

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente.

LA LINEA DE BASE EN LA EVALUACION DE IMPACTO
AMBIENTAL EN AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS.
BASES METODOLOGICAS PARA EL COMPONENTE
VEGETACIONAL.

MEMORIA PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO
FORESTAL.

CONCEPCIÓN - CHILE
1997.

LA LINEA DE BASE EN LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN
AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS. BASES METODOLOGICAS PARA EL
COMPONENTE VEGETACIONAL.

Profesor Asesor

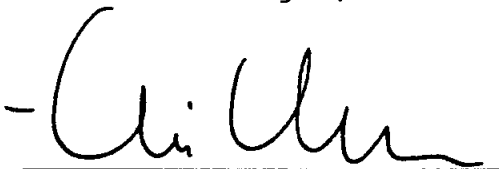


Eduardo Ugarte Méndez

Profesor Asociado.

Lic. en Biología, Ph. D.

Profesor Asesor

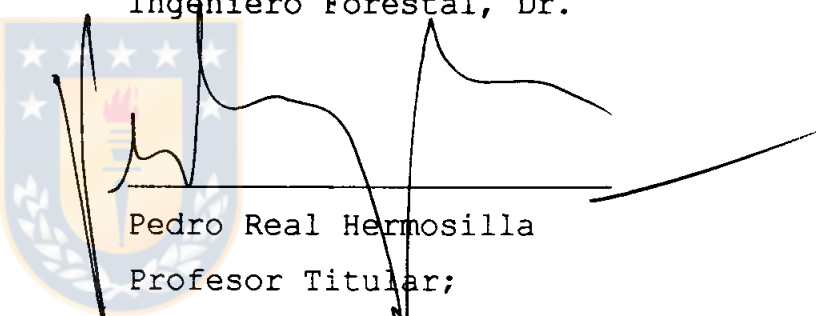


Jaime Millán Herrera

Profesor Titular;

Ingeniero Forestal, Dr.

Director Departamento
Manejo de Bosques y
Medio Ambiente

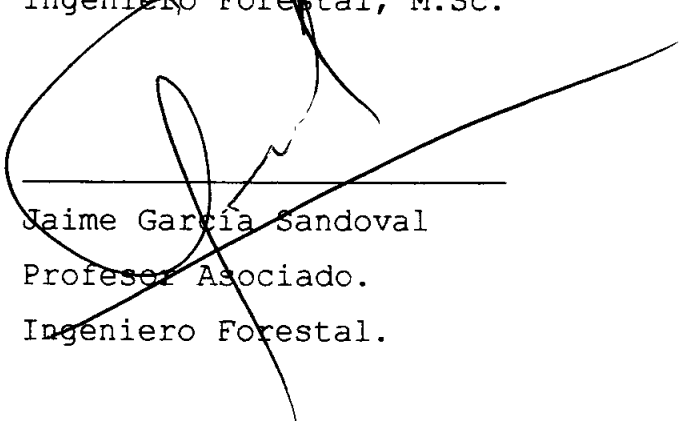


Pedro Real Hermosilla

Profesor Titular;

Ingeniero Forestal, M.Sc.

Decano Facultad de
Ciencias Forestales



Jaime García Sandoval

Profesor Asociado.

Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Eduardo Ugarte Méndez 93 puntos.

Jaime Millán Herrera 92 puntos.

DEDICATORIA.

A mis padres y
hermanos por su
continuo e
incondicional apoyo
en la búsqueda del
conocimiento.



AGRADECIMIENTOS.

Por su apoyo constante durante estos años de trabajo, mis más sinceros agradecimientos a los profesores Eduardo Ugarte y Jaime Millán, no sólo por su aporte académico, sino también por su cercanía personal.

También, deseo agradecer al Profesor Alberto Larraín quién con su ejemplo me incentivo a abordar la temática ambiental desde una perspectiva profesional.

Por su desinteresada colaboración en la elaboración de esta memoria de título, agradezco a todo el personal de la Corporación Nacional Forestal IX Región. En especial, a Sergio Meza y al cuerpo de guardaparques del PN Conguillío.

Igualmente quiero agradecer a Manfred Finckh y Dorothea Frank por sus aportes a la aproximación fitosociológica de la vegetación en el caso de estudio.

A los integrantes del Laboratorio de Ecología Terrestre: Alfredo, Juan Marcos, Marcos, Margarita y Ximena.

Al Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción por la clasificación e identificación del material vegetal.

A Margarita Rojas quien colaboró en el diseño gráfico de esta memoria y a los integrantes del Laboratorio SIG de la Facultad de Ciencias Forestales.

Y a todos quienes han permitido que lo que en el comienzo fue sólo una idea sea ahora, mi memoria de título.

ÍNDICE DE MATERIAS.

CAPITULO.	PAGINA
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 El sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) como herramienta para el Desarrollo Sustentable.....	1
1.2 La biodiversidad en la línea de base de la EIA.....	3
1.3 La vegetación como indicador de biodiversidad.....	6
1.4 Areas Silvestres Protegidas: Su Rol Social y Ambiental.....	7
1.5 El SNASPE y el sistema de EIA.....	9
1.6 Objetivos de esta memoria de título.....	10
II METODOLOGÍA.....	12
2.1 Revisión bibliográfica.....	12
2.2 Identificación de criterios e indicadores del componente vegetacional.....	12
2.2.1 Criterio.....	13
2.2.2 Indicador.....	13
2.3 Revisión de las metodologías para los indicadores..	14

2.4 Formulación de la metodología preliminar para el caso de estudio.....	13
2.5 Aplicación de la metodología preliminar.....	13
2.6 Diseño de una metodología general para el componente vegetacional.....	14
2.7 Antecedentes generales del área de estudio.....	14
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
3.1 Bases conceptuales para la aproximación a la vegetación.....	20
3.1.1 Historia del estudio de la vegetación.....	20
3.1.2 Aproximaciones Individualista y Organísmica.....	21
3.1.3 Vegetación actual, original, natural y potencial.....	23
3.2 Criterios del componente vegetacional.....	23
3.2.1 Fisonomía.....	24
3.2.1 Estructura.....	25
3.2.3 Función.....	26

3.2.3 Composición.....	26
3.2.4 Dinámica.....	28
3.2.5 Hábitat.....	29
3.2.6 Historia.....	29
3.3 Indicadores y metodologías para el componente vegetacional.....	29
3.4 Metodología para el caso de estudio.....	32
3.4.1 Tipos fisionómico-estructurales.....	32
3.4.2 Perfiles estructurales.....	33
3.4.3 Distribuciones diamétricas.....	33
3.4.4 Levantamientos florísticos.....	34
3.4.5 Clasificación de la vegetación	34
3.4.5.1 Análisis tabular	35
3.4.5.2 Análisis de Aglomeración.....	35
3.4.6 Listado Florístico.....	36
3.5 Resultados para el caso de estudio.....	36
3.5.1 Tipos fisionómico-estructurales.....	36

3.5.2	Perfiles estructurales.....	41
3.5.3	Distribuciones diamétricas.....	44
3.5.4	Levantamientos florísticos.....	51
3.5.5	Clasificación de la vegetación.....	52
3.5.5.1	Análisis tabular	52
3.5.5.2	Análisis de Aglomeración.....	55
3.5.6	Listado Florístico.....	57
3.6	Conclusiones del caso de estudio.....	58
3.7	Metodología General.....	60
IV	CONCLUSIONES.....	63
V	RESUMEN.....	64
	SUMMARY.....	65
VI	BIBLIOGRAFIA.....	66
VII	APENDICE.....	74

INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
<u>En el texto</u>		
1	Indicadores de biodiversidad para el manejo y la toma de decisiones.....	5
2	Criterios, indicadores y metodologías para el componente vegetacional.....	31
3	Tamaño de parcelas rectangulares por tipo de vegetación.....	33
4	Resumen comunidades fisionómico-estructurales....	36
5	Parámetros estimados de la función Weibull para <i>N. dombeyi</i> y <i>N. antarctica</i>	45
6	Levantamientos florísticos por tipos fisionómico-estructurales.....	52
<u>En el Apéndice</u>		
1 A	Escala modificada por Barkman et al (1964).....	75
2 A	Tipología del entorno para los levantamientos florísticos.....	76

3 A	Tabla bruta de levantamientos florísticos.....	77
4 A	Tabla ordenada de levantamientos florísticos.....	78
5 A	Listado florístico.....	79



INDICE DE FIGURAS

FIGURA N°	PAGINA
<u>En el texto</u>	
1 Fotografía aérea del área de estudio.....	15
2 Visión panorámica del área de estudio.....	18
3 Bosques de ñirre-araucaria presentes en el área de estudio.....	19
4 Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo BAC(Nd-Aa).....	42
5 Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo BAA(Aa-P).....	43
6 Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo MAA(Na-Aa).....	43
7 Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo BAC(Na).....	44
8 Frecuencias diamétricas reales y estimadas para <i>Nothofagus dombeyi</i>	46
9 Frecuencias diamétricas reales y estimadas para <i>Nothofagus antarctica</i>	47

10	Frecuencias diamétricas reales para <i>Araucaria araucana</i> (a).....	48
11	Frecuencias diamétricas reales para <i>Araucaria araucana</i> (b).....	49
12	Frecuencias diamétricas reales para <i>Nothofagus dombeyi</i> y <i>Araucaria araucana</i> en BAC(Nd-Aa) y BBC (Nd).....	51
13	Dendrograma de análisis de aglomeración por distancia Euclidiana para los levantamientos florísticos.....	56
14	Distribución porcentual de especies introducidas y nativas del área de estudio.....	57
15	Número de familias, géneros y especies vegetales en el área de estudio.....	58

En el Apéndice

1 A	Carta de vegetación del área de estudio.....	80
-----	--	----

I. INTRODUCCIÓN.

1.1 El sistema de Evaluación de Impacto Ambiental como herramienta para el Desarrollo Sustentable.

Durante el último siglo, el crecimiento exponencial de la población mundial y el desarrollo tecnológico asociado, han provocado un aumento acelerado en la demanda de la sociedad por bienes y servicios; para satisfacer esta demanda, el ser humano ha disminuido drásticamente las reservas de recursos naturales.

Desde la Cumbre de Río en 1992, el debate ambiental se ha centrado en las vías para lograr un Desarrollo Sustentable. Este nuevo paradigma, basado en el crecimiento económico, la equidad social y la sustentabilidad ambiental, y la legislación ambiental que lo acompaña, han utilizado como principal instrumento de gestión la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que hoy se constituye en una herramienta rutinaria en la toma de decisión alrededor del mundo (Conesa, 1995). Los Estados Unidos de Norteamérica, la Comunidad Económica Europea, Inglaterra y otros países disponen actualmente de una normativa ambiental centrada en el sistema de EIA (Hildebrand y Cannon, 1993, Conesa, 1995, y Blanco, 1996).

En Chile, desde 1994 está en vigencia la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente; en este cuerpo legal se establece el sistema de EIA como uno de los principales instrumentos de protección ambiental, para ello se especifican dos procedimientos alternativos: la Declaración de Impacto Ambiental, que es sólo una declaración de

intención y el Estudio de Impacto Ambiental que se define como *"el documento que describe detalladamente las características de un nuevo proyecto o actividad... debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental producido y proponer acciones enmarcadas en la legislación vigente, destinadas a minimizar los impactos ambientales negativos significativos"*.

El Estudio de Impacto Ambiental considera varias etapas, siendo una de ellas denominada como Antecedentes del Área de Influencia del Proyecto o Línea de Base, que la Ley 19.300 especifica en su artículo segundo, letra l, como *"la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad en forma previa a su ejecución"*.

El estudio de la línea de base consiste en la descripción bioclimática y geomorfológica del área de estudio, incluyendo un catastro de fauna, flora, hábitats y otras unidades naturales, y del poblamiento humano y uso del suelo (Jaksic, 1989). La línea de base debe considerar el entorno en sus componentes físico-natural, social y económico (Parra y Acuña, 1994). En el sistema de EIA, el estudio de línea de base, no es una simple descripción o colección de datos (Greene, 1984), ya que tiene importancia fundamental para el dimensionamiento, monitoreo y mitigación de los impactos (Conesa, 1995). Según Stork y Samways (1995), los antecedentes del estudio de línea de base deben ser lo suficientemente sólidos y amplios para aceptar los cambios en las técnicas de monitoreo e inventario, producto de modificaciones de los objetivos de manejo y las tecnologías de estudio.

1.2 La Biodiversidad en la línea de base de la EIA.

El componente biótico, la biocenosis, ha sido considerado generalmente como la flora y fauna (Gómez y Valdivielso, 1991). En la actualidad, se reconoce ampliamente a la biodiversidad es decir, a "*la variabilidad de la vida en todos sus niveles y formas*" (Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1994), como la característica fundamental del componente biótico que asegura la mantención y funcionamiento de los ecosistemas.

Tradicionalmente, en Ecología se ha aceptado que la biodiversidad no sólo representa la riqueza en especies de un ecosistema, sino que también su estructura funcional, estructura trófica y estabilidad. Pianka (1974) propone que para entender la diversidad de las comunidades es necesario estudiar los nichos, definidos como la posición o estatus de un organismo dentro de una comunidad y/o ecosistema resultante de las adaptaciones estructurales, las respuestas fisiológicas y el comportamiento. El nicho de una especie, según Pianka (1974) se asocia a patrones de utilización de los recursos del sistema, considerándose tres dimensiones: espacial, temporal y trófica, dimensiones que estarían relacionadas con la diversidad de la comunidad. En esta línea de pensamiento, el mismo autor (1974) menciona las causas para que una comunidad sea más diversa que otra: (1) rangos más amplios de recursos disponibles, (2) especies que poseen en promedio, nichos más pequeños, (3) nichos sobrepuestos y (4) proporción de nichos ocupados.

Inventariar la biodiversidad permite, entonces, la investigación científica y definición de lineamientos para las políticas y decisiones de manejo. Según Stark y Samways (1995), la evaluación de la biodiversidad genera una base científica para entender el entorno, entrega información para determinar, conservar y manejar, en forma sustentable, los recursos naturales, y permite identificar los impactos de la actividad humana sobre la biodiversidad, lo que facilita la elaboración de medidas de mitigación.

En la práctica, inventariar la biodiversidad equivaldría a evaluar todas las poblaciones de un área lo que resulta imposible, desde una perspectiva técnica y económica. Hildebrand y Cannon (1993) proponen que para resolver esta dificultad es posible utilizar indicadores de biodiversidad (Tabla 1).

Bisby (1993), en la completa revisión del tema elaborada por la comisión Global Biodiversity Assessment a petición del Programa Ambiental de las Naciones Unidas, afirma que la biodiversidad dentro de un área puede ser caracterizada por la riqueza específica, la diversidad específica, la diversidad táxica y la diversidad funcional. La riqueza específica, diversidad Alfa, estaría determinada por el número de especies en el área; la diversidad específica consideraría la medida de las especies ponderada por su abundancia; la diversidad táxica mediría el grado de dispersión evolutiva de las especies dadas por taxa de ordenes superiores, y por último, la diversidad funcional permitiría evaluar la riqueza de las características funcionales e interrelaciones de un área, niveles tróficos y especies indicadoras. La diversidad Beta, o diversidad

entre áreas, mide la tasa de cambio entre comunidades y la diversidad Gamma, o diversidad a escala regional, la diversidad en unidades de paisajes de una región o territorio.

TABLA 1. Indicadores de biodiversidad para el manejo y la toma de decisiones (Modificado de Stork y Samways (1995)).

Especies silvestres y diversidad genética.

Riqueza de especies

Especies amenazadas por extinción

Especies amenazadas por extirpación

Especies endémicas

Especies endémicas amenazadas de extinción

Indices de diversidad específica

Especies con poblaciones estables o crecientes

Especies amenazadas en áreas protegidas

Especies endémicas en áreas protegidas

Especies amenazadas en colecciones ex situ

Especies amenazadas con poblaciones viables ex situ

Especies usadas por residentes locales

El número de especies extintas de un área

Diversidad de Comunidad

Porcentaje del área dominada por especies silvestres

Tasa de cambio de dominancia de especies silvestres por especies domésticas

Porcentaje de áreas superiores a 1000 km² dominadas por especies silvestres

Porcentaje de área en estatus de protección estricto

1.3 La vegetación como indicador de biodiversidad.

La vegetación se define como la cubierta de plantas de una región, área o lugar y está compuesta por una o más comunidades o agregaciones de plantas, usualmente formando un mosaico o complejo vegetacional. Se diferencia de la flora, en que esta última sólo representa el listado de especies de un área (Fosberg, 1967). La vegetación es reconocida como un indicador confiable de la biodiversidad de los otros componentes bióticos de un ecosistema (Krebs, 1994). El rol de la vegetación como productor primario, sus fuertes relaciones con la fauna y el componente abiótico, permiten a la vegetación ser parte integrante e indicadora de los ecosistemas (MOPT, 1992). La vegetación influye directamente en las condiciones y recursos para las especies del ecosistema, generando gradientes en las condiciones físicas del entorno, como luz, humedad y suelo (Donoso, 1980), y afectando la disponibilidad de habitats y alimentación para la fauna (Krebs, 1994). La vegetación aumenta las posibilidades de nichos en los ecosistemas, al diversificar las dimensiones espaciales o microhabitats, dadas por los patrones horizontales y verticales, las dimensiones temporales con los procesos de sucesión y las dimensiones tróficas, al generar los productos primarios en las cadenas alimenticias (Pianka, 1974). Por ejemplo, se ha determinado que existe una estrecha relación entre la diversidad estructural de la vegetación y la diversidad de aves, y que estas reconocen por sobre la diversidad florística, la diversidad estructural de la vegetación (Krebs, 1994). Aún más, se reconoce que cualquier impacto sobre la vegetación supone, directa o indirectamente, un impacto en la fauna (Gómez y Valdivielso, 1991).

Por otro lado, la literatura menciona que en términos prácticos, resulta más fácil identificar las características de la vegetación que las de la fauna asociada (O'Neil et al., 1995).

1.4 Areas Silvestres Protegidas: Su Rol Social y Ambiental.

A fines del siglo pasado, surge una corriente de pensamiento mundial que propicia la creación de áreas silvestres protegidas, áreas que tendrán como objetivo conservar ciertos rasgos naturales de interés social. Las áreas silvestres protegidas serán las encargadas de proveer a la sociedad numerosos beneficios económicos, culturales, educativos y espirituales (Barzetti, 1994). En estas áreas los beneficios sociales superarán a los privados y la mantención de opciones abiertas asegurará a las futuras generaciones igualdad de oportunidades en la utilización de los recursos. Actualmente, después de 100 años de la creación del primer parque nacional, un 5% de la superficie terrestre del planeta se encuentra bajo alguna de las categorías de áreas silvestres protegidas.

En Chile se reconocen dos categorías de áreas silvestres protegidas: públicas y privadas; las públicas se agrupan en el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) y las privadas son propuestas por primera vez en la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

El SNASPE fue creado en 1984 por la Ley 18.362 con el objetivo de *"Mantener áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país*

o lugares como comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente" (Art. 1, letra a). El SNASPE cuenta actualmente con 13.8 millones de ha, equivalente a un 18% de la superficie del territorio nacional, distribuidas en 33 Parques Nacionales, 43 Reservas Nacionales y 13 Monumentos Naturales (Lazo, 1996), residiendo su administración en la Corporación Nacional Forestal (CONAF).

El SNASPE ha sido criticado por su incapacidad de cumplir con sus objetivos de creación, en especial los relacionados a la conservación de los ecosistemas naturales. Las principales críticas se centran en la inadecuada distribución geográfica y representatividad de los ecosistemas y especies; la realización de actividades extractivas al interior de las unidades; el bajo presupuesto para su administración (Lara et al., 1996); la falta de protección de algunas especies amenazadas; la subrepresentación o ausencia de determinados ecosistemas y una estructura deficiente para la conservación del bosque templado (Armesto et al., 1992), y la irregular distribución de las áreas que siempre coinciden con las de mayor interés ecológico (Villaroel, 1992).

En la última década, el ecoturismo, entendido como el turismo que permite mejorar o mantener los sistemas naturales (Ceballos-Lascuráin, 1996), se ha extendido fuertemente a las áreas silvestres protegidas. Esta nueva forma de turismo ha provocado diversos impactos en el

entorno, que en algunos casos han disminuido la calidad turística del recurso (Rivas, 1994), pudiendo generarse sobresaturación y pérdida de los activos turísticos potenciales (Rivas y Villarroel, 1995). El aumento de los estándares socioeconómicos de la población en Chile ha provocado un incremento en el uso recreativo y turístico de algunas unidades del SNASPE (Aravena, 1987; Rivas, 1994). CONAF, en respuesta a esta demanda, ha impulsado una política de gestión de las áreas silvestres protegidas basada en el desarrollo del ecoturismo al interior de las unidades mediante concesiones a privados (Lazo, 1996).

Lamentablemente, en muchos casos no se ha considerado que la planificación de las actividades y proyectos en las áreas silvestres protegidas, incluidos los relacionados al ecoturismo, requiere de un conocimiento actualizado que permita generar directrices en la conservación del patrimonio natural, las cuales retroalimenten las decisiones de manejo establecidas en los respectivos planes de manejo (Barzetti, 1994).

1.5. El SNASPE y el sistema de EIA.

Según la Ley 19.300 deben someterse al sistema de EIA, todos los proyectos de *"Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o cualesquiera otras áreas colocadas bajo protección oficial, en los casos en que la legislación lo permita..."*. La aplicación de esta normativa se hace

inminente, con el fin de alcanzar los objetivos de creación del SNASPE y dar respuesta a las presiones de grupos ambientalistas y ecologistas. Esta exigencia nacional coincide con la tendencia mundial, en la cual todos los nuevos proyectos turísticos deben someterse al sistema de EIA (Ceballos-Lascuráin, 1996).

Los proyectos de inversión en el SNASPE están claramente relacionados con el desarrollo del ecoturismo, es decir satisfacer una demanda por recreación y turismo natural basado en el aumento de la oferta de servicios e infraestructura. Estos proyectos se enfocarán a la construcción, operación y administración de infraestructura y/o servicios ecoturísticos (Lazo, 1996).

En el marco del desarrollo del ecoturismo al interior de las unidades del SNASPE, CONAF IX Región licitó, en mayo de 1995, la concesión turística del Parque Nacional Conguillío. El proyecto de desarrollo ecoturístico consiste en la construcción y prestación de servicios de 12 cabañas y 1 cafetería, contemplando las normas propias del sistema de concesiones ecoturísticas que CONAF está licitando en otras unidades del SNASPE, y que ya superan las 25 en todo el país (Lazo, 1996).

1.6 Objetivos de esta memoria de título.

Esta memoria de título busca identificar, proponer y discutir las bases metodológicas para la descripción y aplicación del componente vegetacional a la línea de base para la EIA de proyectos de inversión en unidades del SNASPE. Para ello se revisará críticamente las metodologías propuestas y los criterios e indicadores para la

descripción de la vegetación, se aplicará una selección de las metodologías al proyecto de inversión turística del Parque Nacional Conguillío. Finalmente se propondrá una metodología para la descripción del componente vegetacional de la línea de base de EIA de proyectos de inversión en el SNASPE.



II. METODOLOGÍA.

Este capítulo consta de tres secciones, la primera parte es conceptual y aborda la revisión bibliográfica, la identificación de criterios e indicadores del componente vegetacional, la revisión de las metodologías para los indicadores. La segunda parte, consiste en la formulación y aplicación de una metodología preliminar para el caso de estudio y el posterior diseño de una metodología general para el componente vegetacional de la línea de base en áreas silvestres protegidas. Por último, al final de este capítulo se describen los antecedentes generales del área de estudio.

2.1 Revisión bibliográfica.

Se realizó una revisión bibliográfica considerando los conceptos: línea de base para EIA, análisis de vegetación y áreas silvestres protegidas. Para ello se consultaron las bases bibliográficas de la Universidad de Concepción, los catálogos de revistas internacionales y los buscadores de información en Internet.

2.2 Identificación de criterios e indicadores del componente vegetacional.

Para identificar los criterios e indicadores para el componente vegetacional de la línea de base de la EIA, se adaptaron, en sentido amplio, las definiciones del Proceso de Montreal (1995):

2.2.1 Criterio: Una categoría de condiciones o procesos por medio de los cuales puede evaluarse el manejo sustentable de las áreas silvestres protegidas. Un criterio se caracteriza por un conjunto de indicadores relacionados, que son medidos periódicamente para medir el cambio.

2.2.2 Indicador: Una medida de un aspecto de un criterio. Una variable cuantitativa o cualitativa que puede ser medida o descrita y cuando se observa periódicamente demuestra tendencias.

2.3 Revisión de las metodologías para los indicadores.

Se identificaron y discutieron las metodologías de aproximación al análisis de vegetación considerando los antecedentes recogidos en la revisión bibliográfica. Para cada criterio y sus correspondientes indicadores se hizo un análisis crítico de las metodologías de análisis cuantitativas y cualitativas.

2.4 Formulación de la metodología preliminar para el caso de estudio.

Se formuló, en base a los antecedentes analizados, una metodología preliminar para el componente vegetacional en la línea de base de la EIA del PN Conguillío.

2.5 Aplicación de la metodología preliminar.

Se aplicó la metodología preliminar para el componente vegetacional en la línea de base de la EIA del proyecto

ecoturístico del PN Conguillío. El objetivo de esta aplicación fue reconocer la factibilidad técnica y problemáticas prácticas de las metodología en unidades del SNASPE.

2.6 Diseño de una metodología general para el componente vegetacional.

El análisis y discusión de los resultados de la aplicación de la metodología preliminar para el caso de estudio, permitió diseñar una metodología general para el componente vegetacional en la línea de base de la EIA en unidades del SNASPE.

2.7 Antecedentes generales del área de estudio.

El Parque Nacional Conguillío ($38^{\circ}40'S-71^{\circ}45'O$; $38^{\circ}31'S-71^{\circ}45'O$), es una de las unidades más importantes del SNASPE en la IX Región. El parque posee una superficie de 60.832 ha constituidas por bosques, lagos, nieves eternas y escoriales (Figura 1). Creado en 1950, el paisaje y dinámica del PN Conguillío, se caracterizan por la acción modeladora del volcán Llaima, cuyo cono ocupa la mayor parte de la superficie del parque (Naranjo y Moreno, 1991). La creación del PN Conguillío tuvo como objetivos la conservación del paisaje y la belleza escénica. El Plan de Manejo de la Unidad especifica el objetivo básico de la Unidad como el mantenimiento del ambiente tanto físico como biológico, y la difusión de éste mediante la interpretación (CONAF, 1982).

Según la zonificación del Plan de Manejo de la unidad, el área de estudio forma parte de la zona de uso intensivo, que debe satisfacer la demanda recreativa de los visitantes, mediante facilidades definidas en la licitación de la concesión turística de mayo de 1995. Se estudió un total de 240,755 ha ($38^{\circ}38'$ latitud sur y $71^{\circ}39'$ longitud oeste), ubicadas en la ladera Norte del volcán Llaima y limitadas por el Lago Conguillío (Figura 1 A). La altitud se encuentra en el rango de 1.000 a 1.100 msnm.

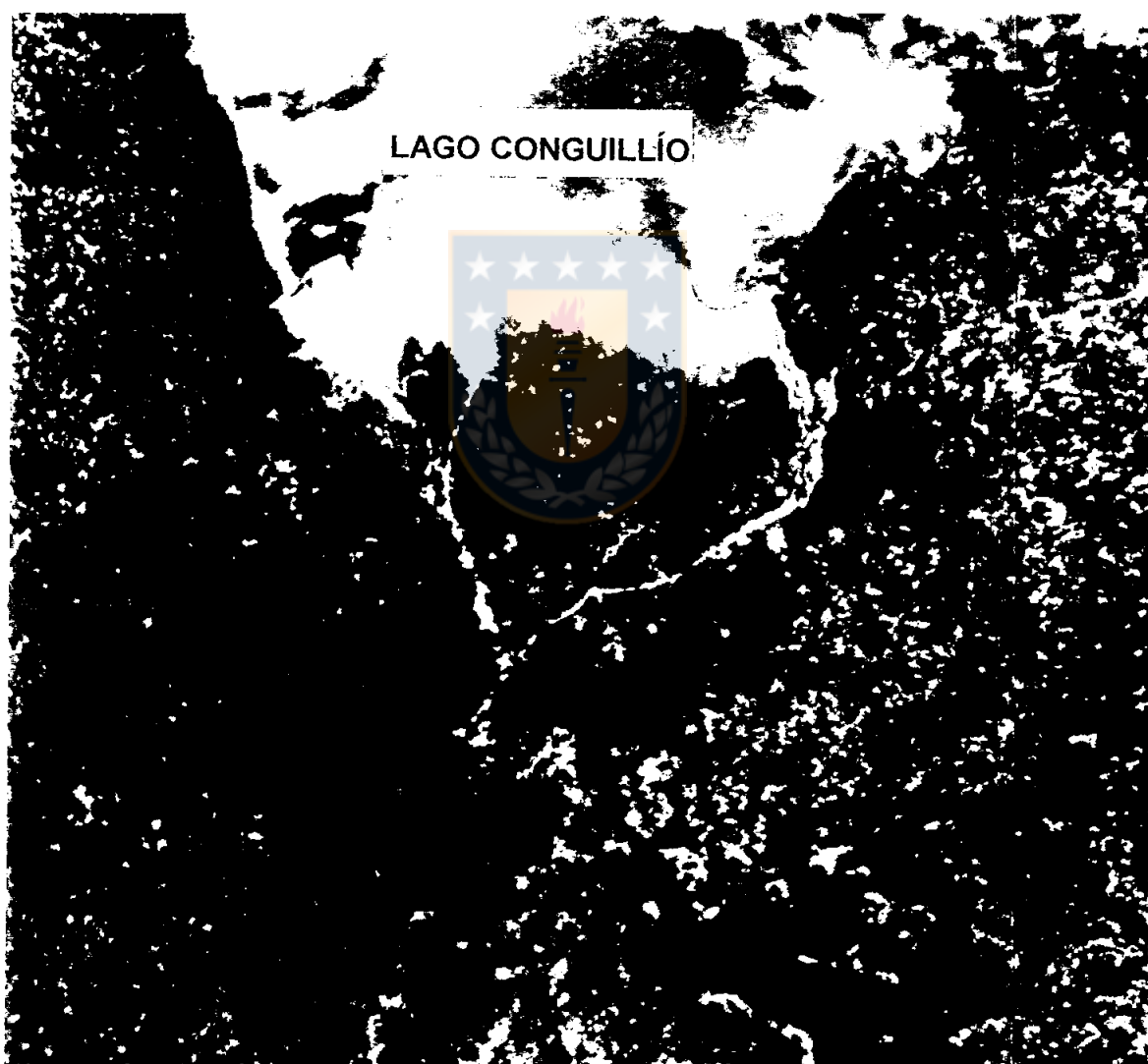


Figura 1. Fotografía aérea del área de estudio.

2.7.1 Geomorfología.

La geomorfología del área de estudio representa la unión de varias colinas producto de la actividad geológica del Volcán Llaima, con el Lago Conguillío. Las coladas de lava que generan el relieve del área tienen diferentes datas, y son descritas por Naranjo y Moreno (1991) como lavas basálticas prehistóricas.

2.7.2 Suelos.

El área de estudio presenta diferentes clases de suelo producto de la acción eruptiva del volcán Llaima. Los bosques de ñirre-araucaria se ubican sobre coladas de lava con un bajo desarrollo del suelo y una capa estéril de cenizas (pilitas) que impide el desarrollo de una cubierta vegetal continua. Los bosques de coihue-araucaria se ubican en una colina protegida de las erupciones volcánicas recientes, y por lo tanto, presentan un mayor desarrollo del perfil del suelo. Peralta (1979) denominó a estos suelos como Suelo Conguillío, el cual sería producto de la intemperización de depósitos sucesivos de escorias y material de pomez, depositado sobre roca basáltica.

2.7.3 Clima.

El clima de la zona según la clasificación de Köppen es templado lluvioso con meses secos de verano (Ramírez, 1978). No existen estaciones meteorológicas en el PN Conguillío; sin embargo, se cuenta con los datos de la ciudad de Lonquimay. Según Hayek y Di Castri (1975), la precipitación anual es de alrededor de 2.000 mm, la temperatura presenta fuertes oscilaciones producto de una tendencia continental, el promedio térmico anual es de 8.6 °C con una media para el mes de enero de 15,1 °C y de 1,9

°C para julio, meses más cálido y más frío, respectivamente. El área de estudio puede estar cubierta de nieve durante 2 a 3 meses al año, alcanzando ésta alturas de más de 1 m. La cercanía del Lago Conguillío aumenta la humedad de los suelos y ejerce una función reguladora sobre las temperaturas extremas del área de estudio.

2.7.4 Vegetación.

La vegetación del área de estudio es un mosaico natural de comunidades dominadas por *Araucaria araucana*, *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus antarctica* que forman un ecotono entre ambientes méxicos e higromórficos (Figura 2).

Pisano (1956) clasifica a los bosques dominados por araucaria en la asociación *Araucaretum araucanae*, en el orden *Nothofagus - Podocarpetelia*, de la Zona Higromórfica. Posteriormente, Fuenzalida (1965) describe al Bosque de *Araucaria araucana*, en su distribución en la Cordillera de la Nahuelbuta y en la Cordillera de los Andes, caracterizándolo por la presencia del pehuén o araucaria y su asociación con *Nothofagus* spp. Quintanilla (1977) describe los bosques de especies latifoliadas deciduas, para referirse a los bosques de *N. antarctica*, los bosques andinos de *Nothofagus dombeyi*, y los bosques de araucaria. Sin embargo, Oberdörfer (1960) relaciona jerárquicamente los bosques andinos con la clasificación fitosociológica mundial, considerando a las comunidades de *Araucaria araucana* asociadas con *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus antarctica* y *Nothofagus dombeyi* como el bosque de *Nothofagethea pumilionis-antarticae* (Figuras 3a y 3b).

Para Donoso (1993), los bosques del área de estudio

corresponden al tipo forestal *Araucaria* que se extiende en la Cordillera de los Andes desde los 37°27' lat. sur por Chile, hasta los 40°03' lat. sur en Argentina, entre los 900 y 1700 msnm, distinguiéndose por rasgos florísticos del sotobosque, de las comunidades de *Araucaria* de la Cordillera de Nahuelbuta. Gajardo (1995) describe las comunidades de la Región del Bosque Andino Patagónico, Sub-Región de las Cordilleras de la Araucanía y Sub-Región de las Cordilleras Patagónicas, considerando las distintas asociaciones entre *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus antarctica*, *Nothofagus dombeyi* y *Araucaria araucana*.

Los bosques del área de estudio son dependientes de un alto nivel de perturbaciones, especialmente, vulcanismo, fuego y derrumbes. *A. araucana* es una especie menos agresiva en la colonización de los terrenos descubiertos; sin embargo, las especies de *Nothofagus* presentan una alta tasa de regeneración en estas áreas y son desplazados sólo a medida que ocurre la sucesión (Veblen et al, 1996).



Figura 2. Visión Panorámica del área de estudio.



Figura 3(a). Bosques de ñirre-araucaria presentes en el área de estudio.



Figura 3(b). Bosques de ñirre-araucaria presentes en el área de estudio.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El presente capítulo aborda cuatro problemáticas: las bases conceptuales para el análisis de la vegetación, la discusión de los criterios e indicadores del componente vegetacional, el diseño y aplicación de una metodología preliminar para el componente vegetacional de la línea de base y el desarrollo de una metodología general.

3.1 Bases conceptuales para la descripción del componente vegetacional en la Línea de Base de la EIA.

3.1.1 Historia del estudio de la vegetación.

El estudio de la vegetación surge con las primeras observaciones y análisis, que hace el hombre de su entorno para dar solución a sus problemas cotidianos de caza y alimentación. El estudio metódico se origina en el siglo XVIII y XIX con los primeros naturalistas y el desarrollo de la geografía vegetal. Los botánicos naturalistas buscan relaciones entre el ambiente físico y la distribución de la vegetación. Alexander von Humboldt (1769-1859) acuña el término asociación y describe la vegetación correlacionándola con los factores ambientales como temperatura, altitud y latitud. Schouw (1789-1852) estudia los factores ambientales que influyen en la distribución de la vegetación enfatizando en el rol de la temperatura. En la misma dirección, Grisebach (1814-1879) y De Candolle (1806-1893) intentan relacionar los tipos de vegetación con los factores climáticos.

El periodo de la geografía vegetal termina con Johannes Warming (1841-1924) y la publicación del primer libro de

ecología, donde el autor discute la dominancia, las adaptaciones de los tipos de vida y los efectos del fuego en la composición y sucesión de las comunidades, incorporando los términos halo, hydro, meso y xerófito, en relación, a las adaptaciones fisiológicas a los gradientes hídricos. Con Warming, surge la ecología vegetal y junto con ella se desarrollan dos aproximaciones a la naturaleza de las comunidades: la visión organísmica y la visión del continuum.

3.1.2 Aproximaciones Individualista y Organísmica.

La controversia sobre la naturaleza de las comunidades vegetales se basa en la interpretación de su distribución sobre la Tierra. La idea de que las comunidades son sólo abstracciones de una cubierta vegetal continua es conocida como la visión individualista; por el contrario interpretar a las comunidades como unidades organizadas se conoce como la visión organísmica.

Clements y Tansley dan origen a la visión organísmica, considerando a las comunidades vegetales como superorganismos o cuasi-organismos (Krebs, 1994). En esta aproximación se asume que las comunidades tienen patrones de consistencia florísticos que se repiten formando asociaciones o nodos, y generan entre ellas ecotonos o áreas en las cuales dos o más comunidades se limitan (Barbour et al, 1987). La implicancia práctica de esta teoría es que permite la clasificación de las comunidades como unidades discretas, de la misma manera que se pueden clasificar las especies en un esquema taxonómico. La teoría organísmica ha fundamentado el desarrollo de los sistemas de clasificación. En Estados Unidos de Norteamérica,

Clements clasifica la vegetación en formaciones vegetales, mientras que Braun-Blanquet, en Suiza, funda la Escuela de Zürich-Montpellier, sistematizando la clasificación de la vegetación según su composición florística y originando lo que actualmente se conoce como escuela europea (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974).

La aproximación individualista, propuesta por Ramensky, Gleason y Lenoble, en forma paralela como respuesta a la teoría orgánica, enfatiza el carácter individual de las plantas que se distribuyen en función de las migraciones aleatorias y los gradientes ambientales (Krebs, 1994). Las poblaciones vegetales se disponen ocupando los sectores del gradiente ambiental complejo, a los cuales se encuentran mejor adaptados. La distribución de los individuos genera curvas de abundancia similares a la curva normal con lo cual, los máximos de abundancia se localizan en los sectores más favorables declinando hacia las condiciones de estrés. De este modo, se genera un continuum de poblaciones en que las curvas de abundancia se suceden unas a otras sin que se desarrollen unidades discretas. Esta aproximación reconoce la necesidad de contar con un sistema de clasificación, pero este sistema es arbitrario y está en función de los objetivos del investigador y no en la organización fundamental de la naturaleza. La escuela individualista tiene sus expresiones metodológicas en el análisis de gradientes y ordenación de las comunidades (Whittaker, 1967).

De este modo, el análisis de la vegetación depende del enfoque o aproximación con el que se considere la naturaleza de la comunidad. No obstante, cualesquiera sea

ese enfoque, la vegetación deberá ser descrita y analizada bajo sus atributos fundamentales (Fosberg, 1967) que en este trabajo consideramos como los criterios del componente vegetacional en la línea de base de la EIA.

3.1.3. Vegetación actual, original, natural y potencial.

Por último, no sólo resulta importante, para el estudio de la vegetación, entender la naturaleza estática de las comunidades, sino que también se requiere considerar su carácter dinámico. Según Küchler (1967), es posible reconocer diferentes tipos de vegetación de acuerdo a su origen: actual, original, natural y cultural. La vegetación actual está dada por las comunidades existentes en un área; la original existe en el paisaje anterior a la influencia significativa del hombre; la natural es aquella vegetación no afectada por el hombre y la cultural es toda vegetación producto de la actividad humana. Esta clasificación de la vegetación incorpora el sentido temporal al incluir una nueva categoría denominada vegetación natural potencial que estaría dada por la eliminación de la actividad humana y el resultado de la sucesión vegetal. Estas definiciones son fundamentales en la elaboración de la Línea de Base de la EIA, ya que los impactos de una actividad sobre la vegetación no sólo tienen un efecto en la vegetación actual, sino también en la vegetación natural potencial, afectando el patrimonio presente y futuro de la sociedad.

3.2 Criterios del componente vegetacional.

Para caracterizar las comunidades vegetales es necesario reconocer características o circunstancias que definan la

vegetación (Shimwell, 1972). Los criterios dados por Fosberg (1967) se reconocen como una de las más claras exposiciones en la descripción de la vegetación (Shimwell, 1972; Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974).

Fosberg (1967) define como "criterios" o características de la vegetación a la fisionomía, la estructura, la función, la composición, la dinámica, la historia y el hábitat.

3.2.1 Fisionomía.

La fisionomía se define como la apariencia, especialmente la apariencia externa de la vegetación, resultante, pero que no debe ser confundida, de su estructura y función, las cuales son categorías más objetivas de clasificación (Fosberg, 1967). Shimwell (1972) menciona que características como tipo de formación vegetal, leñosidad de las especies dominantes, caducidad, succulencia y forma de las hojas, son consideradas como indicadores de fisionomía.

El uso de la fisionomía en la descripción de las comunidades vegetales tiene ventajas frente a los otros criterios, por la facilidad y rapidez con la que se determina en forma visual (Fosberg, 1967), permitiendo una primera aproximación a la vegetación por medio de sensores remotos y con un baja intensidad de reconocimiento en terreno. La fisionomía combinada con algunas características estructurales permite definir tipos de hábitat o biotopos, definición que coincide con el concepto de asociación norteamericana (Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974). Sin embargo, Werger y Spranger (1982) señalan tres razones que van en desmedro de la utilización del esquema

fisionómico estructural: (1) existen muchos casos donde la fisionomía y estructura han sido utilizadas superficialmente, (2) las características fisionómico-estructurales no son claras y definidas como las especies taxonómicas y (3) por una razón psicológica, lo que parece más complicado se piensa debe ser lo más preciso.

La fisionomía es, sin duda, básica en la clasificación de comunidades vegetales en el marco de estudio de línea de base para la EIA, ya que posibilita la elaboración de una cartografía de vegetación (Küchler, 1967), instrumento necesario para dimensionar espacialmente los impactos de un proyecto.

3.2.1 Estructura.

La estructura se define como el arreglo espacial de los componentes de la vegetación (Fosberg, 1967). La estructura presenta tres dimensiones: (1) la estructura vertical o arreglo en capas o estratos, (2) la estructura horizontal o los patrones de distribución de las especies y la comunidad vegetal y, (3) la abundancia de las especies, dada por la densidad, la cobertura, la biomasa o el área basal (Shimwell, 1972). La estructura vertical indica los fenómenos de competencia y utilización de los recursos. La estructura horizontal los patrones de ordenación de las poblaciones y las comunidades, y la relación entre su espaciamiento y distribución. Para Hanes (1980), la evaluación de la estructura permite describir hábitat de vida silvestre, tendencias sucesionales y cambios en las comunidades.

La estructura es un criterio fundamental en la línea de base para la EIA, debido a su alta correlación con la diversidad del ecosistema (Krebs, 1994).

3.2.3 Función.

La función incluye características especiales de adaptación de la vegetación a condiciones ambientales presentes o pasadas asociadas con algún tipo de periodicidad (Fosberg, 1967). Algunos autores, como Raunkier, quien diseñó una escala según las adaptaciones de las yemas al frío, han enfatizado en una adaptación funcional particular (Shimwell, 1972).

3.2.3 Composición.

La composición es la lista de especies que conforman la vegetación. Fosberg (1967) menciona que la composición: *"es sin duda el más significativo tipo de información sobre la vegetación"*.

El muestreo florístico de plantas o vegetación consiste en un listado de especies, realizado a través del terreno y la bibliografía. Los inconvenientes son que no provee idea de la abundancia relativa y no da antecedentes sobre relaciones ecológicas. A través del método de la abundancia se puede evaluar composición, patrones de vegetación y abundancia relativa o número de plantas (Hanes, 1980).

Greene (1984) asegura que el muestreo de flora es uno de los tipos más básicos de monitoreo botánico. Puede ser usado para determinar la presencia de especies raras, amenazadas o en peligro y obtener un inventario de las especies de plantas, su hábitat y su abundancia. Los

inconvenientes de la composición, como criterio de la vegetación, son que los muestreos de flora pueden consumir demasiado tiempo y pueden variar en su utilidad, pudiendo ser subjetivos, dependiendo de la experiencia del investigador, especialmente, si el enfoque de muestreo utilizado no es cuantitativo.

Sin embargo, la composición es la base del sistema de clasificación fitosociológico propuesto por Braun-Blanquet y es por lo tanto, aceptado ampliamente a nivel mundial. El sistema de clasificación fitosociológico consiste en la elección dirigida de parcelas en áreas que el investigador considera representativas de las comunidades. Estas parcelas tienen una dimensión calculada por la curva especies-área, con el fin de considerar una superficie, para la parcela, relacionada con la variación espacial de las comunidades a caracterizar. Una vez establecida la parcela, se estima la cobertura, por especie y por estrato, como indicador de la abundancia poblacional; para ello se utiliza una escala que considera rangos de porcentaje de cobertura. En el levantamiento se pueden incluir antecedentes ecológicos de la parcela, como topografía, exposición, suelo y intervención humana entre otros. Los levantamientos florísticos son transcritos a una tabla bruta que considera especies por estratos y sus abundancias.

La tabla bruta se ordena por similitud de los levantamientos según su composición, generando agrupaciones que corresponden a las comunidades, para ello se consideran especies diagnósticas, es decir las características, las diferenciales y las acompañantes. Las especies

diferenciales son aquellas con una constancia intermedia, es decir, que aparecen en una parte importante de los levantamientos, pero no en todos y que definen los taxa. Por último, las comunidades son descritas y clasificadas jerárquicamente en un sistema denominado sintaxonomía (Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974).

Las ventajas de este sistema radican en el mínimo esfuerzo de muestreo que se requiere para evaluar un área con un nivel de detalle alto, además su particularidad de poder clasificar las comunidades permite establecer relaciones ecológicas entre ellas. Sin embargo, el sistema es criticado por la falta de objetividad en la asignación de las parcelas y la construcción de comunidades abstractas que no tienen un fundamento en la realidad. El gran aporte del sistema de Braun-Blanquet puede ser su utilidad en la evaluación de la biodiversidad ya que no sólo entrega conocimiento sobre las poblaciones de los individuos dominantes de una comunidad, si no que también permite conocer el total de especies vegetales que definen una comunidad.

3.2.4 Dinámica.

La dinámica puede entenderse como los cambios de distribución y abundancia de las poblaciones al interior de las comunidades vegetales. Para explicar la dinámica de una comunidad es posible distinguir dos procesos, el método experimental que considera el establecimiento de un monitoreo de largo plazo y el método interpretativo que permite extrapolar las comunidades actuales de un área como diferentes etapas en la sucesión, elaborando hipótesis sobre la competencia y el reemplazo entre poblaciones.

3.2.5 Hábitat.

Para fines de conservación biológica resulta crucial poder definir la capacidad de una comunidad vegetal de ser hábitat para la fauna. Esta capacidad está dada claramente por los otros criterios que definen la vegetación: fisionomía, estructura, función y composición, los cuales caracterizan las condiciones y recursos del sistema.

3.2.6 Historia.

La historia es una de las características más subestimadas de la vegetación, aun cuando, los otros criterios sean consecuencia de la historia. Por lo tanto, el análisis de la historia se desprende del estudio de la fisionomía, estructura y composición de la vegetación.

3.3 Indicadores y metodologías para el componente vegetacional.

Para los criterios señalados por Fosberg (1967), las escuelas Europea y Anglosajona tienen diferentes metodologías de aproximación tanto para la descripción como la clasificación de las comunidades. El análisis de estas metodologías no es nuevo y ha sido asumido por diversos autores (Cain y Castro, 1959; Whittaker, 1962; Shimwell, 1972; Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974), por lo tanto, este trabajo se limitará a señalar los criterios, indicadores y metodologías para el componente vegetacional de la Línea de Base de EIA (Tabla 2). Los criterios analizados en la Tabla 2, son fisionomía, estructura y composición, debido a que son la base de cualquier sistema de aproximación a la vegetación y permiten diferentes grados de detalle en el conocimiento de la naturaleza de

las poblaciones y comunidades, pudiendo relacionarse con atributos de biodiversidad del ecosistema. Algunas de las métodos expuestos son analizados en la metodología para el caso de estudio.



Tabla 2. Criterios, indicadores y metodologías para el componente vegetacional de la línea de base de la EIA.

CRITERIO	SUB-CRITERIO	INDICADOR	METODOLOGÍA
FISIONOMÍA		Tipos fisionómicos	Unidades básicas (Bosque, matorral, pradera, etc.)
		Cobertura	Grado de apertura (Cerrado, abierto)
ESTRUCTURA	Estructura vertical	N° de estratos	Perfil vertical, levantamientos florísticos
		Altura de estratos	Perfil vertical, levantamientos florísticos
		Cobertura de estratos	Perfil vertical, levantamientos florísticos.
	Estructura horizontal	Patrones de distribución (Azar, agregado, uniforme)	Perfil horizontal
		Espaciamiento	Perfil horizontal
	Abundancia	Densidad (N° de individuos/superficie)	Parcelas rectangulares, circulares, puntuales, etc.
		Biomasa (Área basal, altura, volumen)	Parcelas rectangulares, circulares, puntuales, etc.
		Cobertura (Área de copas)	Perfil horizontal y relaciones DAP vs. área de copa.
	Distribución de tamaños	Altura	Parcelas rectangulares o circulares
DAP		Parcelas rectangulares o circulares	
Diaméto de copas		Parcelas rectangulares o circulares	
N° de plántulas por superficie		Parcelas rectangulares o circulares	
Regeneración	Presencia de estratos de regeneración	Perfiles verticales, levantamientos florísticos	
COMPOSICIÓN	Riqueza	N° de especies total del área	Listado florístico
		N° especies/área	Parcelas cuantitativas, levantamientos florísticos
	Equiparidad	Indíces de diversidad	Parcelas cuantitativas, levantamientos florísticos
	Dominancia	Indíces de diversidad	Parcelas cuantitativas, levantamientos florísticos
	Distribución y relaciones entre poblaciones	Comunidades	Ordenación, análisis de gradientes
		Comunidades	Clasificación fitosociológica, tabular o matemática

3.4 Metodología para el caso de estudio.

La metodología preliminar para el componente vegetacional en la línea de base de la EIA del PN Conguillío, se basa en los criterios de fisionomía, estructura y composición. Su aplicación se realizó en el área de influencia del proyecto delimitada por los impactos directos del proyecto (Hildebrand y Cannon, 1993).

3.4.1 Tipos fisionómico-estructurales.

Para la elaboración de la carta de vegetación se fotointerpretaron las fotografías aéreas pancromáticas del proyecto JICA, SAF 91, escala 1:20.000, Línea 22, N° 238402-238403 y Línea 23 N° 237597-237598, rectificando con la Ortofoto Hueñivales 1:20.000 del IGM. Se delimitaron polígonos homogéneos diferenciando por textura y tono; los polígonos se controlaron y reconocieron en terreno, asignando a cada uno de ellos un tipo fisionómico-estructural. Se describieron los tipos en su estructura y composición (Fosberg, 1967), considerando estratos verticales y sus alturas, especies dominantes, especies acompañantes y DAP (Diámetro a la Altura de Pecho) representativos para las especies arbóreas.

La carta de vegetación se expresó en escala 1:5.000, utilizando el plano base de CONAF N° IX-01 P.N.C.-01. Para ello, se digitalizó la información en el programa ArcInfo PC y su procesamiento en ArcView. Se calcularon las superficies por tipo fisionómico-estructural.

3.4.2 Perfiles estructurales.

Se realizaron parcelas rectangulares, de 5 metros de ancho y longitud variable, en 4 de los tipos fisionómico-estructurales. Se midió para cada individuo arbóreo: DAP, altura total, altura de copa, diámetro de copa en 4 direcciones perpendiculares y ubicación horizontal, en coordenadas (X,Y), del fuste. Con los datos de terreno se elaboraron perfiles esquemáticos horizontales y verticales.

3.4.3 Distribuciones diamétricas.

Se trazaron 3 parcelas rectangulares de dimensión variable (Tabla 3) mediante un Muestreo Aleatorio Simple (MAS) en cada uno de los 5 tipos fisionómico-estructurales (Hanes, 1980), dominado por especies arbóreas; en las parcelas se midió DAP > 5 cm de todos los individuos arbóreos y la altura del dosel dominante. Los datos fueron procesados en una tabla de rodal. Las frecuencias diamétricas acumuladas se ajustaron al modelo de Weibull de 2 parámetros ($f(x)=1-\exp(-(x/b)^c)$), donde $f(x)$ es la frecuencia acumulada $f(x) \leq 1$, x la marca de clase DAP, b coeficiente de escala y c el coeficiente de forma (Clutter *et al.*, 1983).

Tabla 3. Tamaño de parcelas rectangulares por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Dimensiones (m)	Área (m ²)	Nº Parcelas
Bosque Coihue-Araucaria	20 * 50	1000	3
Bosque Araucaria Denso	20 * 50	1000	3
Bosque Ñirre	10 * 25	250	3
Renoval Coihue	10 * 25	250	3
Araucaria Abierto	30 * 100	3000	3

3.4.4 Levantamientos florísticos.

Se realizaron 67 levantamientos florísticos con el método de Braun-Blanquet (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974) en todos los tipos fisionómico-estructurales. Las parcelas para los levantamientos fueron circulares, calculándose el área mínima según las curvas especie-área correspondientes (Barbour et al., 1987). Los radios mínimos fueron de 2,5 m para matorral bajo y praderas, de 5 m para matorrales altos y bosques de ñirre, y de 7,5 m para bosques altos, es decir de 20, 78,5 y 176 m² de área, respectivamente. Se estimó frecuencia y abundancia por especie en todos los estratos (arbóreo(A), intermedio(I), arbustivo(ar) y herbáceo(h)), utilizando la escala modificada por Barkman et al. (1964) (Tabla 1 A). Se midió altitud, pendiente, exposición y altura total; además se estimó cualitativamente accesibilidad, tipo de suelo, grado de erosión, condiciones de drenaje, grado de intervención y cobertura total (Tabla 2 A). Los resultados se expresan en una tabla fitosociológica bruta (Tabla 3 A), agrupados según tipos fisionómico-estructurales.

3.4.5 Clasificación de la vegetación.

3.4.5.1 Análisis tabular.

El análisis tabular se efectuó basado en la metodología de Braun-Blanquet (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974), ordenando en forma manual los levantamientos según su grado de semejanza; para ello se utilizó la tabla bruta condensada por especie. En esta tabla los valores de abundancia por estratos de la escala de Braun-Blanquet modificada (Barkman et al., 1964) fueron reemplazados por porcentajes, y luego, sumados aritméticamente dando un valor porcentual único por especie.

Las especies con constancias intermedias se utilizaron como especies "diferenciales" que permitieron reordenar la tabla según la presencia de éstas. Esta reagrupación se hizo basado en el conocimiento adquirido en terreno y en las descripciones fitosociológicas de comunidades en la literatura.

3.4.5.2 Análisis de Aglomeración.

Los levantamientos fueron procesados por medio de un análisis de aglomeración o "cluster analysis". Para ello, se utilizó una matriz alfanumérica producto de la eliminación de aquellas especies cuya constancia fuera menor a 2 de la tabla bruta condensada, considerando su bajo aporte a la clasificación. La matriz resultante consistió en 67 levantamientos (objetos) y 45 especies (atributos). El archivo se generó en Excel 5.0 y el análisis de aglomeración se desarrolló en el programa STATISTICA. Se utilizó como indicador de atributos cuantitativos el índice de Distancia Euclídiana.

3.4.6 Listado Florístico.

Se preparó un listado florístico, a partir de reconocimiento en terreno, herborización y los levantamientos florísticos. Para su clasificación taxonómica se siguió a Marticorena y Quezada (1985). Se determinó el origen nativo o exótico de las especies, basado en Mathei (1995) y la presencia de especies clasificadas en algún estado de conservación (Benoit, 1989).

3.5. Resultados para el caso de estudio.

3.5.1 Tipos fisionómico-estructurales.

Se reconocieron 8 tipos fisionómico-estructural; 4 de bosques, 3 de matorral y 1 de pradera, además de una comunidad de zonas húmedas. Los tipos fisionómico-estructurales cartografiados se entregan en la carta de vegetación (Figura 1 A). Los tipos se describen, a continuación, según origen, estructura y composición; además, se presenta un resumen de especies dominantes, altura total, estratos y superficie por tipo (Tabla 4).

Tabla 4. Resumen de los tipos fisionómicos. Los estratos se clasifican en arbóreo (A), arbustivo (ar), intermedio (I) y herbáceo (h).

Tipo	Especies dominantes	Altura total (m)	Estratos	Superficie (ha)
BAC(Nd-Aa)	<i>N. dombeyi</i> - <i>A. araucana</i>	35	A, I, ar, h	54,409
BBC(Nd)	<i>N. dombeyi</i>	25	A, I, h	5,442
BAA(Aa-P)	<i>A. araucana</i> - <i>Pernettya spp.</i>	30	A, ar, h	18,616
MAA(Na-Aa)	<i>N. antarctica</i> - <i>A. araucana</i>	20	A, ar, h	71,040
MAC(Na)	<i>N. antarctica</i> - <i>A. araucana</i>	10	A, ar, h	17,859
BAC(Na)	<i>N. antarctica</i> - <i>Pernettya myrtilloidea</i>	13	A, I, h	16,563
MB(Bb-Rc)	<i>Berberis buxifolia</i> - <i>Ribes cucullatum</i>	1	ar, h	5,731
PA(Sc)	<i>Solidago chilensis</i> - <i>Phacelia secunda</i>	0,3	H	2,2405
Escorial				13,807
Orilla lacustre				35,048
TOTAL				240,755

BAC(Nd-Aa): Bosque alto cerrado de *Nothofagus dombeyi*-*Araucaria araucana*

BBC(Nd): Bosque bajo cerrado de *Nothofagus dombeyi*.

BAA(Aa-P): Bosque alto abierto de *Araucaria araucana*-*Pernettya spp.*

MAA(Na-Aa): Matorral alto semiabierto de *Nothofagus antarctica*-*Araucaria araucana*.

MAC(Na): Matorral alto cerrado de *Nothofagus antarctica*.

BAC(Na): Bosque alto cerrado de *Nothofagus antarctica*.

BAC(Na): Matorral bajo de *Berberis buxifolia*-*Ribes cucullatum*.

PA(Sc): Pradera abierta de *Solidago chilensis*.

a) Bosque alto cerrado de *Nothofagus dombeyi* - *Araucaria araucana* (BAC(Nd-Aa)).

Bosque alto cerrado, ocupa las colinas norte y oeste del área de estudio donde la actividad volcánica presenta una menor influencia debido a la dirección de los vientos predominantes. Presenta 4 estratos característicos: arbóreo, intermedio, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo se ubica entre los 35 y 25 metros de altura, con coberturas cercanas al 100%. Está dominado por coihue (*Nothofagus dombeyi*) y en menor proporción *Araucaria araucana*, especies que poseen DAP de entre 60 y 90 cm y entre 30 a 50 cm, respectivamente. El estrato intermedio está escasamente representado por las especies arbóreas del dosel superior, existiendo un estrato de colihue (*Chusquea coleu*) de 2,5 metros de altura con una cobertura cercana al 50%. El sotobosque presenta una altura de 0,5 m y coberturas bajo el 30%, destacando *Vicia nigricans*, *Myoschilos oblonga*, *Myrceugenia chrysocarpa*, *Alstroemeria aurea*, *Osmorhiza chilensis*, *Pernettya mirtilloidea* y *Maytenus disticha*.

b) Bosque bajo cerrado de *Nothofagus dombeyi* (BBC(Nd)).

Renoval alto cerrado, tiene su origen en perturbaciones recientes, las cuales pueden ser de origen volcánico o antrópico. Se ubica en la zona baja de la ladera oeste del área de estudio. Presenta 3 estratos característicos: arbóreo, intermedio y herbáceo. El estrato superior alcanza los 25 m, con coberturas cercanas al 100%, está dominado por *N. dombeyi*, acompañado de *A. araucana* y en forma aislada de Raulí (*Nothofagus alpina*). *N. dombeyi* y *N. alpina* presentan DAP entre los 30 y 40 cm, *A. araucana* en tanto, no supera los 25 cm. *Ch. coleu* ocupa el estrato

intermedio con una altura de 2,5 m y coberturas cercanas al 80%. El sotobosque es pobre en especies, destacando *Ozmorhiza chilensis*.

c) Bosque alto abierto de *Araucaria araucana*-*Pernettya* spp. (BAA(Aa-P))

Es un bosque alto abierto que se encuentra en el límite de los bosques maduros con el matorral de ñirre (*Nothofagus antarctica*) y en la zona este del área de estudio. Presenta los cuatro estratos característicos. El estrato arbóreo se desarrolla entre los 25 y 30 metros de altura y coberturas del 70%. *A. araucana* domina el estrato con DAP de entre 50 y 80 cm. La densidad de *A. araucana* es cercana a 500 árb/ha, siendo la mayor encontrada en las formaciones del área de estudio. El estrato intermedio, está presente, en algunas áreas, como matorral de *N. antarctica* con cerca de 3 m. de altura y coberturas del 60%. El estrato arbustivo está compuesto por *Pernettya pumila* y *Pernettya myrtilloides*, con una altura aproximada de 0,5 m y una cobertura cercana al 100% o débilmente cubierto por otras especies como *Fragaria chilensis*, *Maytenus disticha* y *Embothrium coccineum*, cuando se presenta el estrato intermedio de *Ch. coleu*.

d) Matorral alto semiabierto de *Nothofagus antarctica*-*Araucaria araucana* (MAA(Na-Aa)).

Esta vegetación cubre antiguas coladas de lava, que forman una amplia planicie extendida desde la ladera Este del área de estudio, hasta el sector Playa Linda. Las condiciones ambientales son las más rigurosas del área, con un escaso desarrollo del perfil del suelo y permanencia de nieve durante un largo periodo del año. Este tipo presenta un

estrato arbustivo dominante, un estrato arbóreo emergente y un estrato herbáceo. El estrato arbustivo está representado por matorrales de *N. antarctica* de hasta 2 metros de altura con una cobertura del 50%, encontrándose en algunos ejemplares que superan esta altura con DAP de 6 a 8 cm. El dosel emergente de *A. araucana* alcanza unos 20 metros de altura, una cobertura de un 15% y DAP de 40 a 60 cm. En el estrato herbáceo domina *Pernettya pumila* y *Anthoxantum juncifolium* acompañado de *Berberis buxifolia*, *Fragaria chilensis*, *Festuca scaberrima* y *Perezia linearis*.

e) Matorral alto cerrado de *Nothofagus antarctica* (MAC(Na)).

Este tipo vegetacional se encuentra ocupando hondonadas, especialmente frías y húmedas de fondo de valle. Variantes de este matorral se encuentran en las laderas sur del área de estudio, en zonas altamente expuestas a las cenizas volcánicas. El MAC(Na) presenta un estrato arbustivo dominante, un estrato arbóreo emergente y un estrato herbáceo. El estrato arbustivo está constituido por *N. antarctica* con alturas de 2 a 3 m, la cobertura supera el 70% y los DAP bordean los 5 a 10 cm. Sobre el estrato arbustivo existe uno emergente de *A. araucana*, que alcanzan alturas de hasta 10 m, pero en su mayoría no superan los 6 m con DAP de 5 a 10 cm. El estrato herbáceo está compuesto por *P. pumila*, *P. myrtilloides*, *Anthoxantum juncifolium*, *Ribes cucullatum*, *Berberis buxifolia* y plántulas de *A. araucana*.

f) Bosque bajo cerrado de *Nothofagus antarctica* (BBC(Na)).
N. antarctica también puede crecer formando pequeños bosques puros en sectores húmedos de hondonadas. Estos

bosques poseen dos o tres estratos, lo que permite diferenciar dos variantes. El estrato arbóreo se desarrolla hasta los 13 m de altura con una cobertura de hasta un 100%, siendo *N. antarctica* la única especie; su DAP fluctúa entre 15 a 25 cm. El dosel intermedio, cuando existe, está compuesto por densas agrupaciones de *Ch. coleu* de 2,5 a 3 metros, lo que genera un sotobosque pobre en especies y cobertura. En la otra variante, el dosel intermedio no existe, dando paso a un estrato arbustivo dominado por *P. myrtilloidea*. Esta situación correspondería a condiciones de mayor humedad o de menor intervención antrópica.

g) Matorral bajo de *Berberis buxifolia*-*Ribes cucullatum* (MB(Bb-Rc)).

Este tipo vegetal se genera en sitios expuestos a fuertes vientos e inundaciones estacionales, ubicándose en todo el nivel superior de la costa sur del Lago Conguillío. Colinda con formaciones de ñirre, pero puede ubicarse cercano a bosques de coihue. Se distinguen dos estratos, el arbustivo y el herbáceo. Las especies dominantes del estrato arbustivo son *Berberis buxifolia* y *Ribes cucullatum* que alcanzan el metro de altura, con coberturas cercanas al 100% que dificultan el establecimiento de un estrato herbáceo. Sin embargo, en las zonas en que el matorral es más abierto, el estrato herbáceo lo constituyen *Acaena pinnatifida*, *Senecio* spp., *Fragaria chilensis*, *Galium* sp. y representantes de la familia Poacea.

h) Pradera abierta de *Solidago chilensis* (PA(Sc)).

La pradera de *Solidago chilensis* se genera en las zonas costeras, especialmente en la desembocadura de esteros, que

permanecen inundadas durante el invierno. *S. chilensis* domina la comunidad, pudiendo encontrarse puro o acompañado de *Rumex acetosella* (Vinagrillo) o de *Phascelia secunda* y *Myosotis* sp.

i) Comunidades ribereñas.

En los tipos fisionómico-estructurales del área de estudio, se desarrollan comunidades en las cercanías de los cursos de agua. En bosques de coihue y araucaria, la vegetación de esteros y quebradas está dominada por el Chilco (*Fuchsia magellanica*), y acompañada por helechos como *Blechnum microphyllum* y *Polystichum* sp. A medida que los cursos de agua descienden a la zona de uso intensivo, las formaciones son dominadas por ñirre y araucaria, lo que implica una abertura en el dosel. La mayor luminosidad y la estabilización de los cauces permite el desarrollo de praderas de gramíneas, compuestas por especies de los géneros *Poa* y *Agrostis*, y algunas Cyperaceas.

3.5.2 Perfiles estructurales.

En las Figura 4, 5, 6 y 7 se muestran los perfiles verticales y horizontales de los 4 tipos estudiados.

El tipo BAC(Nd-Aa) (Figura 4) presenta 5 estratos, 2 arbóreos, uno intermedio, uno arbustivo y uno herbáceo. Las especies *N. dombeyi* y *A. araucaria* presentan una distribución agrupada, una fuerte competencia de copas y una escasa regeneración.

El tipo BAA(Aa-P) (Figura 5) posee 3 estratos, uno arbóreo, uno arbustivo y uno herbáceo. *A. araucana* se distribuye horizontalmente en forma agrupada, con DAP y alturas

características de un rodal coetáneo.

El tipo MAA(Na-Aa) (Figura 6) posee 3 estratos, uno arbóreo, uno arbustivo y uno herbáceo. Tanto *N. antarctica* como la *A. araucana* se distribuyen agrupadamente, con una cobertura total inferior al 100%, presentando araucaria copas amplias debido a la escasa competencia en el dosel emergente.

El tipo BBC(Na) (Figura 7) posee 3 estratos, uno arbóreo, uno intermedio y uno arbustivo-herbáceo. *N. antarctica* se distribuye agrupadamente formando una cobertura cerrada que supera el 100%. *A. araucana* se establece sólo en forma aislada en la comunidad.

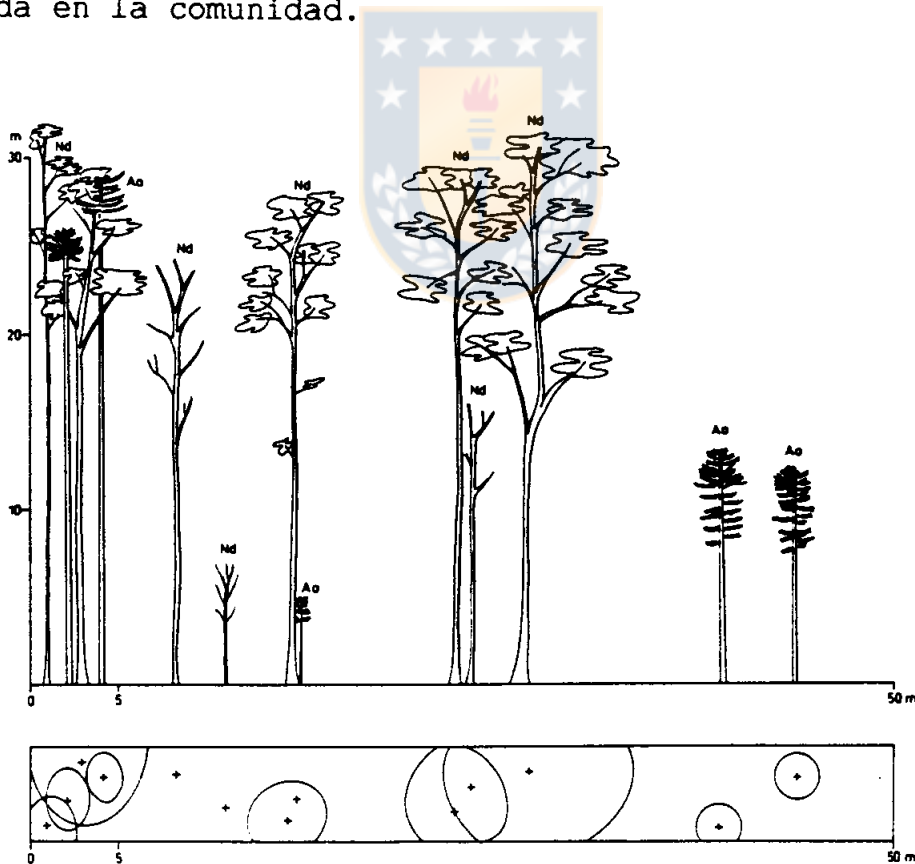


Figura 4. Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo BAC(Nd-Aa). Aa: *A. araucana* y Nd: *N. dombeyi*.

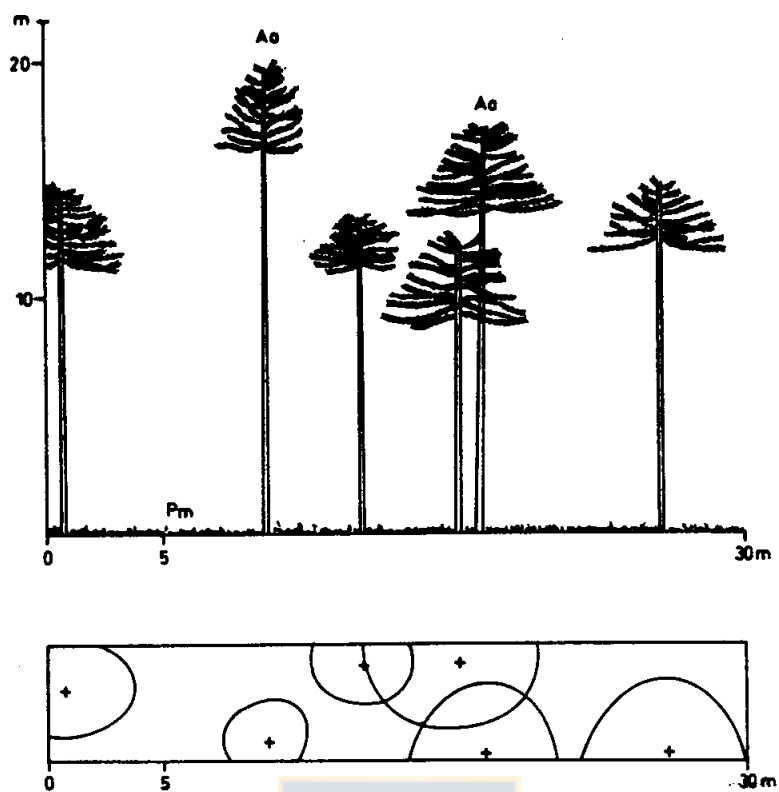


Figura 5. Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo BAA(Aa-P). Aa: *A. araucana* y Pm: *Pernettya myrtilloides*.

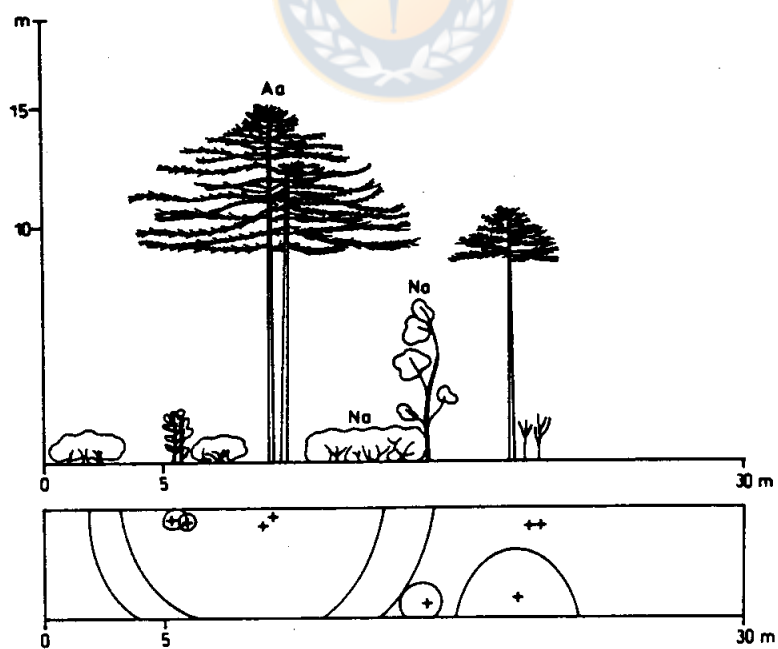


Figura 6. Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo MAA(Na-Aa). Aa: *A. araucana* y Na: *N. antarctica*.

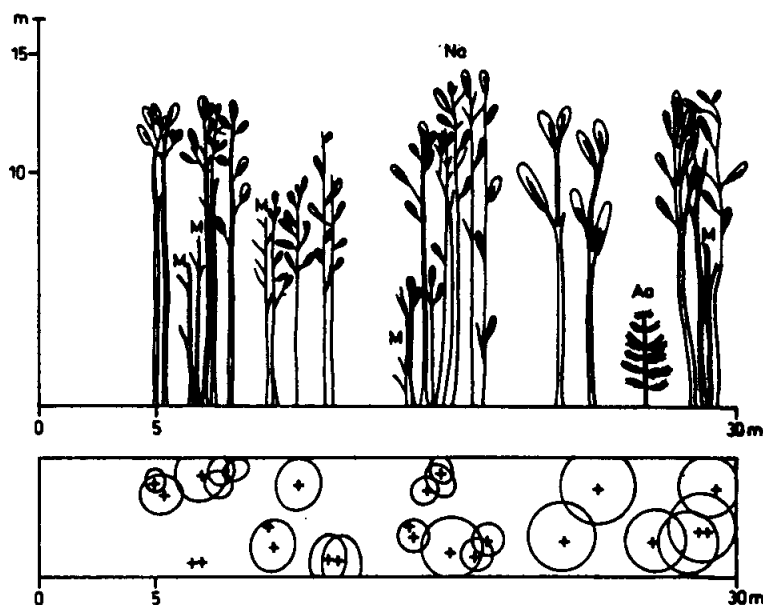


Figura 7. Perfil esquemático vertical y horizontal del tipo BAC(Na). Aa: *A. araucana* y Na: *N. antarctica*.

3.5.3 Distribuciones diamétricas.

Se presentan las distribuciones diamétricas reales y estimadas para las especies *N. dombeyi* (Figura 8) y *N. antarctica* (Figura 9), para *A. araucana* sólo se presentan las distribuciones no ajustadas (Figura 10 y 11) debido a la heterogeneidad estructural de sus distribuciones diamétricas que impiden un buen ajuste de la función de Weibull. Los resultados del ajuste de la función de Weibull se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Parámetros estimados de la función Weibull para *N. dombeyi* y *N. antarctica*.

Especie	Tipo	R	b	c	N° árb/ha
<i>N. antarctica</i>	BBC (Na)	0,99794	16,21832	2,640415	1533
<i>N. antarctica</i>	MAC (Na)	0,99846	7,100378	1,269026	2826
<i>N. antarctica</i>	BAA (Aa)	0,99671	7,962089	1,391449	1573
<i>N. dombeyi</i>	BAC (Nd-Aa)	0,99745	54,8874	2,776336	193
<i>N. dombeyi</i>	BBC (Nd)	0,99812	21,46254	1,705886	853

Las poblaciones de *N. dombeyi* de las dos comunidades estudiadas, BAC (Nd-Aa) y BBC (Nd) presentan distribuciones diamétricas coetáneas (Figura 8). Para el caso de BAC (Nd-Aa) se muestra una curva de distribución diamétrica normal asociada a una distribución de edades coetáneas, pero platicúrtica, es decir con individuos en un amplio rango de tamaños, indicadora de un estado sucesional tardío, donde el tamaño medio se encuentra en los 45 cms de DAP. La distribución diamétrica de la población de *N. dombeyi* de BBC(Nd), indica un estado más reciente de la sucesión, donde existen abundantes individuos jóvenes en las clases de 5 a 25 cm de DAP y una reducción en las clases superiores.

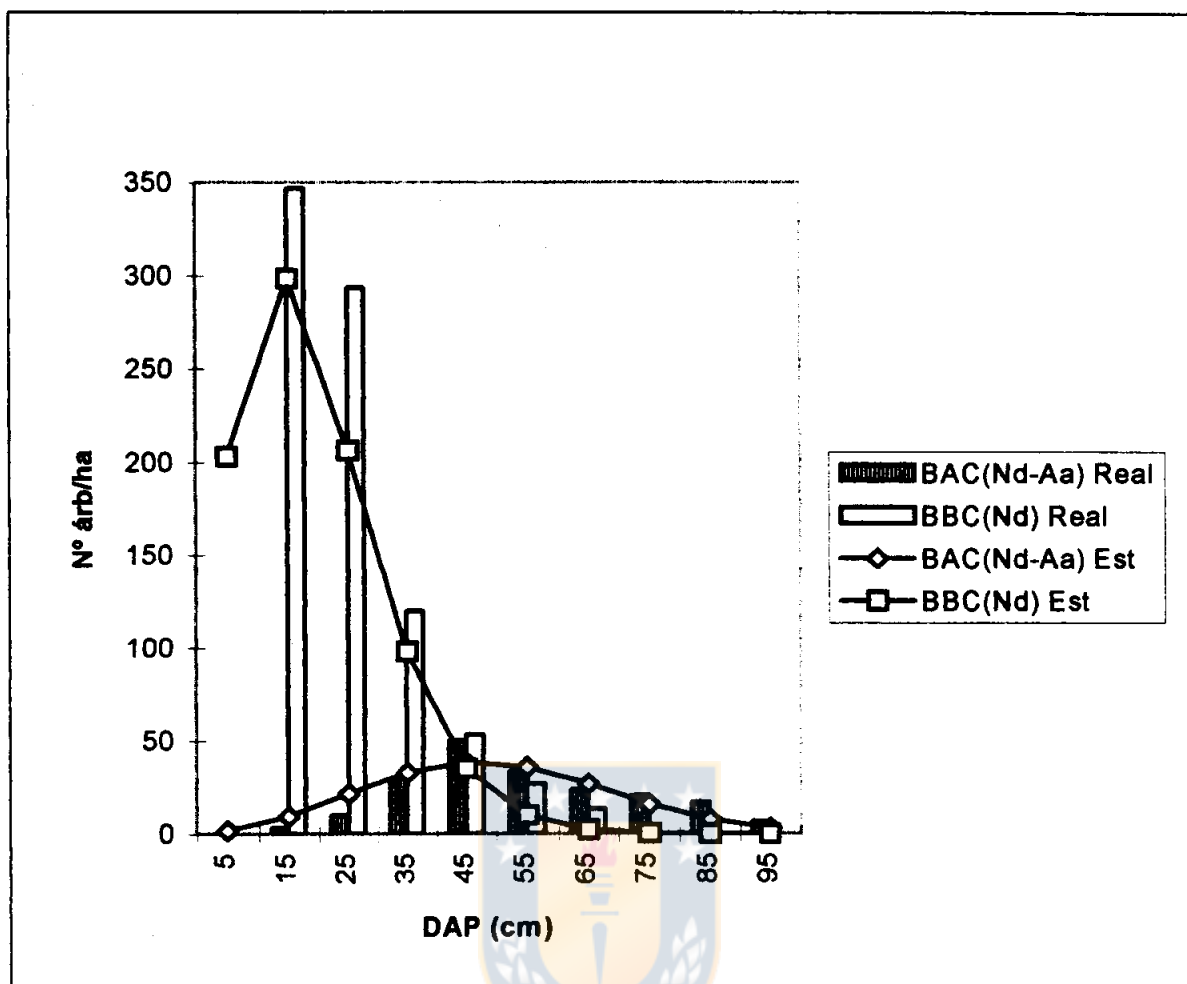


Figura 8. Frecuencias diamétricas reales y estimadas para *Nothofagus dombeyi*. Para los tipos BAC(Nd-Aa) y BBC(Nd).

N. antarctica (Figura 9) tiende a formar poblaciones coetáneas, en fondos de valles y zonas semiáridas, áreas que presentan condiciones extremas de humedad, temperatura y sequía. *N. antarctica* tiene la habilidad de superar perturbaciones como derrumbes y actividades volcánicas (Eskuche, 1973), lo que fue descrito por Veblen *et al.* (1977) al observar raíces adventicias desarrollándose en ramas en contacto con el suelo producto de derrumbes, lo que genera el hábito arbustivo de la especie. Para las comunidades estudiadas se repiten los patrones de

regeneración mencionados en la literatura; en el caso del BBC(Na) la coetaneidad se expresa claramente, observándose un DAP medio cercano a los 12,5 cms, esta población estaría pasando del hábito de krummholz al hábito arbóreo erecto producto de la ausencia de perturbaciones (Veblen et al., 1977).

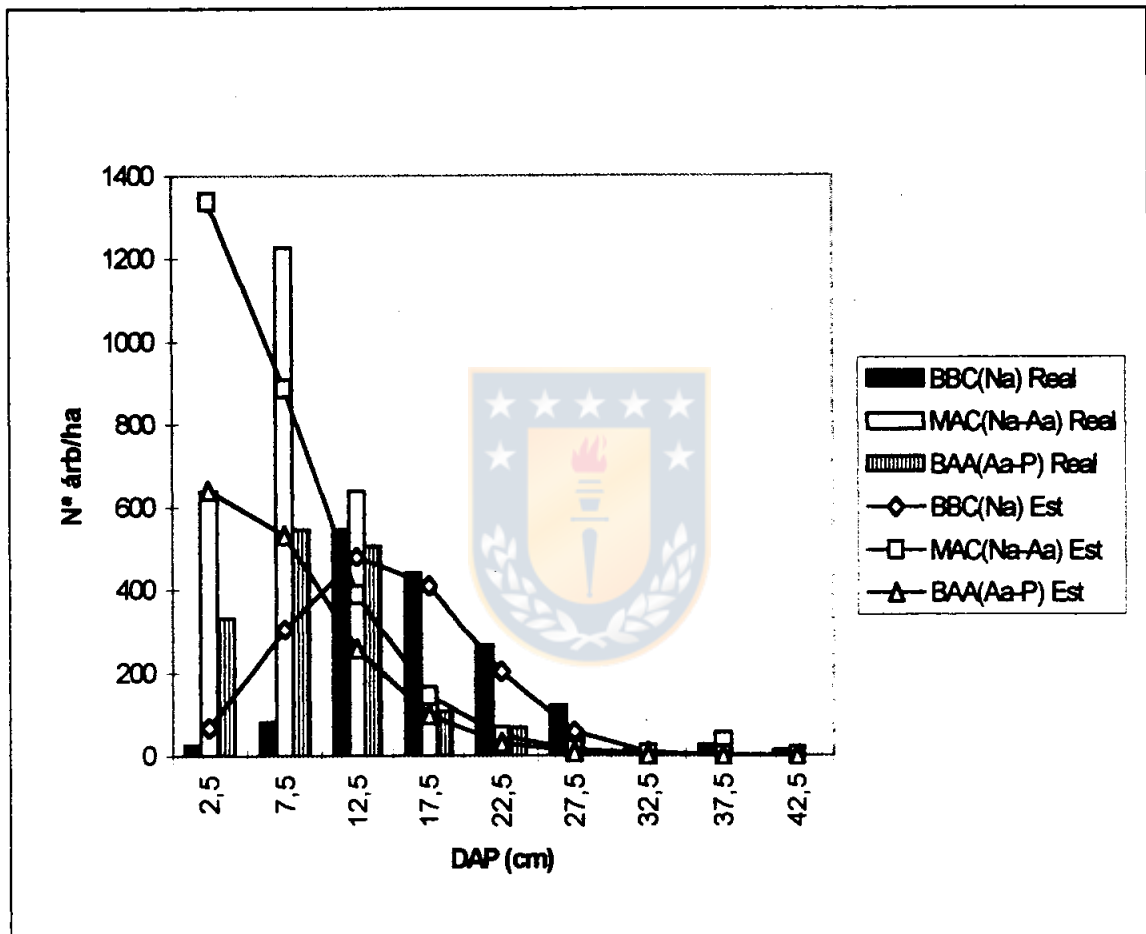


Figura 9. Frecuencias diamétricas reales y estimadas para *Nothofagus antarctica*, para los tipos fisionómicos BBC(Na), MAC(Na-Aa) y BAA(Aa-P).

En poblaciones más jóvenes de *N. antarctica*, como en el MAC(Na-Aa) y BAA(Aa-P), las curvas presentan una tendencia hacia la *j* invertida lo que implicaría que son poblaciones

en un estado de establecimiento. Esta situación es producto del alto grado de perturbación al que están expuestas las comunidades del área, tanto por la actividad volcánica como el fuego antrópico (Veblen, 1996). El ñirre frente a estas perturbaciones se ha regenerado vegetativamente (Veblen et al., 1977), lo que justifica la ausencia de plántulas en las comunidades estudiadas.

Las distribuciones diamétricas de *A. araucana* (Figura 10 y 11) no presentan una tendencia definida apareciendo como ciclos regenerativos coetáneos.

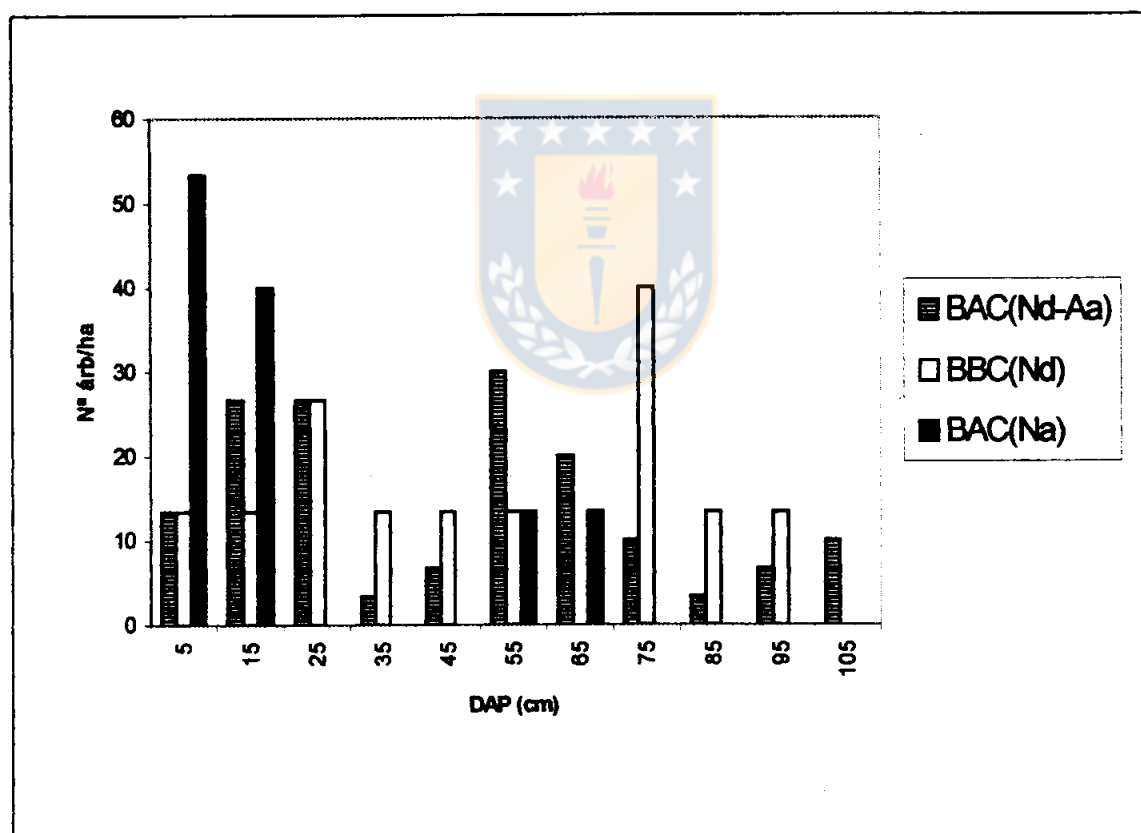


Figura 10. Frecuencias diamétricas reales para *Araucaria araucana* (a), para los tipos BAC(Nd-Aa), BBC(Nd) y BAC(Na), con 156, 160 y 120 árb/ha, respectivamente.

La araucaria presenta una estrategia reproductiva definida por su carácter monoico y sus semillas de gran tamaño, difícil dispersión y rápida germinación (Veblen, 1982), por lo cual forma clanes familiares alrededor de las araucarias "madres" (hembras) en fases de reclutamiento (Finckh, 1995). Aun cuando, las parcelas utilizadas en el muestreo poseían una superficie de 3000 m², este tamaño resulta pequeño para evaluar la población local, y sólo permitió caracterizar algunos clanes o micropoblaciones.

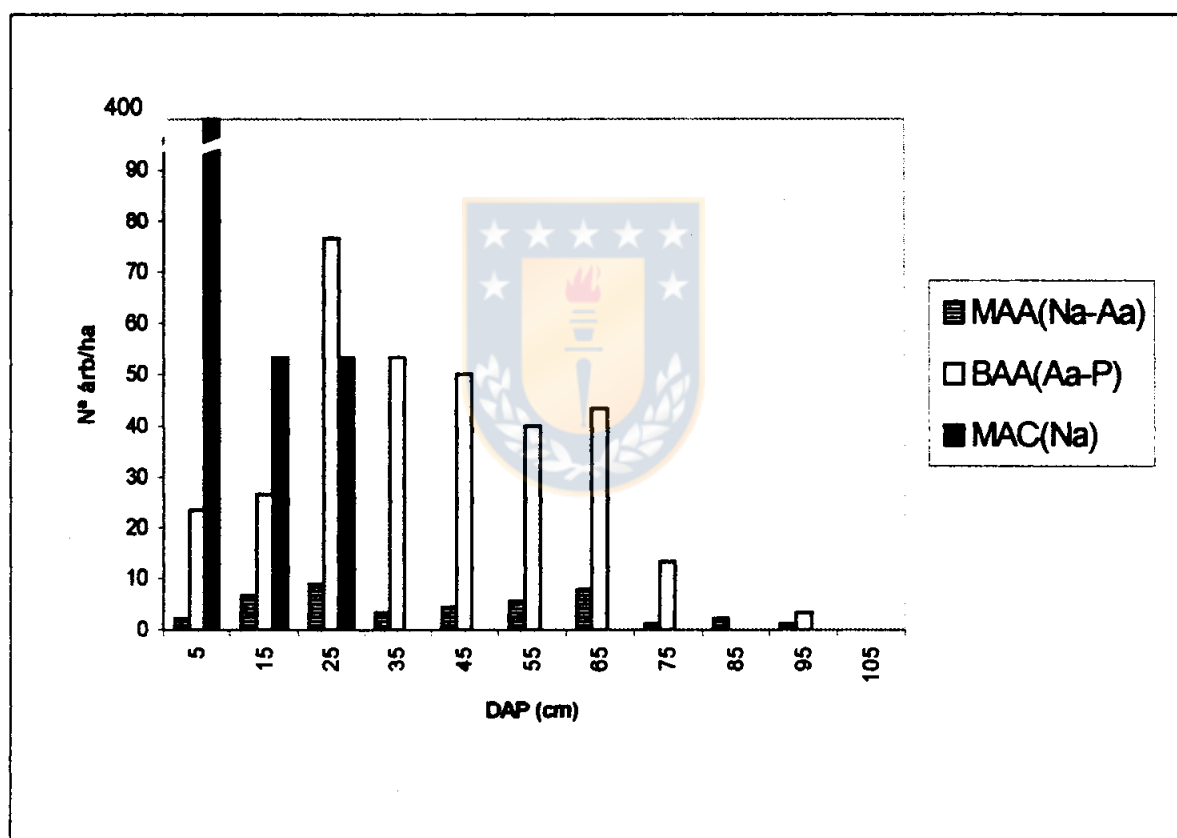


Figura 11. Frecuencias diamétricas reales para *Araucaria araucana* (b), para los tipos MAA(Na-Aa), BAA(Aa-P) y MAC(Na), con 43, 330 y 506 árb/ha, respectivamente.

A. *araucana* aprovecha la escasa competencia que le ofrece el ñirre para regenerar en los claros de estos matorrales;

aquí araucaria presenta una mayor regeneración de plántulas y una menor mortalidad (Veblen, 1982). En el área de estudio se aprecia una fuerte irregularidad en la regeneración de araucaria, existiendo lugares con gran cantidad de plántulas, especialmente en el tipo BAA(Aa-P) y otros lugares con baja regeneración como el MAA(Aa-Na), donde las condiciones de sequía y acumulación de nieve podrían ser causantes del escaso establecimiento. En terreno se observa que *A. araucana* prefiere áreas con cubierta herbácea (*Pernettya pumila*) para establecerse, lo que coincidiría con Burns (1991) respecto a que *A. araucana* regenera de preferencia en lugares húmedos.

N. dombeyi es una especie más agresiva que *A. araucana* en colonizar áreas denudadas, se especializa en grandes claros, mientras que *A. araucana* prefiere aquellos claros secundarios producto de perturbaciones a pequeña escala (Veblen, 1982). La relación entre las poblaciones de *A. araucana* y *N. dombeyi* en los dos tipos fisionómico-estructurales en los que coexisten, se presenta en la Figura 12.

En comparación a la tendencia coetánea del *N. dombeyi*, *A. araucana* presenta ejemplares en todas las clases diamétricas. *A. araucana* es una especie tolerante a las condiciones de sombra del sotobosque por lo que, aun cuando *N. dombeyi* domine el dosel arbóreo, *A. araucana* mantiene su capacidad de reclutamiento, a la espera de perturbaciones que abran el dosel (Veblen, 1996). Los resultados obtenidos en este estudio confirmarían las teorías de Veblen (1982) que señalan que *A. araucana* no sería reemplazada por especies latifoliadas sino, que por el contrario habría

desarrollado una adaptación evolutiva para coexistir con los *Nothofagus*.

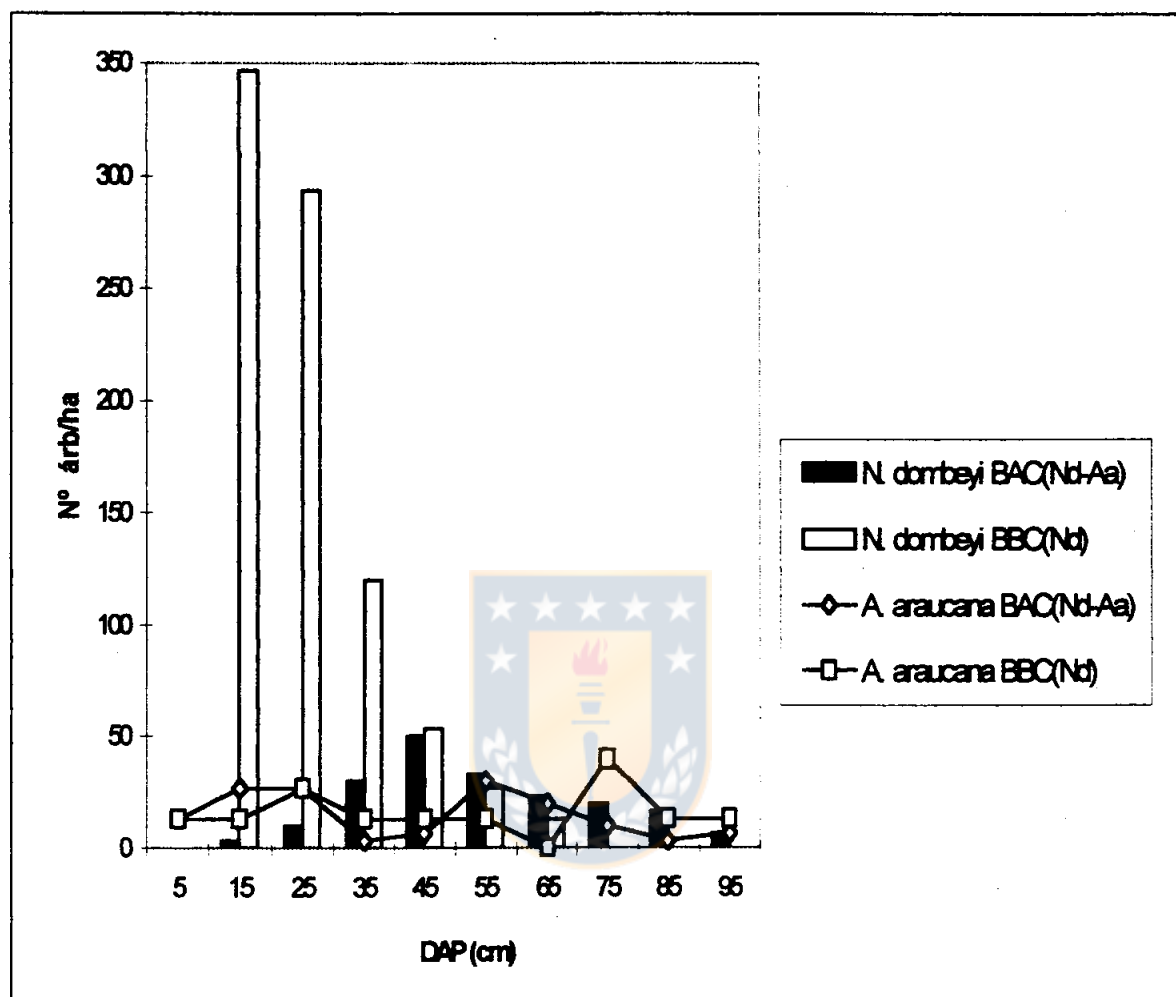


Figura 12. Frecuencias diamétricas reales para *A. araucana* y *N. dombeyi* en los tipos BAC(Nd-Aa) y BBC(Nd).

3.5.4 Levantamientos florísticos.

Los 67 levantamientos florísticos (Tabla 4) se presentan ordenados por tipos fisionómico-estructural en la tabla fitosociológica bruta, con abundancias por especies y estratos (Tabla 4 A).

Tabla 6. Levantamientos florísticos por tipo fisionómico-estructural.

TIPO	LEVANTAMIENTOS										
BAC(Nd-Aa)	BI	BH	BG	BF	BE	BD	BC	BB			
BBC(Nd)	BL	BK	BJ								
BAA(Aa-P)	BA	AF	AE	AD	AC	CE	AB				
MAA(Na-Aa)	NB	NA	NC	NG	NF	NE	ND				
MAC(Na)	CF	CD	ED	CA	CC	GH	GG	GF	ND	GE	
	GD	GC	GB	GA	CB	CH	CG	EC	EB	EA	
BAC(Na)	NG	NF	NE	NC	NB	NA	AA				
MB(Bb-Rc)	PN	PN	PL	PI	PH	PB	PA	PJ	PM	PK	PC
PA(Sc)	PF	PE	PD	PG							

3.5.5 Clasificación de la vegetación.

3.5.5.1 Análisis tabular.

Se diferenciaron por ordenación manual de la tabla fitosociológica 6 comunidades (Tabla 4 A): 4 de bosques, 1 de matorral y 1 de pradera.

Bosques de coihue: Las 2 comunidades dominadas por *N. dombeyi*, y que se describen a continuación, pertenecen a la subasociación *Gaultherio Nothofagetum dombeyi araucarietosum* Finckh (1996), asociación *Gaultherio Nothofagetum dombeyi*, subalianza *Chusqueo coleu - Nothofagenion pumilionis*, alianza *Nothofagion pumilionis*, orden *Nothofagetelia pumilionis*, clase *Nothofagetea pumilionis*. Según Gajardo (1994), estos bosques pertenecerían a la comunidad *Araucaria araucana - Nothofagus dombeyi*, sin embargo esta clasificación es muy amplia y no considera las variaciones florísticas y ambientales de la asociación. La riqueza florística de estas comunidades es más baja a las descritas por Finckh (1996) para el PN Villarrica, esta situación sería producto de frecuentes perturbaciones volcánicas (Casertano, 1963) y antrópicas o de la mayor duración e intensidad de la

estación seca que empobrecería el sotobosque en la distribución norte del bosque de coihue (Veblen, 1982).

a) Comunidad *Nothofagus dombeyi*-*Ozmorhiza chilensis*.

Comunidad dominada por *Nothofagus dombeyi* y *Araucaria araucana* en su estrato arbóreo y *Chusquea coleu* en su estrato intermedio. Con una baja diversidad de especies en el sotobosque, se asocia al tipo BBC (Nd).

b) Comunidad *Nothofagus dombeyi*-*Adenocaulon chilensis*.

Comunidad dominada por *Nothofagus dombeyi* y *Araucaria araucana* en su estrato arbóreo y *Chusquea coleu* en su estrato intermedio. Con una mayor diversidad de especies en el sotobosque, se asocia al tipo BAC (Nd-Aa).

Bosques de ñirre: las 4 comunidades que se describen a continuación se clasificarían según Eskuche (1973) en la subalianza *Ribesi-Nothofagenion* Eskuche 1969, alianza *Nothofago Berberion*, orden *Nothofagatelia antarctica*, clase *Nothofagetea antarticae*. Gajardo (1994) describe estas comunidades como Matorral Patagónico con *Araucaria* y Matorral caducifolio Alto - Montano.

a) Comunidad *Nothofagus antarctica* - *Chusquea coleu*.

Comunidad dominada por *N. antarctica* y *A. araucana* en su estrato arbóreo, con un estrato intermedio no siempre presente de *Chusquea coleu*, y un estrato arbustivo-herbáceo denso de *Pernettya myrtilloides*, *Ribes cucullatum* y *Senecio glaber*. Es una comunidad de zonas bajas, fondos de valle, donde existe una capa freática alta. Representa la transición entre bosques de *N. antarctica* y bosques de *N. dombeyi*. Esta comunidad se asocia al BAC(Na) variante Ch.

coleu. Gajardo (1994) describe para mesetas altas y frías la comunidad *Nothofagus antarctica*, con similitudes florísticas a la comunidad *Nothofagus antarctica* - *Chusquea coleu*. Eskuche (1973) estudió en el PN Lanín, comunidades de ñirre de fondo de valle muy similares a las presentes en el área de estudio, definiendo dos subasociaciones: *Senecioni-Nothofagetum antarcticae* y *Lomatia-Nothofagetum antarcticae*, las cuales se encuentran en el área de estudio y se distinguen por la presencia de *Senecio molinae* en el primer caso y de *Lomatia hirsuta*, *Maytenus boaria*, *Embothrium coccineum*, *Maytenus disticha*, *Berberis linearifolia* y *Mutisia decurrens*, en el segundo.

b) Comunidad *Nothofagus antarctica* - *Embothrium coccineum*.

Comunidad de bosque y matorral dominada por *N. antarctica* y *A. araucana*, que se asocia con especies indicadoras de bordes como *Dioscorea brachybothrya*, *Embothrium coccineum*, *Schinus patagonicus*, *Ribes magellanicum*, *Alstroemeria auriantica*, *Discaria chacaye* y *Lomatia hirsuta*. Ocupa la colina Este del área de estudio, en condiciones intermedias de humedad. Se asocia al tipo BAC(Na). Es posible reconocer su similitud con la subasociación *Lomatia-Nothofagetum antarcticae* (Eskuche, 1973).

c) Comunidad *Nothofagus antarctica* - *Pernettya pumila*.

Comunidad de matorral dominada por *N. antarctica*, con un estrato arbóreo emergente de *A. araucana* y un estrato herbáceo de *Pernettya pumila*, *Anthoxantum juncifolium* y *Festuca scabriuscula*. En el estrato arbustivo surge como parásito *Misodendron punctulatum*. Es una comunidad asociada al estrés hídrico estival, ya que se encuentra en zonas altas sobre antiguas coladas volcánicas. Esta comunidad se

asocia al MAA(Na-Aa). Según Gajardo (1994) se clasificaría como la comunidad de *Araucaria araucana* - *Festuca scabriuscula*. Este ensamble poblacional es frecuente en Argentina (Veblen, 1982), pero no en la zona del PN Conguillío (INFOR, 1993).

d) Comunidad *Berberis buxifolia* - *Acaena pinnatifida*.

Comunidad de matorral bajo dominada por *Berberis buxifolia*, acompañada de *Fragaria chiloensis*, *Ribes cucullatum* y *Solidago chilensis*. Representa la condición extrema al encontrarse a la orilla del lago y poseer variaciones estacionales pronunciadas. Esta comunidad se asocia al tipo MB(Bb-Rc).

Pradera: No existen asociaciones fitosociológicas descritas para este tipo de comunidad, por lo que se presenta sólo su descripción ecológica.

a) Comunidad *Solidago chilensis* - *Phacelia secunda*.

Pradera costera de duración estival con una baja cobertura total dominada por *Solidago chilensis* y *Phacelia secunda*. Corresponde a una fase colonizadora de terrenos descubiertos de vegetación. Se presenta en la orilla del Lago Conguillío, en acumulaciones de lapilli volcánico, que sufren inundaciones prolongadas en temporada invernal.

3.5.5.2 Análisis de Aglomeración.

Los resultados del análisis de aglomeración por Distancia Euclidiana, se presenta en la Figura 13. En el dendrograma, se aprecian algunos grupos delimitados por su similitud:

1. Bosques de Coihue
2. Bosques de Araucaria-Ñirre
3. Bosques de Ñirre
4. Bosques de Ñirre-Colihue
5. Praderas y matorrales costeros

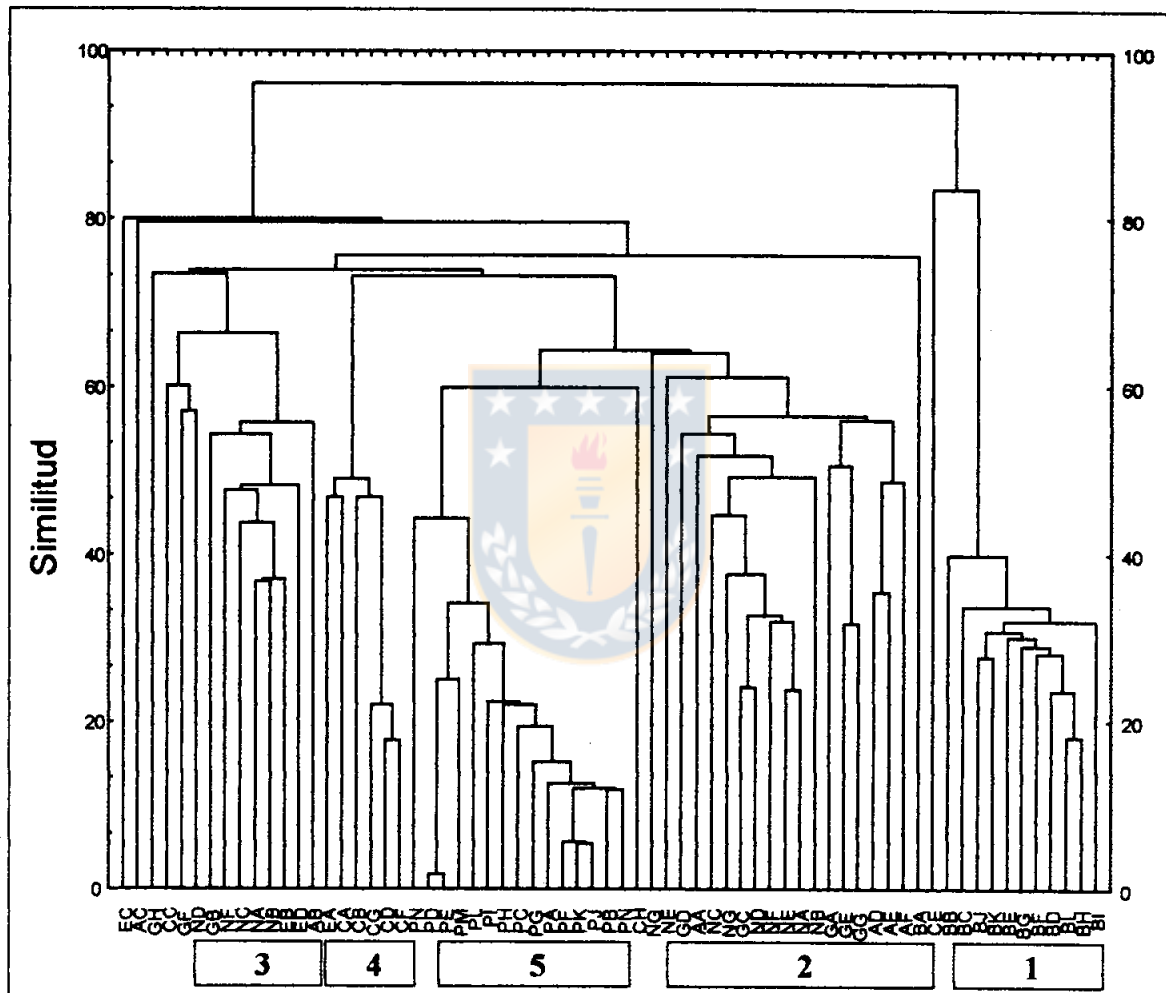


Figura 13. Dendrograma de análisis de aglomeración por distancia Euclidiana para los levantamientos florísticos. Las letras indican levantamientos y los números comunidades: 1. Bosques de Coihue, 2. Bosques de Araucaria-Ñirre, 3. Bosques de Ñirre, 4. Bosques de Ñirre-Colihue y 5. Praderas y matorrales costeros.

Estos grupos son similares a los generados por la clasificación fisionómico-estructural, a excepción de los bosques de Ñirre-Colihue. Por su naturaleza, esta clasificación matemática responde a aquellas especies con abundancias relativas altas, que son aquellas especies dominantes, lo que explica su correspondencia con la clasificación fisionómico-estructurales. El aporte de esta clasificación es limitado debido a que los grupos no se definen claramente, si no que forman parte de un gradiente.

3.5.6 Listado Florístico.

Se encontraron un total de 115 especies vegetales en el área de estudio, (Tabla 5 A), 87 especies autóctonas y 18 alóctonas (Figura 14), esto indica un alto grado de intervención antrópica que ha permitido el ingreso de especies de estrategia r de carácter invasivo. Las 115 especies se distribuyen en 67 géneros y en 45 familias (Figura 15).

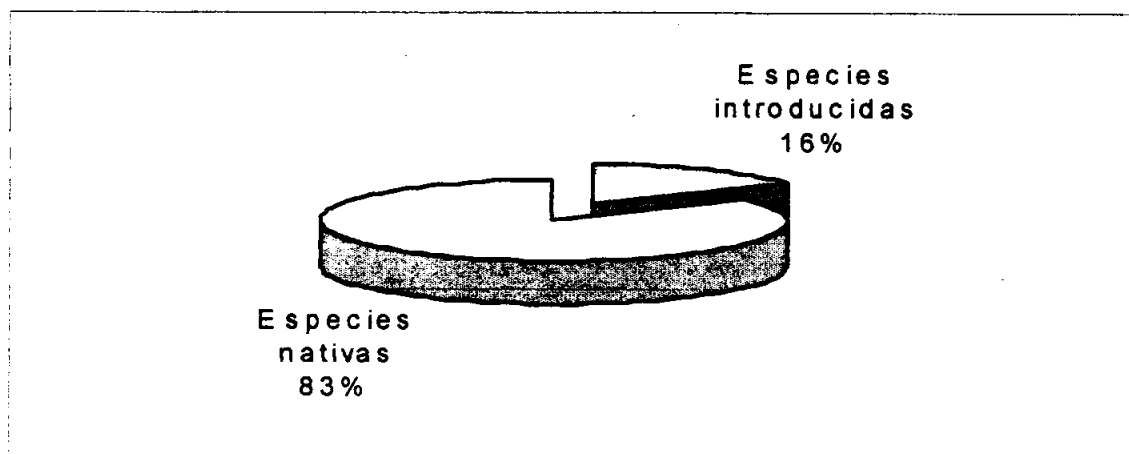


Figura 14. Distribución porcentual de especies introducidas y nativas del área de estudio.

Araucaria araucana es la única especie con problemas de conservación, clasificada como vulnerable (Benoit, 1989). Las otras especies arbóreas se distribuyen ampliamente en Chile y las restantes arbustivas y herbáceas no cuentan con un adecuado nivel de conocimiento sobre su distribución y estado de conservación.

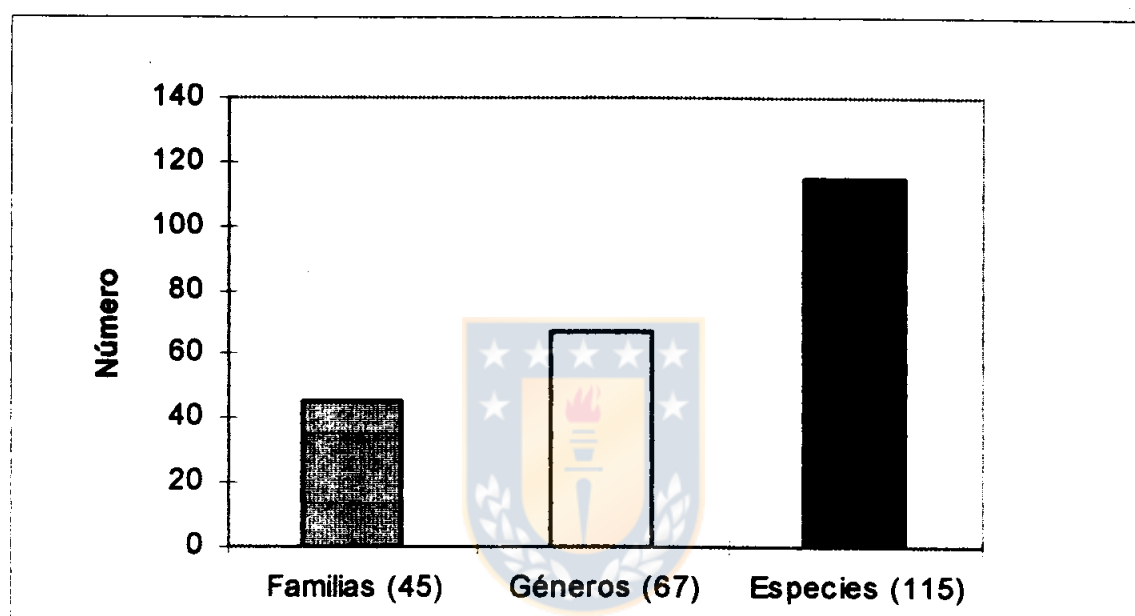


Figura 15. Número de familias, géneros y especies vegetales en el área de estudio.

3.6 Conclusiones del caso de estudio.

Los tipos fisionómico-estructurales del área de estudio pertenecen a dos variantes del bosque de *A. araucana*: bosques de *N. antarctica* y bosques de *N. dombeyi*.

Dominan el área de estudio los tipos fisionómico-estructurales relacionados con los bosques de *N. antarctica*.

La diversidad estructural vertical de las comunidades es variable existiendo comunidades con hasta 4 estratos y otras con sólo 1. La mayor diversidad vertical se presenta en el BAC(Nd-Aa). Respecto a la estructura horizontal, las poblaciones arbóreas en los tipos se distribuyen agrupadamente, debido a sus estrategias de regeneración.

La vegetación del área de estudio está fuertemente ligada a la actividad del volcán Llaima, lo que genera un mosaico de comunidades en un estado dinámico de desequilibrio.

N. dombeyi, en el área de estudio, ocupa los sectores más protegidos de la actividad del volcán Llaima. Sus poblaciones son coetáneas, variando su edad media según la historia de las perturbaciones.

N. antarctica, en el área de estudio, ocupa los sectores extremos del gradiente hídrico donde no es afectado por la competencia. Allí es afectado por perturbaciones frecuentes, volcánicas y de fuego, formando poblaciones coetáneas mediante regeneración vegetativa.

A. araucana, en el área de estudio, comparte el sitio con *N. dombeyi* y *N. antarctica*. Las poblaciones de *A. araucana* presentan una heteroetinidad generada por la unión de varias micropoblaciones coetáneas, establecidas en ciclos de reclutamientos. *A. araucana* no estaría en retroceso en la competencia con los *Nothofagus*, dado que presenta una

buena regeneración bajo el dosel.

Las comunidades estudiadas pertenecen a la subasociación *Gaultherio Nothofagetum dombeyi araucarietosum* y a la subalianza *Ribesi-Nothofagenion*.

La diversidad de comunidades del área de estudio es alta debido a que se trata de una zona ecotonal donde las condiciones ambientales, edáficas y climáticas, permiten la unión de tres ecosistemas: los bosques de coihue, los bosques de ñirre y el Lago Conguillío.

La diversidad florística de 115 especies es alta, considerando que se estudió un área de 240 ha. Esta diversidad se asocia a la diversidad de comunidades y a la introducción de especies por el ganado y el paso de los visitantes.

3.7 Metodología General.

Basado en los antecedentes de la literatura y los resultados de la aplicación de la metodología del caso de estudio, se elaboró una metodología general para el componente vegetacional de la línea de base de la EIA en áreas silvestres protegidas.

La propuesta metodológica se entrega organizada en tres bloques conceptuales que, a su vez, corresponden a etapas sucesivas de profundización en el conocimiento de la organización comunitaria de la vegetación.

Para efectos de aplicación, entonces, el grado de detalle con que se recaba la información y consecuentemente, los costos del muestreo aumentan progresivamente. De este modo, se espera satisfacer los distintos niveles de detalle en la información requeridos según la escala de trabajo en que se espera se manifiesten los impactos en el sistema natural. Esto debiera ser decidido por un grupo de trabajo interdisciplinario a cargo de la EIA.

Por otro lado, las tres etapas corresponden a su vez a tres niveles fundamentales en que se puede analizar la biodiversidad, vale decir, desde el nivel ecosistémico, en unidades de paisaje o diversidad gamma, la diversidad comunitaria o diversidad beta, hasta el nivel de diversidad local o diversidad alfa.

Las tres etapas metodológicas se indican a continuación, éstas se detallan en la metodología del caso de estudio (Ver sección 3.4):

1. Etapa fisiónómico-estructural.

1.1. Identificación y caracterización de los tipos fisiónómico-estructurales, bajo los esquemas de la clasificación de Fosberg (1967) y utilizando atributos cualitativos de estructura y composición.

1.2 Realización de la cartografía del área identificando los tipos fisiónómico-estructurales.

2. Etapa estructural cuantitativa.

2.1. Diseño de un muestreo aleatorio estratificado según número y altura de los estratos verticales, definiendo puntos permanentes que se utilizarán en las etapas

siguientes y en planes de vigilancia ambiental y monitoreo.

2.2. Levantamiento de perfiles estructurales, horizontales y verticales, considerando como centro del perfil los puntos permanentes.

2.3. Levantamiento de parcelas rectangulares para reconocer atributos poblacionales relacionados con el tamaño de las especies arbóreas (DAP, h), considerando como centro de la parcela los puntos permanentes.

2.4. Levantamiento de parcelas de regeneración (N° de plántulas, especie y altura) al interior de las parcelas rectangulares.

Observación: Eventualmente para los puntos 2.3 y 2.4 se puede utilizar información proveniente de inventarios forestales.

3. Etapa florística.

3.1. Realización de Levantamientos Florísticos, según la metodología de la escuela europea o de Braun-Blanquet.

3.2. Clasificación fitosociológica de comunidades, siguiendo el esquema de clasificación tabular. La subsecuente ubicación en el sistema jerárquico de clasificación, permitirá determinar el carácter único de los ensambles comunitarios.

3.3. Cálculo de Índices de Diversidad, con el fin de disponer de parámetros comparativos de la biodiversidad por comunidades. Para su elaboración se utilizan los resultados de los levantamientos florísticos o de los perfiles estructurales.

3.4. Listado Florístico del área de estudio, para determinar la diversidad táxica y las especies en categorías o de relevancia desde un punto de vista cultural o social.

III. CONCLUSIONES.

La Línea de Base es una etapa esencial en la EIA, definida por la descripción de los componentes físico, social, económico y biológico, este último, determinado por la biodiversidad.

La vegetación es un indicador útil de biodiversidad para la línea de base de la EIA. Para evaluarla se propone una metodología basada en tres criterios fundamentales: fisionomía, estructura y composición.

Los tres niveles propuestos son correlacionables con parámetros ecológicos básicos como son la diversidad estructural, diversidad de habitat, ecotonos, efecto de borde, dinámica de regeneración y otros.

Los tres niveles propuestos proporcionan flexibilidad al método en el sentido que el grado de detalle con que se avance de fisionomía a estructura y luego a composición depende de los objetivos y área de influencia del proyecto.

La información recabada es susceptible de análisis bajo cualesquiera de las aproximaciones teóricas fundamentales acerca de la naturaleza de las comunidades, vale decir, aquellas comprendidas bajo el punto de vista organísmico o individualista.

La metodología propuesta en este trabajo es una alternativa para el componente vegetacional de la línea de base de la EIA en unidades del SNASPE, adaptable según los objetivos del proyecto y área de influencia.

V. RESUMEN.

El sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una de las herramientas más utilizadas en gestión ambiental. La línea de base es la etapa de la EIA que consiste en la descripción del entorno antes del proyecto. En la línea de base, el componente biótico está determinado por la biodiversidad, la cual puede ser evaluada utilizando a la vegetación como indicador. Los proyectos en el Sistema Nacional de Areas Silvestres Protegidas (SNASPE) deben someterse a la EIA. Este trabajo busca encontrar criterios, indicadores y metodologías para el componente vegetacional de la línea de base de la EIA en áreas silvestres protegidas. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de las bases metodológicas del análisis de vegetación. Se diseñó y aplicó una metodología preliminar para la concesión turística del Parque Nacional Conguillío. Se encontró que el área de estudio presenta un mosaico de bosques mixtos de *Araucaria araucana*, *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus antarctica*, que se encuentran bajo un régimen de perturbaciones volcánicas y de fuego. Se concluyó que la metodología para el componente vegetacional debe considerar tres criterios: fisionomía, estructura y composición, relacionados directamente con la funcionalidad y biodiversidad del ecosistema. Por lo tanto, el método dependerá de los objetivos y área de influencia del proyecto.

Palabras claves: Línea de base para la EIA, vegetación, áreas silvestres protegidas, Parque Nacional Conguillío.

SUMMARY.

Environmental Impact Assessment (EIA) is one of the most used tools for defining environmental policy. The baseline stage in the EIA is aimed to describe the environment before the project is carried out. At this stage the biotic (biodiversity) can be evaluated using vegetation as an indicator. Under present Chilean legislation, projects involving the National System of Protected Areas (SNASPE) must be exposed to an EIA procedure. This investigation was aimed to define criteria, indicators and a methodology to use vegetation as a suitable indicator of biodiversity on the baseline step, within the EIA procedure, to be applied to projects related with the SNASPE areas. A review of specialized literature was followed by the design of a methodology which was then tested using a study case located on Conguillio National Park. The study area is covered by a mosaic of mixed *Araucaria araucana*, *Nothofagus dombeyi* and *Nothofagus antarctica* forest under periodic disturbance regime derived from volcanic activity. A methodology is recommended which includes three criteria: physiognomy, structure and composition that can be used combined or as steps in progressively more complex and detailed procedure depending on the scale, and the size of the area involved.

Keywords: Baseline in the EIA, vegetation, protected wilderness areas, Conguillio National Park.

VI. BIBLIOGRAFÍA.

Aravena, S.C., 1987. Estimación preliminar de la Demanda por Recreación en Chile y la Capacidad del Sistema de Areas Silvestres Protegidas para satisfacerla. Memoria de Título para optar al Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de Concepción. Sede Chillán.

Armesto, J.J., Smith-Ramírez C., León P., Mary Kalin Arroyo. 1992. Biodiversidad y Conservación del Bosque Templado en Chile. Ambiente y Desarrollo. Vol. 8, pp 19-24. Santiago, Chile.

Barbour M., Burk, J. y Pitts, W. 1987. Terrestrial Plant Ecology. The Benjamin/Cumming Publishing Company Inc. California, USA.

Barkman, J.J., Doing, H. y Segal, S. 1964. Kritische Bemerkungen und Vorshlaege zur quantitativen Vegetationsanalyse. Acta Bot. Neerl. 13: 394-419.

Barzetti, V. 1993. Parques y Progreso. Areas Protegidas y Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe. UICN & BID. Washington, USA.

Benoit, I. 1989. Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura. República de Chile. Santiago, Chile.

Blanco, H. 1996. La participación ciudadana en al Evaluación de Impacto Ambiental: Comparación de la

legislación en Chile con la experiencia inglesa. Ambiente y Desarrollo - Marzo. Vol. XII. Santiago, Chile.

Bisby, F. 1995. Characterization of biodiversity. En: Global Biodiversity Assessment. Ed. Heywood, V.H. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press. New York. USA.

Burns, B.R. 1991 The regeneration dynamics of *Araucaria araucana*. Thesis for the Doctor Philosophy degree. University of Colorado. Colorado, USA.

Ceballos-Lascuráin, H. 1996. Tourism, ecotourism, and protected areas. IV World Congress on National Parks and Protected Areas. IUCN.

Cain, S. y Castro, G. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper & Brothers, Publishers. New York, USA.

Casertano, L. 1963. General characteristics of active andean volcanoes and a summary of their activities during recent centuries. Bulletin of the Seismological Society of America. Vol. 53:6. USA.

Clutter, J., Fortson, J., Pienaar L., Brister G. y Bailey R. 1983. Timber Management: A quantitative approach. John Wiley & Sons. New York, USA. Pp125

CONAF, 1982. Plan de Manejo "Parque Nacional Conguillío". Corporación Nacional Forestal. Temuco, Chile.

Conesa, V. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Convenio sobre la Diversidad Biológica, 1994. Diario Oficial de la República de Chile. Sábado 6 de Mayo. Santiago, Chile.

Donoso, 1980. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Donoso, 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Eskuche, U. 1973. Estudios Fitosociológicos en el Norte de Patagonia. Investigación de algunos factores de ambiente en comunidades de bosque y chaparral. Phytocoenologia. Stuttgart- Lehre. Vo 1 (1) 64-113. Deutschland.

Finckh, M. 1995. Die Wälder des Villarrica-Nationalparks (Südchile)- Lebensgemeinsschaften als Grundlage für ein Schutzkonzept. Dissertationes Botanicae. Band 259. J. Cramer. Berlin-Stuttgart. Deutschland.

Finckh, M. y Paulsch A. 1995. Araucaria araucana - Die ökologische Strategie einer Reliktkonifere. Flora (1995) 190. 365-382.

Fosberg, F.R. 1967. A classification of vegetation for general purposes. En Peterken, G.F. IBP Handbook N°4. Guide to check sheet for IBP areas. Segunda Edición. Blackwell Scientific Publications. Oxford, USA.

Fuenzalida, H. 1965. Biogeografía. En: Geografía Económica de Chile. CORFO. Santiago, Chile.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile

Gómez, D. y Valdivielso, V. 1991. Identificación y evaluación de impactos ambientales sobre flora y fauna. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales. Instituto Geológico Geominero de España. Madrid, España.

Greene, S.E. 1984. Botanical Baseline Monitoring in Research Natural Areas in Oregon and Washington. En: Research Natural Areas: Baseline Monitoring and Management. Proceedings of a Symposium in Missoula, Montana, March 21, 1984. General Technical report INT-173. Forest Service, USDA. Ogden, USA.

Hanes, T. 1980. Vegetation and wildlife impact analysis. En: Environmental impact analysis handbook. Ed. J.G. Rau y D.C. Wooten. Mc Graw-Hill Book Company. New York.

Hayek, E. y Di Castri, F. 1975. Bioclimatografía de Chile. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. (No visto, consultado en Ramírez (1978)).

Hildebrand, S.G. y Cannon, J.B. (Ed.) 1993. The scientific challenges of NEPA: Future directions based on 20 years of experience. Lewis Publishers. Florida, USA.

INFOR, 1993. Catastro de Bosque Nativo, IX Región. Cartografía de Formaciones Vegetales. Chile.

Jaksic, F. 1988. Los inventarios de recursos naturales y su uso en las evaluaciones de impacto ambiental: el caso de Chile. *Amb. y Des.*, Vol. V-Nº2: 13-24. Santiago, Chile.

Krebs, C.J. 1994. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins College Publishers. USA.

Küchler, A.W. 1967. *Vegetation mapping*. The Ronald Press Company. New York, USA.

Lara, A., Donoso, C. y Aravena J.C. 1995. La conservación del bosque nativo de Chile: problemas y desafíos. En: Armesto, J.J., Villagrán, C. y Arroyo, M.K. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Lazo, A. 1996. La inversión más natural, impulso del ecoturismo en áreas silvestres protegidas. *Chile Forestal*, Abril. pp 34-36.

MOPT, 1992. Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenidos y metodología. Serie Monografías. Madrid, España.

Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. New York, USA.

Marticorena, C. y Quezada, M. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Universidad de Concepción. Gayana, Bot. 42 (1-2).

Mathei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Naranjo, J.A. y Moreno, H. 1991. Actividad explosiva postglacial en el Volcan Llaima, Andes del Sur. Revista Geológica de Chile, Vol. 18, N°1, p. 69-80.

Oberdorfer, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile Ein Vergleich mit Europa. Flora et Vegetatio Mundi. Verlag Von J. Cramer. Deutschland.

O'Neil, T.A., Steidl, R.J., Edge, W.D. y Csuti, B. 1995. Using Wildlife Communities to Improve Vegetation Classification for Conserving Biodiversity. Conservation Biology. Volume 9, N° 6. Pages 1482-1491.

Parra, O y Acuña, A. 1996. La Evaluación de Impacto Ambiental. Apuntes. Centro EULA. Concepción, Chile.

Peralta M. 1975. Tipificación de los Suelos en la formación forestal Araucaria-Lenga en el Parque Nacional Conguillío. Bol. N° 31. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Pianka, E. 1974. Evolutionary Ecology. Harper & Row, New York.

Pisano, E. 1956. Esquema de clasificación de las comuniddes vegetales de Chile Agronomía 2 (1): 30-33. Santiago, Chile.

Proceso Montreal, 1995. Criterios e Indicadores para la Conservación y el Manejo Sustentable de los Bosques Templados y Boreales. Declaración de Santiago. Santiago, Chile.

Quintanilla, V. 1977. A contribution to the phytogeographical study of temperate Chile. Biogeographica VIII, The Hague, 31-41.

Ramírez, C. 1978. Estudio florístico y vegetacional del Parque Nacional Tolhuaca (Malleco-Chile). M.N.H.N publicación ocasional 24:3-23. Santiago, Chile.

Rivas, H. 1994. Hacia un desarrollo turístico de los ambientes naturales en Chile. Ambiente y Desarrollo - Diciembre. Santiago, Chile.

Romesberg, H.C. 1984. Cluster analysis for researchers. Wadsworth, Inc., Belmont. California, USA.

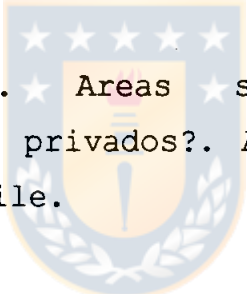
Shimwell, D.W. 1972. The Description and Classification of Vegetation. Sidgwick & Jackson. Londres, Inglaterra.

Stork, N.E. y Samways, M.J. 1995. Inventorying and Monitoring. En: Global Biodiversity Assessment. Ed. Heywood, V.H. United Nations Environment Programme. Cambridge University Press. New York. USA.

Veblen, T.T. 1982. Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forest in Chile. *Journal of Biogeography* Vol. 9: 11-20.

Veblen, T.T., D.H. Ashton, F.M. Schlegel y Veblen A.T. 1977. Plant succession in a timberline depressed by vulcanism in south-central Chile. *Journal of Biogeography*. Vol. 4: 275:294.

Veblen, T.T., Kitzberger, T., Burns, B.R. y Rebertus, A.J. 1996. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. En: Armesto, J.J., Villagrán, C. y Arroyo, M.K. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

Villarroel, P. 1992.  Areas silvestres protegidas: ¿Bienvenida a capitales privados?. *Ambiente y Desarrollo* - Diciembre. Santiago, Chile.

Whittaker, R.H. 1967. Gradient analysis of vegetation. *Biol. Rev.* 42:207-264.

Whittaker, R.H. 1962. Clasificación of natural communities. *Botan. Rev.* 28:1-239.

Werger, M.J. y Sprangers, J.T. 1982. Comparison of floristic and structure classification of vegetation. *Vegetatio* 50, 175-183. The Hague, Netherlands.

VII. APENDICE.



Tabla 1 A. Escala Modificada de Braun-Blanquet para estimaciones de abundancia (Barkman et al, 1964).

r	= se presenta esporádicamente en toda área de la asociación	<	1 %	1
+r	= esporádica (1-2 individuos) en el Area mínima o unidad de muestra	<	1-2 %	1
+p	= poco numerosa (3-20 individuos)	cobertura	2-5 %	4
+a	"	"		
+b	"	"		
1p	= numerosa (20-100 individuos)	"	<	1 %
1a	"	"	<	1-2 %
1b	"	"	<	2-5 %
2m	= muy numerosa (> 100 individuos)	"	<	5 %
2a	= cualquier número	"	5-12.5 %	9
2b	"	"	12.5-25 %	19
3	"	"	25-50 %	38
4	"	"	50-75 %	63
5	"	"	75-100 %	88

Tabla 2 A. Tipología de los levantamientos florísticos.

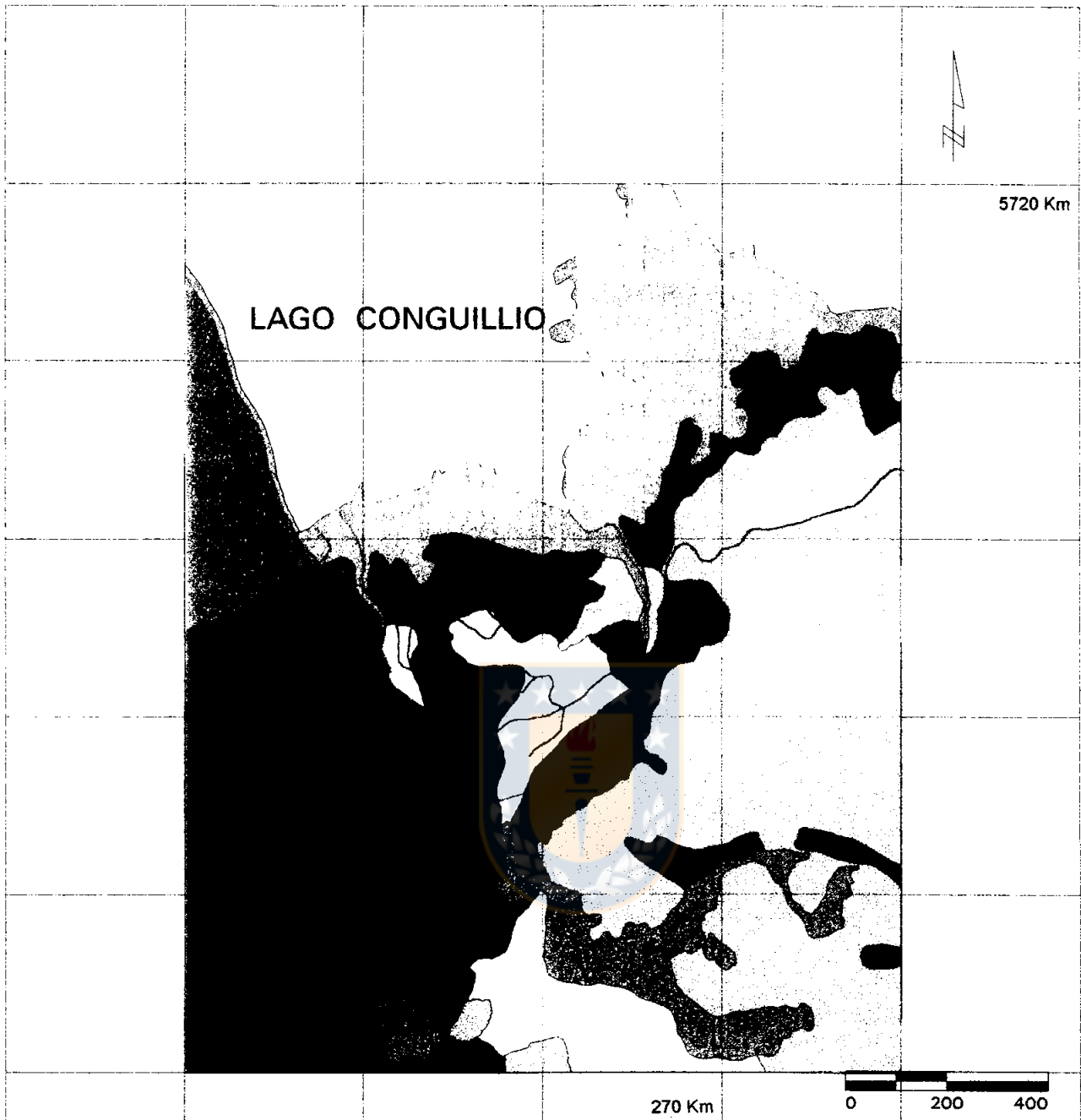
LEVANTAMIENTO	Indica con dos letras el levantamiento.
TIPO	Se refiere al tipo fisionómico estructural de acuerdo a la tabla 4.
PENDIENTE %	Pendiente del terreno en escala porcentual
EXPOSICION °	Dirección con respecto al Norte Azimut
ACCESIBILIDAD	1) Buena 2) Regular 3) Mala
SUELO	1) Trumao 2) Ceniza 3) Roca
GRADO DE EROSION	1) Nula 2) Incipiente 3) Laminar 4) Cárcava
DRENAJE	1) Bueno 2) Regular 3) Malo
GRADO DE INTERVENCION	1) Nulo 2) Bajo 3) Medio 4) Alto 5) Muy alto
COBERTURA TOTAL	En escala porcentual
ALTURA TOTAL	En metros

Tabla 5 A. Listado florístico del área de estudio.

FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN	FAMILIA	ESPECIE	ORIGEN
Amaryllidaceae	<i>Astrotronia aurea</i> Graham	n	Onagraceae	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.	n
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i> (Phil.) Johnston	n	Onagraceae	<i>Epidendrum</i> sp.	n
Apiaceae	<i>Oenanthe chilensis</i> H. & A.	n	Orchidaceae	<i>Codonorchis lessoni</i> (Brongn.) Lindl.	n
Araliaceae	<i>Pseudopanax lasiovirens</i> (Gay) Franchet	n	Orchidaceae	<i>Gavilea lutea</i> (Pers.) Correa	n
Arucariaceae	<i>Arucaria arucaria</i> (Mol.) K. Koch	n	Oxalidaceae	<i>Oxalis gyrnorhiza</i> Poepp. ex Knuth	n
Aspidaceae	<i>Polystichum</i> sp.	n	Papilionaceae	<i>Lathyrus</i> sp. 1	i
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i> L.	i	Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i> L.	i
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	i	Poaceae	<i>Agrostis stolonifera</i> L. var. <i>stolonifera</i>	i
Asteraceae	<i>Adenocaulon chilense</i> Less.	n	Poaceae	<i>Bromus catharticus</i> Vahl	i
Asteraceae	<i>Baccharis magellanica</i> (Lam.) Pers.	n	Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L.	i
Asteraceae	<i>Mutisia decurans</i> Cav.	n	Poaceae	<i>Poa pratensis</i> L.	i
Asteraceae	<i>Perezia linearis</i> Less.	n	Poaceae	<i>Agrostis</i> sp. 1	n
Asteraceae	<i>Senecio glaber</i> Less.	n	Poaceae	<i>Agrostis</i> sp. 2	n
Asteraceae	<i>Senecio augustianus</i> Phil.	n	Poaceae	<i>Anthoxanthum junceifolium</i> (Hackel) Veldk.	n
Asteraceae	<i>Senecio chilense</i> Less.	n	Poaceae	<i>Chusquea culosa</i> Desv.	n
Asteraceae	<i>Solidago chilensis</i> Meyen	n	Poaceae	<i>Elymus andinus</i> Trin.	n
Asteraceae	<i>Aster</i> sp.	n	Poaceae	<i>Festuca scaberrima</i> Phil.	n
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp. 1	n	Poaceae	<i>Festuca</i> sp. 1	n
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp.	n	Poaceae	<i>Poa</i> sp. 1	n
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	n	Poaceae	<i>Poa</i> sp. 2	n
Asteraceae	<i>Macrauchenium gracile</i> Hook. f. var. <i>gracile</i>	n	Poaceae	<i>Poa</i> sp. 3	n
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i> sp.	n	Poaceae	<i>Trisetum</i> sp.	n
Berberidaceae	<i>Berberis buxifolia</i> Lam.	n	Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L.	i
Berberidaceae	<i>Berberis darwinii</i> Hook.	n	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	i
Berberidaceae	<i>Berberis empetrifolia</i> Lam.	n	Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	i
Berberidaceae	<i>Berberis linearifolia</i> Phil.	n	Protaceae	<i>Embothrium coccineum</i> J.R. & G. Forster	n
Berberidaceae	<i>Berberis montana</i> Gay	n	Protaceae	<i>Lomatia hisuta</i> (Lam.) Diels	n
Blechnaceae	<i>Blechnum microphyllum</i> (Goldm.) Morton	n	Ranunculaceae	<i>Anemone multifida</i> Poir.	n
Boraginaceae	<i>Echium plantagineum</i> L.	i	Rhamnaceae	<i>Dioscorea chacayo</i> (G. Don) Tort.	n
Borraginaceae	<i>Myosotis</i> sp.	n	Rosaceae	<i>Malus sylvestris</i>	i
Borraginaceae	<i>Heliotropium</i> sp.	n	Rosaceae	<i>Acaena ovalifolia</i> R. & P.	n
Caryophyllaceae	<i>Cerastium arvense</i> L.	i	Rosaceae	<i>Acaena pinnatifida</i> R. & P.	n
Caryophyllaceae	<i>Spergularia arvensis</i> L.	i	Rosaceae	<i>Fragaria chilensis</i> L. Duch.	n
Caryophyllaceae	<i>Spergularia</i> sp.	n	Rosaceae	<i>Geum magellanicum</i> Pers.	n
Celastraceae	<i>Meyenhusia disticha</i> (Hook. f.) Urban	n	Rubiaceae	<i>Gallium</i> sp.	n
Celastraceae	<i>Meyenhusia magellanica</i> (Lam.) Hook. f.	n	Rubiaceae	<i>Reibunium hypocarpium</i> (L.) Hemsl.	n
Cruciferae	<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i> (L.) Hayek	i	Rubiaceae	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	n
Cyperaceae	<i>Carex aphylla</i> Kunth.	n	Santalaceae	<i>Myoschilus oblonga</i> R. & P.	n
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp. 1	n	Saxifragaceae	<i>Ribes cucullatum</i> H. & A. var. <i>cucullatum</i>	n
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp. 2	n	Saxifragaceae	<i>Ribes magellanicum</i> Poir.	n
Cyperaceae	<i>Uncinia</i> sp.	n	Scrophulariaceae	<i>Verbascum thapsus</i> L.	i
Cyperaceae	<i>Juncus</i> sp.	n	Scrophulariaceae	<i>Calceolaria crenatiflora</i> Cav.	n
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea brachybotrya</i> Poepp.	n	Scrophulariaceae	<i>Mimulus luteus</i> L.	n
Ericaceae	<i>Gaultheria phillyrifolia</i> (Pers.) Sleumer	n	Scrophulariaceae	<i>Ourisia</i> sp.	n
Ericaceae	<i>Pernettya myrtilloides</i> Zucc. ex Steud.	n	Scrophulariaceae	<i>Veronica</i> sp.	n
Ericaceae	<i>Pernettya pumila</i> (L.f.) Hook.	n	Solanaceae	<i>Solanum cyrtopodium</i> Dunal	n
Fabaceae	<i>Trifolium repens</i> L.	i	Solanaceae	<i>Solanum veldiviense</i> Dunal	n
Fabaceae	<i>Adesmia emerginata</i> Clos.	n	Umbelliferae	<i>Azorella trifurcata</i> (Gaertn.) Hook.	n
Fabaceae	<i>Lathyrus magellanicus</i> Lam.	n	Umbelliferae	<i>Hydrocotyle poeppigii</i> DC. var. <i>poeppigii</i>	n
Fabaceae	<i>Vicia nigricans</i> H. & A.	n	Valerianaceae	<i>Valeriana laetiflora</i> DC.	n
Fabaceae	<i>Nothofagus alpina</i> (P. & E.) Oerst.	n	Violaceae	<i>Viola reichenbachii</i> Steud.	n
Fabaceae	<i>Nothofagus antarctica</i> (G. Forster) Oerst.	n			
Fabaceae	<i>Nothofagus dombeyi</i> (Mirb.) Oerst.	n			
Flacourtiaceae	<i>Azara alpina</i> P. et E.	n			
Geraniaceae	<i>Geranium conoideum</i> Steud.	n			
Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp. 1	n			
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia secunda</i> J.F. Gmel.	n			
Iridaceae	<i>Sisyrinchium arenarium</i> Poepp.	n			
Iridaceae	<i>Solenomeles segethi</i> (Phil.) O. Kuntze	n			
Iridaceae	<i>Sisyrinchium cuspidatum</i> Poepp.	n			
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium</i> sp.	n			
Meadendoraceae	<i>Meadendoron linearifolium</i> DC.	n			
Meadendoraceae	<i>Meadendoron punctatum</i> Benks ex DC.	n			
Myrtaceae	<i>Myrcogenia chrysocarpa</i> (Berg.) Kausel	n			

n = Nativo

i = Introducido



LEYENDA

Grilla

Caminos

Hidrografia

Tipos

- BAA(Aa-P)
- BAC(Na)
- BAC(Nd-Aa)
- BBC(Nd)
- ESCORIAL
- MAA(Na-Aa)
- MAC(Na)
- MB(Bb-Rc)
- NO ESTUDIADA
- ORILLA LACUSTRE
- PA(Sc)

