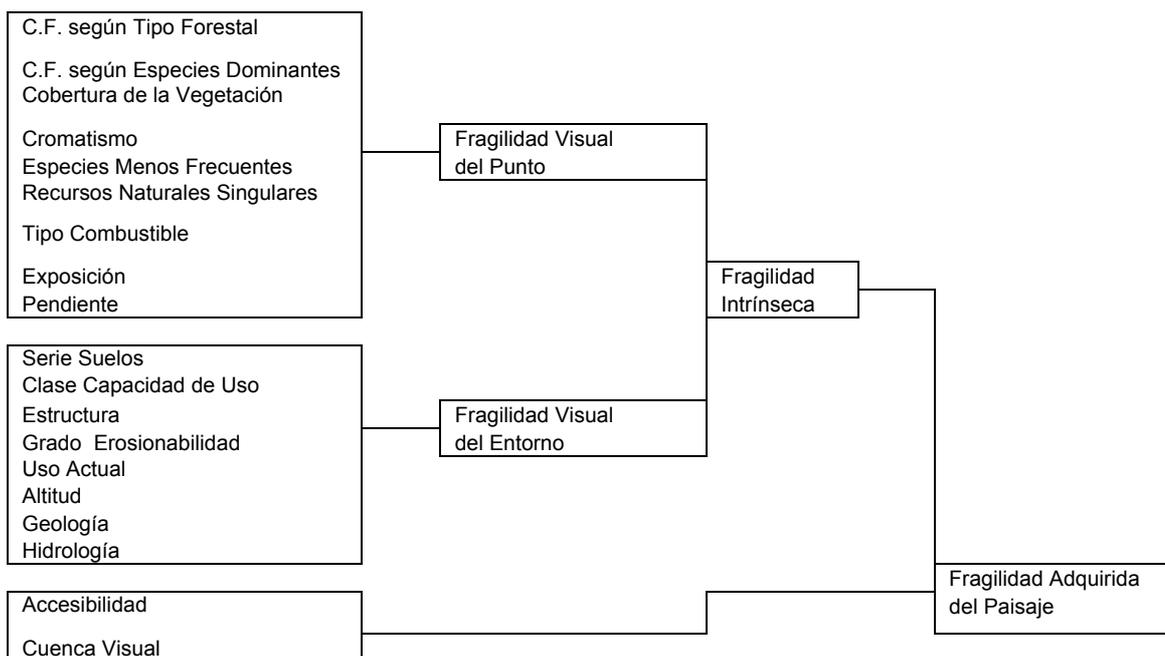


Figura 6: Esquema Modelo General para Integrar Información del Medio Físico.

El modelo expuesto en la figura 6, presenta el orden con que se integran las variables.

6.2. Selección de Mapas y Creación de la Cartografía en Formato Raster

La lista de mapas en formato raster, construidos en la primera etapa son los siguientes: Composición Florística según Tipo Forestal, Composición Florística según Especies Dominantes, Cobertura de la Vegetación, Cromatismo, Especies Menos Frecuentes, Recursos Naturales Singulares, Tipo Combustible, Serie Suelos, Clase Capacidad de Uso, Estructura, Grado Erosionabilidad y Uso Actual.

Los mapas finales construidos en la segunda etapa son los siguientes: Exposición, Pendiente, Altitud, Geología, Hidrología, Accesibilidad y Cuenca Visual. En el anexo 4, página 76, se puede ver algunos de los mapas de mayor interés.

6.3. Estadística y Selección de Variables

Producto del análisis factorial entregado por el programa STASTISTICA, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla1: Matriz de Correlaciones Parciales entre las Variables

| | COBERTUR | CROMAT | ESTRUCT | EMD | TCOMB | ALTITUD | EXPOSIC | PENDIENT | HIDROLO | EROSION | SSUELOS | CCUSO | USOACT | ACCESIB | GEOLOG | CVISUAL |
|----------|----------|--------|---------|------|-------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|--------|---------|
| COBERTUR | 1 | 0.16 | 0.05 | 0.12 | 0.12 | -0.1 | 0.1 | 0.02 | -0 | 0.36 | 0.23 | 0.2 | -0.3 | -0 | 0.14 | -0.1 |
| CROMAT | | 1 | 0.44 | -0.1 | -0.3 | 0.28 | 0.01 | -0.1 | 0.04 | 0.55 | 0.03 | 0.27 | 0.15 | 0.14 | 0.09 | 0.1 |
| ESTRUCT | | | 1 | -0 | -0.6 | 0.2 | 0.02 | 0.07 | -0 | 0.28 | -0.1 | -0 | 0.2 | 0.06 | 0.07 | 0.06 |
| EMD | | | | 1 | 0.04 | -0 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | -0 | 0.04 | -0 | -0 | -0 | 0.05 | -0 |
| TCOMB | | | | | 1 | -0 | -0 | 0.04 | -0 | -0.2 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | -0.1 | 0.19 | -0.1 |
| ALTITUD | | | | | | 1 | -0.1 | -0 | 0.08 | -0.1 | -0.1 | 0.01 | 0.5 | -0 | 0.19 | 0.08 |
| EXPOSIC | | | | | | | 1 | 0.05 | -0.1 | 0.09 | 0.07 | -0 | -0.1 | -0 | 0 | 0.06 |
| PENDIENT | | | | | | | | 1 | -0.1 | 0.03 | 0.04 | -0.1 | 0.01 | -0.2 | 0.03 | -0.1 |
| HIDROLO | | | | | | | | | 1 | -0 | 0.05 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | -0 |
| EROSION | | | | | | | | | | 1 | 0.15 | 0.23 | -0.3 | -0.1 | 0.08 | -0.1 |
| SSUELOS | | | | | | | | | | | 1 | 0.55 | -0.1 | 0.11 | 0.44 | 0.02 |
| CCUSO | | | | | | | | | | | | 1 | 0.1 | 0.18 | 0.29 | 0.13 |
| USOACT | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.11 | 0.22 | 0.17 |
| ACCESIB | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.29 | 0.61 |
| GEOLOG | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 0.26 |
| CVISUAL | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

A partir de la matriz de correlaciones parciales se puede decir que las variables no presentan información reiterativa, ya que la mayor parte de las variables presentan bajos porcentajes de correlación.

Tabla 2: Porcentaje de Varianza entre los factores

| Nº Factor | %Varianza | %Varianza Acumulado |
|-----------|-----------|---------------------|
| 1 | 15,9 | 15,9 |
| 2 | 14,8 | 30,7 |
| 3 | 14,2 | 44,9 |
| 4 | 13,4 | 58,3 |
| 5 | 06,3 | 64,6 |
| 6 | 04,9 | 69,5 |

La varianza que presenta cada uno de los factores (tabla 2) no es mayor al 16%, lo que implica que debe ser seleccionado más de un factor. Considerando que

los factores 1,2,3 y 4 absorben más del 50% (58,3%) de la varianza (tabla 2), se realiza el estudio sólo a estos factores, lo que se resume en el siguiente análisis:

Tabla 3: Matriz de Múltiples Factores

| | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | Factor 5 | Factor 6 |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| COBERTUR | 0.454 | 0.227 | -0.394 | -0.115 | 0.055 | 0.292 |
| CROMAT | 0.206 | 0.809 | 0.145 | 0.056 | -0.181 | -0.100 |
| ESTRUCT | -0.160 | 0.770 | 0.230 | 0.077 | 0.182 | 0.040 |
| EMD | -0.112 | -0.067 | -0.007 | 0.003 | 0.028 | 0.853 |
| TCOMB | 0.470 | -0.664 | 0.116 | -0.164 | -0.002 | 0.021 |
| ALTITUD | 0.027 | 0.216 | 0.775 | -0.058 | -0.050 | 0.075 |
| EXPOSIC | 0.105 | 0.080 | -0.268 | 0.128 | 0.402 | 0.260 |
| PENDIENT | 0.028 | -0.088 | 0.114 | -0.259 | 0.684 | 0.132 |
| HIDROLO | 0.016 | 0.011 | 0.109 | -0.079 | -0.650 | 0.322 |
| EROSION | 0.340 | 0.678 | -0.348 | -0.197 | 0.000 | -0.003 |
| SSUELOS | 0.780 | -0.050 | -0.081 | 0.071 | 0.055 | 0.060 |
| CCUSO | 0.782 | 0.095 | 0.040 | 0.101 | -0.122 | -0.175 |
| USOACT | 0.030 | -0.039 | 0.871 | 0.129 | 0.023 | -0.053 |
| ACCESIB | 0.214 | 0.057 | 0.004 | 0.863 | -0.102 | -0.016 |
| GEOLOG | 0.593 | 0.024 | 0.291 | 0.331 | 0.154 | 0.187 |
| CVISUAL | 0.032 | 0.015 | 0.099 | 0.860 | 0.023 | 0.008 |
| Explicación | | | | | | |
| Varianza | 2.502 | 2.143 | 2.126 | 1.810 | 1.176 | 1.092 |
| Varianza | 0.159 | 0.148 | 0.142 | 0.134 | 0.063 | 0.049 |

Análisis estadístico:

En primer lugar, el factor 1 se origina por las variables Serie de Suelos y Clase Capacidad de Uso, ambas con un 78% de varianza (tabla 3), además este par de variables tiene una correlación de 55% (tabla 1), por lo cual se concluye que: en conjunto, estas variables aportan información reiterativa. Según lo anterior, es posible fusionar ambas imágenes para dar origen a una nueva imagen con la información original aportada por cada una de las variables originales, la imagen resultante se reclasifica, originando al mapa Suelos del Parque Nacional Huerquehue.

El factor 2 se origina por las variables Cromatismo y Estructura, ambas con un 0,8% de varianza (tabla 3) y 44% de correlación (tabla 1), también se incluyen las imágenes

Tipo de Combustible y Erosionabilidad, ambas con valores de -0,66% y 0,68% respectivamente (tabla 3), se realiza un estudio de la imagen final, luego de

ponderar cada imagen con sus respectivo valor, se reclasifica, dando origen al mapa Estructura y Grado de Erosionabilidad del Parque Nacional Huerquehue.

El análisis del factor 3 se realiza de similar manera, los parámetros de comparación esta vez corresponden a las variables Altitud y Uso Actual del Suelo. Entre ambas variables se observa un 78% y 87% de varianza respectivamente (tabla 3) y un 50% de correlación (tabla 1), valores de los cuales se deduce que el factor 3 es originado principalmente por ambas componentes, una vez fusionada ambas imágenes, se obtiene el nuevo mapa Uso según Altitud del Parque Nacional Huerquehue.

El factor 4, se origina por las variables Accesibilidad y Cuenca Visual, ambas con un 86% de varianza (tabla 3) y un 61% de correlación (tabla 1). Se superponen ambas imágenes, posteriormente se reclasifican, originando el nuevo mapa Accesibilidad y Visibilidad del Parque Nacional Huerquehue.

6.4. Asignación de Valor a los Atributos

Después de aplicado el método Delphi (modificado), los resultados de la primera parte de la encuesta, Grado de Interés de cada variable se resumen en la tabla 4, anexo 3 (página 73). Los valores de fragilidad asignados para cada variable se presentan en las tablas 5 a 17, anexo 3, "Resultados Segunda Parte" (página 73).

De la tercera parte de la encuesta, no se obtienen nuevos antecedentes, ya que no hubo aporte de nueva información.

6.5. Análisis Procesos de Integración

Del análisis de los procesos de información se obtiene el resultado que se resume en los siguientes puntos:

6.5.1. Estructuración jerárquica

Por medio de los conceptos de Estructuración Jerárquica se define en forma precisa y ordenada los objetivos a ser tratados, por otra parte, según los conceptos de escalarización, se llega al siguiente orden de integración, ilustrado en la figura 7:

Estructuración Jerárquica de los Objetivos

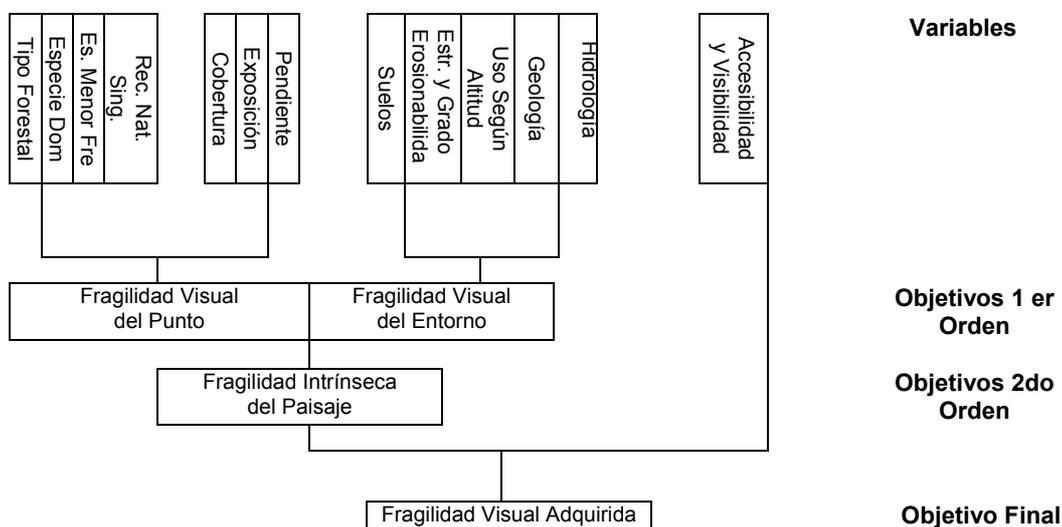


Figura 7: Modelo de Estructuración Jerárquica de Objetivos según Variables Seleccionadas

De esta manera se consigue el orden preciso para integrar las variables en estudio.

6.5.2. Integración de la información

Del análisis a las variables que dan origen al Objetivo de Primer Orden “Fragilidad del Punto y del Entorno”, se tiene:

En primer lugar, se confirma que las variables Tipo Forestal, Especie Dominante, Especie menor Frecuencia y Recursos Naturales Singulares, no cumplen con la condición de Mutua y Preferencial Independencia, y no aceptan riesgos en las preferencias, por lo tanto no es posible construir la Función de Valor, ni pueden ser integradas por medio de Técnicas Blandas. Por lo tanto, estas variables son integradas por Métodos Directos. Para la integración, se considera como constantes el Grado de Interés que cada profesional asignó a estas variables en la encuesta Delphi (Anexo 3. Página 73, Resultados Primera Parte).

Según el análisis realizado entre las variables Pendiente, Exposición y Cobertura se llega a las siguientes Funciones de Valor unidimensionales:

Función unidimensional para la variable Pendiente: $V_P = k_1 \cdot 0,78 + k_2 \cdot 0,38$
 Función unidimensional para la variable Exposición: $V_E = k_1 \cdot 0,58 + k_2 \cdot 0,76$
 Función unidimensional para la variable cobertura: $V_C = k_1 \cdot 0,70 + k_2 \cdot 0,50$

Se forma un sistema de ecuaciones considerando $k_1+k_2=1$

$$\begin{aligned}
 1) & k_1 \cdot 0,70 + k_2 \cdot 0,50 = k_1 \cdot 0,58 + k_2 \cdot 0,76 \\
 2) & k_1 \cdot 0,70 + k_2 \cdot 0,50 = k_1 \cdot 0,78 + k_2 \cdot 0,38 \\
 & k_1 + k_2 = 1
 \end{aligned}$$

Obteniendo como resultado las constantes de:

1) se tiene $k_1=0,68$ y $k_2=0,32$

2) se tiene $k_1=0,66$ y $k_2=0,32$

La Función de Valor Aditiva, para la integración de las variables Cobertura, Exposición y Pendiente es:

$$\text{Función de Valor}_{CEP} = 0,68 \cdot C(x) + 0,32 \cdot E(x) + 0,66 \cdot P(x)$$

Donde: x= valor de fragilidad que toma la variable; C= Cobertura; E= Exposición y P= Pendiente.

Posteriormente se realiza el cruce o superposición entre los mapas producto de la Función de Valor y el mapa generado por Integración Directa de las restantes variables, generando como resultado el mapa de Fragilidad Visual del Punto.

Continuando con el análisis, las Funciones de Valor unidimensionales para las variables Suelo, Uso según Altitud, Estructura y Grado de Erosionabilidad e Hidrología en la construcción de la cobertura "Fragilidad Visual del Entorno" corresponden a:

Función unidimensional variable Suelos: $V_S = k_1 \cdot 0,80 + k_2 \cdot 0,62$
 Función unidimensional variable Uso según Altitud: $V_{USA} = k_1 \cdot 0,46 + k_2 \cdot 0,70$
 Función unidimensional variable Estructura y Grado de Erosionabilidad: $V_{EGE} = k_1 \cdot 0,84 + k_2 \cdot 0,52$
 Función unidimensional variable Hidrología: $V_H = k_1 \cdot 0,86 + k_2 \cdot 0,62$

Se realiza un sistema de ecuaciones entre cada una de las funciones unidimensionales.

En primer lugar, entre las variables Uso según Altitud y Estructura y Grado de Erosionabilidad, con $k_1+k_2=1$

$$\begin{aligned}
 K_1 \cdot 0,84 + k_2 \cdot 0,52 &= k_1 \cdot 0,46 + k_2 \cdot 0,70 \\
 K_1 + k_2 &= 1
 \end{aligned}$$

Donde los valores para $k_1= 0,9$ y $k_2=0,1$

De las funciones unidimensionales de la variable Hidrología y Suelos se obtiene el siguiente sistema de ecuaciones, con $k_1+k_2=1$.

$$\begin{aligned} K_1*0,86 + k_2*0,62 &= k_1*0,62 + k_2*0,80 \\ K_1+k_2 &= 1 \end{aligned}$$

Donde los valores para $k_1= 0,43$ y $k_2=0,57$

La función de valor para el cálculo de la “Fragilidad Visual del Entorno” es:

$$\text{Función de Valor } EUHS = 0,9*EGE(x)+0,1*USA(x)+0,43*H(x)+0,57*S(x)$$

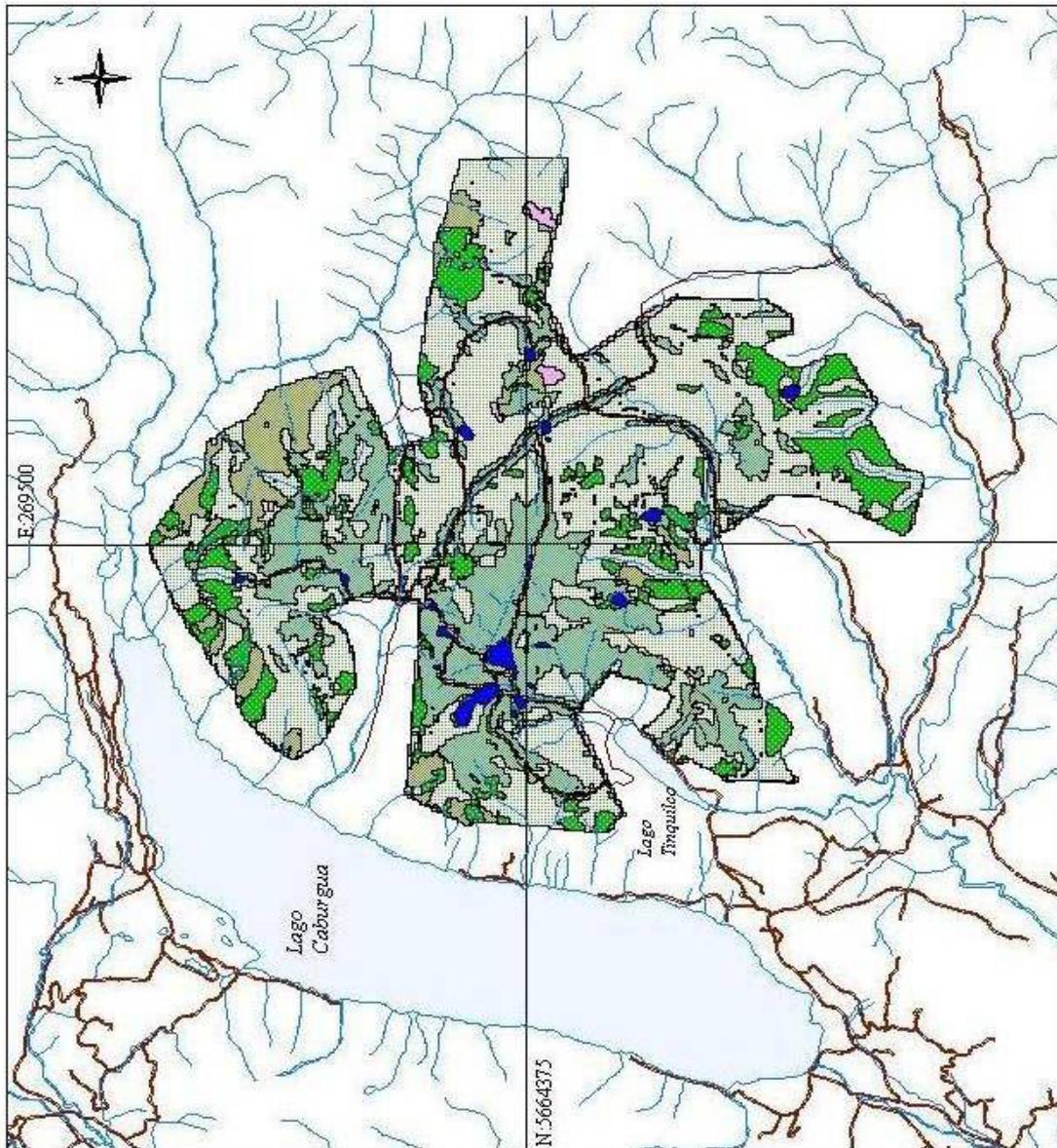
Donde: x = valor de fragilidad que toma la variable; EGE= Estructura vegetación y Grado Erosionabilidad; USA= Uso según Altitud; H= Hidrología; S= Suelos.

Construidos los mapas de Fragilidad Visual del Punto y Fragilidad Visual del Entorno (página 79), se integran directamente utilizando el comando Image Calculator de Idrisi, obteniendo como resultado el mapa Fragilidad Intrínseca del paisaje (página 81).

Finalmente se integra la variable Accesibilidad y Visibilidad mediante Métodos Directos, por medio del comando Image Calculator de Idrisi, generando el mapa de Fragilidad Adquirida del Paisaje.

6.5.3. Generación de cartografía final

La integración de las coberturas Fragilidad Visual del punto, Fragilidad Visual del Entorno generaron como resultado el mapa de Fragilidad Intrínseca del Paisaje, lo que a su vez, fue integrado en forma directa con la variable Accesibilidad y Visibilidad, quedando como resultado una cobertura final que fue denominada Fragilidad Adquirida del Paisaje (Mapa Fragilidad Adquirida, página 43).



| | |
|---|---|
| <p>UNIVERSIDAD DE CHILE DEPTO. MANEJO RECURSOS FORESTALES MAPA FRAGILIDAD ADQUIRIDA PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE</p> | |
| <p>Ubicación Región: IX- Araucanía Provincia: Cautín Comuna: Pucón</p> | <p>Base Topográfica Carta IGM 1:50000 "Nevados de Caburgua"</p> |
| <p>Autor : Bianca Castillo P Supervisor : Jaime Hernández P</p> | <p>Fecha: Agosto 2001</p> |
| <p>Leyenda</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲ Cursos Hídricos ▲ Senderos ▲ Caminos ■ Lagos ■ Fragilidad Baja ■ Fragilidad Leve ■ Fragilidad Moderada ■ Fragilidad Fuerte ■ Fragilidad Severa | |

Mapa 3: Fragilidad Adquirida del Paisaje

La tabla 4 presenta las superficies finales del mapa de Fragilidad Adquirida del paisaje en la unidad.

Tabla 4: Fragilidad Adquirida del Paisaje en el Parque Nacional Huerquehue

| Tipo Fragilidad | Superficie (ha) | Superficie Total (%) |
|---------------------|-----------------|----------------------|
| Fragilidad Baja | 184,5 | 1,48 |
| Fragilidad Leve | 947,01 | 7,58 |
| Fragilidad Moderada | 1.823,3 | 14,6 |
| Fragilidad Fuerte | 6.322,45 | 50,6 |
| Fragilidad Severa | 3.211,71 | 25,7 |
| Totales | 12.488,97 | 99,96 |

Según el mapa final, Fragilidad Visual Baja, representa el 1,48% de la superficie total, asociadas a áreas desnudas, rocas y nieves.

La Fragilidad Visual Leve abarca una superficie correspondiente al 7,85 de la superficie total. Sectores asociados a matorrales y altitudes entre los 500 y 1000 msnm.

Las zonas que presentan Fragilidad Visual Moderada abarcan una superficie de 14,6% de la superficie total de la unidad. La mayor parte de estas áreas se encuentran asociadas a las superficies periféricas de la unidad.

La clasificación Fragilidad Visual Fuerte es la más representativa dentro de la unidad, estas zonas cubren el 50,6% del área total. Sectores asociados a altitudes que van desde los 1000 y 1250 msnm, con pendientes entre 15 y 45%.

Sectores que presentan Fragilidad visual Severa, abarcan un 25,7% de la superficie total de la unidad, asociado a sectores ubicados entre el cerro Comulo, Nevados de Caburgua, laguna Las Mercedes, lago Verde, Chico y Toro.

6.6. Análisis de la Compatibilidad de los Resultados

6.6.1. Análisis mapa final “Fragilidad Adquirida del Paisaje”

Se realiza un análisis detallado de las cinco clasificaciones que se dan a la fragilidad, se busca las principales características de coincidencia entre esta clasificación y cada uno de los mapas utilizados.

En general se puede decir que Fragilidades Fuertes y Severas se encuentran asociadas a sectores de abundante vegetación, altas pendientes, sectores cercanos a los principales lugares de acceso, exposiciones Norte, y elevadas altitudes asociadas a bosques de araucaria.

Sectores de Fragilidad Moderada se asocian con rodales de vegetación pionera como el coihue, además se encuentra asociado a coberturas semi densas, matorral medianamente erosionable, y algunos sectores de renovales que van entre los 600 y los 1200 msnm. En general, es la fase de transición entre la Fragilidad Fuerte y Baja.

Sectores con Fragilidades Baja y Leve coinciden con sectores de alta montaña (rocas y nieves en altura), matorrales con coberturas abiertas, y las áreas periféricas de la unidad, afectadas por incendios durante el período de colonización.

En la página 46 se presenta un cuadro resumen con las principales características de correspondencia entre la variable y el Grado de Fragilidad asociado.

Análisis entre Fragilidad Adquirida y Variables Estudiadas

| Variable/Clasificación | Fragilidad Baja | Fragilidad Leve | Fragilidad Moderada | Fragilidad Fuerte | Fragilidad Severa |
|-------------------------------------|---|---|---|--|--|
| Tipo Forestal (TF) | Rodales coincidentes no asociados a Tipos Forestales | Rodales coincidentes no asociados a Tipos Forestales | Rodales coincidentes con TF Coihue en sector NE de la unidad. | La mayor parte de los rodales coincide con TF Coihue-Rauli-Tepa y Roble-Rauli-Coihue; a excepción de pequeñas áreas coincidentes con TF Lenga, Araucaria y Siempreverde (1 rodal) | Aproximadamente el 80% de los rodales coincide con TF Araucaria asociado a 1250-1750 msnm. Un pequeño número de rodales lo hace con TF Lenga y Roble- Raulí-Coihue |
| Especies Dominantes (ED) | Sectores de alta montaña o no sometidos a clasificación; ausentes de vegetación | Sectores de alta montaña o no sometidos a clasificación; ausentes de vegetación | Rodales coincidentes presentes en sectores donde la especie presente dominante es Coihue. | Aprox. un 70% de los rodales coincide con Coihue, el restante 30% esta asociado a Lenga y Araucaria asociada a los 1250-1500 msnm. Además se puede encontrar bosquetes de Ñirre asociado a esta calificación. | La mayor parte de los rodales es dominado por bosques de Araucaria en altura, salvo algunas pequeñas excepciones que se encuentra Lenga |
| Cobertura Vegetación (CV) | Coincide con sectores no sometidos a clasificación | Coincide con sectores Abiertos | Rodales coincidentes con coberturas Semidensa y Abierta | Casi la totalidad de los rodales asociados a esta calificación obedecen a una cobertura Densa. | La totalidad de los rodales asociados a esta calificación obedecen a una cobertura Densa. |
| Especies Menos Encontradas (EME) | Rodal coincidente con Pino Oregón | No existen coincidencias | Rodal coincidente con Weinmannia trichosperma | Coincide con rodales de Luma apiculata, Fucsia magellanica, Lomatia hirsuta, Embothium coccineum | No existen coincidencias |
| Recursos Naturales Singulares (RNS) | Polígonos que presentan mayores alturas | No existen coincidencias | No hay rodales coincidentes con RNS específicos | Un pequeño número de rodales coincide con la clasificación bosque Araucaria | La mayor parte de los rodales pertenece a bosques de Araucaria en altura y mayores alturas en la unidad. |
| Pendiente (P) | Coincide con polígonos que presentan pendientes entre 15 y 30% | Coincide con polígonos que presentan pendientes entre 45 y 60% | El 80% de los rodales coincide con pendientes entre 15-30%, el resto representa a las pendientes entre 30-45% | El 60% de los rodales coincide con pendientes entre 30-45%. El área restante coincide con pendientes entre 45-60%,. Con la excepción de una pequeña área que presenta un 30% de pendiente, pero que no representa la tendencia general | La tendencia general esta asociada a pendientes mayores a 60%, con la excepción del área ubicada entre el lago Verde, Chico y Toro, que presenta como pendiente máxima un 5% |
| | | | | | |

Análisis entre Fragilidad Adquirida y Variables Estudiadas

| Variable/Clasificación | Fragilidad Baja | Fragilidad Leve | Fragilidad Moderada | Fragilidad Fuerte | Fragilidad Severa |
|---|--|--|---|---|--|
| Exposición (E) | No se aprecia una tendencia general en esta clasificación. Existen coincidencias con todas las clasificaciones de exposición | No se aprecia una tendencia general en esta clasificación. Existen coincidencias con todas las clasificaciones de exposición | Existen coincidencias con todas las clasificaciones de exposición, pero predomina la exposición Norte. | La mayor parte de las laderas coincide con exposiciones Sur, salvo aprox. un 10% que lo hace con exp. Norte. | Gran parte de los rodales coinciden con rodales de expo. Norte, sin embargo, se presenta un porcentaje considerable en expo Sur. Se debe destacar el área comprendida entre los lagos Verde, Chico y Toro, clasificado como plano. |
| | No se percibe tendencia general | No se percibe tendencia general | No se percibe tendencia general | No se percibe tendencia general | No se percibe tendencia general |
| Hidrología (H) | Coincidencia en rodales a mas de 500 m de distancia a cursos de agua | Coincidencia en rodales a mas de 500 m de distancia a cursos de agua | Pequeño número de rodales que coinciden con sectores entre los 150 y 500 m de cursos de agua. No hay presencia de rodales que coincidan con cursos de agua. | Rodales coincidentes con sectores entre los 150 y 500 m de cursos de agua, un pequeño porcentaje de rodales que coinciden con distancias menores a 150 m de cursos de agua. | La mayor parte de los rodales coincide con distancias menores a los 150 m de un curso de agua, además la gran mayoría coincide con lagos, ríos y esteros. |
| Suelos (S) | Coincidencia distintos tipos de suelo, no hay evidencia de caract. especiales | Coincidencia distintos tipos de suelo, no hay evidencia de caract. especiales | Coincidencia distintos tipos de suelo, no hay evidencia de caract. especiales | Coincidencia distintos tipos de suelo, no hay evidencia de caract. especiales | Coincidencia distintos tipos de suelo, no hay evidencia de caract. especiales |
| Estructura y Grado de Erosionabilidad (EGE) | Algunos polígonos coinciden con nieves en altura. | La mayor parte coincide con lagos, lagunas y nieves, matorral mediana y altamente erosionable. | Rodales matorral mediana y altamente erosionable, bosque nativo matorral altamente erosionable. | La mayor parte coincide con rodales de bosque nativo adulto y achaparrado altamente erosionable, una pequeña parte de los rodales corresponde a bosque nativo adulto-renoval alt. Eros. | La totalidad de los rodales que obedecen a esta clasificación coinciden con rodales de bosque nativo adulto y bosque nativo achaparrado altamente erosionable |
| Uso según Altitud (UA) | Polígonos representados con rocas y nieves en altura. | Polígonos representados por Matorrales que van de los 600-1600 msnm. | Pequeños sectores de renoval entre 400-1000 msnm. Mayor parte de rodales corresponden a matorral entre 600-1200 msnm. | Polígonos representados por Renovales entre 400-1000 msnm, bosque nativo entre 800-1000 msnm, praderas perennes y una pequeña parte por bosque de altura. | El 90% de los rodales de esta calificación se encuentra representado por bosque nativo de altura, es decir, bosque entre los 1000 y 1800 msnm. |
| Accesibilidad y Visibilidad (AV) | Rodales coincidentes con áreas sin visibilidad | Rodales coincidentes con áreas de poca o sin visibilidad | | En esta calificación, se puede encuentra representada en áreas de difícil y medianamente fácil acceso, pero de poca visibilidad. | El 80 % del área esta representada por áreas de fácil acceso y visible, el resto de los rodales entra en otras clasificaciones de accesibilidad pero siempre visible. |

Análisis Comparativo Fragilidad Adquirida y Variables Estudiadas

6.6.2. Análisis de la compatibilidad entre el mapa de Fragilidad Adquirida y el mapa de Zonificación del Parque Nacional Huerquehue

La Zona de Recuperación del Mapa de Zonificación de Manejo de la unidad, se asocia a Fragilidades Baja y Leve especialmente en el área periférica Norte de la unidad. Solo en algunos sectores se asocia a Fragilidad Fuerte y Moderada. En el sector NE de la unidad se asocia a Fragilidad Leve a Moderada.

Desde el punto de vista de la conservación Fragilidades Moderada y Leve, indica que el paisaje en ese sector específico, no es muy susceptible a ser dañado, ya que se está hablando de áreas alteradas. Según mapa de Zonificación estas áreas son de recuperación, lo cual confirma esta apreciación.

La zona de Uso Primitivo de la unidad, es representativa de áreas que se encuentran en estado natural y en apropiado estado de conservación, superponiendo el mapa de Fragilidad, una gran superficie de ésta, coincide con áreas de Fragilidad Fuerte y Severa, a excepción de pequeños sectores aledaños a los senderos que cruzan dichas áreas.

Con respecto a la zona de Uso Extensivo, se asocia a la categoría de Fragilidad Severa, debido a la gran cantidad de senderos que cruzan la superficie; además se concentra gran parte de la actividad turística, por lo tanto el área esta mayormente expuesta. Se debe destacar la influencia paisajística que aportan los lagos Verde, Toro, Chico y las lagunas Huerquehue, Los Patos y Sin Nombre.

Las zonas de Uso Especial y Uso Intensivo del mapa de Zonificación de la unidad, no guardan relación directa con alguna de las categorías de fragilidad descritas anteriormente; en la rivera del lago Tinquilco, se asocia con fragilidades Fuerte y Severa. A pesar de no existir un alto valor ecológico en el área, con respecto a la conservación, ya que el sector presenta cierto grado de alteración; la superficie se encuentra sobreexpuesta a la influencia humana, por lo tanto existe mayor posibilidad de alterar aún más el paisaje. En similar situación, se encuentran las restantes superficies que conforman las zonas de Uso Intensivo y Especial.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede decir que la metodología empleada para la valoración del paisaje es de gran utilidad en casos de planificación e implantación de determinados usos y actividades en un territorio específico. Esta resulta ser adecuada y asertiva, ya que al comparar los distintos grados de fragilidad con las características topográficas y vegetacionales de cada sector, se puede concluir que existe relación entre las clases de fragilidad y las características del entorno.

Resulta adecuado probar la factibilidad de los procesos utilizados en la integración de la información, con respecto a la valoración del paisaje. Por medio de este estudio, se pudo comprobar que no siempre es factible utilizar el mismo método de integración, ya que existen diferencias en la valoración de los parámetros estudiados.

Las técnicas de valoración del paisaje conocidas suelen ser criticadas o valoradas por los siguientes motivos: por su subjetividad, por que suelen aplicarse a áreas pequeñas, por que se utilizan para identificar y describir áreas que necesitan técnicas de conservación o políticas de protección, por que proporcionan inventarios completos y por que suelen ser componentes de la planificación de los usos de la tierra.

No existe una técnica de valoración del paisaje correcta que excluya a las demás y que se base en métodos subjetivos. Es difícil eliminar, e, incluso, reducir la subjetividad en las valoraciones. Es posible recurrir a las técnicas de valoración en grupo, como se realizó en el presente trabajo, instrumentando el consenso entre expertos a través del método Delphi (modificado). Sin embargo la subjetividad es consustancial a la valoración del paisaje, aumenta cuando se incluyen variables relacionadas con aspectos estéticos, culturales o relacionados con la percepción.

Se puede decir que la clasificación del territorio en términos de fragilidad, permite tener un conocimiento más completo de la zona de estudio, y puede servir de base para un aprovechamiento integral de los recursos naturales, por medio de pautas y restricciones en un ámbito ecológico, así como para la recuperación de áreas de vegetación nativa afectada, la creación de senderos y la conservación y protección de la flora y fauna.

Los estudios de fragilidad visual del paisaje son fundamentales para una correcta ordenación del territorio, especialmente en áreas protegidas en los que es prioritaria una política de conservación de la naturaleza y en aquellos en los que son compatibles usos como las actividades turísticas, recreativas o el uso público con la conservación de los recursos naturales.

Según el modelo general de integración, el número de variables derivadas de los elementos y características de cada punto del territorio que dieron origen a la cobertura Fragilidad Visual del Punto fue excesivo, hubiese sido suficiente con la integración de las variables vegetación, exposición y pendiente.

La cartografía desarrollada en cuanto a la Fragilidad del Paisaje, resulta de interés y de fácil aplicación en estudios de planificación de posibles actividades a desarrollar en el área de estudio.

A la vista de los resultados obtenidos por el mapa de Fragilidad Adquirida del Paisaje, a grandes rasgos, se observa que las zonas más frágiles coinciden con zonas de fácil acceso, presencia de bosques, y lugares de bellezas escénicas como lagos y lagunas; esto debido a que son áreas de alto valor ecológico, y cualquier clase de actividad en ellas podría provocar deterioro, por lo tanto, serán áreas de gran importancia para considerar en la planificación de los usos del territorio y su protección.

Zonas de Fragilidad Fuerte y Severa, se encuentran directamente relacionadas con sectores aledaños a los senderos dentro de la unidad, esto debido a la sobre exposición del área con respecto a los visitantes que transitan por la unidad.

La influencia de la vegetación y la clase de capacidad de los usos del suelo resulta muy marcada, se observa una reducción gradual de la fragilidad conforme se avanza hacia las zonas de mayor altura, lo que se manifiesta en una menor accesibilidad y una mayor presencia de formaciones vegetales de alto valor ecológico.

La topografía de la unidad está marcada por fuertes pendientes, cumbres y cerros de gran altura, razón por la cual, desde el punto de vista paisajístico, es un área bastante frágil, en el sentido de poder esconder algún acontecimiento producido en altura; por otro

lado, posee una vegetación bastante densa en la mayor parte del área, lo que permitiría atenuar en cierta forma, algún grado de alteración, siempre que este no sea demasiado grande e irreversible.

El análisis de fragilidad es muy útil para orientar al planificador sobre el trazado o ubicación ideal de determinados equipamientos, infraestructura y usos del área, de tal manera que se minimice el impacto ambiental sobre el medio natural, por lo tanto, es aconsejable utilizar de base el cálculo de la fragilidad del paisaje, antes de realizar la zonificación de un área determinada.

Con respecto al mapa de Fragilidad del Paisaje y el mapa de Zonificación de la unidad, es posible detectar ciertas coincidencias con respecto a las zonas de Uso Primitivo y zonas de Recuperación. Con respecto a las restantes categorías, no se detecta una clara tendencia, debido a que el mapa de zonificación fue creado para organizar el área protegida con respecto a las actividades que en ella se realizan.

Los sectores periféricos de la unidad presentan clases de Fragilidad Leve y Moderada, se encuentran asociados a zonas de Recuperación según el mapa de Zonificación de Manejo de la unidad; debido a que gran parte de estos sectores fueron afectados por incendios forestales. Se trata de áreas bastante alteradas, por lo tanto, poseen un valor ecológico inferior, y al ser utilizadas no sufrirían un impacto mayor al ya experimentado.

Las zonas de Baja y Moderada Fragilidad serán zonas adecuadas a la promoción de actividades en las cuales el paisaje constituya un factor de atracción; siempre que estas constituyan zonas de fácil accesibilidad.

Se aconseja considerar en futuros estudios relacionados con esta metodología, otras variables que no fueron utilizadas, debido a su complejidad, como por ejemplo: la compacidad (se refiere a la complejidad morfológica de la cuenca visual), forma y tamaño de la Cuenca Visual considerando la vegetación, ya que es un parámetro clave para el estudio de las condiciones visuales del territorio.

8.-BIBLIOGRAFÍA

Aguiló, A., Aramburú, M., Blanco A., Calatayud, T., Carrasco R., Castilla G., Castillo V., Ceñal M., Cifuentes P., Diaz A., Escribano R., Escribano M., Frutos M., Galiana F., García A., Gonzales S., Gonzales C., Iglesias del Pozo E., Martín A., Martínez E., Milara R., Monzón A., Oretaga C., Otero I., Pedraza J., Pinedo A., Puig J., Ramos A., Rodríguez I., Sanz M., Tevar G., Torrecilla I., Yoldi L., RHEA consultores, S.A., 1995. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Secretaría de Estado del Medio Ambiente y Vivienda. Madrid, España. 809 p.

Aguirre L., Levi B. 1964. Geología de la cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile. Boletín nº 17. Santiago, Chile.

Araya L., Oyarzún A., Lara A., Sandoval V., 1998. Catastro del Bosque Chileno. Actas del Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile.

Alvarez M. y Espluga A., 1999. Paisaje, Teledetección y SIG. Conceptos y aplicaciones. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar, pp 1-33.

Bosque, J. Martínez A. 1994. Sistemas de Información Geográficas prácticas con PC ARC/INFO e IDRISI. Ediciones RA-MA. Madrid, España. 478 p.

CONAF. 1984. Parques Nacionales Zonas Sur y Austral. Santiago, Chile. 125 p.

CONAF. 1987. Plan de Manejo Parque Nacional Villarrica. Documento de trabajo N°80. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura. 150 p.

CONAF. 1997. Folleto Parque Nacional Huerquehue. Santiago, Chile.

CONAF. 1999. Plan de Manejo Parque Nacional Huerquehue. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, 177p.

CONAF/CONAMA/BIRF. 1999. Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Regional Novena Región. Santiago, Chile. 88 p.

Donoso, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 483 p.

Edwards, W. 1977. How to use multiattribute utility measurement for social decision making. IEEE transactions on Systems, Man and Cybernetics. 326p.

Etienne M., Prado, C.. 1982. Descripción de la Vegetación Mediante la Cartografía de Ocupación de Tierras. Programa ARCHILI. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 120 p.

ETSIM (Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes), 1994. Planificación Física y Evaluación de Impactos, Casos Prácticos. Madrid, España. 205 p.

Figuroa, J. 1983. Antecedentes para el manejo y desarrollo del Parque Nacional Huerquehue IX Región. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 180 p.

González, M; Hauenstein, E; Baeza, C; Botacci, M; Elgueta, T. 1991. Comunidades boscosas y riqueza florística del Parque Nacional Huerquehue, IX Región, Chile. Actas del Congreso Internacional de Gestión de Recursos Naturales. Valdivia, Chile. 526 p.

Hernández, Z. 1980. Zonificación con Fines de Manejo en las Formaciones Vegetales presente en el Parque Nacional Lauca. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 101p.

Hernández, J. 1996. Procesos de Integración de la Información y Sistemas de Información Geográfica. UTSIM. Madrid, España. 13p.

Ibarra, M. 1992. Relaciones entre Árboles y Factores Ambientales. Apuntes de Clases de Ecología Forestal. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 89p.

IREN. 1970. Estudio integrado de los recursos naturales: Provincia de Cautín. Informe N°29. Santiago, Chile. 130 p.

Martínez V., Marín, I., Romero C. 2003. Valoración del Paisaje en la Zona Especial de Protección de Aves Carrizales y Sotos de Aranjuez. Geofocus, N°3. Madrid, España 21p.

Montoya A., Ramírez J., Stanford S. 2003. Valoración de la Calidad y Fragilidad Visual del Paisaje en el Valle de Zapolitán de las Salinas, Puebla (México). Boletín de la A. G. E. N° 35-2003. Pág. 123-136.

Peralta, M. 1976. Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 340 p.

Rodríguez, J. 1998. Diseño de un Índice de Riesgo de Incendio Forestal Mediante el Análisis de Imágenes LANDSAT-TM. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Temuco. Temuco, Chile. 52p.

Rivera, M. 1999. Propositiones Técnicas para las Actividades Ecoturísticas en el Parque Nacional Huerquehue. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 76 p.

SERNATUR. 1997. Parques Nacionales Zonas Sur y Austral. Santiago, Chile. 36 p.

9. ANEXOS

Anexo 1: Definición de Variables Generales

Tabla 1: Vegetación

| Variable | Definición | Formas Cuantificación | Situación |
|---|--|--|---|
| Cobertura de la Vegetación | Se define como la proporción del suelo o piso de la comunidad vegetal ocupada por la proyección de las partes aéreas del vegetal (Donoso, 1993) | La manera más simple de cuantificar es a través de una escala con cinco grados expresada en porcentaje de cubierta, del 1-100%. (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Factible de mapear por medio de información sobre el % de individuos por área con relación al área total. |
| Composición florística de la Vegetación | Lista de las especies que se encuentran presente en una comunidad o área determinada (Donoso, 1993). | Se cuantifica por medio de listas florísticas en parcelas de muestreo (Aguilo <i>et al</i> , 1995). La información se puede extraer de listados florísticos de la unidad antes realizados. | Se obtiene por medio de listados florísticos de la unidad. |
| Cromatismo de la vegetación | Elementos ópticos que por medio de su coloración, son capaces de enmascarar en mayor o menor grado actividades antrópicas. El contraste cromático dentro de la vegetación favorece el camuflaje (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Para cuantificar el cromatismo se estudiará la vegetación ya que un mayor valor de esta variable enmascara actividades. Este valor lo dará la diferencia de vegetación que exista en el área de estudio. | Variable factible de mapear por medio de escalas derivadas de los tipos de vegetación. |
| Densidad de la Vegetación | Distancia media entre individuos de la misma especie, es necesario saber el nº de individuos existentes/unidad de superficie definida (Donoso, 1993). | Por medio de escalas, la más comúnmente utilizada es el porcentaje de la relación que existe entre el nº de individuos por metro cuadrado. | Variable factible de mapear se puede utilizar material obtenido del catastro del bosque nativo. |
| Rareza | Indica la abundancia relativa de las comunidades o tipos vegetales. Dentro del área de estudio, mide el grado de representación de la unidad considerada dentro del área (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Va a depender directamente del nº de individuos por especie que exista en el área. Los grados se pueden dividir en formación escasa, relativamente escasa, formación rara, formación muy rara (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Variable posible de mapear, gracias a que se posee información de la superficie que ocupa cada especie en el área de estudio. |
| Recursos naturales singulares | Áreas que presenten alguna singularidad especial, como por ejemplo accidentes geomorfológicos importantes, lugares que acogen especies vegetales o animales raras o en peligro de extinción, espacios protegidos, entre otros (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | La manera de cuantificar es dar valor objetivamente a cada una de las características que presenten algún grado de singularidad. | Factible de mapear, dependiendo de los criterios utilizados |

| | | | |
|---------------------|---|---|------------------------------|
| Tipo de Combustible | Clasifica al territorio según la mayor o menor probabilidad de que se inicie el fuego. (Aguilo <i>et al</i> , 1995). Se refiere fundamentalmente a todo material leñoso o vegetal que se encuentra en los bosques, matorrales y pastizales (Julio y Giroz, 1975). | Para cuantificar ésta variable primero se clasificó la vegetación según un estudio realizado en el área de estudio por Rodríguez, 1998, el cual clasifica la sensibilidad al fuego según el tipo de vegetación. | Variable factible de mapear. |
|---------------------|---|---|------------------------------|

Tabla 2: Topografía

| Variable | Definición | Formas cuantificación | Intervención |
|------------|---|--|---|
| Altitud | Parámetro topográfico que determina la serie de los distintos pisos de vegetación (Aguilo <i>et al</i> , 1995), es la altura que existe tomando como 0 metros el nivel del mar | Fácil de cuantificar, ya que la información es obtenida a través de mapas topográficos. Se utilizan escalas según un gradiente de alturas sobre el nivel del mar | Variable fácil de mapear por medio de la digitalización de la carta IGM "Nevados de Caburgua" |
| Exposición | Parámetro topográfico que corresponde a la determinación de la posición de una superficie respecto a los puntos cardinales (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Para cuantificar la exposición es necesario considerar la iluminación, ya que en el hemisferio sur las zonas con mayor iluminación son norte y oeste | Variable topográfica fácil de mapear, por medio de un Modelo Digital de Elevación (MDT) |
| Pendiente | Variable topográfica que mide la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal, se agrupan en clases diversas, de manera que en cada clase las actividades se comporten en forma homogénea (Etienne, 1982) | Variable relativamente fácil de cuantificar por medio de información de curvas de nivel | Variable factible de mapear gracias a la existencia de un MDT. |

Tabla 3: Geomorfología

| Variable | Definición | Formas cuantificación | Intervención |
|---------------|--|---|--|
| Geomorfología | Estudio de las formas del relieve terrestre, de las características del terreno generalmente de tercer orden (valles, lagos, etc), creadas por un proceso natural (Aguilo <i>et al</i> , 1995). | Para efectos de este estudio se digitalizó el mapa Geológico de la zona en estudio. | Variable relativamente fácil de mapear por medio de la digitalización de mapa geomorfológico |
| Hidrografía | Elemento fundamental para describir y clasificar un área determinada. Se realizó una clasificación descriptiva de las distintas formas de presentación como lagos, ríos, entre otras (Aguilo <i>et al</i> , 1995). | Para cuantificar se dará mayor importancia a las grandes masas de aguas, ya sea de lagos y ríos y menos importancia a las masas de agua más pequeñas. | Variable fácil de mapear a través de la carta IGM 1:50000, "Nevados de Caburgua" |

Tabla 4: Suelos

| Variable | Definición | Formas Cuantificación | Intervención |
|--|--|---|---|
| Erosiona_bilidad | La erosión es la pérdida de nutrientes por lavado superficial y drenaje. La erosionabilidad es el grado de susceptibilidad del área a erosionarse (Peralta, 1976). | Para cuantificar se tomarán en cuenta los factores que condicionan la erosión, como factores del clima, suelo y antrópicos. | Variable factible de mapificar por medio de superposición de mapas de factores que propician este estado. |
| Variable | Definición | Formas Cuantificación | Intervención |
| Estructura del suelo | Define el estado de agregación de sus partículas componentes, minerales u orgánicas (Aguilo <i>et al</i> , 1995). Forma como se agrupan las partículas de suelo (Peralta, 1976). | Para cuantificar se mide en su forma, tamaño y grado cuando el suelo está seco, y en relación con su mayor o menor estabilidad frente al agua. | Para mapificar es necesario poseer información general de las características de estructura. |
| Tipo de Suelos | Unidad básica de clasificación de suelos, se define como única combinación de características superficiales como pendiente y pedregosidad y de características internas como textura, estructura, entre otras. (Peralta, 1976) | Para clasificar el tipo de suelos, en primer lugar se le da el nombre de la serie a la cual pertenece y luego la textura del horizonte A (Peralta, 1976) | Variable ya mapificada, se posee información al respecto. |
| Clase de Capacidad de Uso de la Tierra | Muestran el grado creciente de limitaciones o riesgos permanentes de la tierra, el agrupamiento otorga el mayor énfasis al efecto del suelo y del clima sobre el crecimiento de las plantas (Peralta, 1976). | Se expresan en números romanos del (I al VIII). Desde la clase I (Muy buena tierra, puede ser cultivada sin riesgo) hasta la clase VIII (sólo para vida silvestre, recreación o protección) | Variable mapificada, se posee información al respecto. |
| Uso Actual de la Tierra | Es el estudio y clasificación de lo que el usuario de la tierra o el agricultor hacen con ella en este momento (Peralta, 1976) | Peralta (1976), propone una escala que va separando las tierras desde la mayor intensidad de uso hasta las tierras sin uso. | Factible de mapificar, se posee información al respecto. |

Tabla 5: Cuenca Visual

| Variable | Definición | Formas cuantificación | Intervención |
|--------------------------|---|---|---|
| Área de la Cuenca Visual | Es la relación que existe entre la superficie de la cuenca visual de un punto, y la que se espera si el territorio fuera llano y sin obstáculos para la visión (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Se calcula en base a la distancia máxima que el ojo humano puede alcanzar (10 km) (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Variable factible de mapificar por medio de información topográfica |

| | | | |
|--------------------------------|--|---|--|
| Compacidad de la Cuenca Visual | Corresponde a la mayor o menor presencia de las zonas no vistas (zonas de sombra), dentro del contorno formado por los puntos vistos más lejanos. | Se puede clasificar de acuerdo al porcentaje de áreas no vistas. | Variable factible de mapificar por medio de información topográfica. |
| Forma de la Cuenca Visual | Se refiere a la forma geométrica de su delimitación, como elemento categorizador de las condiciones visuales del territorio (Aguilo <i>et al</i> , 1995) | Para se puede clasificar según el grado de regularidad de la forma geométrica (Aguilo <i>et al</i> , 1995). | Variable factible de mapificar por medio de información topográfica. |

Tabla 6: Accesibilidad

| Variable | Definición | Formas cuantificación | Intervención |
|---------------|---|---|--|
| Accesibilidad | Área de influencia, o sector en que las personas pueden causar algún tipo de intervención, y riesgo asociado a ella por las actividades que en ésta se realizan (Rodríguez, 1998) | Para cuantificar se realizó una escala según grado de influencia que ejerce en función de la distancia de un punto a un camino o sendero. | Variable factible de mapificar por medio de mapa de caminos y senderos de la unidad. |

Anexo 2: Base de Datos de las Variables

Tabla 1: Cobertura

| Identificador | Clave |
|---------------|------------|
| 1 | Denso |
| 2 | Semi denso |
| 3 | Abierto |

Denso: la cobertura de copa alcanza valores entre el 100% y 75%.

Semi denso: la cobertura de copas alcanza valores entre el 75% y 50%

Abierto: toda cobertura de copas menor al 50%.

Tabla 2: Composición Florística de la Vegetación según Tipo Forestal

| Identificador | Clave |
|---------------|--------------------|
| 1 | Roble-Rauli-Coihue |
| 2 | Araucaria |
| 3 | Lenga |
| 4 | Coihue-Rauli-Tepa |
| 5 | Renoval de Canelo |

Tabla 3: Composición Florística de la Vegetación Según Especie Dominante

| Identificador | Clave |
|---------------|--------------------|
| 1 | Coihue |
| 2 | Araucaria |
| 3 | Lenga |
| 4 | Coihue común-Lenga |
| 5 | Roble |
| 6 | Coihue-Tepa |
| 7 | Ñirre |
| 8 | Renoval Canelo |

Tabla 4: Cromatismo

| Identificador | Clave |
|---------------|-----------------------|
| 1 | Áreas desnudas |
| 2 | Praderas y Matorrales |
| 3 | Renoval |
| 4 | Bosque adulto-Renoval |
| 5 | Bosque Adulto |
| 6 | Plantaciones |

Tabla 5: Estructura de la Vegetación

| Identificador | Clave |
|---------------|---------------------------|
| 1 | Matorral |
| 2 | Bosque Nativo Adulto |
| 3 | Renoval |
| 4 | Bosque Nativo-Renoval |
| 5 | Bosque Nativo Achaparrado |

Tabla 6: Frecuencia Aparición de Especies en la Unidad.

| Espece | DOM1 | DOM2 | DOM3 | DOM4 | DOM5 | DOM6 | % |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Nothofagus dombeyi</i> | 378 | 54 | 95 | 0 | 5 | 0 | 17.3 |
| <i>Laurelia sempervirens</i> | 0 | 92 | 8 | 18 | 8 | 0 | 4.10 |
| <i>Dasyphyllum diacanthoides</i> | 0 | 12 | 31 | 0 | 0 | 0 | 1.40 |
| <i>Chusquea quila</i> | 83 | 4 | 3 | 21 | 49 | 0 | 5.21 |
| <i>Mq</i> | 4 | 0 | 0 | 11 | 10 | 5 | 0.98 |
| <i>Gevuina avellana</i> | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 6 | 0.46 |
| <i>Nothofagus obliqua</i> | 10 | 12 | 16 | 16 | 8 | 10 | 2.34 |
| <i>Lomatia hirsuta</i> | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0.10 |
| <i>Cervus elaphus</i> | 57 | 28 | 25 | 72 | 65 | 70 | 10.3 |
| <i>R u</i> | 0 | 1 | 0 | 0 | 16 | 7 | 0.78 |
| <i>Rhaphythammus spinosus</i> | 0 | 0 | 15 | 8 | 13 | 23 | 1.92 |
| <i>Amomyrtus luma</i> | 0 | 0 | 15 | 25 | 77 | 27 | 4.69 |
| <i>Araucaria araucana</i> | 26 | 156 | 115 | 147 | 13 | 0 | 14.8 |
| <i>Nothofagus pumilio</i> | 283 | 132 | 14 | 13 | 0 | 0 | 14.3 |
| <i>DA</i> | 0 | 0 | 0 | 40 | 17 | 0 | 1.86 |
| <i>Embothrium coccineum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0.20 |
| <i>Laurelia philippiana</i> | 0 | 5 | 231 | 25 | 0 | 0 | 8.50 |
| <i>Saxegothaea conspicua</i> | 0 | 241 | 7 | 5 | 0 | 0 | 8.24 |
| <i>Weinmannia Trichosperma</i> | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0.07 |
| <i>Pernettya mucronata o</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0.33 |
| <i>Rn</i> | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0.23 |
| <i>Fuchsia magellanica</i> | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0.07 |
| <i>Persea lingue</i> | 0 | 0 | 3 | 11 | 0 | 0 | 0.46 |
| <i>NT</i> | 20 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.78 |
| <i>Drimys winteri</i> | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.13 |
| <i>Myrceugenia exsucca</i> | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0.20 |
| <i>Luma apiculata</i> | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0.07 |
| <i>Pseudotsuga menziessi</i> | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.03 |
| Totales | 866 | 748 | 586 | 422 | 287 | 163 | 100. |

Tabla 7: Espece Menor Frecuencia

| Identificador | Clave |
|---------------|--------------------------------|
| 1 | <i>Pseudotsuga menziessi</i> |
| 2 | <i>Luma apiculata</i> |
| 3 | <i>Weinmannia Trichosperma</i> |
| 4 | <i>Fuchsia magellanica</i> |
| 5 | <i>Lomatia hirsuta</i> |
| 6 | <i>Embothrium coccineum</i> |

Tabla 8: Recursos Naturales Singulares

| Identificador | Clave |
|---------------|---------------------|
| 1 | Bosque Araucaria |
| 2 | Lagos-Lagunas |
| 3 | Mayores Alturas |
| 4 | Araucaria de Altura |

Tabla 9: Tipo de Combustible

| Identificador | Clave |
|---------------|-----------------------------------|
| 1 | Rocas y Suelo Expuesto |
| 2 | Bosque Adulto |
| 3 | Renovales |
| 4 | Arbusto, Renoval |
| 5 | Bosque Araucaria baja densidad |
| 6 | Nieves, Lagos, Acceso restringido |

Tabla 10: Altitud

| Identificador | Clave |
|---------------|------------|
| 1 | 0-250m |
| 2 | 250-500m |
| 3 | 500-750m |
| 4 | 750-1000m |
| 5 | 1000-1250m |
| 6 | 1250-1500m |
| 7 | 1500-1750m |

Tabla 11: Exposición

| Identificador | Clave |
|---------------|-----------|
| 1 | 45-135° E |
| 2 | 135-225°S |
| 3 | 225-315°O |
| 4 | 315-45°N |

Tabla 12: Pendiente

| Identificador | Clave |
|---------------|---------|
| 1 | 0-15% |
| 2 | 15-30% |
| 3 | 30-45% |
| 4 | 45-60% |
| 5 | 60-100% |

Tabla 13: Hidrología

| Distancia | Influencia |
|-----------|------------|
| 0-150 m | Alta |
| 150-500 m | Media |

Tabla 14: Pendiente/Cobertura

| Pendiente/Cobertura | Abierto | Semi Denso | Denso |
|---------------------|---------|------------|-------|
| 0-15% | baja | baja | baja |
| 15-30% | media | media | baja |
| 30-45% | fuerte | media | baja |
| 45-60% | fuerte | fuerte | media |
| 60-100% | fuerte | fuerte | media |

Tabla 15: Erosionabilidad

| Identificador | Clave |
|---------------|--------|
| 1 | Baja |
| 2 | Media |
| 3 | Fuerte |

Tabla 16: Serie de Suelos

| Identificador | Clave |
|---------------|-------|
| 1 | LV-ZE |
| 2 | HF |
| 3 | R-5 |
| 4 | CAB |

LV-ZE: Límite vegetacional y zona escarpada.

HF: Serie Huife (ver antecedentes PNH).

R-5: Terrenos rocosos, presencia de erosión muy fuerte.

CAB: Serie Caburgia (ver antecedentes PNH).

Tabla 17: Clase de Capacidad de Uso de la Tierra

| Identificador | Clave |
|---------------|-------|
| 1 | VIII |
| 2 | VIIe |

VIIe: Clase capacidad de uso VII se refiere a tierras regularmente adaptadas para empastadas y forestales, pero que tiene mayores riesgos o limitaciones para el uso de sus suelos principalmente por pendientes muy escarpadas, delgadas, secantes, de excesiva erosión y limitaciones a la explotación ganadera o forestal. La subclase "e" involucra todos los procesos y los fenómenos de escurrimiento

VIII: Clase de capacidad de uso VIII se refiere a tierras bien adaptadas solamente para vida silvestre, recreación o protección de hoya hidrográficas, comprende todos los terrenos con muy serias limitaciones en cuanto a su topografía, suelos, pendientes, clima, erosión, etc. (Peralta, 1976).

Tabla 18: Uso Actual del Suelo

| Identificador | Clave |
|---------------|---|
| 1 | Renoval Denso |
| 2 | Renoval Semi Denso |
| 3 | Renoval Abierto |
| 4 | Matorral Denso |
| 5 | Matorral Semi Denso |
| 6 | Matorral Abierto |
| 7 | Matorral Arborescente Denso |
| 8 | Matorral Arborescente Semi Denso |
| 9 | Matorral arborescente Abierto |
| 10 | Bosque Nativo Adulto Denso |
| 11 | Bosque Nativo Adulto Semi Denso |
| 12 | Bosque Nativo Abierto |
| 13 | Bosque Nativo Achaparrado Denso |
| 14 | Bosque Nativo Achaparrado Semi Denso |
| 15 | Bosque Nativo Adulto-Renoval Denso |
| 16 | Bosque Nativo Adulto-Renoval Semi Denso |
| 17 | Bosque Nativo Adulto-Renoval Abierto |
| 18 | Praderas Perennes |
| 19 | Plantación |
| 20 | Afloramientos Rocosos |
| 21 | Nieves |
| 22 | Lagos-Lagunas-Embalses-Tranques |
| 23 | Áreas Acceso Restringido |

Tabla 19: Cuenca Visual

| Identificador | Clave |
|---------------|-------------------|
| 1 | Áreas Visibles |
| 2 | Áreas No visibles |

Tabla 20: Accesibilidad

| Identificador | Clave |
|---------------|----------|
| 1 | 150m |
| 2 | 150-500 |
| 3 | 500-1000 |

Tabla 21: Geología

| Identificador | Clave |
|---------------|-------------------------------|
| 1 | Formación Curarrehue |
| 2 | Rocas Graníticas y Migmáticas |

Formación Curarrehue: data del Cretácico Superior, y se encuentran andesitas, tobas y brechas andesíticas y dacíticas, lutitas, areniscas y conglomerados.

Rocas Graníticas y Migmáticas: datan del Cretácico Superior y parte del Terciario. Aguirre y Levi, 1964.

Anexo 3: Encuestas y Resultados Aplicación Método Delphi

a) PRIMERA ENCUESTA

Método DELPHI modificado para la incorporación de la opinión de expertos

Nombre..... Especialidad.....

El Método DELPHI, es utilizado en la tarea de resolver problemas de asignación de valores y descripciones cualitativas integrando la participación de varios profesionales. Este método explícita y refina opiniones autorizadas, las cuáles se expresan individualmente (Aguilo *et al*, 1995). La mayor parte de la información fue rescatada del Catastro del Bosque Chileno (Araya *et al*, 1998), y el área de estudio corresponde al Parque Nacional Huerquehue, ubicado geográficamente entre los 39°03 - 30°13 LS y 71°33 - 71°46 LO. Posee una superficie total de 12500 ha.

A continuación se realizan algunas consultas sobre las preferencias de algunas variables que permitirán medir la fragilidad visual del paisaje en el Parque Nacional Huerquehue (PNH). Para mejor orientación del consultado al final de la consulta existe un anexo que le permitirá tener mayor claridad sobre determinadas variables.

1.- Definición e Importancia de las Variables

Podría indicar en la siguiente lista, ¿qué grado de interés le daría a cada una de las variables, en la determinación de la fragilidad visual del paisaje?. Indique.

Fragilidad visual del paisaje se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio, cuando se desarrolla un uso sobre él, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actividades posibles de desarrollar (Aguilo *et al*, 1995).

Grado de interés se refiere a la importancia que Ud. le daría a cada una de las variables, en el supuesto que tuviera que elegir algunas de éstas para realizar un estudio del medio y determinar su fragilidad visual.

Escala

- 1: Variable sin importancia o insignificante
- 2: Variable de poca importancia, se puede prescindir de ella
- 3: Variable de mediana importancia, necesaria pero no imprescindible
- 4: Variable importante y necesaria
- 5: Variable muy importante e imprescindible

| Lista de Variables | Grado de Interés |
|---|------------------|
| 1. Tipo Forestal | 1 2 3 4 5 |
| 2. Especies Dominantes | 1 2 3 4 5 |
| 3. Cobertura de la Vegetación | 1 2 3 4 5 |
| 4. Especies menos Encontradas | 1 2 3 4 5 |
| 5. Recursos Naturales singulares | 1 2 3 4 5 |
| 6. Pendiente | 1 2 3 4 5 |
| 7. Exposición | 1 2 3 4 5 |
| 8. Geomorfología | 1 2 3 4 5 |
| 9. Hidrología | 1 2 3 4 5 |
| 10. Suelos | 1 2 3 4 5 |
| 11. Estructura y grado de Erosionabilidad | 1 2 3 4 5 |
| 12. Uso según Altitud | 1 2 3 4 5 |
| 13. Accesibilidad y Visibilidad | 1 2 3 4 5 |

2.- Valoración de la Fragilidad del Paisaje

El punto completo será evaluado con la siguiente escala:

Para cada una de las siguientes clasificaciones de las variables que a continuación se detallan (información contenida en cada recuadro), indique a través de una escala de 1 a 5, el valor de la fragilidad visual según su preferencia:

1: 0-20% de fragilidad, indica baja susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso o actividad sobre la variable.

2: 20-40% de fragilidad, indica que la variable se comporta medianamente susceptible al cambio.

3: 40-60% de fragilidad, variable frágil y susceptible al cambio frente a cualquier actividad que se desarrolle sobre ella.

4: 60-80% de fragilidad, variable muy susceptible al cambio, al realizar cualquier clase de uso o actividad.

5: 80-100% de fragilidad, variable muy frágil, incapaz de soportar cualquier clase de impacto.

2.1. Tipo forestal o Especies Dominantes (en anexo 1, nº1 se entregan antecedentes sobre la composición florística de la unidad)

| Tipo Forestal | |
|-----------------------|-----------|
| 1. Roble-Rauli-Coihue | 1 2 3 4 5 |
| 2. Araucaria | 1 2 3 4 5 |
| 3. Lenga | 1 2 3 4 5 |
| 4. Coihue-Rauli-Tepa | 1 2 3 4 5 |
| 5. Renoval de Canelo | 1 2 3 4 5 |

| Especies Dominante | |
|-----------------------|-----------|
| 1. Coihue | 1 2 3 4 5 |
| 2. Araucaria | 1 2 3 4 5 |
| 3. Lenga | 1 2 3 4 5 |
| 4. Coihue común-Lenga | 1 2 3 4 5 |
| 5. Roble | 1 2 3 4 5 |
| 6. Coihue-Tepa | 1 2 3 4 5 |
| 7. Ñirre | 1 2 3 4 5 |
| 8. Renoval de Canelo | |

2.2. Especies Menos Encontradas (En anexo1, nº2 se encuentran antecedentes sobre éstas especies en particular)

Especies Menos Encontradas se refiere como su nombre lo indica a la especie menos frecuente dentro de las 6 especies dominantes menos encontradas, para el caso particular de las especies seleccionadas se resume en lo siguiente:

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. <i>Pseudotsuga menziessi</i> | 1 2 3 4 5 |
| 2. <i>Luma apiculata</i> | 1 2 3 4 5 |
| 3. <i>Weinmannia trichosperma</i> | 1 2 3 4 5 |
| 4. <i>Fuchsia magellanica</i> | 1 2 3 4 5 |
| 5. <i>Lomatia hirsute</i> | 1 2 3 4 5 |
| 6. <i>Embothrium coccineum</i> | 1 2 3 4 5 |

2.3. Cobertura de la Vegetación

Información rescatada del Catastro del Bosque Nativo. Denso, Semidenso, Abierto (100-75%, 75-25%, <25%) de cobertura de copas, respectivamente. (Araya *et al*, 1998).

| | |
|--------------|-----------|
| 1. Denso | 1 2 3 4 5 |
| 2. Semidenso | 1 2 3 4 5 |
| 3. Abierto | 1 2 3 4 5 |

2.4. Recursos Naturales Singulares

La unidad posee condiciones relevantes para desarrollar actividades recreativas y de contemplación por sus impresionantes bellezas naturales (SERNATUR, 1997). De gran importancia son los lagos, lagunas esteros que posee la unidad, entre los sitios de mayor belleza escénica destacan: lago Tinquilco, Verde, Toro; cerro Quinchol y cerro Araucano (CONAF, 1997).

| | |
|------------------------|-----------|
| 1. Bosque de Araucaria | 1 2 3 4 5 |
| 2. Lagos-Lagunas | 1 2 3 4 5 |
| 3. Mayores Alturas | 1 2 3 4 5 |
| 4. Araucaria de Altura | 1 2 3 4 5 |

2.5. Pendiente

| | |
|------------|-----------|
| 1. 0-15% | 1 2 3 4 5 |
| 2. 15-30% | 1 2 3 4 5 |
| 3. 30-45% | 1 2 3 4 5 |
| 4. 45-60% | 1 2 3 4 5 |
| 5. 60-100% | 1 2 3 4 5 |

Para cada una de las siguientes clasificaciones de las variables que a continuación se detallan, indique a través de una escala de 1 a 5, el valor de la fragilidad visual según su preferencia:

- 1: 0-20% de fragilidad, indica baja susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso o actividad sobre la variable.
- 2: 20-40% de fragilidad, indica que la variable se comporta medianamente susceptible al cambio.
- 3: 40-60% de fragilidad, variable frágil y susceptible al cambio frente a cualquier actividad que se desarrolle sobre ella.
- 4: 60-80% de fragilidad, variable muy susceptible al cambio, al realizar cualquier clase de uso o actividad.
- 5: 80-100% de fragilidad, variable muy frágil, incapaz de soportar cualquier clase de impacto.

2.6. Exposición

| | |
|--------------|-----------|
| 1. 0-45°E | 1 2 3 4 5 |
| 2. 45-135°N | 1 2 3 4 5 |
| 3. 135-225°O | 1 2 3 4 5 |
| 4. 225-315°S | 1 2 3 4 5 |
| 5. 315-360°E | 1 2 3 4 5 |

2.7. Geología.

Formación Curarrehue: resultado de un período de intensa actividad volcánica hace aproximadamente 100 millones de años es el período Cretácico superior de la era Secundaria o Mesozoica. Los sedimentos más antiguos de la corteza terrestre en la unidad pertenecen a ésta formación, y en la unidad aparece integrada en su mayor parte por brechas andesíticas alteradas, verdosas y tobas brechosas. (Aguirre, 1964; CONAF 1987)

Rocas Graníticas: formación posterior a la formación Curarrehue, afloramiento de rocas graníticas, constituidas por dioritas, granitos, granodioritas y tonalitas, éstas rocas son recubiertas parcialmente tanto por materiales lávicos de erupciones volcánicas cuaternarias. (Aguirre, 1964; CONAF, 1987).

| | |
|-------------------------|-----------|
| 1. Formación Curarrehue | 1 2 3 4 5 |
| 2. Rocas Graníticas | 1 2 3 4 5 |

2.8. Hidrología

Se refiere a la distancia que existe desde el curso de agua hasta los 150 y 500m respectivamente.

| | |
|-------------|-----------|
| 1. 0-150m | 1 2 3 4 5 |
| 2. 150-500m | 1 2 3 4 5 |

2.9. Suelos

LU-ZE (VIII): Límite vegetacional y zona escarpada, de clase de capacidad de uso VIII (suelo sólo para vida silvestre)

R-5VIII (VIII): Terrenos rocosos, que presentan erosión muy fuerte. Clase de capacidad de uso (CCU) VIII

HF (VIIe): Suelos a partir de cenizas volcánicas entre los 900 y 1780 msnm. Suelos profundos, de colores pardos, estructura moderada, bien drenados, y con la tercera estrata pesada, no

presenta problemas de arraigamiento, y su principal limitante es lo escarpado del relieve. Asociado a CCU VIIe (para el desarrollo de actividades de pastoreo, forestal limitado y vida silvestre, además "e", involucra todos los procesos de erosión y los fenómenos de escurrimiento.

CAB (VIIe): Suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, entre los 900 y 1780 msnm, moderadamente profundos, bien drenados, colores pardos, textura media, su principal limitante son las características que presenta el relieve (Peralta, 1967).

| | |
|-----------------|-----------|
| 1. LV-ZE (VIII) | 1 2 3 4 5 |
| 2. HF (VIIe) | 1 2 3 4 5 |
| 3. R-5 (VIII) | 1 2 3 4 5 |
| 4. CAB (VIIe) | 1 2 3 4 5 |

2.10. Estructura de la vegetación y grado de Erosionabilidad:

La estructura de bosque está referido esencialmente al bosque nativo, el cual es clasificado en las siguientes categorías: renoval, matorral, bosque nat. adulto, bosque nativo achaparrado, bosque nativo-renoval. El concepto de Erosionabilidad fue producto de la fusión de la información de pendiente y cobertura:

| Pendiente/Cobertura | Abierto | Semi Denso | Denso |
|---------------------|---------|------------|-------|
| 0-15% | baja | Baja | baja |
| 15-30% | media | Media | baja |
| 30-45% | fuerte | Media | baja |
| 45-60% | fuerte | Fuerte | media |
| 60-100% | fuerte | Fuerte | media |

| | |
|---|-----------|
| 1. Renoval Altamente Erosionable | 1 2 3 4 5 |
| 2. Renoval Medianamente Erosionable | 1 2 3 4 5 |
| 3. Matorral Altamente Erosionable | 1 2 3 4 5 |
| 4. Matorral Medianamente Erosionable | 1 2 3 4 5 |
| 5. BN Adulto Altamente Erosionable | 1 2 3 4 5 |
| 6. BN Achaparrado Altamente Erosionable | 1 2 3 4 5 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 7. BN Adulto-Ren. Alt. Eros | 1 2 3 4 5 |
| 8. Plantación (Pino oregon) | 1 2 3 4 5 |
| 9. Praderas Perenne | 1 2 3 4 5 |
| 10. Lagos-Lagunas-Nieves | 1 2 3 4 5 |
| 11. Afloramientos Rocosos | 1 2 3 4 5 |

Para cada una de las siguientes clasificaciones de las variables que a continuación se detallan, indique a través de una escala de 1 a 5, el valor de la fragilidad visual según su preferencia:

- 1: 0-20% de fragilidad, indica baja susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso o actividad sobre la variable.
- 2: 20-40% de fragilidad, indica que la variable se comporta medianamente susceptible al cambio.
- 3: 40-60% de fragilidad, variable frágil y susceptible al cambio frente a cualquier actividad que se desarrolle sobre ella.
- 4: 60-80% de fragilidad, variable muy susceptible al cambio, al realizar cualquier clase de uso o actividad.
- 5: 80-100% de fragilidad, variable muy frágil, incapaz de soportar cualquier clase de impacto.

2.11. Uso según Altitud

Uso se refiere al "uso actual del suelo", principal descriptor de la vegetación, en conjunto con la información de altitud.

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 1. Renoval (400-1000) | 1 2 3 4 5 |
| 2. Renoval (1000-1600) | 1 2 3 4 5 |
| 3. Matorral (600-1000) | 1 2 3 4 5 |
| 4. Matorral (1200-1800) | 1 2 3 4 5 |
| 5. Bosque Nativo (800-1000) | 1 2 3 4 5 |
| 6. Bosque Nativo (1000-1800) | 1 2 3 4 5 |
| 7. Praderas Perennes (800-1400) | 1 2 3 4 5 |
| 8. Plantación (800-1000) | 1 2 3 4 5 |
| 9. Lagos-Lagunas (600-1400) | 1 2 3 4 5 |
| 10. Afloramientos Rocosos-Nieves | 1 2 3 4 5 |

2.12. Accesibilidad y Visibilidad

Accesibilidad se refiere al grado de acceso que existe a los distintos puntos de la unidad, y el concepto de visibilidad apunta a que áreas son observables, ambos conceptos están medidos desde puntos en los senderos, principal lugar de acceso para el visitante en un área protegida.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Área Inaccesible y sin Visibilidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Área inaccesible de poca Visibilidad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Área difícil Acceso-Visible | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Área Medianamente Difícil Acceso-Visible | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Área fácil Acceso-Visible | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Senderos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

3.- Si existe algún otro atributo que Ud. cree que es factible de utilizar en la determinación de la fragilidad visual del paisaje, nómbrelo por favor.

Bibliografía:

Aguilo, A., Aramburu, M., Blanco A., Calatayud, T., Carrasco R., Castilla G., Castillo V., Ceñal M., Cifuentes P., Diaz A., Escribano R., Escribano M., Frutos M., Galiana F., García A., Gonzales S., Gonzales C., Iglesias del Pozo E., Martin A., Martínez E., Milara R., Monzón A., Oretaga C., Otero I., Pedraza J., Pinedo A., Puig J., Ramos A., Rodríguez I., Sanz M., Tevar G., Torrecilla I., Yoldi L., RHEA consultores, S.A., 1995.. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Secretaría de Estado del Medio Ambiente y Vivienda. Madrid, España. 809 p.

Aguirre L., Levi B. 1964. Geología de la cordillera de los Andes de las provincias de Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue. Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile. Boletín nº 17. Santiago, Chile.

Araya L., Oyarzun A., Lara A., Sandoval V., 1998. "El Catastro del Bosque Chileno". Actas del Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile.

CONAF. 1984. Parques Nacionales Zonas Sur y Austral. Santiago, Chile. 125 p.

CONAF. 1997. Folleto Parque Nacional Huerquehue. Santiago, Chile.

Peralta, M. 1976. Uso, Clasificación y Conservación de Suelos. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 340 p.

b) SEGUNDA ENCUESTA

Método DELPHI modificado para la incorporación de la opinión de expertos (2ª Parte)

Nombre..... Especialidad.....

El Método DELPHI, es utilizado en la tarea de resolver problemas de asignación de valores y descripciones cualitativas integrando la participación de varios profesionales. Este método explícita y refina opiniones autorizadas, las cuáles se expresan individualmente.

La segunda parte tiene como objeto mostrar la tendencia de los resultados de la 1ª encuesta realizada, ésta fue contestada por 10 personas. El resumen de ésta se presenta por medio de los campos "promedio", "media", "moda" y "error" (error estándar). Califique nuevamente éstos resultados, para así llegar a una convergencia que esté dirigida hacia valores representativos de la realidad.

1.- Definición e Importancia de las Variables

Podría indicar en el siguiente listado, ¿qué grado de interés le daría a cada una de las variables, en la determinación de la fragilidad visual del paisaje?. Indique.

Fragilidad visual del paisaje se define como la susceptibilidad de un paisaje al cambio, cuando se desarrolla un uso sobre él, expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actividades posibles de desarrollar (Aguilo *et al*, 1995).

Grado de interés se refiere a la importancia que Ud. le daría a cada una de las variables, en el supuesto que tuviera que elegir algunas de éstas para realizar un estudio del medio y determinar su fragilidad visual.

Escala

- 1: Variable sin importancia o insignificante
- 2: Variable de poca importancia, se puede prescindir de ella
- 3: Variable de mediana importancia, necesaria pero no imprescindible
- 4: Variable importante y necesaria
- 5: Variable muy importante e imprescindible

| Lista de Variables | Grado Interés 1ª encuesta | | | | Grado de Interés |
|---|---------------------------|-------|------|-------|------------------|
| | Promedio | Media | Moda | error | |
| 1. Tipo Forestal | 4,25 | 4,5 | 5 | 0,31 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Especies Dominantes | 3,75 | 4 | 4 | 0,25 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Cobertura de la Vegetación | 4,25 | 4,5 | 5 | 0,31 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Especies menos Encontradas | 2,13 | 2 | 2 | 0,22 | 1 2 3 4 5 |
| 5. Recursos Naturales singulares | 4,00 | 4 | 5 | 0,32 | 1 2 3 4 5 |
| 6. Pendiente | 3,00 | 3 | 3 | 0,37 | 1 2 3 4 5 |
| 7. Exposición | 2,63 | 3 | 3 | 0,32 | 1 2 3 4 5 |
| 8. Geomorfología | 2,50 | 3 | 3 | 0,26 | 1 2 3 4 5 |
| 9. Hidrología | 3,38 | 3,5 | 5 | 0,49 | 1 2 3 4 5 |
| 10. Suelos | 3,25 | 3,5 | 4 | 0,36 | 1 2 3 4 5 |
| 11. Estructura y grado de Erosionabilidad | 4,00 | 4 | 4 | 0,26 | 1 2 3 4 5 |
| 12. Uso según Altitud | 4,13 | 4,5 | 5 | 0,39 | 1 2 3 4 5 |
| 13. Accesibilidad y Visibilidad | 4,00 | 4 | 4 | 0,46 | 1 2 3 4 5 |

2.- Valoración de la Fragilidad del Paisaje

El punto completo será evaluado con la siguiente escala:

Para cada una de las siguientes clasificaciones de las variables que a continuación se detallan (información contenida en cada recuadro), indique a través de una escala de 1 a 5, el valor de la fragilidad visual según su preferencia:

- 1: 0-20% de fragilidad, indica baja susceptibilidad al cambio cuando se desarrolla un uso o actividad sobre la variable.
- 2: 20-40% de fragilidad, indica que la variable se comporta medianamente susceptible al cambio.
- 3: 40-60% de fragilidad, variable frágil y susceptible al cambio frente a cualquier actividad que se desarrolle sobre ella.
- 4: 60-80% de fragilidad, variable muy susceptible al cambio, al realizar cualquier clase de uso o actividad.
- 5: 80-100% de fragilidad, variable muy frágil, incapaz de soportar cualquier clase de impacto.

2.1. Tipo forestal o Especies Dominantes (en anexo 1, n°1 se entregan antecedentes sobre la composición florística de la unidad)

| Lista de Variables Según Tipo Forestal | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | error | |
| 1. Roble-Rauli-Coihue | 2,5 | 2,5 | 2 | 0,16 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Araucaria | 3,5 | 4 | 4 | 0,30 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Lenga | 3,1 | 3 | 3 | 0,23 | 1 2 3 4 5 |
| 5. Coihue-Rauli-Tepa | 2,6 | 3 | 3 | 0,16 | 1 2 3 4 5 |
| 6. Renoval de Canelo | 2,0 | 2 | 1 | 0,39 | 1 2 3 4 5 |

| Lista de Variables Según Especies Dominantes | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. Coihue | 2,7 | 2,5 | 2 | 0,42 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Araucaria | 3,8 | 4 | 4 | 0,36 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Lenga | 3,1 | 3 | 4 | 0,28 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Coihue común-Lenga | 2,9 | 3 | 3 | 0,23 | 1 2 3 4 5 |
| 5. Roble | 2,3 | 2 | 2 | 0,15 | 1 2 3 4 5 |
| 6. Coihue-Tepa | 2,8 | 3 | 3 | 0,25 | 1 2 3 4 5 |
| 7. Nirre | 2,6 | 3 | 3 | 0,27 | 1 2 3 4 5 |
| 8. Renoval de Canelo | 2,2 | 2 | 2 | 0,39 | 1 2 3 4 5 |

2.2. Especies Menos Encontradas (En anexo1, n°2 se encuentran antecedentes sobre éstas especies en particular. Se refiere como su nombre lo indica a la especie menos frecuente dentro de las 6 especies dominantes menos encontradas, para el caso particular de las especies seleccionadas se resume en lo siguiente:

| Lista de Variables Según Especies Menos Encontradas | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|--|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. Psudotsuga menziessi | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 0,33 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Luma apiculata | 2,2 | 2,0 | 2 | 0,33 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Weinmannia trichosperma | 2,4 | 2,0 | 2 | 0,27 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Fuchsia magellanica | 2,8 | 3,0 | 3 | 0,25 | 1 2 3 4 5 |
| 5. Lomatia hirsute | 2,7 | 3,0 | 4 | 0,37 | 1 2 3 4 5 |
| 6. Embotrium coccineum | 3,2 | 3,0 | 3 | 0,29 | 1 2 3 4 5 |

2.3. Cobertura de la Vegetación

Información rescatada del Catastro del Bosque Nativo. Denso, Semidenso, Abierto (100-75%, 75-25%, <25%) de cobertura de copas, respectivamente. (Araya *et al*, 1998).

| Lista de Variables Cobertura de la Vegetación | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|--|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | error | |
| 1. Denso | 3,5 | 4 | 4 | 0,31 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Semidenso | 2,8 | 3 | 3 | 0,21 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Abierto | 2,5 | 2 | 2 | 0,37 | 1 2 3 4 5 |

2.4. Recursos Naturales Singulares

La unidad posee condiciones relevantes para desarrollar actividades recreativas y de contemplación por sus impresionantes bellezas naturales (SERNATUR, 1998). De gran importancia son los lagos, lagunas esteros que posee la unidad.

| Lista de Variables Según Recursos Naturales Singulares | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. Bosque de Araucaria | 3,9 | 4 | 4 | 0,35 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Lagos-Lagunas | 3,8 | 4 | 4 | 0,32 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Mayores Alturas | 2,6 | 3 | 2 | 0,45 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Araucaria de Altura | 3,2 | 3 | 3 | 0,42 | 1 2 3 4 5 |

2.5. Variables Físicas

| Lista de Variables Según Pendiente | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---------------------------------------|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. 0-15% | 1,9 | 2 | 2 | 0,20 | 1 2 3 4 5 |
| 2. 15-30% | 2,8 | 3 | 3 | 0,22 | 1 2 3 4 5 |
| 3. 30-45% | 3,3 | 3 | 3 | 0,25 | 1 2 3 4 5 |
| 4. 45-60% | 3,5 | 4 | 4 | 0,48 | 1 2 3 4 5 |
| 5. 60-100% | 3,9 | 4 | 4 | 0,36 | 1 2 3 4 5 |

| Lista de Variables Según Exposición | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|--|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. 315°-45° N | 3,8 | 4 | 4 | 0,37 | 1 2 3 4 5 |
| 2. 45-135° E | 3,0 | 3 | 3 | 0,33 | 1 2 3 4 5 |
| 3. 135-225° S | 2,9 | 3 | 3 | 0,30 | 1 2 3 4 5 |
| 4. 225-315° O | 3,6 | 4 | 4 | 0,32 | 1 2 3 4 5 |

2.6. Geología

Formación Curarrehue: resultado de un período de intensa actividad volcánica hace aproximadamente 100 millones de años es el período Cretácico superior de la era Secundaria o Mesozoica. Los sedimentos más antiguos de la corteza terrestre en la unidad pertenecen a ésta formación, y en la unidad aparece integrada en su mayor parte por brechas andesíticas alteradas, verdosas y tobas brechosas. (Aguirre, 1964; Conaf, 1987)

Rocas Graníticas: formación posterior a la formación Curarrehue, afloramiento de rocas graníticas, constituidas por dioritas, granitos, granodioritas y tonalitas, éstas rocas son recubierta parcialmente tanto por materiales lávicos de erupciones volcánicas cuaternarias. (Aguirre, 1964; Conaf, 1987)

| Lista de Variables Geología | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|--------------------------------|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. Formación Curarrehue | 2,9 | 3 | 4 | 0,32 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Rocas Graníticas | 2,9 | 3 | 3 | 0,36 | 1 2 3 4 5 |

2.7. Hidrología

Se refiere a la distancia que existe desde el curso de agua hasta los 150 y 500m respectivamente.

| Lista de Variables Hidrología | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|----------------------------------|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. 0-150m | 4,3 | 4 | 4 | 0,17 | 1 2 3 4 5 |
| 2. 150-500m | 3,1 | 3 | 3 | 0,23 | 1 2 3 4 5 |

2.8. Suelos

LU-ZE (VIII): Límite vegetacional y zona escarpada, de clase de capacidad de uso VIII (suelo sólo para vida silvestre)

R-5VIII (VIII): Terrenos rocosos, que presentan erosión muy fuerte. Clase de capacidad de uso (CCU) VIII

HF (VIIe): Suelos a partir de cenizas volcánicas entre los 900 y 1780 msnm. Suelos profundos, de colores pardos, estructura moderada, bien drenados, y con la tercera estrata pesada, no

presenta problemas de arraigamiento, y su principal limitante es lo escarpado del relieve. Asociado a CCU VIIe (para el desarrollo de actividades de pastoreo, forestal limitado y vida silvestre, además "e", involucra todos los procesos de erosión y los fenómenos de escurrimiento.

CAB (VIIe): Suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, entre los 900 y 1780 msnm, moderadamente profundos, bien drenados, colores pardos, textura media, su principal limitante son las características que presenta el relieve (Peralta, 1967).

| Lista de Variables Suelos | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|------------------------------|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. LV-ZE (VIII) | 3,5 | 4 | 4 | 0,33 | 1 2 3 4 5 |
| 2. HF (VIIe) | 3,1 | 3 | 3 | 0,26 | 1 2 3 4 5 |
| 3. R-5 (VIII) | 4,0 | 4 | 4 | 0,20 | 1 2 3 4 5 |
| 4. CAB (VIIe) | 3,8 | 4 | 3 | 0,31 | 1 2 3 4 5 |

2.9. Estructura de la vegetación y grado de Erosionabilidad

La estructura de bosque está referido esencialmente al bosque nativo, el cual es clasificado en las siguientes categorías: renoval, matorral, bosque nat. adulto, bosque nativo achaparrado, bosque nativo-renoval. El concepto de Erosionabilidad fue producto de la fusión de la información de pendiente y cobertura:

| Pendiente/Cobertura | Abierto | Semi Denso | Denso |
|---------------------|---------|------------|-------|
| 0-15% | baja | Baja | baja |
| 15-30% | media | Media | baja |
| 30-45% | fuerte | Media | baja |
| 45-60% | fuerte | Fuerte | media |
| 60-100% | fuerte | Fuerte | media |

| Lista de Variables Estruc. Vegetación y Grado Erosionab. | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. Renoval Altamente Erosionable | 4,2 | 4 | 4 | 0,29 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Renoval Medianamente Erosionable | 3,6 | 4 | 4 | 0,27 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Matorral Altamente Erosionable | 3,2 | 3 | 4 | 0,48 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Matorral Medianamente Erosionable | 3,1 | 3 | 2 | 0,33 | 1 2 3 4 5 |
| 5. BN Adulto Altamente Erosionable | 4,1 | 4 | 5 | 0,31 | 1 2 3 4 5 |
| 6. BN Achaparrado Altamente Erosionable | 3,7 | 4 | 5 | 0,47 | 1 2 3 4 5 |
| 7. BN Adulto-Renoval Altamente Erosionable | 4,0 | 4 | 5 | 0,37 | 1 2 3 4 5 |
| 8. Plantación (Pino oregon) | 2,7 | 3 | 2 | 0,39 | 1 2 3 4 5 |
| 9. Praderas Perennes | 2,7 | 3 | 3 | 0,26 | 1 2 3 4 5 |
| 10. Lagos-Lagunas-Nieves | 3,0 | 3 | 5 | 0,27 | 1 2 3 4 5 |
| 11. Afloramientos Rocosos | 2,6 | 3 | 4 | 0,29 | 1 2 3 4 5 |

2.10. Uso según Altitud

Uso se refiere al "uso actual del suelo", principal descriptor de la vegetación, en conjunto con la información de altitud.

| Lista de Variables Uso Según Altitud | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---|------------------------|-------|------|-------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| 1. Renoval (400-1000) | 3,2 | 3 | 3 | 0,24 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Renoval (1000-1600) | 3,3 | 3 | 4 | 0,26 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Matorral (600-1000) | 2,9 | 3 | 3 | 0,21 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Matorral (1200-1800) | 2,7 | 2 | 3 | 0,34 | 1 2 3 4 5 |
| 5. Bosque Nativo (800-1000) | 3,5 | 3 | 4 | 0,30 | 1 2 3 4 5 |
| 6. Bosque Nativo (1000-1800) | 3,3 | 3 | 3 | 0,23 | 1 2 3 4 5 |
| 7. Praderas Perennes (800-1400) | 2,7 | 3 | 3 | 0,37 | 1 2 3 4 5 |
| 8. Plantación (800-1000) | 2,3 | 2 | 3 | 0,33 | 1 2 3 4 5 |
| 9. Lagos-Lagunas (600-1400) | 2,6 | 3 | 3 | 0,26 | 1 2 3 4 5 |
| 10. Afloramientos Rocosos-Nieves | 2,2 | 2 | 2 | 0,29 | 1 2 3 4 5 |

2.11. Accesibilidad y Visibilidad

Accesibilidad se refiere al grado de acceso que existe a los distintos puntos de la unidad, y el concepto de visibilidad apunta a que áreas son observables, ambos conceptos están medidos desde puntos en los senderos, principal lugar de acceso para el visitante en un área protegida.

| Lista de Variables | Fragilidad 1ª Encuesta | | | | Fragilidad |
|---|------------------------|----------|----------|-------------|------------|
| | Promedio | Media | Moda | Error | |
| Accesibilidad y Visibilidad | | | | | |
| 1. Área Inaccesible y sin Visibilidad | 1,7 | 1 | 1 | 0,39 | 1 2 3 4 5 |
| 2. Área inaccesible de poca Visibilidad | 2,1 | 2 | 1 | 0,36 | 1 2 3 4 5 |
| 3. Área difícil Acceso-Visible | 3,1 | 3 | 3 | 0,31 | 1 2 3 4 5 |
| 4. Área Medianamente Difícil Acceso-Visible | 3,4 | 4 | 4 | 0,34 | 1 2 3 4 5 |
| 5. Área fácil Acceso-Visible | 3,9 | 4 | 4 | 0,39 | 1 2 3 4 5 |
| 6. Senderos | 4,6 | 5 | 5 | 0,16 | 1 2 3 4 5 |

c) RESULTADOS PRIMERA PARTE “Grado de Interés”

Tabla 4: Valor promedio Grado de Interés de las Variables

| Lista de Variables | Grado Interés |
|---------------------------------------|---------------|
| Tipo Forestal | 4,3 |
| Especies Dominantes | 3,8 |
| Cobertura de la Vegetación | 4,3 |
| Especies menos Encontradas | 2,1 |
| Recursos Naturales singulares | 4,0 |
| Pendiente | 3,0 |
| Exposición | 2,6 |
| Geomorfología | 2,5 |
| Hidrología | 3,4 |
| Suelos | 3,3 |
| Estructura y grado de Erosionabilidad | 4,0 |
| Uso según Altitud | 4,3 |
| Accesibilidad y Visibilidad | 4,0 |

c) RESULTADOS SEGUNDA PARTE “Fragilidad”

Tabla 5: Tipo Forestal

| Campos | Fragilidad |
|--------------------|------------|
| Roble-Rauli-Coihue | 2.5 |
| Araucaria | 3.5 |
| Lenga | 3.1 |
| Coihue-Rauli-Tepa | 2.6 |
| Renoval de Canelo | 2.0 |

Tabla 6: Composición Florística de la Vegetación Según Especie Dominante

| Campos | Fragilidad |
|--------------------|------------|
| Coihue | 2.7 |
| Araucaria | 3.8 |
| Lenga | 3.1 |
| Coihue común-Lenga | 2.9 |
| Roble | 2.3 |
| Coihue-Tepa | 2.8 |
| Ñirre | 2.6 |
| Renoval Canelo | 2.2 |

Tabla 7: Especie menor Frecuencia

| Campos | Fragilidad |
|-------------------------|------------|
| Psudotsuga menziessi | 2.0 |
| Luma apiculata | 2.2 |
| Weinmannia Trichosperma | 2.4 |
| Fuchsia magellanica | 2.8 |
| Lomatia hirsute | 2.7 |
| Embothrium coccineum | 3.2 |

Tabla 8: Cobertura de la vegetación

| Campos | Fragilidad |
|------------|------------|
| Denso | 3.5 |
| Semi denso | 2.8 |
| Abierto | 2.5 |

Tabla 9: Recursos Naturales Singulares

| Campos | Fragilidad |
|---------------------|------------|
| Bosque Araucaria | 3.9 |
| Lagos-Lagunas | 3.8 |
| Mayores Alturas | 2.6 |
| Araucaria de Altura | 3.2 |

Tabla 10: Exposición

| Campos | Fragilidad |
|-----------|------------|
| 0-45° E | 2.6 |
| 45-135° N | 3.0 |
| 135-225°O | 2.9 |
| 225-315°S | 3.8 |
| 315-360°E | 2.6 |

Tabla 11: Pendiente

| Campos | Fragilidad |
|---------|------------|
| 0-15% | 1.9 |
| 15-30% | 2.8 |
| 30-45% | 3.3 |
| 45-60% | 3.5 |
| 60-100% | 3.9 |

Tabla 12: Geología

| Campos | Fragilidad |
|-------------------------------|------------|
| Formación Curarrehue | |
| Rocas Graníticas y Migmáticas | |

Tabla 13: Hidrología

| Campos | Fragilidad |
|-----------|------------|
| 0-150 m | 4.3 |
| 150-500 m | 3.1 |

Tabla 14: Suelos

| Campos | Fragilidad |
|--------------|------------|
| LU-ZE (VIII) | 3.5 |
| HF (VIIe) | 3.1 |
| R-5 (VIII) | 4.0 |
| CAB (VIIe) | 3.8 |

Tabla 15: Accesibilidad y Visibilidad

| Campos | Fragilidad |
|--------|------------|
| | |

| | |
|--|-----|
| Area Inaccesible y sin Visibilidad | 1.7 |
| Area Inaccesible de poca Visibilidad | 2.1 |
| Area Difícil Acceso-Visible | 3.1 |
| Area Medianamente Difícil Acceso-Visible | 3.4 |
| Area Fácil Acceso-Visible | 3.9 |
| Senderos | 4.6 |

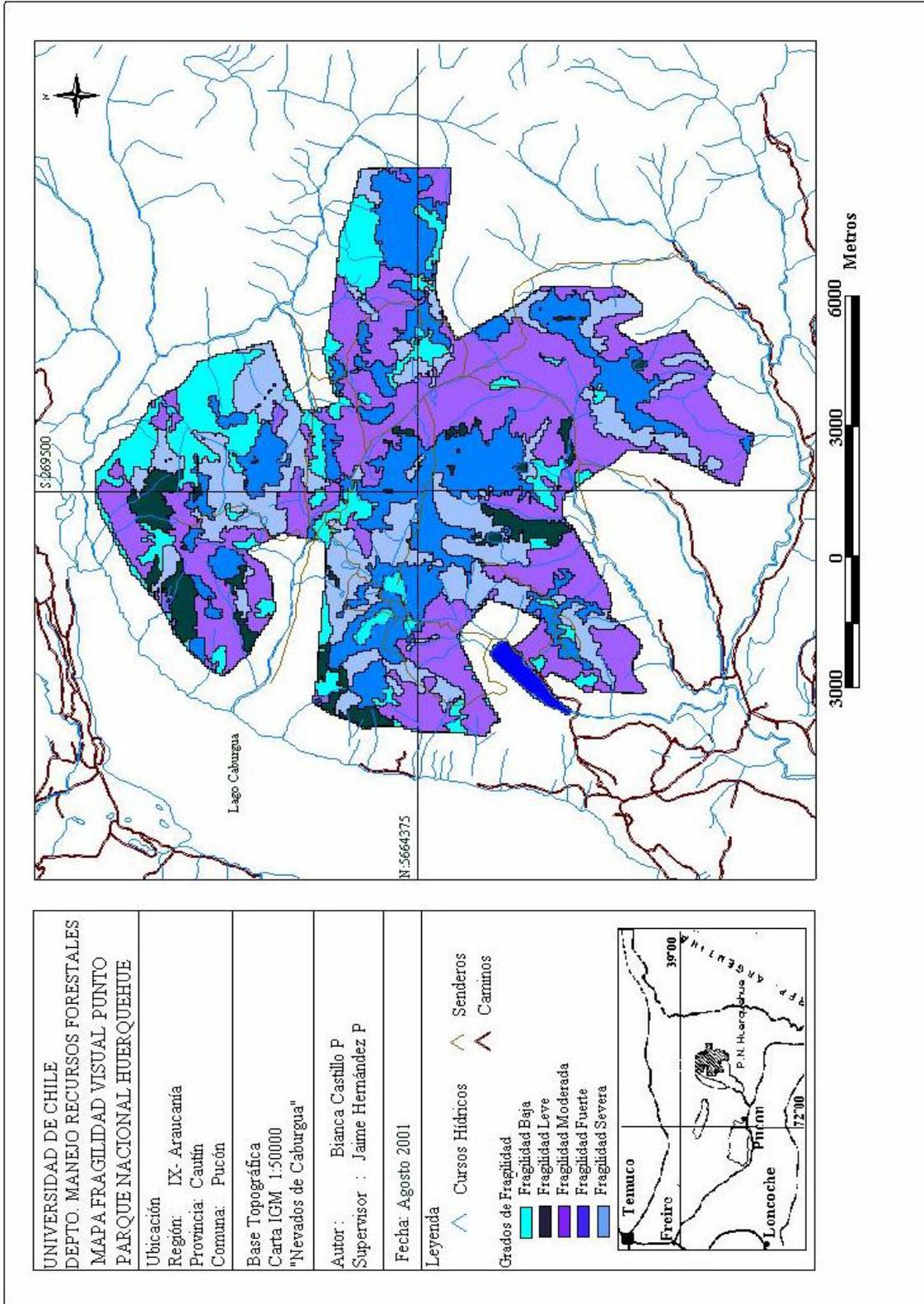
Tabla 16: Uso según Altitud

| Campos | Fragilidad |
|--|------------|
| Renoval (400-1000) | 3.2 |
| Renoval (1000-1600) | 3.3 |
| Matorral (600-1000) | 2.7 |
| Matorral (1200-1800) | 2.4 |
| Bosque Nativo (800-1000) | 3.5 |
| Bosque Nativo (1000-1800) | 3.3 |
| Praderas Perennes (800-1400) | 2.7 |
| Plantación (800-1000) | 2.2 |
| Lagos-Lagunas (600-1400) | 2.9 |
| Acceso Restringido/Aflor.Rocosos/Nieves(1200-1800) | 2.3 |

Tabla 17: Estructura de la Vegetación y Grado de Erosionabilidad

| Campos | Fragilidad |
|---|------------|
| Renoval Altamente Erosionable | 4.2 |
| Renoval Medianamente Erosionable | 3.6 |
| Matorral Altamente Erosionable | 3.1 |
| Matorral Medianamente Erosionable | 2.7 |
| Bosque Nativo Adulto Altamente Erosion. | 4.1 |
| B Nat Achaparrado Altamente Erosion | 3.7 |
| B Nat Adulto-Renoval Altamente Erosion. | 4.0 |
| Plantación | 2.7 |
| Praderas Perennes | 2.7 |
| Acceso Restriñí-Lagos-Lagunas-Nieves | 3.2 |
| Afloramientos Rocosos | 2.6 |

Anexo 4: Mapas



UNIVERSIDAD DE CHILE
 DEPTO. MANEJO RECURSOS FORESTALES
 MAPA HIDROLOGÍA
 PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE

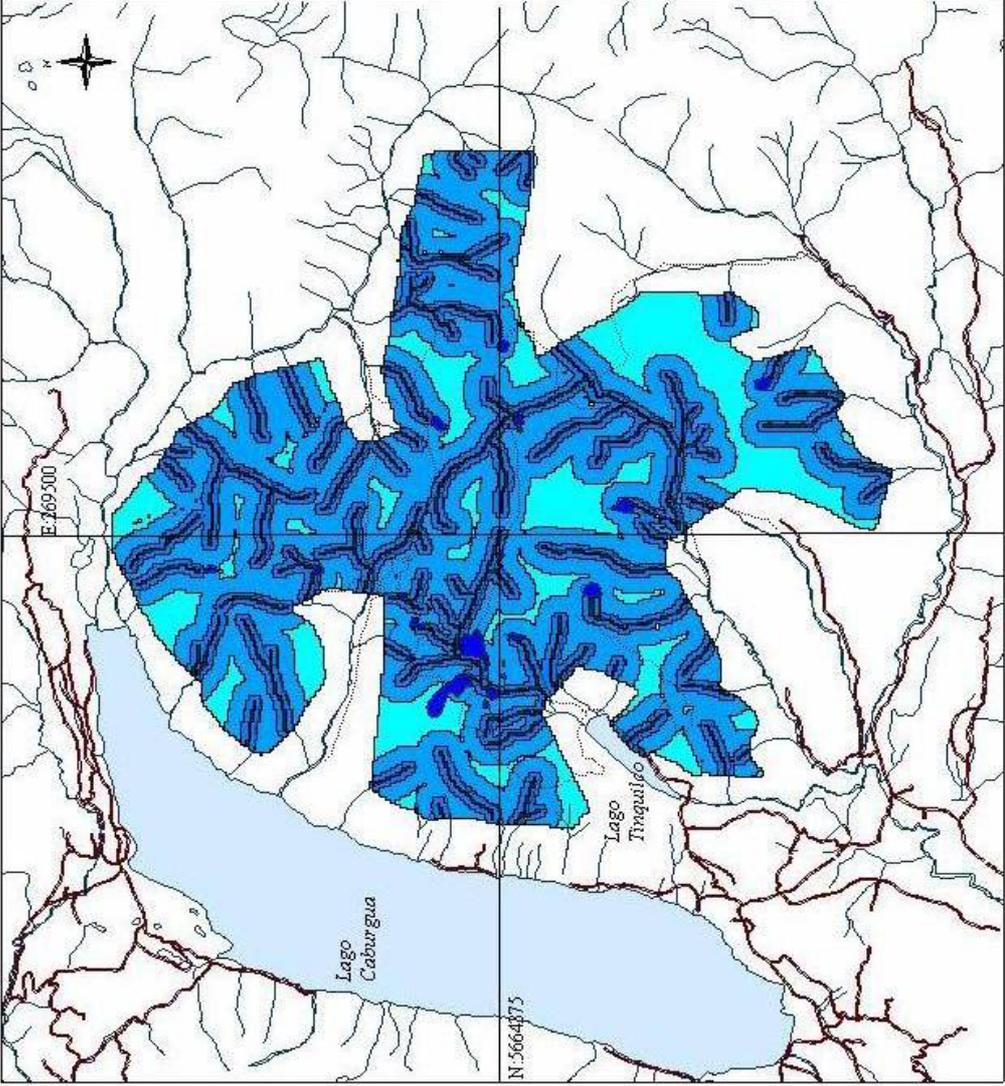
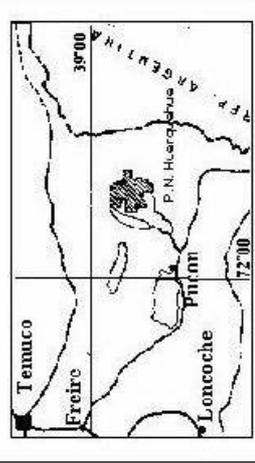
Ubicación
 Región: IX- Araucanía
 Provincia: Cautín
 Comuna: Pucón

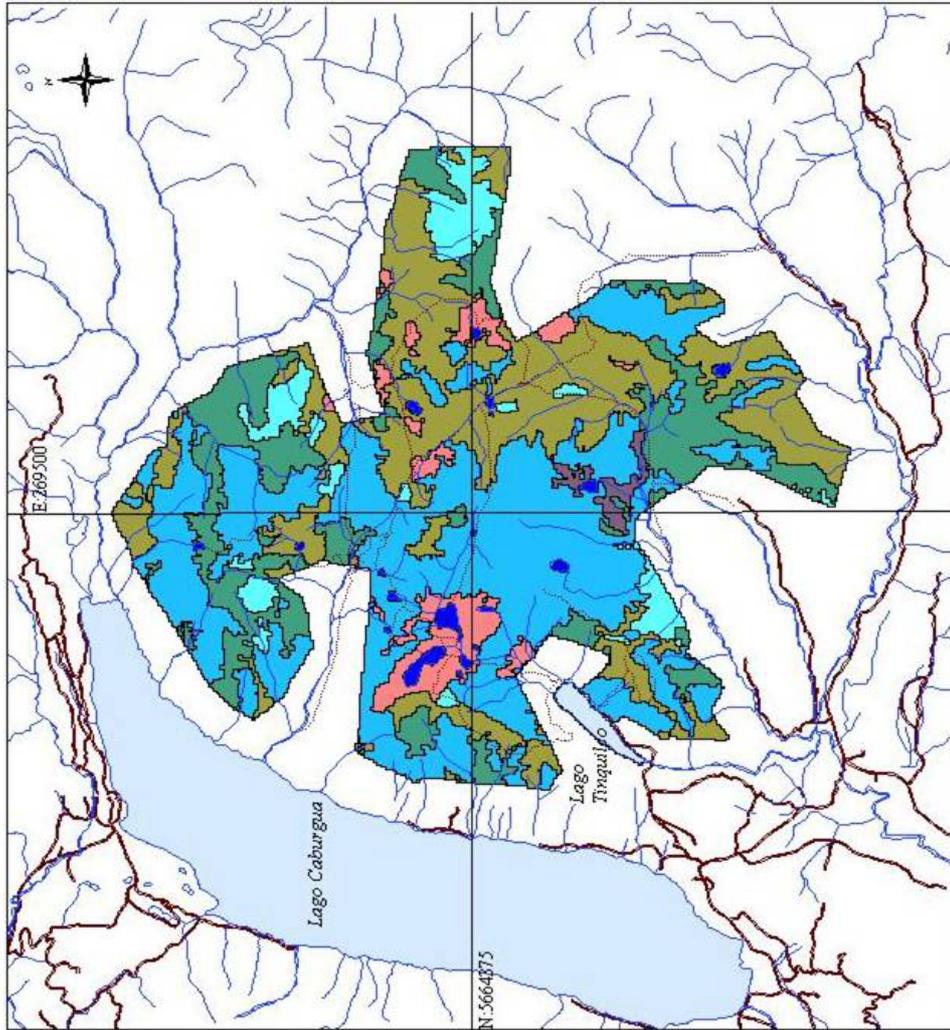
Base Topográfica
 Carta IGM 1:50000
 "Nevados de Caburgua"

Autor: Bianca Castillo P
 Supervisor: Jaime Hernández P

Fecha: Julio 2001

- Leyenda**
- Cursos Hídricos
 - Senderos
 - Lagos en la Unidad
 - Caminos
 - Más de 500 m. del Curso de Agua
 - Entre 150-500m. del Curso de Agua
 - Entre 0-150 m. del Curso de Agua
 - Curso de Agua en la Unidad





| | |
|--|--|
| UNIVERSIDAD DE CHILE DEPTO. MANEJO RECURSOS FORESTALES MAPA PENDIENTE PARQUE NACIONAL HUERQUEHUE | |
| Ubicación | |
| Región: IX- Araucanía | |
| Provincia: Cautín | |
| Comuna: Pucón | |
| Base Topográfica | |
| Carta IGM 1:50000 | |
| "Nevados de Caburgua" | |
| Autor: Blanca Castillo P | |
| Supervisor: Jaime Hernández P | |
| Fecha: Julio 2001 | |
| Leyenda | |
| <ul style="list-style-type: none"> Cursos Hídricos Caminos Senderos Lagos dentro de la Unidad 0-15% Pendiente 15-30% Pendiente 30-45% Pendiente 45-60% Pendiente 60-100% Pendiente > 100% Pendiente | |
| | |

