

Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo

Peri Pablo Luis - Ormaechea Sebastián

▪ Ediciones

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo

Peri Pablo Luis^{1,2}, Ormaechea Sebastián¹

¹EEA INTA Santa Cruz

² Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) – CONICET

2013

© Copyright 2013 Consejo Agrario Provincial
Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz

**Relevamiento de los bosques nativos de ñire
(*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz:
base para su conservación y manejo**

ISBN:

xxxxx

Diseño

Rafael Carranza
Diseño y Servicios
carranza.rafael@gmail.com

Impresión

xxxxx

Tirada: 0000 ejemplares

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

Impreso en Argentina

PRÓLOGO

La provincia de Santa Cruz establece que el manejo del bosque nativo se realice en forma sustentable, por lo que se debería integrar su conservación con la necesidad de satisfacer las necesidades de la población, es decir ser ecológicamente viable, económicamente factible y socialmente deseable. En este contexto, es importante la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incorpore la información proveniente de un relevamiento a escala provincial del estado de los bosques de ñire (*Nothofagus antarctica*) que en la provincia de Santa Cruz ocupa una superficie de aproximadamente 160.000 hectáreas. Este tipo de herramientas son demandadas por los organismos provinciales y/o nacionales de fiscalización, control y desarrollo, para por ejemplo, reglamentar el uso de los bosques nativos a través de planes de manejo. Esto toma relevancia ya que el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la provincia de Santa Cruz se enmarca con lo dispuesto por la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, donde se establece diferentes categorías de conservación en función del valor ambiental de las distintas unidades de bosque nativo y de los servicios ambientales que éstos presten (turismo, recreación, aprovechamiento de madera, sistemas silvopastoriles, restauración activa, conservación de suelo, fauna, calidad de agua y biodiversidad). Actualmente se cuenta en Santa Cruz con información general respecto a los principales tipos forestales, su distribución y superficie. Sin embargo, no existe información detallada sobre el bosque de ñire que facilite la planificación de su uso a nivel provincial, como por ejemplo cuál es la superficie y ubicación de las masas boscosas susceptibles de ser sometidas a raleos para aumentar la productividad en el marco de un uso silvopastoril o cuáles son las áreas de bosque que necesitan ser restauradas por su estado de deterioro. Por lo tanto el principal objetivo del presente trabajo fue el de caracterizar y clasificar el bosque nativo de ñire como apoyo al manejo silvícola y a su conservación a través del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica a nivel provincial para el diseño de una política forestal adecuada sobre esta especie.

AGRADECIMIENTOS

A los participantes de las salidas de campo Leonardo Huertas, Héctor Bahamonde y Romina Lasagno de la EEA Santa Cruz del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Lucas Monelos y Juan Pablo Mayo de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) y al personal de la Dirección de Bosques de Santa Cruz (Consejo Agrario Provincial, CAP) y sus delegaciones del interior de las localidades de Río Turbio y Los Antiguos por el apoyo prestado para la realización del presente inventario.

INDICE

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 7 |
| 2. Clasificación de los ñirantales de Santa Cruz | 11 |
| 2.1 Metodología de la clasificación de los ñirantales | 11 |
| 2.2 Resultados de la Clasificación de ñires de Santa Cruz | 15 |
| 2.2.1 Descripción general y usos | 15 |
| 2.2.2 Estado de los bosques de ñire en Santa Cruz | 19 |
| 2.2.3 Estructura de los bosques de ñire | 22 |
| 2.2.4 Regeneración | 23 |
| 2.2.5 Fijación de carbono de los ñirantales | 25 |
| 2.2.6 Sotobosque | 26 |
| Tipos de uso propuestos | 30 |
| Estado actual del bosque | 32 |
| Fases de desarrollo | 34 |
| Clases de sitio | 36 |
| Área basal | 38 |
| Volumen total con corteza | 40 |
| Cobertura de la regeneración | 42 |
| Regeneración relacionada a eventos de fuego | 44 |
| Acumulación de carbono en el componente arbóreo | 46 |
| Biomasa del sotobosque | 48 |
| Riqueza del sotobosque | 50 |
| 2.2.7 Especie forrajera de alto valor: trébol blanco | 52 |
| 2.2.8 Murtillares en bosques de ñire | 52 |
| 2.2.9 Especies invasoras: los casos de Hieracium praealtum y Hypochoeris radicata | 54 |
| 2.2.10 Especies epífitas | 56 |
| 2.2.11 Presencia de ganado, aprovechamiento forestal y residuos de madera | 57 |
| 2.2.12 Relictos | 58 |
| 3. Uso productivo y conservación del ñirantal | 63 |
| 3.1 Situación actual del uso del ñirantal en Santa Cruz | 63 |
| 3.2 Propuesta para el manejo silvopastoril del ñirantal | 63 |
| 3.2.1 Inventario forestal | 64 |
| 3.2.2 Propuesta Silvícola | 65 |
| 3.2.3 Evaluación de pastizales, ajuste carga y manejo animal | 67 |
| 3.2.4 Pautas para la conservación del ñirantal bajo uso silvopastoril | 68 |
| 3.2.5 Criterios e indicadores en el uso de bosques de ñire en Santa Cruz | 69 |
| 3.3 Aspectos prácticos en el manejo de los ñirantales | 80 |
| 4. Bibliografía | 84 |



I. INTRODUCCIÓN

El ñire (*Nothofagus antarctica*) es una especie forestal nativa que se caracteriza por su gran plasticidad adaptándose a una gran variedad de condiciones ambientales ocupando sitios con exceso de humedad (turberas y mallines) y sitios secos (límite con la estepa) lo cual determina una amplia distribución desde el norte de Neuquén hasta Tierra del Fuego. Principalmente estos bosques de ñire se desarrollan donde las precipitaciones anuales varían entre 300 y 800 mm/año y es la especie que resiste las más bajas temperaturas con capacidad de tolerar heladas en invierno de -22 °C (Alberdi, 1995). Esta especie presenta una fuerte variación morfológica, expresándose desde un morfotipo arbóreo de hasta 20 m de altura en condiciones óptimas de hábitat hasta un morfotipo arbustivo con troncos retorcidos propio de condiciones muy rigurosas secas (Santos Biloni, 1990). En condiciones de extrema humedad del suelo como turberas y mallines, esta especie puede presentar un morfotipo camefitico de pequeño tamaño. La propagación puede ser por semilla pero en Santa Cruz es principalmente por reproducción vegetativa (raíz, tocón y acodo) (Veblen et al., 1996).

El mayor uso de los bosques de ñire en Santa Cruz es bajo un esquema silvopastoril (Peri, 2005). Los sistemas silvopastoriles combinan en una misma unidad de superficie árboles con pastizales bajo pastoreo con ganado ovino, bovino o mixto, y en los que se presentan interacciones positivas o negativas según la región, tipo de asociación y época del año. El sistema de producción con bovinos y mixto en Patagonia Sur representa más del 80% de los establecimientos con ñire, donde más del 75% de las estancias presentan un manejo en veranadas e invernadas (Ormaechea et al., 2009). Los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire son una alternativa productiva, donde el mantenimiento del estrato leñoso del bosque nativo es fundamental para la sostenibilidad ambiental. Estos sistemas productivos serían más inclusivos que los sistemas ganaderos puros, por contemplar el uso múltiple, demandar más mano de obra y por ser plausible de producir productos forestales con valor agregado en la región. En algunos sitios de ñirantales se realizaron cortas en forma de raleos o floreos (cortas selectivas) que redujeron la cobertura arbórea, y de esta forma aumentaron la producción de forraje, el cual es aprovechado para el pastoreo de los animales. Sin embargo, en ciertas ocasiones se han realizado talas rasas o raleos intensos combinado con alta carga animal, lo que provocó una degradación del sistema, con escasa o nula regeneración del componente arbóreo. La madera de ñire se aprovecha principalmente para postes, varas y leña, aunque las características de su madera podrían hacerla interesante para varias industrias como la confección de tableros y parquet. La extracción anual para venta de leña de ñire en Santa Cruz fluctúa entre 1.000 y 14.000 toneladas por año (Peri, 2005).

Además, los principales servicios ambientales de los bosques nativos incluyen la regulación hídrica, conservación de biodiversidad, suelo y calidad de agua, fijación de gases de efecto invernadero, contribución en la diversificación y belleza del paisaje, defensa de la identidad cultural (Artículo 5º, Ley N° 26.331), polinización, ciclado de nutrientes y especialmente, como reserva de variabilidad genética. En el caso particular de los ñirantales, por ocupar una zona ecotonal cercana a la estepa, presentan una gran diversidad de comunidades de insectos que constituyen uno de los primeros escalones de la trama trófica del bosque, diferentes especies de aves que anidan, se alimentan o residen en las márgenes o en el interior de los bosques, y especies del sotobosque dominado por plantas herbáceas (Gallo et al., 2005).

El uso de los ñirantales de Santa Cruz se adaptaría a los principios de La Ley Nacional de Protección de los Bosques Nativos N° 26.331, donde se establece diferentes categorías de conservación en función del valor ambiental de las distintas unidades de bosque nativo y de los servicios ambientales que éstos presten (turismo, recreación, aprovechamiento de madera, sistemas silvopastoriles, restauración activa, conservación de suelo, fauna, calidad de agua y biodiversidad). Sin embargo, los sistemas productivos han sido tradicionalmente evaluados mediante métodos de la economía clásica basados principalmente en la rentabilidad y que por ende, omiten variables que pueden ser de importancia para la sustentabilidad de los sistemas, como otras variables económicas, las variables ambientales y sociales. Por tal motivo, es importante incorporar el concepto de sustentabilidad el cual define que la ordenación sostenible de bosques tiene como objeto asegurar que los bienes y servicios derivados del bosque satisfagan las necesidades presentes a la vez que aseguran su disponibilidad continua y aporten al desarrollo de largo plazo (FAO, 2003). Además, el manejo forestal en Patagonia Sur tendría que incorporar un *Plan de Manejo Regional* a largo plazo, que tienda a mantener o mejorar en el tiempo los niveles de uso del bosque nativo de ñire. En este contexto, es importante la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incorpore la información proveniente de un relevamiento a escala regional del estado de los bosques de ñire. La disponibilidad de datos satelitales de alta resolución espacial, temporal, y su integración en SIG, ha contribuido para que la producción de mapas temáticos de inventarios forestales de bosque nativo a escalas provinciales y regionales (Lencinas, 2002; Collado, 2001). Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales y/o nacionales de fiscalización y control, cuyo rol es importante para reglamentar el uso de los bosques de ñire a través de planes de su manejo.

Actualmente se cuenta en Santa Cruz con información respecto a los principales tipos forestales, su distribución y superficie (IFONA, 1987; Peri, 2004; Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2004; Peri et al., 2009a). Sin embargo, no existe información detallada sobre el bosque de ñire que facilite la planificación de su uso a nivel provincial, como por ejemplo cuál es la superficie y ubicación de las masas boscosas susceptibles de ser sometidas a raleos para aumentar su productividad en el marco de un uso silvopastoril o cuáles son las áreas de bosque que necesitan ser restauradas por su estado de deterioro. Por lo tanto el principal objetivo del presente trabajo fue el de caracterizar y clasificar el bosque nativo de ñire de Santa Cruz como apoyo a sus diferentes usos (manejo silvícola, turismo, recreación, sistemas silvopastoriles, restauración), y a su conservación a través del desarrollo de un Sistema de Información Geográfica a nivel provincial para el diseño de una política forestal adecuada sobre esta especie.



Valle del Río Lacteo

2. CLASIFICACIÓN DE LOS ÑIRANTALES DE SANTA CRUZ

2.1 Metodología de la clasificación de los ñirantales

Para el presente estudio se decidió que el área de análisis abarque completamente la región de los ñirantales de Santa Cruz, la que es coincidente con la región ecológica del ecotono. Si bien se poseía una cobertura vectorial de los bosques de ñire de toda la provincia en el inventario forestal provincial (Peri, 2004), el grado de precisión y el tipo de información de la misma no se consideró adecuado para este estudio por tratarse de una digitalización de la Pre-carta Forestal del IFONA de 1987. La metodología de la clasificación de los ñirantales se basó en lo propuesto por Collado (2009). En general, con el objetivo de contar con una guía para la realización del muestreo a campo, se realizó una clasificación no supervisada con 12 clases, utilizando imágenes Landsat 5 (path 229, row 096; path 230, row 095-096; path 231, row 092-096) correspondientes al período de verano 2005-2007, utilizando el software Erdas Imagine. La clasificación se realizó sobre la imagen mencionada utilizando la cobertura vectorial de los ñirantales como máscara de análisis. Posteriormente y para eliminar pixeles sueltos o agrupaciones de pocos pixeles se aplicó un filtro “majority” con una matriz de 7x7 (Erdas, 1998). Estos procesos permitieron obtener una primera clasificación sobre la que poder diferenciar distintos estratos y así orientar los muestreos de campo.

Muestreo de Campo

Para la realización del muestreo de campo se elaboró una grilla cuadrada de 250x250 m localizada exclusivamente sobre la cobertura de los bosques de ñire incluidos en el estudio. Por otra parte, se elaboraron e imprimieron mapas de campo, en los que se superpuso, sobre una imagen satelital de fondo, la cobertura de los ñirantales, la clasificación no supervisada de 12 clases, rutas, caminos, picadas, construcciones rurales y la grilla de muestreo con sus números identificatorios. Estos mapas ocuparon 1.100.000 ha del área de trabajo y se distribuyeron homogéneamente. Una condición para la realización de una parcela de muestreo en el centro de una celda fue que el estrato de la clasificación no supervisada tuviera una extensión mínima donde toda la celda de 250 metros de lado estuviera completamente dentro del estrato no supervisado a muestrear.

El trabajo de campo se efectuó en 10 salidas realizadas en verano del 2009-2010 y 2010-2011, en las que se realizaron un total de **355 parcelas** de muestreo. El acceso a la unidad de muestreo seleccionada se realizó cargando la coordenada de la unidad en GPS y navegando por medio del mismo hasta el punto.

El muestreo consistió en parcelas temporarias puntuales en las que se midieron y estimaron variables del estrato arbóreo, del sotobosque y del entorno. De la estructura y características del estrato arbóreo se relevó: la fase de desarrollo (desmoronamiento y envejecimiento (>100 años), crecimiento óptimo (21-100 años) y regeneración (<21 años)), cobertura del dosel superior (%), altura de los árboles dominantes (m), área basal (m²/ha), vigor de copas (% copa seca), tipo de estructura (regular, irregular, regular por bosquetes), cobertura del dosel superior (%), y presencia (%) de *Usnea barbata* y *Misodendrum* sp en copas de árboles. También se relevó la altura (m) y distribución (regular, irregular, regular por bosquetes) de la regeneración de individuos inferiores a 2 m de altura y menos de 1 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). Para la determinación de las Clases de Sitio se utilizó la clasificación

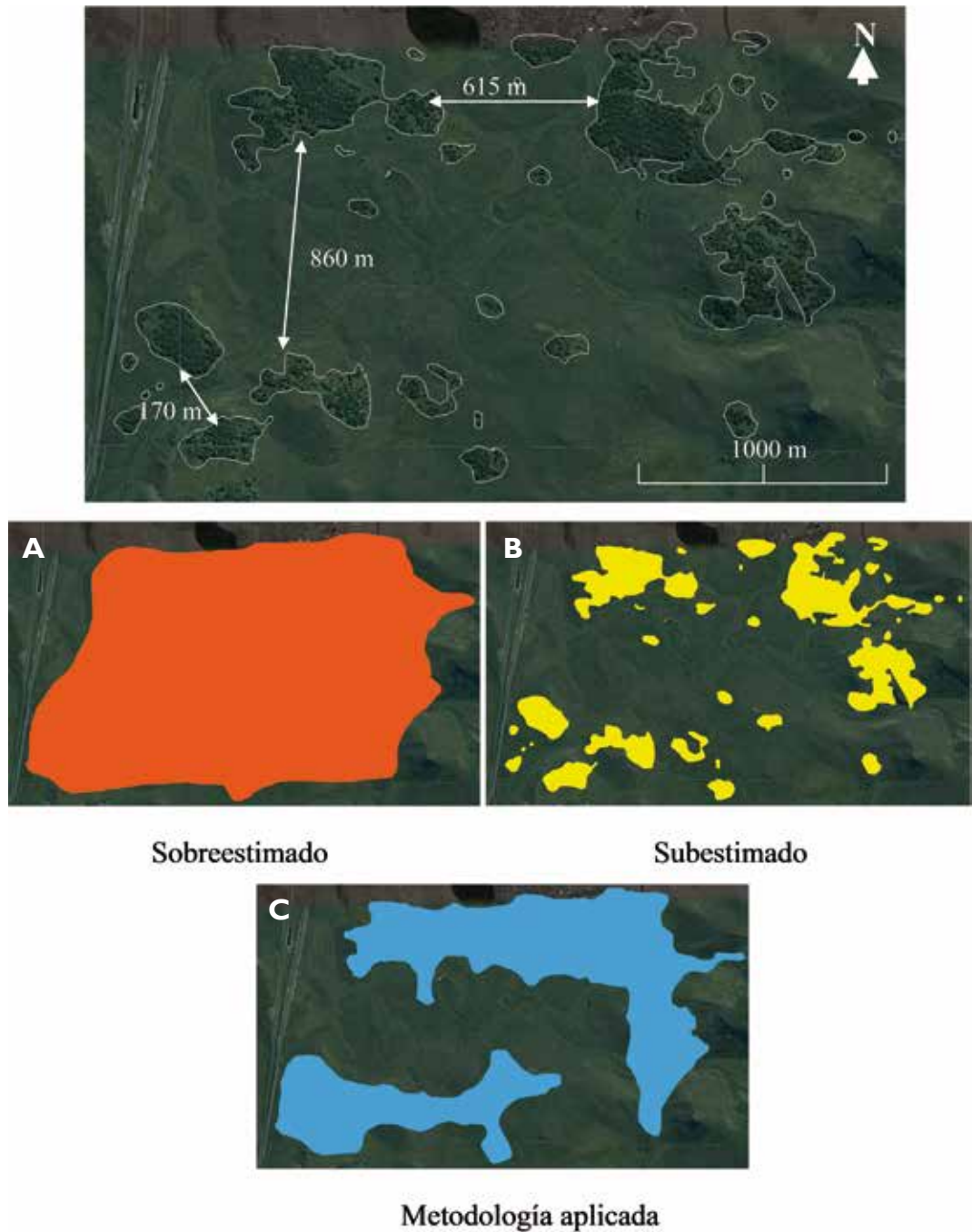


Figura 1. Ejemplo del esquema que demuestra la definición de un polígono inventariable de bosque de ñire cuando se encuentran distribuidos en bosquetes o isletas, donde manchones de árboles están unidos y asociados a pastizales que conforman el ecosistema de bosque. A) Se esquematiza la sobreestimación de la superficie de bosque de ñire si se integrara todas las isletas o bosquetes. B) Se representa una subestimación del bosque de ñire al no incorporar el pastizal aledaño bajo la influencia de los bosquetes, además de tener la dificultad de representar en mapas la escala del inventario provincial. C) La metodología aplicada en el presente inventario consideró una distancia máxima de 700 m entre bordes de bosques (350 m a ambos lados de las manchas de bosque) que puede contener pastizal.

propuesta por Ivancich et al. (2011) basado en las curvas de índice de sitios (IS_{50}) según la altura de árboles de ñire dominante a la que arribará un rodal a una edad mayor a los 150 años. Además, la medición de la altura de los árboles dominantes en cada parcela se utilizó en la determinación de las categorías de Clase de Sitio propuestas por Peri (2009a,b) como variable en la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal del ñirantal (Método Ñirantal Sur -San Jorge). El volumen total con corteza (VTCC) fue estimado utilizando las ecuaciones estándares propuestas por Lencinas et al. (2002). Asimismo, para la estimación de la capacidad de almacenamiento y tasa de fijación de carbono de los ñirantales se utilizaron las ecuaciones propuestas por Peri et al. (2010), las cuales considera la calidad de sitio y las fases de desarrollo.

Para la definición de un polígono inventariable se consideró una distancia máxima de 700 m entre bordes de bosques (350 m a ambos lados de las manchas de bosque) que puede contener pastizal. Esto puede ocurrir en bosques distribuidos en bosquetes o isletas donde manchones de árboles están unidos y asociados a pastizales que conforman el bosque (Fig. 1). Esto fue importante definirlo ya que se podría sub- o sobreestimar la superficie de bosque de ñire con este tipo de distribución, el cual es abundante en la provincia Santa Cruz. La distancia de 350 m como influencia de bordes de bosquetes se basa principalmente en la distancia de dispersión de semillas informadas para la mayoría de las especies de *Nothofagus* (principalmente gravedad y por viento) que pueden superar los 200 m (Veblen et al., 1996), la influencia en la reducción de la velocidad del viento que puede llegar hasta 20 veces la altura de los árboles (Peri, 1998) y también por la escala del inventario provincial. Cabe aclarar que las variables de estructura del bosque (por ejemplo, área basal (AB), cobertura del dosel arbóreo, densidad de regeneración, etc) estarán referenciadas a los bosquetes o isletas y no al área de influencia que incluye el pastizal aledaño. Para contar con información de mayor precisión sobre la influencia de los bosques distribuidos en bosquetes o isletas sería importante realizar futuros estudios que determinen la distancia de dispersión de semillas y hojarasca de los bosques de ñire principalmente en el ambiente ecotono-bosque de la provincia de Santa Cruz caracterizado por fuertes vientos.

Del estrato de sotobosque de los bosques de ñire se identificó las diferentes entidades de la vegetación y la diversidad de especies con el método de Braun-Blanquet (1979), el cual contempla un censo de vegetación en el cual se consigna la lista de especies de plantas presentes acompañada de una estimación de sus valores de abundancia-cobertura de acuerdo a la escala. Las especies no identificadas taxonómicamente en el campo fueron herborizadas previa asignación de un número de colección e identificadas posteriormente en laboratorio. Se utilizó el *Método Ñirantal Sur* (San Jorge) para la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal para diferentes condiciones del ñirantal (Peri, 2009a,b). Este método desarrollado para Patagonia Sur tiene como únicas variables que deben tomarse a campo para estimar la PPNAP (presentadas en una tabla de triple entrada), la cobertura de copas (CC), la clase de sitio expresado por la altura promedio de los árboles dominantes (CS) y la cantidad de residuos leñosos (R). La abundancia de residuos leñosos (madera muerta de diámetro mayor a los 5 cm) en el suelo fue determinado cualitativamente en cuatro categorías: cobertura <10%, 10-30%, 30-50% y >50%.

También en cada sitio de muestreo se determinó la presencia de disturbios antrópicos. La ganadería a través de la presencia de heces, dormideros, plantas ramoneadas, sendas de animales y consultas a puesteros de estancias. El disturbio dado por el aprovechamiento forestal se efectuó a partir del relevamiento de la presencia de tocones en el área de influencia de las unidades muestrales. Asimismo, los disturbios ocasionados en los bosques de ñire por el fuego fueron relevados a partir de evidencias de trozos de madera y árboles carbonizados

observados en los sitios de muestreos. También se tomaron dos fotografías digitales en cada unidad de muestreo.

Para lograr mayor precisión la estratificación de los bosques se fortaleció con una digitalización manual, con interpretación visual de imágenes Google Earth® conectado con GPS a la computadora en el campo. Esto nos permitió también relevar relictos de ñire y también de lenga (*Nothofagus pumilio*) en las zonas de estudio. Además, se estimó las zonas de bosques sin cobertura arbórea actual (pérdida de bosque) a través del relevamiento en terreno de las áreas con restos de tocones o indicios de existencia de bosque.

Procesamiento de la información

En gabinete, la información de campo de GPS de los puntos de muestreo y los “tracks” de acceso fue convertido en formato “shapefile” (Arcview) para compatibilizar la información con el programa. Las planillas de muestreo se digitalizaron en Excell y también se incorporó su información a la tabla de atributos del “shapefile” generado con los puntos de muestreo. De esta manera se hizo posible el manejo de la información para la realización del análisis múltiple geográfico.

Una vez obtenida y procesada toda la información de campo, se procedió a agrupar los puntos de muestreo para clasificarlos y obtener una primera clasificación supervisada. La clasificación supervisada consistió en entrenar al sistema de procesamiento de imágenes satelitales respecto de la representatividad de los píxeles de cada estrato de la leyenda con la que se clasificó la imagen. En base a esta información el sistema reorganiza y categoriza la información de la imagen. Este proceso fue realizado con el software ERDAS IMAGINE (Erdas, 1998). La clasificación supervisada consistió en cinco (5) clases, utilizando para la misma todas las bandas de la imagen Landsat 5 bajo el criterio de asignación de máxima probabilidad. El resultado fue una imagen “ráster” clasificada. La clasificación resultante fue verificada por medio de la realización de parcelas de muestreo en terreno en varios puntos distantes entre sí del área de trabajo. El resultado de la verificación fue un error en el 9% de los puntos de chequeo de la clasificación, lo cual estuvo dentro de los límites aceptables para una clasificación de este tipo.

A partir de la cobertura “ráster” definitiva obtenida, se procedió a la vectorización de la misma, transformándola a un formato “shapefile” de Arcview (ESRI, 1996). También para la estratificación de las categorías de bosques de ñire de Santa Cruz se utilizó la siguiente información vectorial: curvas de nivel, pendiente, catastro, reservas provinciales con bosque nativo (Reserva Provincial San Lorenzo, Reserva Provincial Tucu Tucu, Reserva Provincial Lago del Desierto, Reserva Provincial La Florida, Reserva Provincial Península Magallanes, Reserva Provincial Punta Gruesa), Parques Nacionales (Parque Nacional Perito Moreno y Parque Nacional Los Glaciares), espejos de agua (lagunas y lagos), caminos, rutas y límite provincial. Debido a que la información vectorial hidrológica disponible de la provincia de Santa Cruz es de una escala de 1:500.000 (Caballero, 2004), se realizó la redigitalización en pantalla de los ríos, arroyos principales y lagunas con el fin de lograr una mayor precisión respecto a las áreas de amortiguación de protección por cursos de agua. Se digitalizó como polígonos aquellos ríos mayores a 20 m de ancho y lagunas con superficies mayores a 2 ha (Fig. 2).

Los archivos de pendientes con cuatro categorías (1. pendientes de 0 a 5 grados, 2. pendientes de 5,1 a 15 grados, 3. pendientes de 15,1 a 25 grados, 4. pendientes mayores a 25 grados), se utilizaron para ser intersectados con las clases de bosques, para generar para cada categoría de bosque las subcategorías por tipo de pendiente. Con los archivos generados de lagos, caminos y rutas, se procedió a generar sus respectivas áreas de influencia. Mediante el programa ARCVIEW, se realizaron los *buffer* correspondientes a fin de

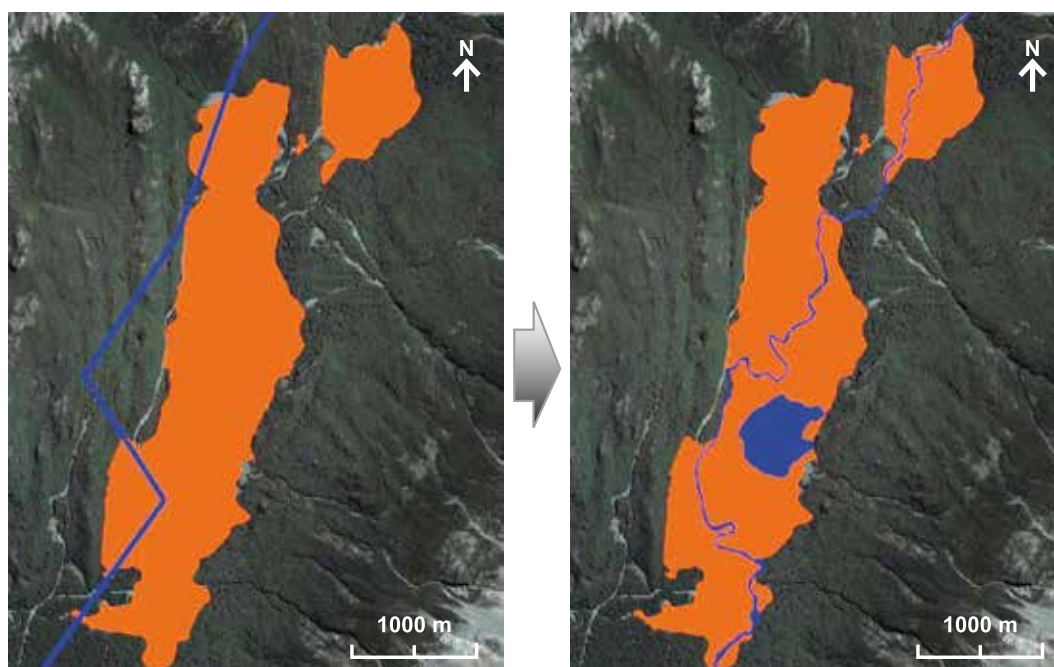


Figura 2. Ejemplo de mejora en la precisión de la determinación de la superficie ocupada por ríos y lagunas (color azul) en el presente trabajo (imagen derecha) relacionados al bosque de ñire (color naranja) respecto a la información vectorial provincial hidrológica disponible (imagen izquierda) a una escala de 1:500.000 (Caballero, 2004). La imagen corresponde a la zona del Chaltén (Laguna Le Perve).

generar superficies de 100 metros de ancho a lo largo de los caminos principales, ríos y bordes de lagos. Estos archivos vectoriales se interseccionaron después con el correspondiente a tipo de bosques de ñire.

La cobertura en formato vectorial, integrada por polígonos asociados a una tabla de atributos en formato “dbase”, permite realizar análisis, ediciones de polígonos y tablas, y estadísticas diversas, que potencian las posibilidades de análisis geográficos sobre la cobertura de ñirantales. Posteriormente se incorporó los atributos de cada clase determinada en la leyenda, en base a lo obtenido en las parcelas de muestreo. Paralelamente, con las parcelas de muestreo y las de verificación, en formato vectorial (shapefile puntual) se incorporó en la tabla de atributos toda la información obtenida en las parcelas de campo, incluido la digitalización manual en terreno de relictos y límites de bosque de ñire. De esta manera, con estos dos insumos elaborados fue posible realizar numerosos análisis sobre la clasificación de los ñirantales de Santa Cruz.

2.2 Resultados de la Clasificación de ñires de Santa Cruz

2.2.1 Descripción general y usos

El ñirantal ocupa 159.720 ha (el 30% del total de los bosques nativos de Santa Cruz). Hemos relevado que los bosques de ñire ocupan ambientes diversos como laderas suaves, lomadas, colinas, morenas glaciares, llanuras y sitios bajos en los valles con suelos anegados. Este relevamiento del bosque de ñire permitió ajustar las superficies del bosque de lenga y bosque mixto (principalmente *N. pumilio-N. betuloides* y *N. pumilio-N. antarctica*) de la provincia de Santa Cruz (Tabla 1). Es importante resaltar la importancia de contar información fidedigna de los bosques nativos para la toma de decisiones o planes de desarrollo o conservación. Por

ejemplo, la superficie total de bosque nativo con que se contaba en la provincia según la información disponible en 1987 era de 335.450 ha, mientras que en la actualidad con la realización del presente inventario es de 535.889 ha. Es decir, que en el pasado los organismos oficiales no contaban con la información de 200.439 ha, lo cual representa el 37% de la superficie actual de los bosques nativos de Santa Cruz. También cabe resaltar que la superficie de ñire en el pasado (según información de la Pre-carta IFONA, 1987 y digitalizada por Peri, 2004) estaba claramente subestimada a más de la mitad de la superficie actual y que la superficie de bosque mixto estaba sobre estimada en más de cuatro veces (Tabla 1). También se mejoró la información de la distribución espacial y superficies de bosque nativo de lenga y bosques mixtos. En la Figura 3 se presenta un ejemplo de la mejora lograda en la superficie y distribución del bosque nativo en la zona del Lago Belgrano.

Tabla 1. Superficies de los principales tipos de bosque nativo de la provincia de Santa Cruz según la evolución de la información disponible.

| Tipo | Presente Inventario (2013) | Ley de Presupuestos Mínimos (2009) ¹ | Inventario Nacional (2004) ² | Pre-carta Forestal Santa Cruz (1987) ³ , digitalizada y georeferenciada (2004) ⁴ |
|--------------|-------------------------------|--|--|--|
| Lenga | 369.070 | 340.281 | 462.995 | 236.530 |
| Ñire | 159.720 | 140.211 | 91.083 | 69.230 |
| Mixto | 7.099 | 27.460 | 0 | 29.690 |
| Total | 535.889 | 507.952 | 554.078 | 335.450 |

Fuente: ¹Peri et al. (2009a), ²Dirección de Bosques - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2004), ³IFONA (1987), ⁴Peri (2004).

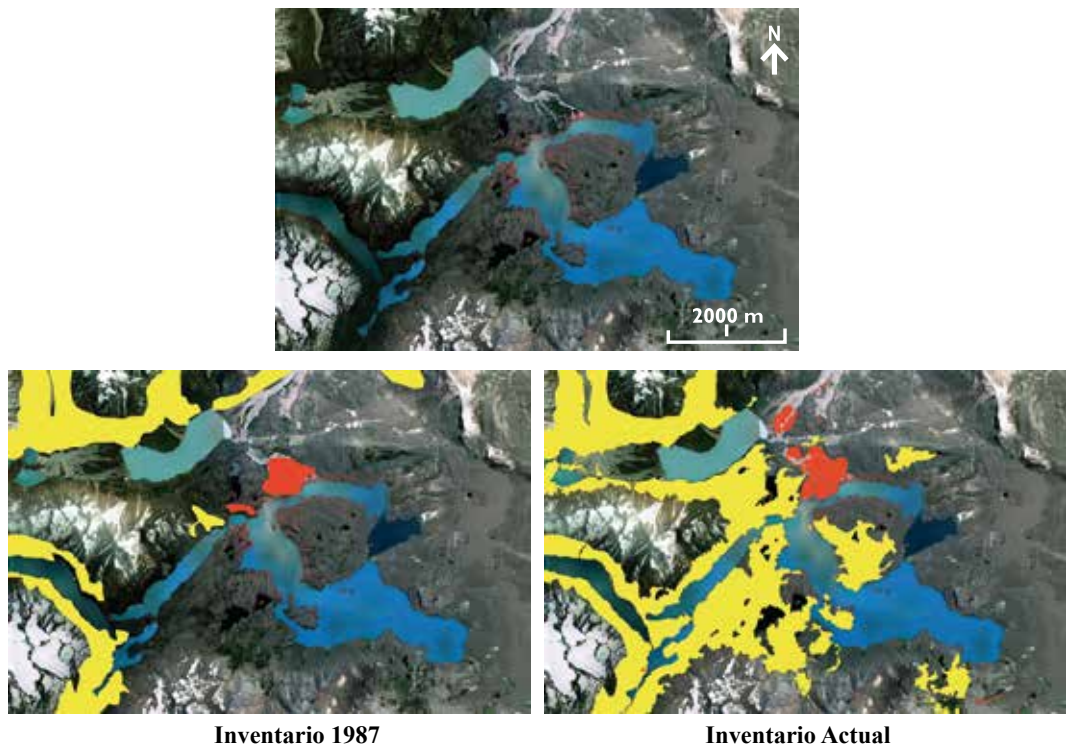


Figura 3. Ejemplo de la mejora lograda en la superficie y distribución del bosque nativo de lenga (color amarillo) y ñire (color anaranjado) en la zona del Lago Belgrano (Santa Cruz) a partir del presente inventario forestal provincial comparado con la información que se contaba hasta el momento de la Pre-carta IFONA (1987) digitalizada por Peri (2004).

En la Tabla 2 se presenta las superficies de bosque de ñire de Santa Cruz discriminado por las principales zonas de la provincia. La zona con mayor superficie de ñire corresponde a la de Río Turbio (132.394 ha) y la zona con menor superficie es la de Lago Buenos Aires (539 ha). Dentro de las reservas provinciales la que más superficie de ñire tiene es la Reserva Provincial Tucu Tucu (8.653 ha), mientras que la Reserva Provincial Punta Gruesa (562 ha) es la que menos superficie de ñirantales posee (no se registró en la escala de trabajo bosques de ñire en la Reserva Provincial La Florida, Chaltén). De la superficie total, 8.622 ha de bosques de ñire se encuentra en el Parque Nacional Los Glaciares y 643 ha en el Parque Nacional Perito Moreno (Tabla 2).

Tabla 2. Superficie del bosque nativo de ñire y el correspondiente porcentaje que representa del total de bosque discriminado por las principales zonas (de norte a sur) de la provincia de Santa Cruz.

| Zonas | Superficie (ha) | % del total |
|--|-----------------|-------------|
| Lago Buenos Aires (El Portezuelo y Monte Zeballos) | 539 | 0,3 |
| Naciente Río Oro | 2.219 | 1,4 |
| Parque Nacional Perito Moreno | 643 | 0,4 |
| Reserva Provincial Tucu Tucu | 8.653 | 5,4 |
| Lago San Martín | 1.657 | 1,0 |
| Reserva Provincial Lago del Desierto | 1.721 | 1,1 |
| Zona Chaltén (excluyendo Parque Nacional y Reservas) | 497 | 0,3 |
| Parque Nacional Los Glaciares | 8.622 | 5,4 |
| Reserva Provincial Península Magallanes | 2.213 | 1,4 |
| Reserva Provincial Punta Gruesa | 562 | 0,4 |
| Zona de Río Turbio | 132.394 | 82,9 |
| Total | 159.720 | 100% |

Considerando la exposición en que se desarrollan los ñirantales se observa que la distribución es homogénea (Tabla 3). Es importante resaltar, que alrededor del 20% de los ñirantales crecen en exposiciones correspondientes a la dirección de los fuertes vientos (Oeste y Suroeste). Por otro lado, el 87% de los bosques de ñire se desarrollan en sitios de baja pendiente (0 a 5°) y que solo 958 ha corresponden a masas boscosas con elevadas pendientes (> 25°) sujetas a erosión hídrica o pérdida de suelo (Tabla 3).

Tabla 3. Superficies y porcentaje del área total del bosque de ñire de la provincia de Santa Cruz discriminado según exposición y pendientes.

| Exposición | Superficie (ha) | % del total |
|------------------|-----------------|-------------|
| E | 19.166 | 12,0 |
| N | 21.882 | 13,7 |
| NE | 18.528 | 11,6 |
| NO | 16.132 | 10,1 |
| O | 14.215 | 8,9 |
| S | 28.430 | 17,8 |
| SE | 23.319 | 14,6 |
| SO | 18.048 | 11,3 |
| Pendiente | | |
| 0 a 5° | 139.117 | 87,1 |
| 5,1 a 15° | 17.569 | 11,0 |
| 15,1 a 25° | 2.076 | 1,3 |
| > 25° | 958 | 0,6 |

Del resultado de este inventario provincial se definió una clasificación del bosque de ñire según su uso potencial. A partir de la sanción de la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección Ambiental de los Bosques Nativos, N° 26331, de carácter nacional, la provincia de Santa Cruz realizó el ordenamiento de sus bosques según las categorías de clasificación que estipula la misma (Peri et al., 2009a). En la citada ley se establecen categorías de conservación de los bosques nativos. Por ejemplo, la Categoría I (rojo) corresponde a sectores de muy alto valor de conservación que no deben transformarse. Coincidente con esta categoría, en el presente inventario se definió **Bosques de Protección** las áreas donde sólo podrán realizarse actividades de protección que no modifiquen las características naturales ni la superficie del bosque nativo, no amenacen con disminuir su diversidad biológica, ni afecten a sus elementos de flora. Son bosques de protección aquellos ñirantales desarrollándose en pendientes igual o superior a los 25°. El establecimiento de una pendiente máxima es para la protección de los suelos de la erosión ya que la cobertura arbórea garantiza dicha protección. Además, los suelos en pendientes elevadas son poco profundos y por tal motivo menos estables. El concepto de pendiente máxima fue consensuado entre las provincias patagónicas como criterio básico para el ordenamiento del bosque nativo. También, se definieron bosques de protección aquellos que superen los 450 metros de altitud. La determinación de un nivel máximo de altitud para el uso sustentable del bosque nativo se debe a la protección de las altas cuencas (calidad de aguas) y protección de suelos poco profundos. Para delimitar las áreas de amortiguación de protección de la costa de ríos, arroyos mayores, lagos y lagunas mayores se establece 100 metros desde el borde de cada uno de estos elementos como bosques de ñire de protección. Además contempla los bosques de ñire con interés de conservación de fauna nativa en peligro de extinción como es el caso del huemul en Santa Cruz y los relictos de bosque de ñire que constituyen isletas de poco tamaño (menor a 20 ha). La estimación del bosque de ñire destinado a la protección del huemul se basó en la superposición de las capas del presente trabajo y la información correspondiente al Programa Conservación del Huemul (*Hippocamelus bisulcus*) a cargo de la Delegación Regional Patagonia de la Administración de Parques Nacionales del 2012, de la línea de base para el huemul de la estancia Los Huemules en la zona de El Chaltén (Vila, 2005) y comunicaciones personales sobre registros (heces, ornamentos, huellas) en el campo. Los bosques de protección incluyen también áreas de ñirantales ubicadas dentro de las reservas provinciales (Punta Gruesa en la zona de Río Turbio, San Lorenzo, Península Magallanes, Lago del Desierto y Tucu Tucu) y en los Parques Nacionales Perito Moreno (Lago Belgrano) y Los Glaciares. Basado en la pautas de manejo de ñirantales propuesta por Peri et al. (2009c) quedan excluidos de intervención silvícola aquellos bosques con alturas finales de árboles dominantes menores a los 4 m debido a la fragilidad ambiental del ecosistema y por poseer una alta riqueza florística (Quinteros et al., 2008). La superficie provincial de bosque de ñire de esta categoría corresponde a 64.221 ha (Tabla 4), lo cual representa el **40%** de la superficie de ñirantales de la provincia. Este valor es claramente superior al estimado en el primer informe del Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia de Santa Cruz en el marco de la Ley Nacional de N° 26331 sobre Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos con 5322 ha de bosque de ñire de protección (categoría Rojo) lo cual representa solo el 4% del ñirantal (Peri et al., 2009a). Esta diferencia se debe a la subestimación de la superficie de bosque de protección en pendientes mayores a 25° y márgenes de cursos de agua y lagos, pero principalmente a que el primer informe del Ordenamiento Territorial no se cuantificó las superficies para protección del huemul, altitud mayor a los 450 m, relictos y bosques con alturas finales de árboles dominantes inferiores a 4 m (Tabla 4). También es importante resaltar que en el presente trabajo la totalidad del ñirantal ubicado en Reservas Provinciales y Parques Nacionales fue considerado de protección. Sin embargo, en las jurisdicciones de los Parques Nacionales Perito Moreno y Los Glaciares existen estancias con permisos de pastoreo en superficies de ñirantales.

Tabla 4. Superficie del bosque nativo de ñire con fines de protección de la provincia de Santa Cruz y su correspondiente porcentaje discriminado según los principales factores por lo que el bosque es protegido.

| VARIABLES DE BOSQUE DE PROTECCIÓN | Superficie (ha) | % del total | Ley de Presupuestos Mínimos (2009) ¹ |
|---|-----------------|-------------|---|
| Pendiente >25° | 958 | 0,6 | 555 |
| Altitud > 450 m.s.n.m | 34.238 | 21,4 | - |
| Márgenes de ríos y lagos | 7.674 | 10,0 | 2.035 |
| Conservación del huemul | 5.489 | 3,4 | - |
| Parques Nacionales y Reservas provinciales | 22.414 | 14,0 | 999* |
| Bosques con alturas finales de árboles dominantes ≤ 4 m | 34.969 | 21,9 | - |
| Márgenes de caminos | 1.672 | 1,0 | 1.823 |
| Relictos | 190 | 0,1 | - |

Fuente: ¹Peri et al. (2009a). * Incluye solamente los bosque de ñire de protección en Parques Nacionales.
Nota: Una superficie de bosque puede contener una o más categorías de protección. Por ejemplo, dentro de la categoría de bosque de ñire de protección de márgenes de río y lagos puede contener la superficie de conservación del huemul.

Los **Bosques Productivos** de ñire, coincidente con la Categoría II de la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección Ambiental de los Bosques Nativos, contemplan Planes de Manejo con un enfoque de sustentabilidad. Dentro de esta categoría se enmarcarían el uso silvopastoril de los bosques de ñire, su uso maderero y áreas degradadas para acciones de restauración activa. La superficie provincial de bosque de ñire productivos es de 82.686 ha.

También, se propone una categoría de uso potencial de **Bosques de Turismo y Recreación**. Esta categoría de bosques de ñire respecto a su uso turístico se basó en criterios de la Organización Mundial de Turismo que define aspectos para un uso turístico sostenible de los recursos como: (i) los recursos naturales, históricos, culturales y de otro tipo empleados por el turismo se conservan para su uso continuado en el futuro, otorgando así al mismo tiempo beneficios a la sociedad actual; (ii) el desarrollo turístico se planifica y gestiona de forma que no cause serios problemas ambientales o socioculturales en la zona de turismo; (iii) la calidad ambiental global de la zona turística se mantiene y mejora donde sea necesario; (iv) se mantiene un alto nivel de satisfacción turística de forma que los destinos retienen su comerciabilidad y prestigio; (v) los beneficios del turismo se reparten ampliamente por toda la sociedad luego de consensuar. En este contexto se tuvo en cuenta aquellos ñirantales cuyo uso histórico y actual fueron y son empleados por el turismo en la provincia. La superficie de bosque de ñire sugerida para este uso potencial en la provincia de Santa Cruz corresponde a 12.813 ha.

2.2.2 Estado de los bosques de ñire en Santa Cruz

En la Tabla 5 se presenta en forma resumida el estado de los bosques de ñire en la provincia de Santa Cruz en función del grado de disturbio.

“Bosques de cobertura completa maduros o en fase de desarrollo juvenil y vigorosos, con bajo disturbio (I)” Estos bosques son los menos antropizados, con baja utilización de pastoreo, nula actividad extractiva, conversión de uso y/o instalaciones. En la provincia de Santa Cruz esta categoría representa el 13,5 % de los ñirantales. Esta observación es concordante con su ubicación espacial (ver mapa), ya que los mismos se ubican en las

Tabla 5. Superficie del estado actual de los bosques de ñire de la provincia de Santa Cruz, y los respectivos porcentajes que representa cada estrato.

| Código | Categoría | Estado | Superficie (ha) | % del Total |
|--------|---|--|-----------------|-------------|
| 1 | Bosques con Cobertura Completa (>70%) Maduros o en fase de desarrollo juvenil y Vigorosos (> 50% copas vivas) | Cobertura Completa sin Disturbio antrópico (ganadería y aprovechamiento forestal) | 21.480 | 13,5 |
| 2 | Bosques con Coberturas intermedias (30-70%) Vigorosos (> 50% copas vivas) | Cobertura Media con Disturbio antrópico bajo o medio, con Regeneración suficiente para garantizar la continuidad del bosque. | 87.507 | 54,9 |
| 3 | Bosques muy Abiertos (< 30% de cobertura) con Predominancia de Pastizal y distribución en isletas. | Baja Cobertura con Disturbio antrópico Alto, con Regeneración suficiente para garantizar la continuidad del bosque. | 23.952 | 15,0 |
| 4 | Bosques Degradados | Degradado | 26.598 | 16,7 |
| 5 | Pérdida de bosque | Área sin árboles | 1.830 | - |

Nota: La superficie de las primeras cuatro categorías no incluyen las superficies de relictos.

posiciones más distantes respecto de instalaciones rurales y caminos. Posiblemente su aspecto sea más parecido a los ñirantales antes de la colonización europea y la introducción del ganado. En esta categoría también están representadas las superficies de bosques de cobertura completa pero en fase de desarrollo juveniles (Regeneración avanzada 20-40 años) que en la mayor parte de los casos, son producto principalmente de la recuperación del ñirantal después de intensos incendios (presencia de numerosos trozos de madera y árboles carbonizados) y con baja presión de herbivoría. Se trata de bosques de alta densidad (> 15.000 árboles/ha), muy cerrados, de cobertura completa, de muy dificultoso tránsito para los animales con un consecuente limitado uso pastoril actual. Son particularmente frecuentes en zonas de recuperación post incendios.

La categoría de “**Bosques con Coberturas intermedias (30-70%) Vigorosos (2)**”, representan el 54,9 % de los ñirantales analizados, distribuyéndose principalmente en áreas de ecotono con la estepa (sitios predominantemente secos). Estos bosques se corresponden con áreas de uso pasado y actual intenso para pastoreo, y con presencia de aprovechamiento forestal para extracción de madera (principalmente postes y leña). Sin embargo, a diferencia de un bosque degradado (ver abajo), la cobertura de la regeneración de más de 5 años de edad es suficiente para garantizar la continuidad del bosque con valores superiores al 15% (o densidad de 900 plantas/ha) en su gran mayoría poco ramoneadas (por liebre o ganado ovino).

Representando el 15% de los ñirantales, se encuentran los “**Bosques muy Abiertos (< 30% de cobertura) con Predominancia de Pastizal (3)**”. Su distribución geográfica es similar y adyacente a la anterior, en sitios de muy intenso uso, tanto pastoril como extractivo, pasado y presente, y un alto grado de transformación de la estructura del bosque de ñire. Es decir, tienen una historia de uso y transformación intensa, donde su distribución geográfica

acompaña a las categorías más antropizadas, ubicándose en cercanías de caminos e instalaciones rurales. En esta clase es dominante el estrato herbáceo, aunque originalmente fueron bosques de mayor cobertura, como lo atestiguan restos de tocones dispersos en el pastizal. Estos bosques en muchos casos fueron originados por extensos incendios y/o un uso muy intenso. Con menor extensión también son comunes hacia el oeste de la distribución, sobre áreas muy antropizadas (ver mapa). Como en el estrato anteriormente descrito, la cobertura de la regeneración es suficiente para garantizar la continuidad del bosque.

Los “**Bosques degradados (4)**” representan el 16,7% de la superficie del ñirantal. Los bosques degradados de ñire en el presente trabajo fueron definidos como:

(i) *Degradación severa*: bosques de muy baja cobertura del dosel superior (<10%, o área basal menor a 8 m²/ha) en fase de envejecimiento (> 120 años), y sin regeneración. Estos bosques sin prácticas de restauración o la eliminación de la presión del factor causal de la falta de regeneración (por ejemplo, reducción de carga animal) tienden a desaparecer. El origen de la misma fue la transformación pasada por fuego o desmonte desde comienzos del siglo XX, en las que se eliminó gran parte del bosque para el pastoreo ovino o bovino. Este estrato también acompaña el entorno de los cascos de estancias donde la transformación del bosque fue mayor por las instalaciones ganaderas y la extracción de combustible.

También corresponde a esta categoría aquellos ñirantales de muy baja cobertura (<10%, o área basal menor a 8 m²/ha) cobertura media (entre 20-50% o área basal entre 15 y 35 m²/ha) del dosel superior en fase de envejecimiento (> 120 años), con escasa o nula regeneración con pérdida de suelo por erosión eólica, y una ocupación de murtilla (*Empetrum rubrum*) en el sotobosque mayor a 30-40% que limita la instalación de la regeneración. Generalmente son bosques bajos (< 5 m de altura de árboles dominantes), expuestos a los fuertes vientos, creciendo en suelo arenosos o franco arenosos y con evidencia de incendios intensos lo cual determinó la pérdida de la delgada capa de suelo orgánico propendiendo a la pérdida de suelo y ocupación de murtilla.

En el presente estudio también se definió (y cuantificó su superficie) como degradación severa a los bosques de ñire de baja o media cobertura del dosel superior en fase de envejecimiento que se encuentran bajo un proceso de praderización o praderizados, con escasa o nula regeneración. Principalmente corresponden a bosques de ñire con buen contenido de agua en el suelo (principalmente agua proveniente de napas freáticas o chorrillos), altas cargas ovinas históricas y actuales que determinaron el desarrollo de una carpeta densa de pastos cortos (principalmente *Poa pratensis*, especie perenne que se desarrolla bien de forma lateral debido a la presencia de marcados rizomas y que tolera cortes muy bajos por pastoreo intenso y el pisoteo) con coberturas superiores al 70% que limitan el desarrollo de la regeneración.

(ii) *Degradación media*: bosques antropizados de cobertura intermedia del dosel superior (10-20%, o área basal entre 8 y 15 m²/ha) y con una cobertura de la regeneración de más de 5 años de edad inferior al 5% (o densidad inferior a 300 plantas/ha) en su gran mayoría ramoneadas (por liebre o ganado ovino) lo cual determina una altura menor a 20 cm. Estos bosques necesitan de acciones como la protección de árboles individuales para garantizar su continuidad en el tiempo.

(iii) *Degradación baja*: bosques antropizados de cobertura entre 20-50% (o área basal entre 15 y 35 m²/ha) con regeneración de más de 5 años de edad mayor al 5% (o densidad superior a 200 plantas/ha) no ramoneadas, pero con una cobertura de *Hieracium praealtum* (especie exótica invasiva) superiores al 20%. Estas especies del sotobosque limitan el desarrollo de la regeneración de ñire al ocupar físicamente la superficie del bosque.

La definición de bosques de ñire degradados y sus tres niveles representados en el presente inventario, se basó fundamentalmente en el concepto que la degradación forestal representa la reducción de la capacidad del bosque de proporcionar bienes y servicios (FAO, 2002), la cual incluye el mantenimiento de la estructura y funciones del ecosistema. Es decir, el estado de degradación representa la disminución de la calidad del estado forestal respecto a uno o a más elementos del ecosistema forestal (sotobosque, fauna, suelo), a las interacciones entre estos componentes y a su funcionamiento (Lanly, 2003). Según la FAO (2009), para la determinación del estado de degradación de los bosques también es importante considerar: (i) identificar los principales bienes y servicios del ecosistema boscoso, (ii) definir la escala espacial y temporal (largo plazo), (iii) especificar los puntos de inflexión relevantes (umbrales donde el proceso de degradación es irreversible), (iv) determinar las razones de degradación, y (v) acordar un set de indicadores y metodología de medición (fácil medición en terreno). Es importante resaltar que los umbrales que determinan que un bosque se considere degradado son dependiente del tipo forestal (por ejemplo, el bosque de ñire seguramente difiera en su umbral respecto al bosque de lenga o de *Araucaria araucana*). Además, hay que tener en cuenta que las condiciones de estado del bosque nativo son complejas, ya que los mismos atraviesan diferentes estadios desde su establecimiento pudiendo ser afectados por disturbios como incendios y eventos de tormentas de viento. Cabe acotar que el grado de degradación de un bosque representa el estado actual determinado por causas antrópicas o naturales y no significa que sea permanente, es decir contemplando la dinámica de la vegetación o las prácticas silvícolas, pastoriles o de conservación un bosque que en la actualidad se encuentra degradado puede cambiar de condición en el tiempo a un bosque no degradado. Por lo expuesto, es necesario en el futuro mediato profundizar los aspectos relevantes que definen los bosques degradados en Patagonia.

Por último la categoría de “*Pérdida de bosque (5)*” designa a aquellas áreas que originalmente fueron bosques de ñire y que ya no lo son. Ocupan una escasa superficie (1.830 ha), principalmente en la zona sur de la provincia de Santa Cruz (zona de Río Turbio y 28 de Noviembre), y son poco perceptibles en la cartografía.

2.2.3 Estructura de los bosques de ñire

En la Tabla 6 se pueden observar la clasificación de las principales variables de la estructura de los bosques de ñire relevados. El tipo de estructura que predomina en los bosques de ñire de Santa Cruz (69% de la superficie total) corresponde al tipo Irregular. En cuanto al estado general de madurez, es notoria la predominancia de los bosques maduros, que ocupan más del 90% de la superficie del ñirantal. Los bosques de ñire mayoritariamente (91%) se desarrollan en una Clases de Sitio V (altura de los árboles dominantes menor a 8 m). Si bien la mayor parte de los bosques presentan coberturas del dosel superior entre 30 y 60%, hay que destacar que el 40% de los mismo poseen coberturas altas (>60% cobertura de copas), y sólo el 3,4% de la superficie representan formaciones boscosas excesivamente abiertas con coberturas inferiores al 5%. Por su parte, la mayoría del área basal de los ñirantales, presentan valores intermedios entre 10 y 40 m²/ha. Respecto al volumen bruto con corteza, la mayoría de los bosques poseen valores inferiores a 100 m³/ha. Específicamente, mientras que el 94% de los bosques presentan volúmenes menores a 150,1 m³/ha, solo el 2,5% de los ñirantales acumulan más de 200 m³/ha (Tabla 6).

Si bien a nivel provincial el 42% de los bosques de ñire son vigorosos (expresado como porcentaje de copas secas del dosel superior), el mejor estado de vigor del estrato arbóreo fue la **categoría 1** (cobertura completa sin disturbio antrópico). El menor vigor se detectó en la **categoría 4** (bosques degradados) siendo los que poseen un aspecto más decrepito, coincidiendo su abundancia en el entorno de caminos y zonas pobladas.

Tabla 6. Superficies del ñirantal según las principales variables de la estructura del bosque de la provincia de Santa Cruz, y porcentajes que representa cada estrato del total del área de ñire.

| Variable | Clasificación/rangos/idades | Superficie (ha) | % del Total |
|--|---|-----------------|-------------|
| Estructura | Regular | 38.162 | 23,9 |
| | Irregular | 110.244 | 69,1 |
| | Regular por bosquetes o isletas | 11.130 | 7,0 |
| Fase de desarrollo | Desmoronamiento (D) | 490 | 0,3 |
| | Envejecimiento (E) | 70.866 | 44,4 |
| | Crecimiento óptimo (CO) | 12.158 | 7,6 |
| | D+E | 12.779 | 8,0 |
| | E+CO | 46.916 | 29,4 |
| | E+ Regeneración avanzada CO+ Regeneración avanzada | 13.284 3.044 | 8,3 1,9 |
| Clase de Sitio (CS) | CS I >14 m (altura árboles dominantes) | 3 | 0,002 |
| | CS II entre 12 y 14 m | 4.854 | 3,0 |
| | CS III entre 10 y 11,9 m | 4.102 | 2,6 |
| | CS IV entre 8 y 9,9 m | 5.705 | 3,6 |
| | CS V < 8 m | 144.872 | 90,8 |
| Cobertura del dosel superior | < 5% | 5.445 | 3,4 |
| | 5-30% | 24.424 | 15,3 |
| | 30,1-60% | 66.408 | 41,6 |
| | > 60% | 63.260 | 39,7 |
| Área basal | < 10 m ² /ha | 9.897 | 6,2 |
| | 10-40 m ² /ha | 88.267 | 55,3 |
| | > 40 m ² /ha | 61.373 | 38,5 |
| Volumen total con corteza | < 100 m ³ /ha | 91.361 | 57,3 |
| | 100-150 m ³ /ha | 59.221 | 37,1 |
| | 150,1-200 m ³ /ha | 4.996 | 3,1 |
| | > 200 m ³ /ha | 3.958 | 2,5 |
| Vigor (% copa seca del dosel superior) | Muy vigorosos (0%) | 16.104 | 10,1 |
| | Vigorosos (0-25%) | 66.879 | 41,9 |
| | Pocos vigorosos (25-50%) | 40.993 | 25,7 |
| | Decrépitos (> 50%) | 35.560 | 22,3 |

Nota: Las superficies de las variables no incluyen las superficies de relictos.

2.2.4 Regeneración

Se inventarió que la cobertura de renovales (plantas de ñire inferiores a 2 m de altura y menos de 1 cm de DAP) predominante en la provincia de Santa Cruz se encuentra en el rango entre 5,1 y 25% (Tabla 7). Es importante resaltar que el 40% de la superficie total de ñire de la provincia presenta escasa (<5%) o nula (0%) cobertura de regeneración, la cual se corresponde con el estrato con cobertura completa del dosel superior sin disturbio antrópico (**categoría 1**) y al estrato de bosque degradado (**categoría 4**). Si bien predomina una distribución de la regeneración regular por bosquetes, hay que destacar que la distribución regular e irregular de la regeneración representa el 20,5 y 29,4% de la superficie total de ñire, respectivamente (Tabla 7). En cuanto a la altura media de los renovales, el estrato que predomina es entre 0,5 y 1,5 m en promedio. Un aspecto importante de la condición

del bosque es el grado de presión de herbivoría a la que está sujeta la regeneración ya que influye en la continuidad del estrato arbóreo y su sanidad. En este sentido, el 20,8% de los bosques de ñire en Santa Cruz presentan una regeneración en su mayoría ramoneada (más del 50% de los individuos) (Tabla 7), lo cual indica inconvenientes en el futuro bosque si no se toman medidas para controlar tanto la población de liebres como la de ganado doméstico que actualmente utilizan estos bosques.

Tabla 7. Superficies (y porcentajes que representa cada clase del total) del estado de la regeneración del bosque de ñire de Santa Cruz.

| Variable de la regeneración | Clasificación/rangos/unidades | Superficie (ha) | % del Total |
|-----------------------------------|--|-----------------|-------------|
| Cobertura | 0% | 28.601 | 17,9 |
| | < 5% | 36.730 | 23,0 |
| | 5,1-25% | 59.996 | 37,6 |
| | 25,1-50% | 28.076 | 17,6 |
| | > 50% | 6.135 | 3,8 |
| Distribución de la regeneración | Regular | 26.782 | 20,5 |
| | Irregular | 38.546 | 29,4 |
| | Regular por bosquetes | 65.608 | 50,1 |
| Altura media de la regeneración | < 0,5 m | 40.843 | 31,2 |
| | 0,5-1,5 m | 76.680 | 58,6 |
| | 1,51-3,0 m | 10.348 | 7,9 |
| | > 3,0 m | 3.064 | 2,3 |
| Estado de la regeneración | No ramoneada o levemente ramoneada | 103.713 | 79,2 |
| | Ramoneada en la mayoría de la regeneración (más del 50% de los individuos) | 27.223 | 20,8 |
| Regeneración relacionada al fuego | Regeneración con cobertura >25% relacionado con presencia de fuego evidente | 33.524 | 25,6 |
| | Regeneración con cobertura <25% relacionado con presencia de fuego evidente o indicios de incendio | 57.372 | 43,8 |
| | Regeneración no relacionada al fuego | 40.040 | 30,6 |

Nota: Las superficies de las variables no incluyen las superficies de relictos.

Regeneración y el fuego

La composición y estructura de los bosques de *Nothofagus* son fuertemente moldeadas por efecto de disturbios a gran escala como ser volteo por viento, incendios, deslizamientos de tierra e inundaciones (Veblen et al., 1996). Las superficies de bosques con una cobertura de regeneración mayor al 25%, en la mayoría de los casos, son producto de la recuperación del ñirantal después de intensos incendios y con baja presión de herbivoría, lo cuales son evidentes por los numerosos trozos de madera y árboles carbonizados que se pueden observar en los sitios. Se trata de bosques de alta densidad muy cerrados, de cobertura completa, de muy dificultoso tránsito para los animales y por lo tanto limitado uso pastoril actual. El 25% de los bosques con alta cobertura de regeneración (>25%) presentaron evidencia de incendios (Tabla 7), correspondiéndose una propagación agámica a partir del rebrote de raíces. También se registraron 57.372 ha donde la regeneración (cobertura <25%) estuvo relacionada con presencia de fuego evidente o indicios de incendios. La escala espacial de los disturbios ocasionados por eventos de incendios y posterior desarrollo de regeneración de alta cobertura fluctuaron desde 2 a 40 ha, principalmente en la zona sur de Río Turbio.

En varias condiciones en que se desarrolla el ñire, principalmente en la zona de ecotono bosque-estepa, la continuidad y rejuvenecimiento del bosque depende principalmente de su reproducción vegetativa. También ha sido registrado que el ñire rebrota en forma agámica luego de un incendio a partir del rebrote en la base de los tocones (Veblen et. al, 1996). Ha sido documentado que la ausencia de incendios, que estimulan el rebrote masivo de ñire, la masa forestal puede sufrir alta mortalidad por senescencia que hace mas susceptible a los árboles al ataque de parásitos y hemiparásitos como *Misodendrum spp.* (Donoso et al., 2006). Sin embargo, en el presente inventario hemos detectado áreas con disturbios ocasionados por incendios, pero que la regeneración es escasa (< 5% de cobertura) o nula. Esto evidencia, que no siempre el fuego actúa como un pulso que rejuvenece los bosques de ñire. Es posible que factores como la intensidad del incendio y la época en el año en que ocurre este evento (primavera cuando el suelo está húmedo o verano con suelos secos) influyan en capacidad del rebrote de las raíces o tocones. Sería importante realizar futuros estudios que profundicen en el conocimiento de estos aspectos, como por ejemplo, el efecto de la intensidad y frecuencia de incendios interactuando con las condiciones de agua en el suelo sobre el establecimiento de la regeneración de ñire. Por último, se registró que un 30,6% de la superficie de ñire donde existía presencia de regeneración no estaba asociado a indicios o evidencias de incendios (Tabla 7).

2.2.5 Fijación de carbono de los ñirantales

Actualmente son varios los estudios destinados a determinar la capacidad de secuestro de carbono (C) en los ecosistemas forestales, tanto en plantaciones con especies exóticas como en bosques nativos. Se ha demostrado que estos ecosistemas con un manejo adecuado pueden secuestrar mas carbono que otros ecosistemas terrestres (Dixon et al., 1994), contribuyendo notablemente a la mitigación del cambio climático producido por el constante incremento del CO₂ atmosférico. Esta propiedad de fijar C de los ecosistemas forestales ha despertado gran interés en los últimos años, a partir del compromiso por parte de países desarrollados, de otorgar “Créditos de Carbono” o “Bonos Verdes” como una manera de compensar sus emisiones de CO₂ de acuerdo con las bases del Protocolo de Kyoto de 1997. A partir del presente estudio, se estimó que la mayor parte de los ñirantales de Santa Cruz (46,8%) poseen una acumulación total de C proveniente del componente arbóreo (aéreo y subterráneo) en el rango de 50-100 Ton C/ha y una superficie similar acumulan <50 Ton C/ha (Tabla 8). Considerando la superficie y los valores medios de acumulación de C por hectárea de los rangos de cada estrato, se estima que la biomasa aérea y radicular de los bosques de ñire en la provincia de Santa Cruz acumula un total de casi **9 millones de toneladas de carbono**. Respecto a la tasa media anual de fijación de C de los bosques de ñire, se determinó que la mayor superficie de los ñirantales (el 73%) fijan C a una tasa inferior a 1 Ton C/ha/año (Tabla 8). Esto se debe a que la mayoría de los ñirantales se encuentran en fases de desarrollo madura y en clases de sitio baja (ver Tabla 6). Si bien estos valores son inferiores a la capacidad de fijar C de las plantaciones forestales de pino en Patagonia (3,5 Ton C/ha/año en plantación de 14 años de edad) (Laclau, 2003), los ñirantales pueden fijar C por un período más largo de tiempo (> 200 años).

Tabla 8. Superficies (y porcentajes que representa cada estrato del total) respecto a la acumulación de carbono (C) del componente arbóreo total (aéreo y subterráneo) y tasa media de fijación de C del bosque de ñire de Santa Cruz.

| Variable | Rangos y unidades | Superficie (ha) | % del Total |
|-----------------------------|----------------------|-----------------|-------------|
| Acumulación carbono | < 50 Ton C/ha | 75.976 | 47,6 |
| | 50 – 100 Ton C/ha | 74.601 | 46,8 |
| | 100,1 – 150 Ton C/ha | 1.642 | 1,0 |
| | > 150 Ton C/ha | 7.317 | 4,6 |
| Tasa de fijación de carbono | < 1 Ton C/ha/año | 116.780 | 73,2 |
| | 1 – 2 Ton C/ha/año | 30.005 | 18,8 |
| | > 2 Ton C/ha/año | 12.752 | 8,0 |

Nota: Las superficies de las variables no incluyen las superficies de relictos.

De los valores totales presentados en la Tabla 8, es importante resaltar la importancia de las raíces en la acumulación de C de los bosques de ñire. Por ejemplo, en una Clase de Sitio IV (altura de los árboles dominantes 7,8 m), las raíces representan desde un 66% durante las fases regeneración (edad hasta 20 años) hasta un 30% del total de C fijado a partir de la fase de Crecimiento óptimo en adelante (edades mayores a los 20 años hasta los 220 años). Esta mayor proporción de raíces en los estadios iniciales se relacionaría a una estrategia del ñire para lograr un mayor anclaje ante posibles volteos por el viento, y una capacidad superior de absorción de agua y nutrientes relacionada a la fase exponencial de su curva sigmoide de crecimiento (Gargaglione et al., 2010; Peri et al., 2010, Peri, 2011). Si bien el contenido de C en el suelo no fue estimado o cuantificado en el presente inventario, es el componente principal del ecosistema de reservorio de carbono. Por ejemplo, ha sido demostrado que en un gradiente de edades y calidades de sitio de ñirantales de Santa Cruz, el C del suelo (hasta una profundidad de 0,6 m) representa entre el 52 y 73% del C total del ecosistema (Peri et al., 2010). Por lo tanto, sería importante en el futuro evaluar a nivel provincial el reservorio de C en el suelo, como también de los componentes de detritos (hojarascas, ramas finas y gruesas) y del sotobosque (principalmente los rodales con baja cobertura y uso silvopastoril).

2.2.6 Sotobosque

Las coberturas de sotobosque son elevadas (> 50%) en la mayoría de los ñirantales, siendo las gramíneas el principal grupo de especies que dominan los bosques (Tabla 9). Esto tiene relación directa con la apertura del dosel arbóreo. En cuanto a la biomasa del sotobosque, expresada como Producción Primaria Neta Anual (PPNA) del pastizal, el 86% de la superficie de ñire posee una producción inferior a los 500 kg MS/ha. Sin embargo, existen aproximadamente 7100 ha altamente productivas con una biomasa superior a los 1500 kg MS/ha (Tabla 9).

El rango mas frecuente de diversidad de especies predominante del sotobosque de los bosques de ñire de Santa Cruz es el de 11 a 20 especies por rodal. Sin embargo, hubo rodales en que se relevó un máximo de 42 especies. En general, los bosques más abiertos (coberturas menores a 40%) presentaron mayor diversidad de especies en el estrato arbustivo y herbáceo, mientras que los bosques más húmedos y más cerrados (coberturas mayores a 70%) presentaron una menor estratificación del sotobosque.

Tabla 9. Superficies (y porcentajes que representa cada estrato del total) del estado del sotobosque del ñirantal de Santa Cruz.

| Variable del sotobosque | Clasificación/rangos/idades | Superficie (ha) | % del Total |
|---|-----------------------------|-----------------|-------------|
| <i>Cobertura</i> | 0-25% | 13.650 | 8,6 |
| | 25-50% | 16.108 | 10,1 |
| | 50-75% | 89.707 | 56,2 |
| | > 75% | 40.071 | 25,1 |
| <i>Biomasa</i> | < 500 kg MS/ha | 136.993 | 85,9 |
| | 500-1500 kg MS/ha | 15.439 | 9,7 |
| | 1500-2500 kg MS/ha | 4.562 | 2,9 |
| | > 2500 kg MS/ha | 2.543 | 1,6 |
| <i>Riqueza de especies a nivel rodal muestreado</i> | 1-10 especies | 52.602 | 33,0 |
| | 11-20 especies | 74.674 | 46,8 |
| | > 20 especies | 32.260 | 20,2 |
| <i>Cobertura de gramíneas</i> | < 10% | 19.195 | 12,0 |
| | 10-30% | 35.194 | 22,1 |
| | 30-50% | 92.348 | 57,9 |
| | 50-70% | 7.598 | 4,8 |
| | > 70% | 5.202 | 3,3 |

Nota: Las superficies de las variables no incluyen las superficies de relictos.

Las principales especies detectadas en el inventario con valor 1 (<5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura) o mayor del método de Braun-Blanquet se presenta en la Tabla 10. En el presente inventario se detectaron un total de **225 especies vasculares**, siendo 161 Dicotiledóneas, 62 Monocotiledóneas y 2 Pteridófitas. Entre las mismas se observaron 29 especies exóticas: 21 Dicotiledóneas y 8 Monocotiledóneas. A pesar que las gramíneas aportan la mayor parte de la biomasa del sotobosque de los ñirantales, las herbáceas proveen la mayor riqueza del sotobosque representando el 60% de las especies. Mientras fueron reconocidas 62 especies de gramíneas y graminoides y 28 especies de arbustos y subarbustos, la riqueza de herbáceas en los ñirantales muestreados fue de 135 especies. Las familias mas representativas de los bosques de ñire relevados son las Asteraceae (anteriormente denominadas familia de las Compuestas) y Poaceae (anteriormente denominadas familia de las Gramíneas) representando cada una de ellas un 20% del total de especies identificadas. Con valores intermedios, las familias Cyperaceae, Apiaceae y Rosaceae representan cada una de ellas aproximadamente un 5% del total de especies relevadas. También cabe destacar que la familia de la Orchidaceae posee dos especies, y que la familia de la Fabaceae (anteriormente denominadas familia de las Leguminosas) representa el 3,5% del total de especies identificadas.

Tabla 10. Principales especies del sotobosque relevadas en los puntos de muestreo de los distintos estratos del bosque de ñire de Santa Cruz con valor 1 (<5% de cobertura o individuos abundantes con baja cobertura) o mayor del método de Braun-Blanquet. En asterisco (*) se señalan las especies exóticas. Entre paréntesis se presentan las familias de las especies identificadas.

Herbáceas

| | | |
|--|--|--|
| <i>Acaena ovalifolia</i> (Rosaceae) | <i>Galium antarcticum</i> (Rubiaceae) | <i>Phacelia cumingii</i> (Boraginaceae) |
| <i>Acaena magellanica</i> (Rosaceae) | <i>Galium aparine</i> * (Rubiaceae) | <i>Phacelia secunda</i> (Boraginaceae) |
| <i>Acaena pinnatifida</i> (Rosaceae) | <i>Galium fuegianum</i> (Rubiaceae) | <i>Plantago barbata</i> (Plantaginaceae) |
| <i>Acaena platyacantha</i> (Rosaceae) | <i>Galium richardianum</i> (Rubiaceae) | <i>Plantago lanceolata</i> (Plantaginaceae) |
| <i>Acaena poeppigiana</i> (Rosaceae) | <i>Gamochaeta nivalis</i> (Asteraceae) | <i>Plantago major</i> (Plantaginaceae) |
| <i>Acaena pumila</i> (Rosaceae) | <i>Gamochaeta spiciformis</i> (Asteraceae) | <i>Primula magellanica</i> (Primulaceae) |
| <i>Acaena splendens</i> (Rosaceae) | <i>Gamochaetopsis alpina</i> (Asteraceae) | <i>Ranunculus biternatus</i> (Ranunculaceae) |
| <i>Achillea millefolium</i> * (Asteraceae) | <i>Gentiana postrata</i> (Gentianaceae) | <i>Ranunculus hydrophilus</i> (Ranunculaceae) |
| <i>Adenocaulon chilense</i> (Asteraceae) | <i>Gentianaella magellanica</i> (Gentianaceae) | <i>Ranunculus peduncularis</i> (Ranunculaceae) |
| <i>Adesmia pumila</i> (Fabaceae) | <i>Geranium bertereanum</i> (Geraniaceae) | <i>Ranunculus uniflorus</i> (Ranunculaceae) |
| <i>Agoseris coronopifolia</i> (Asteraceae) | <i>Geranium magellanicum</i> (Geraniaceae) | <i>Rubus geoides</i> (Rosaceae) |
| <i>Anemone multifida</i> (Ranunculaceae) | <i>Geranium patagonicum</i> (Geraniaceae) | <i>Rumex acetosella</i> * (Polygonaceae) |
| <i>Antennaria chilensis</i> (Asteraceae) | <i>Geranium sessiliflorum</i> (Geraniaceae) | <i>Rumex crispus</i> * (Polygonaceae) |
| <i>Arjona patagonica</i> (Schoepfiaceae) | <i>Geum magellanicum</i> (Rosaceae) | <i>Samolus spathulatus</i> (Samolaceae) |
| <i>Arenaria serpens</i> (Caryophyllaceae) | <i>Gunnera magellanica</i> (Gunneraceae) | <i>Saxifraga magellanica</i> (Saxifragaceae) |
| <i>Armeria maritima</i> (Plumbaginaceae) | <i>Hieracium antarcticum</i> (Asteraceae) | <i>Schizeilema ranunculus</i> (Apiaceae) |
| <i>Blechnum penna-marina</i> (Blechnaceae) | <i>Hieracium chilense</i> (Asteraceae) | <i>Senecio acanthifolius</i> (Asteraceae) |
| <i>Calceolaria biflora</i> (Calceolariaceae) | <i>Hieracium praealtum</i> * (Asteraceae) | <i>Senecio lasegueti</i> (Asteraceae) |
| <i>Calceolaria lanceolata</i> (Calceolariaceae) | <i>Hydrocotyle chamaemorus</i> (Asteraceae) | <i>Senecio magellanicus</i> (Asteraceae) |
| <i>Calceolaria palenae</i> (Calceolariaceae) | <i>Hypochoeris arenaria</i> (Asteraceae) | <i>Senecio kingii</i> (Asteraceae) |
| <i>Calceolaria polyrrhiza</i> (Calceolariaceae) | <i>Hypochoeris incana</i> (Asteraceae) | <i>Senecio patagonicus</i> (Asteraceae) |
| <i>Calceolaria uniflora</i> (Calceolariaceae) | <i>Hypochoeris radicata</i> * (Asteraceae) | <i>Senecio smithii</i> (Asteraceae) |
| <i>Caltha sagittata</i> (Ranunculaceae) | <i>Lathyrus magellanicus</i> var. <i>magellanicus</i> (Fabaceae) | <i>Senecio tricuspoidatus</i> (Asteraceae) |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> * (Brassicaceae) | <i>Leptinella scariosa</i> (Asteraceae) | <i>Senecio vaginifolius</i> (Asteraceae) |
| <i>Cardamine glacialis</i> (Brassicaceae) | <i>Leucanthemum vulgare</i> * (Asteraceae) | <i>Silene magellanica</i> (Caryophyllaceae) |
| <i>Carduus thomeri</i> * (Asteraceae) | <i>Leucheria hahnii</i> (Asteraceae) | <i>Sisyrinchium arenarium</i> (Iridaceae) |
| <i>Cerastium arvense</i> * (Caryophyllaceae) | <i>Leucheria millefolium</i> (Asteraceae) | <i>Sisyrinchium chilense</i> (Iridaceae) |
| <i>Cerastium fontanum</i> * (Caryophyllaceae) | <i>Leucheria purpurea</i> (Asteraceae) | <i>Sisyrinchium junceum</i> (Iridaceae) |
| <i>Cerastium junceum</i> (Caryophyllaceae) | <i>Lobelia oligophylla</i> (Campanulaceae) | <i>Sisyrinchium patagonicum</i> (Iridaceae) |
| <i>Chloraea magellanica</i> (Orchidaceae) | <i>Lycopodium magellanicum</i> (Lycopodiaceae) | <i>Siellaria media</i> * (Caryophyllaceae) |
| <i>Cirsium vulgare</i> * (Asteraceae) | <i>Macrachaenium gracile</i> (Asteraceae) | <i>Symphotrichum vahlii</i> (Asteraceae) |
| <i>Codonorchis lessonii</i> (Orchidaceae) | <i>Microsteris gracilis</i> (Polemoniaceae) | <i>Taraxacum gilliesii</i> (Asteraceae) |
| <i>Colobanthus lycopodioides</i> (Caryophyllaceae) | <i>Myosotis discolor</i> * (Boraginaceae) | <i>Taraxacum officinale</i> * (Asteraceae) |
| <i>Colobanthus quitensis</i> (Caryophyllaceae) | <i>Myosotis stricta</i> * (Boraginaceae) | <i>Trifolium dubium</i> * (Fabaceae) |
| <i>Colobanthus subulatus</i> (Caryophyllaceae) | <i>Nanodea muscosa</i> (Nanodaceae) | <i>Trifolium pratense</i> * (Fabaceae) |
| <i>Conium maculatum</i> (Apiaceae) | <i>Noccaea magellanica</i> (Brassicaceae) | <i>Trifolium repens</i> * (Fabaceae) |
| <i>Crepis capillaris</i> (Asteraceae) | <i>Oenothera odorata</i> (Onagraceae) | <i>Tristagma nivale</i> (Alliaceae) |
| <i>Cystopteris fragilis</i> (Dryopteridaceae) | <i>Olsynium biflorum</i> (Iridaceae) | <i>Valeriana carnosa</i> (Valerianaceae) |
| <i>Dysopsis glechomoides</i> (Euphorbiaceae) | <i>Osmorhiza chilensis</i> (Apiaceae) | <i>Valeriana lapathifolia</i> (Valerianaceae) |
| <i>Draba magellanica</i> (Brassicaceae) | <i>Osmorhiza depauperata</i> (Apiaceae) | <i>Verónica serpyllifolia</i> * (Plantaginaceae) |
| <i>Epilobium australe</i> (Onagraceae) | <i>Oxalis enneaphylla</i> (Oxalidaceae) | <i>Vicia bijuga</i> (Fabaceae) |
| <i>Epilobium ciliatum</i> (Onagraceae) | <i>Oxalis laciniata</i> (Oxalidaceae) | <i>Vicia magellanica</i> (Fabaceae) |
| <i>Erigeron myosotis</i> (Asteraceae) | <i>Perezia lyrata</i> (Asteraceae) | <i>Viola maculata</i> (Violaceae) |
| <i>Erigeron patagonicus</i> (Asteraceae) | <i>Perezia pilifera</i> (Asteraceae) | <i>Viola magellanica</i> (Violaceae) |
| <i>Erodium cicutarium</i> (Geraniaceae) | <i>Perezia recurvata</i> (Asteraceae) | |
| <i>Euphrasia antarctica</i> (Orobanchaceae) | | |

Gramíneas y graminoides

| | | |
|--|---|---|
| <i>Agrostis capillaris*</i> (Poaceae) | <i>Carex patagonica</i> (Cyperaceae) | <i>Luzula chilensis</i> (Juncaceae) |
| <i>Agrostis castellana*</i> (Poaceae) | <i>Dactylis glomerata*</i> (Poaceae) | <i>Luzula racemosa</i> var. <i>racemosa</i> (Juncaceae) |
| <i>Agrostis inconspicua</i> (Poaceae) | <i>Deschampsia antarctica</i> (Poaceae) | <i>Marsippospermum grandiflorum</i> (Juncaceae) |
| <i>Agrostis magellanica</i> (Poaceae) | <i>Deschampsia caespitosa</i> (Poaceae) | <i>Phleum alpinum</i> (Poaceae) |
| <i>Agrostis meyenii</i> (Poaceae) | <i>Deschampsia flexuosa</i> (Poaceae) | <i>Phleum pratense*</i> (Poaceae) |
| <i>Agrostis perennans</i> (Poaceae) | <i>Deschampsia kingii</i> (Poaceae) | <i>Poa annua*</i> (Poaceae) |
| <i>Agrostis philippiana</i> (Poaceae) | <i>Deschampsia patula</i> (Poaceae) | <i>Poa alopecurus</i> (Poaceae) |
| <i>Alopecurus magellanicus</i> (Poaceae) | <i>Deyeuxia poaeoides</i> (Poaceae) | <i>Poa dusenii</i> (Poaceae) |
| <i>Amelichloa brevipes</i> (Poaceae) | <i>Elymus magellanicus</i> (Poaceae) | <i>Poa nemoralis</i> (Poaceae) |
| <i>Bromus catharticus</i> (Poaceae) | <i>Elymus patagonicus</i> (Poaceae) | <i>Poa pratensis*</i> (Poaceae) |
| <i>Bromus coloratus</i> (Poaceae) | <i>Festuca gracillima</i> (Poaceae) | <i>Poa rigidifolia</i> (Poaceae) |
| <i>Bromus setifolius</i> (Poaceae) | <i>Festuca magellanica</i> (Poaceae) | <i>Poa scaberula</i> (Poaceae) |
| <i>Bromus unioloides*</i> (Poaceae) | <i>Festuca pallelescens</i> (Poaceae) | <i>Rytidosperma virescens</i> (Poaceae) |
| <i>Carex andina</i> (Cyperaceae) | <i>Festuca pyrogea</i> (Poaceae) | <i>Triglochin palustris</i> (Juncaginaceae) |
| <i>Carex atropicta</i> (Cyperaceae) | <i>Holcus lanatus*</i> (Poaceae) | <i>Trisetum caudulatum</i> (Poaceae) |
| <i>Carex argentina</i> (Cyperaceae) | <i>Hordeum comosum</i> (Poaceae) | <i>Trisetum cumingii santacrucense</i> (Poaceae) |
| <i>Carex canescens</i> (Cyperaceae) | <i>Hordeum patagonicum</i> (Poaceae) | <i>Trisetum spicatum</i> (Poaceae) |
| <i>Carex decidua</i> (Cyperaceae) | <i>Hordeum pubiflorum</i> (Poaceae) | <i>Trisetum tomentosum</i> (Poaceae) |
| <i>Carex gayana</i> (Cyperaceae) | <i>Juncus balticus</i> (Juncaceae) | <i>Uncinia lechleriana</i> (Cyperaceae) |
| <i>Carex macloviana</i> (Cyperaceae) | <i>Juncus stipulatus</i> (Juncaceae) | <i>Uncinia macrolepis</i> (Cyperaceae) |
| <i>Carex magellanica</i> (Cyperaceae) | <i>Luzula alopecurus</i> (Juncaceae) | |

Arbustos y subarbustos

| | | |
|--|---|---|
| <i>Adesmia boronioides</i> (Fabaceae) | <i>Bolax gummifera</i> (Apiaceae) | <i>Mulinum spinosum</i> (Apiaceae) |
| <i>Azorella filamentosa</i> (Apiaceae) | <i>Chiliotrichum diffusum</i> (Asteraceae) | <i>Nassauvia aculeata</i> (Asteraceae) |
| <i>Azorella fuegiana</i> (Apiaceae) | <i>Chiliotrichum rosmarinifolium</i> (Asteraceae) | <i>Nassauvia darwinii</i> (Asteraceae) |
| <i>Azorella lycopodioides</i> (Apiaceae) | <i>Discaria chacaye</i> (Rhamnaceae) | <i>Polygala darwiniana</i> (Polygalaceae) |
| <i>Azorella monantha</i> (Apiaceae) | <i>Empetrum rubrum</i> (Empetraceae) | <i>Ribes magellanicum</i> (Grossulariaceae) |
| <i>Azorella trifurcata</i> (Apiaceae) | <i>Escallonia rubra</i> (Escalloniaceae) | <i>Rosa rubiginosa*</i> (Rosaceae) |
| <i>Baccharis magellanica</i> (Asteraceae) | <i>Escallonia virgata</i> (Escalloniaceae) | <i>Senecio filaginoides</i> (Asteraceae) |
| <i>Baccharis patagonica</i> (Asteraceae) | <i>Gaultheria mucronata</i> (Ericaceae) | <i>Senecio neaei</i> (Asteraceae) |
| <i>Berberis empetrifolia</i> (Berberidaceae) | <i>Gaultheria pumila</i> (Ericaceae) | |
| <i>Berberis microphylla</i> (Berberidaceae) | <i>Lycium chilense</i> (Solanaceae) | |

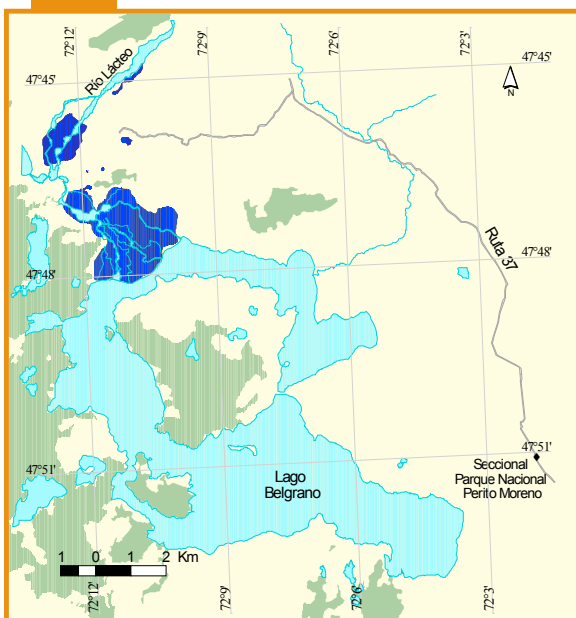
Se pudo observar que hay géneros, como *Osmorryza*, *Blechnum* y *Deschampsia*, presentes en bosques cerrados con coberturas superiores a 70%. En general la mayoría de los arbustivos, como *Berberis* y *Chiliotrichum* son más importantes en las coberturas medias y bajas del estrato arbóreo. Por el lado de las gramíneas, *Poa* está prácticamente presente en todos los estratos, mientras que *Festuca* se hace más abundante cuando las coberturas son menores.

Existe el potencial que las especies exóticas *Cirsium vulgare* (cardo negro), *Carduus thoermeri* (cardo de caballo) y *Rosa eglanteria* (rosa mosqueta) sean invasivas por su alta capacidad de propagación. Como rareza, en ñirantales muy húmedos del Parque Nacional Los Glaciares se registró la planta saprófita *Arachnitis uniflora* única especie monocotiledónea de la familia *Corsiaceae*.

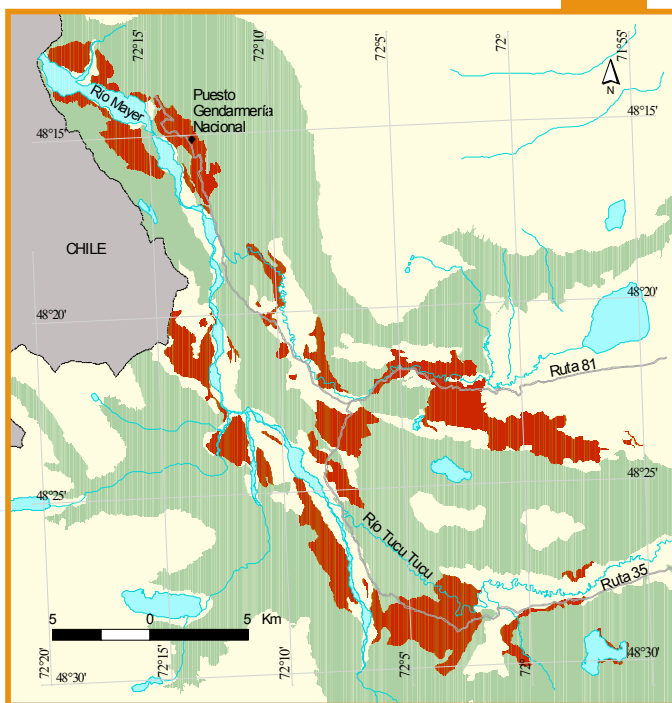
Tipos de uso propuestos

- Bosque de turismo (12.813 ha)
- Bosque de protección (64.221 ha)
- Bosque productivo (82.686 ha)
- Bosque de lenga
- Bosque mixto
- Ríos y lagos

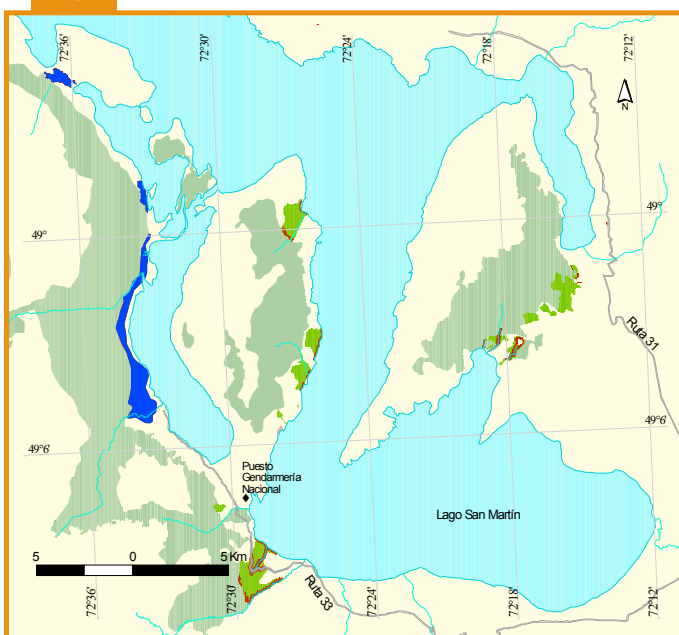
A



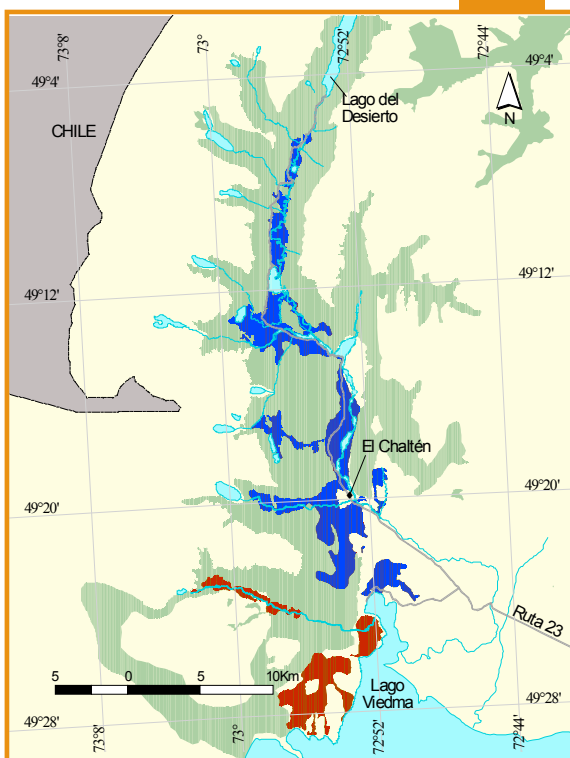
B

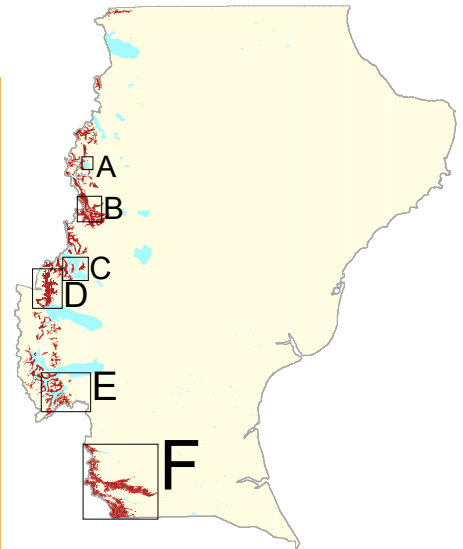
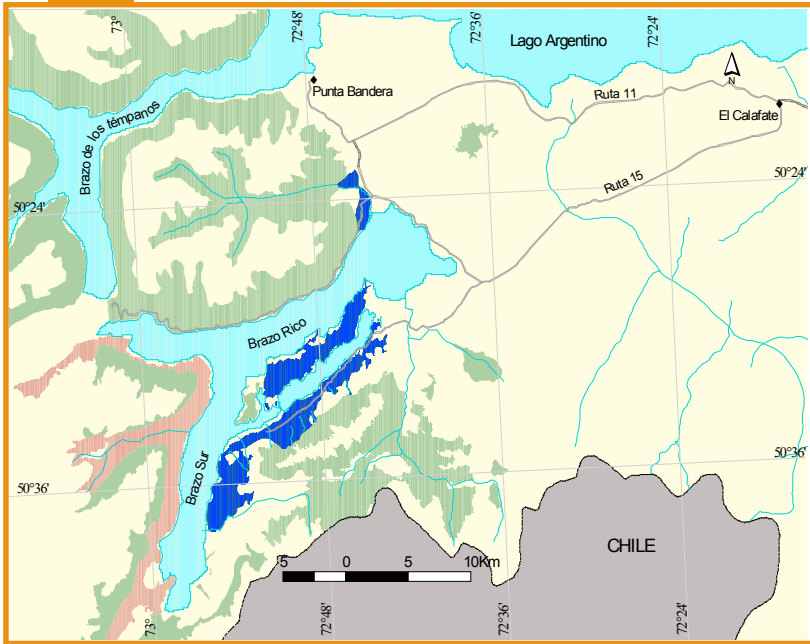
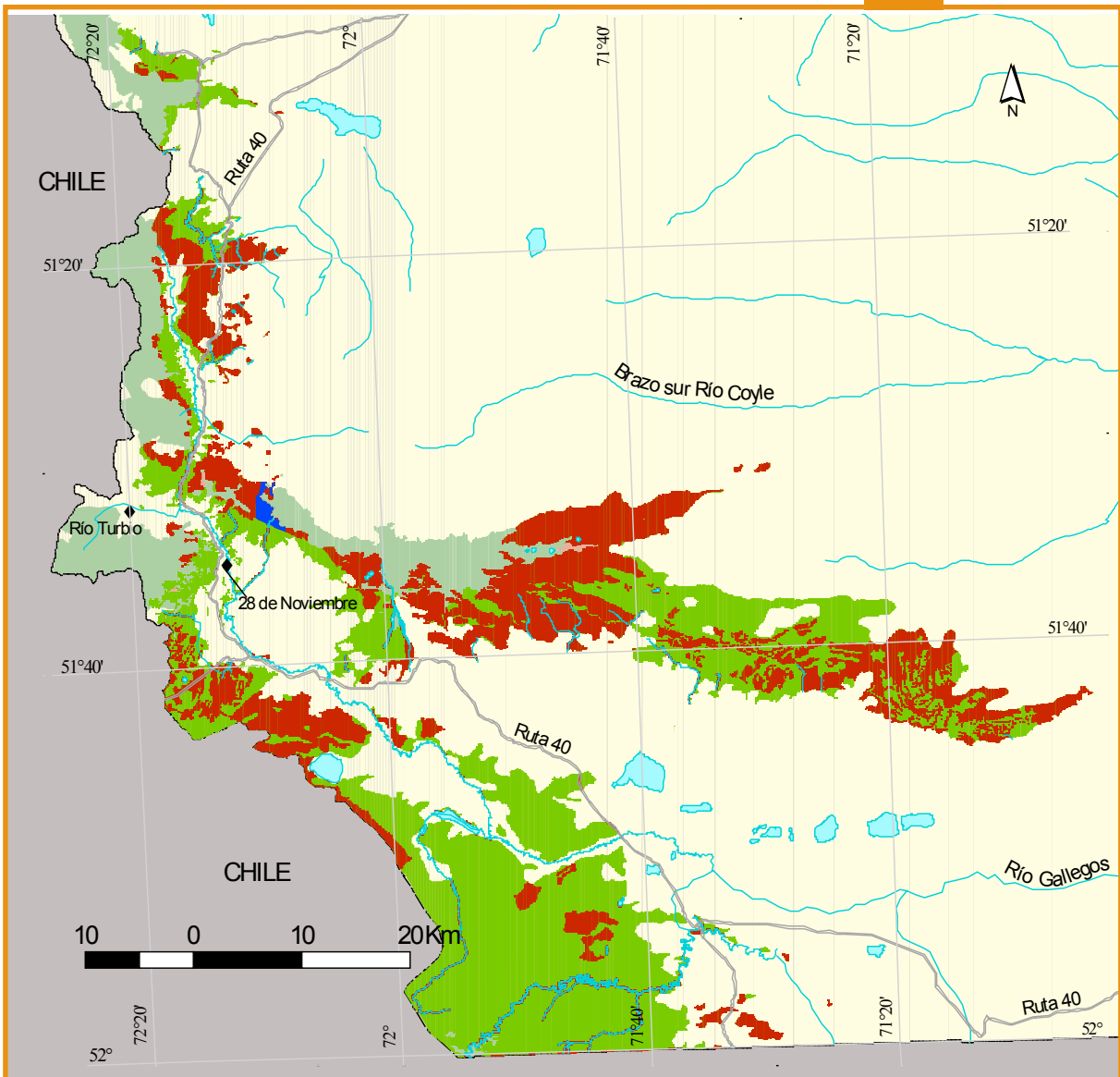


C

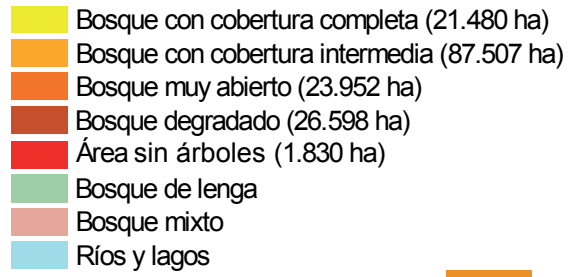


D

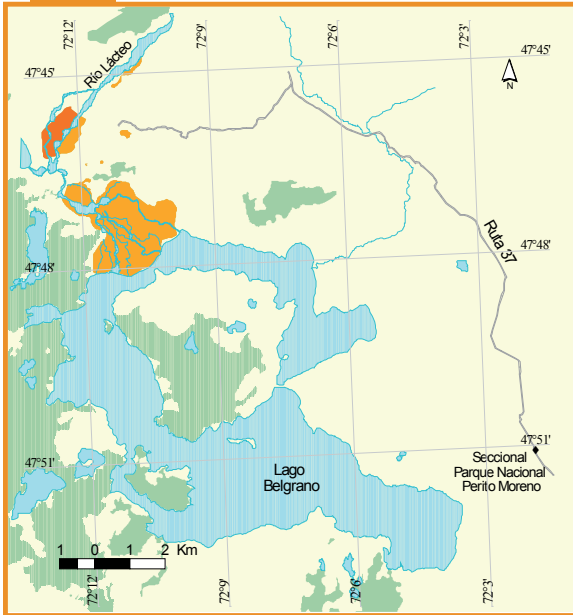


E**F**

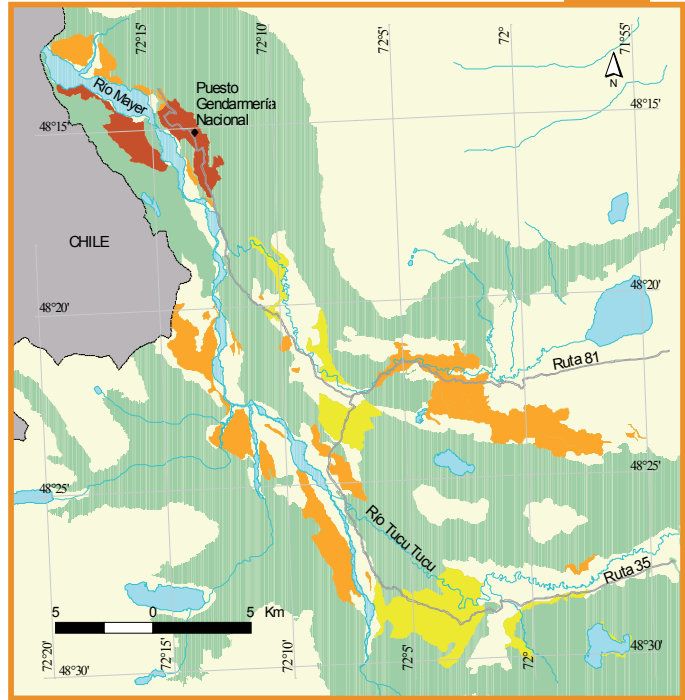
Estado actual del bosque



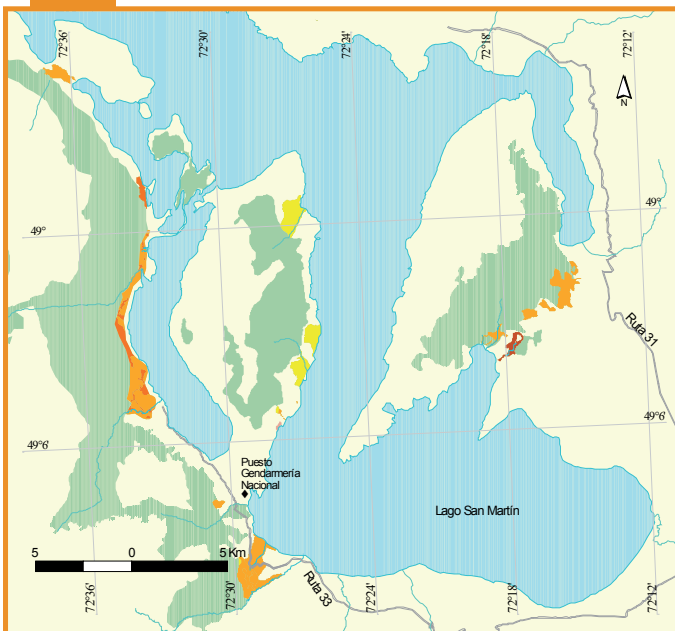
A



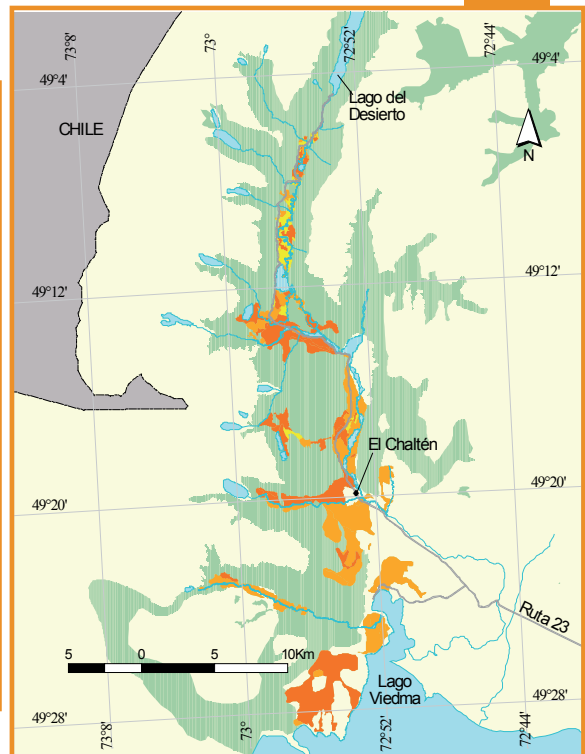
B

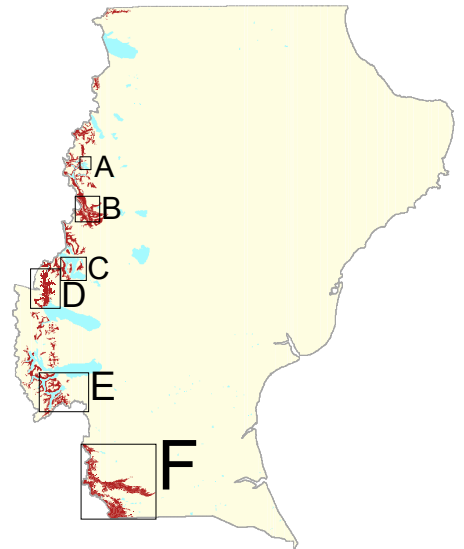
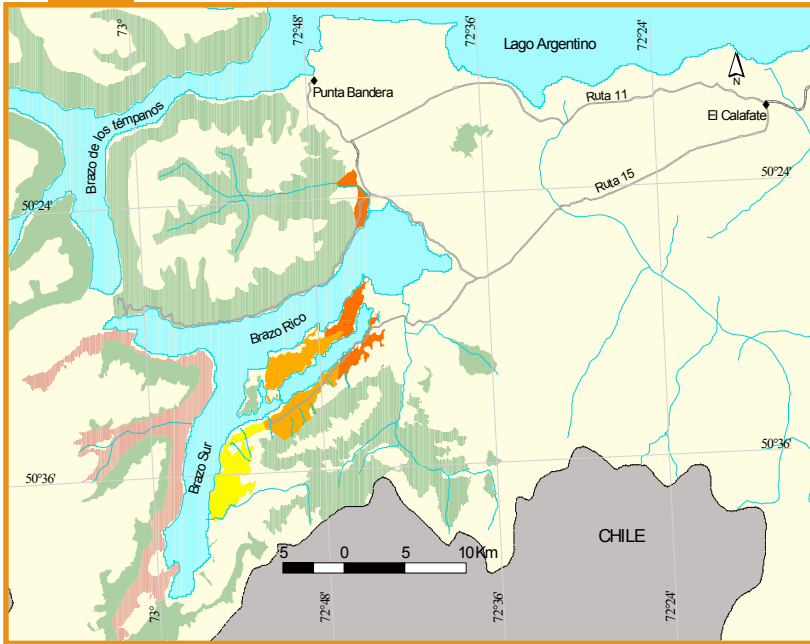
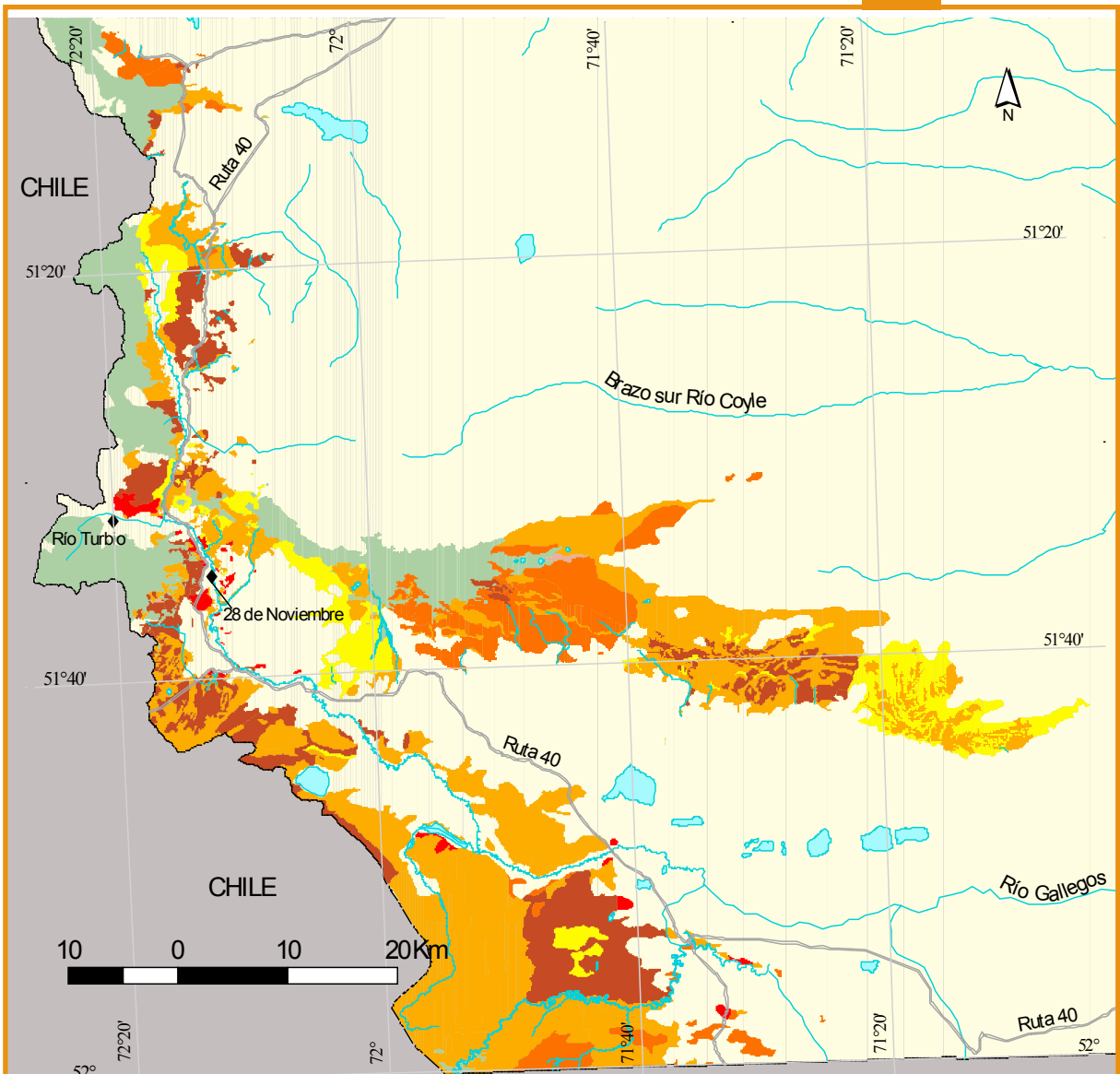


C



D

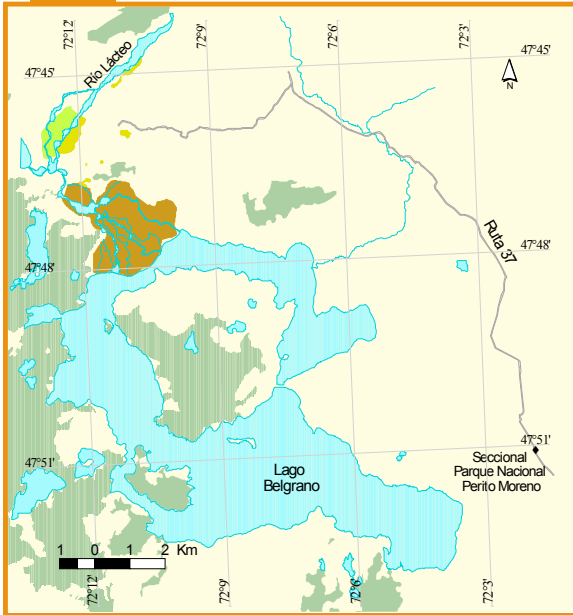


E**F**

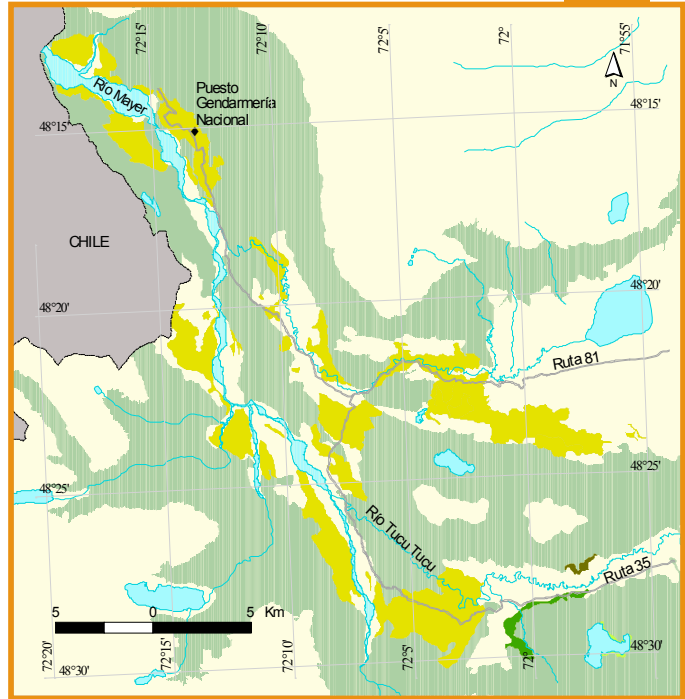
Fases de desarrollo

- Crecimiento óptimo (12.158 ha)
- Crecimiento óptimo + Regeneración (3.044 ha)
- Desmoronamiento (490 ha)
- Desmoronamiento + Envejecimiento (12.779 ha)
- Envejecimiento (70.866 ha)
- Envejecimiento + Crecimiento óptimo (46.916 ha)
- Envejecimiento + Regeneración (13.284 ha)
- Bosque de lenga
- Bosque mixto
- Ríos y lagos

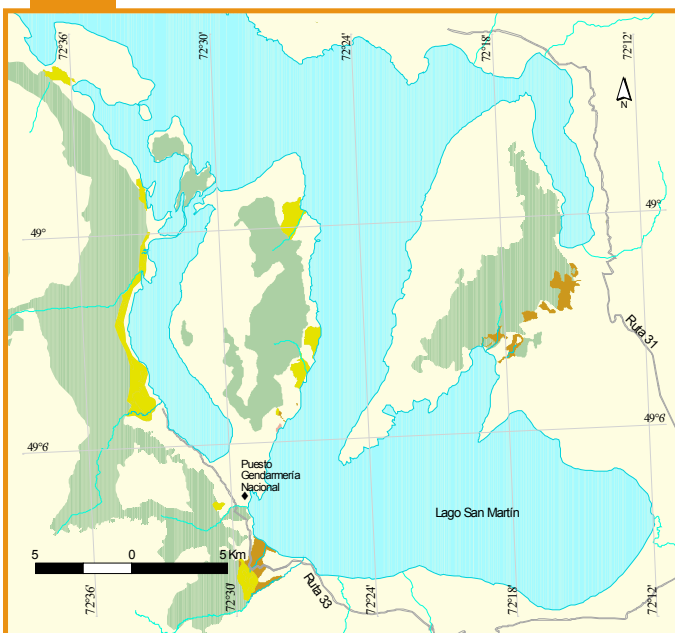
A



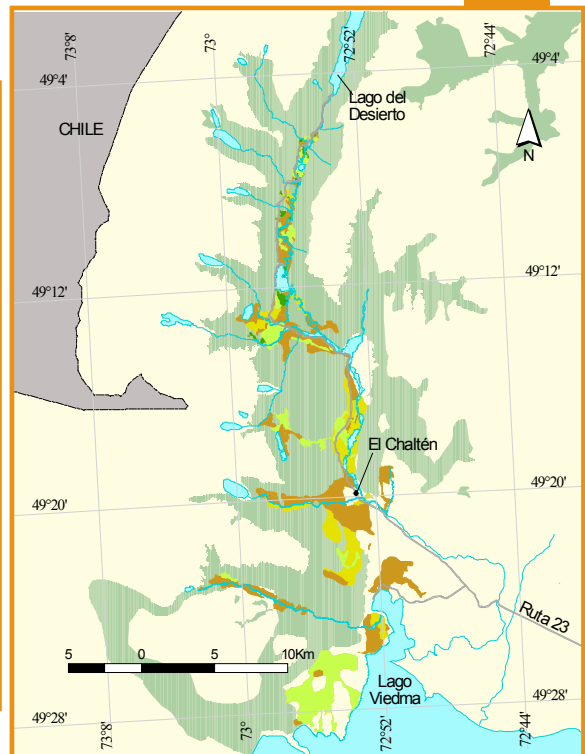
B

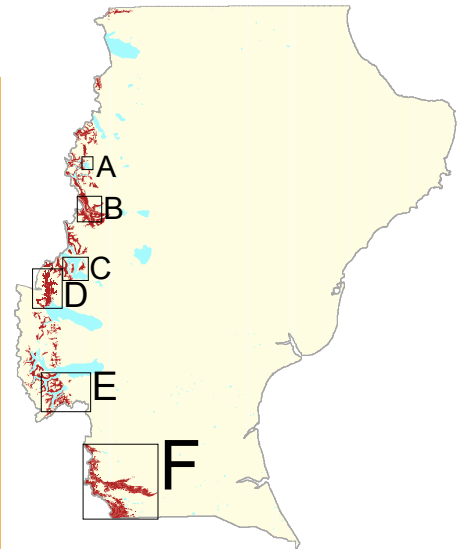
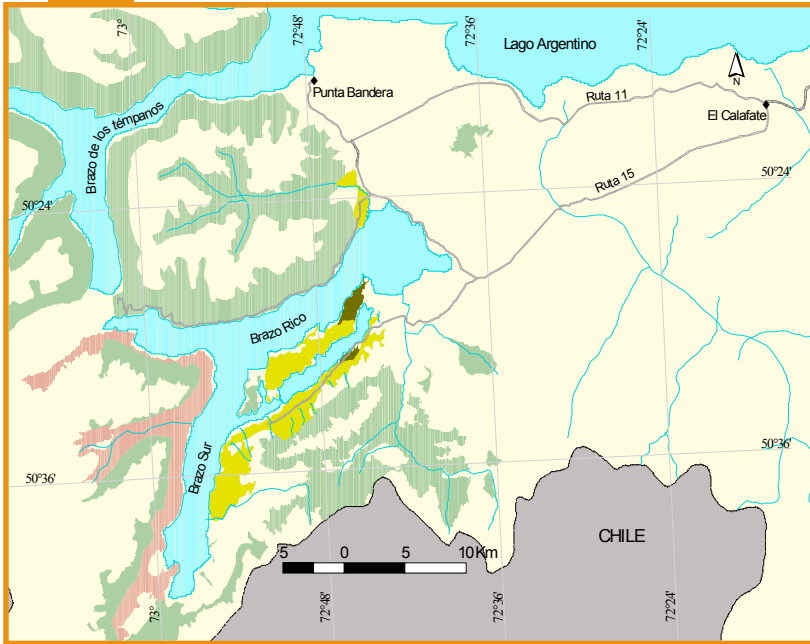
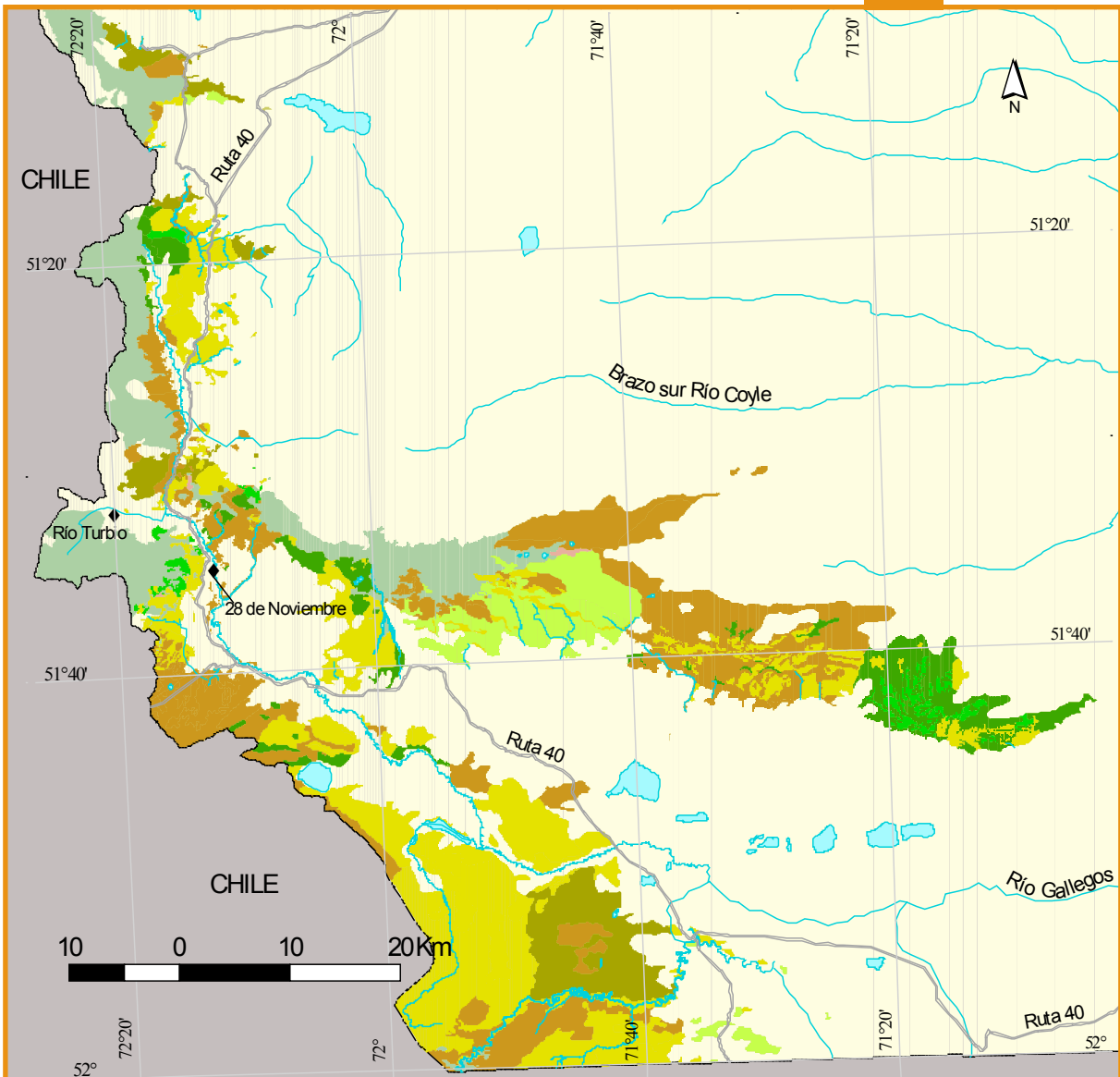


C



D

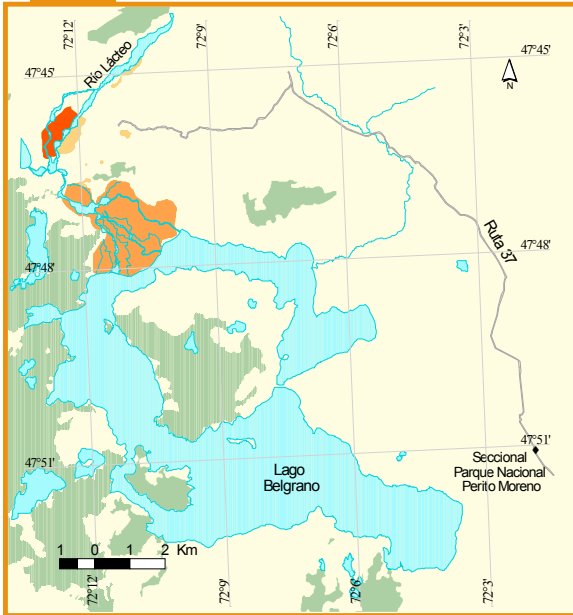


E**F**

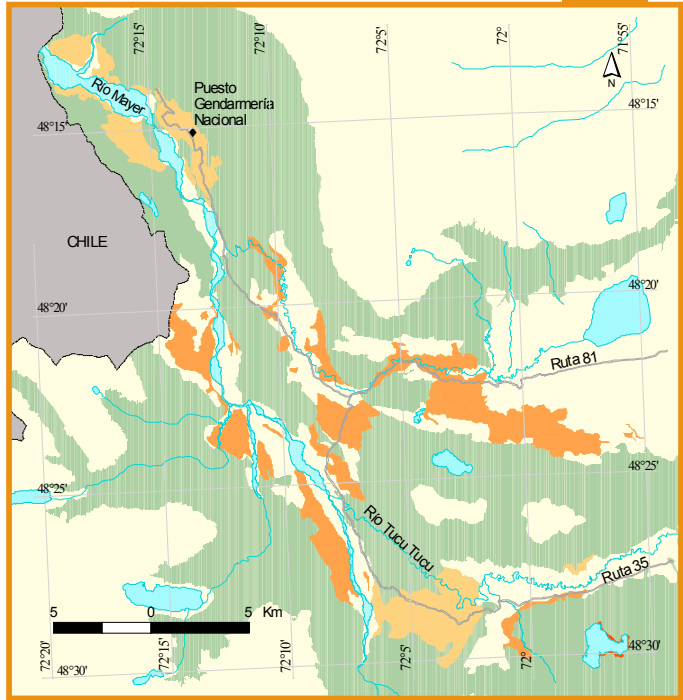
Clases de sitio

- Clase de sitio I. Altura >12 m (2.585 ha)
- Clase de sitio II. Altura 7 -12 m (18.028 ha)
- Clase de sitio III. Altura 4 - 7 m (103.955 ha)
- Bosque de protección. Altura < 4 m (34.969 ha)
- Bosque de lenga
- Bosque mixto
- Ríos y lagos

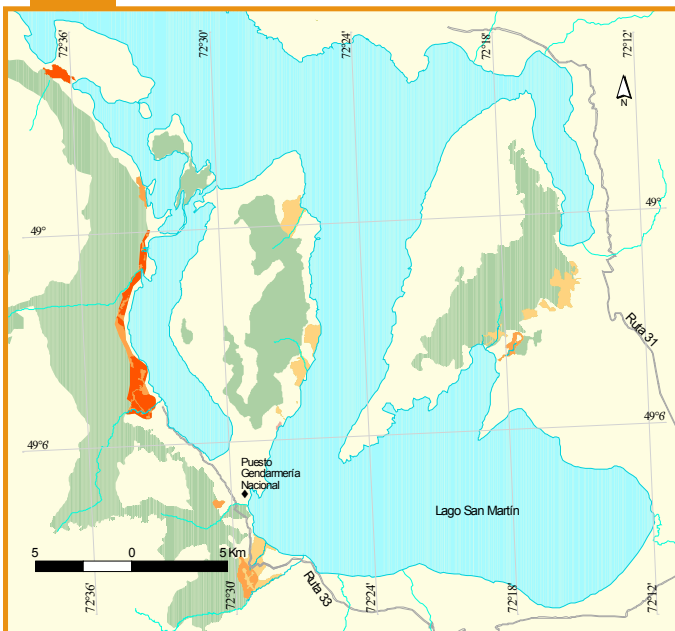
A



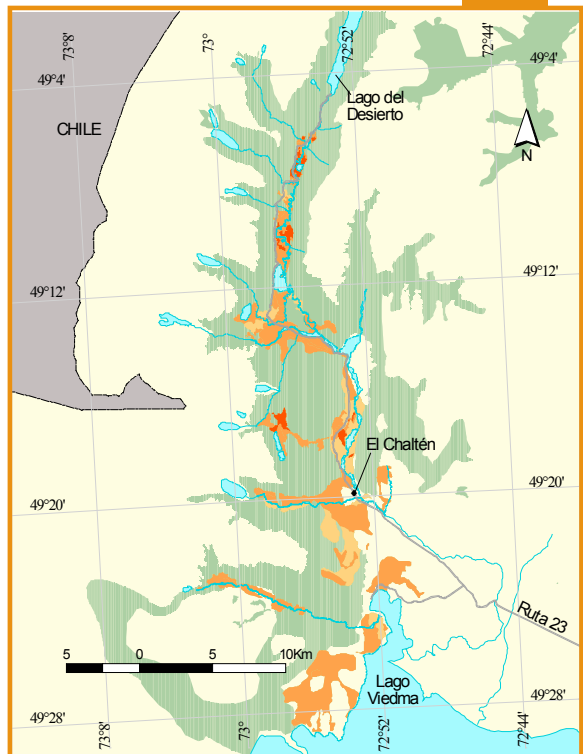
B



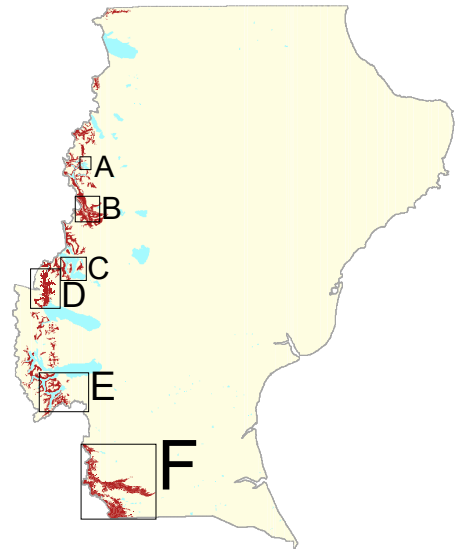
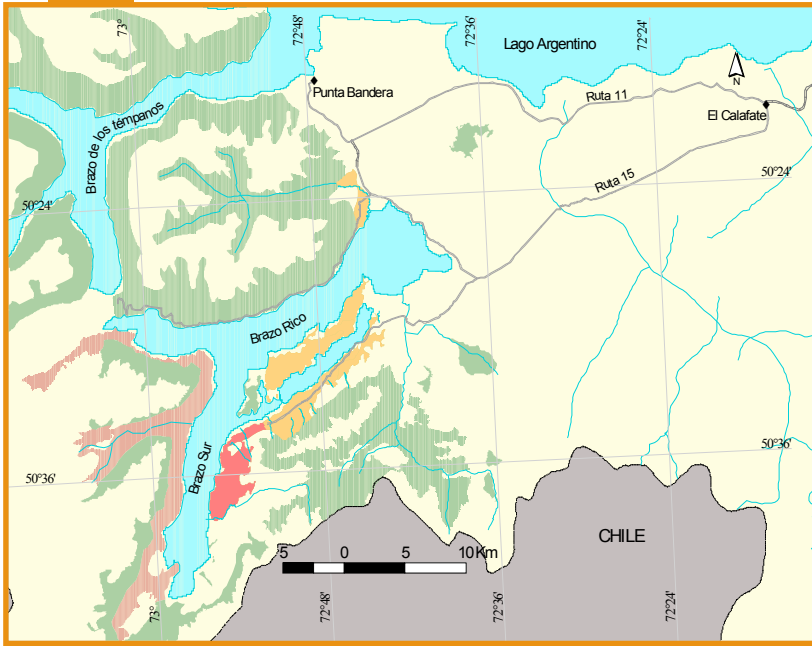
C



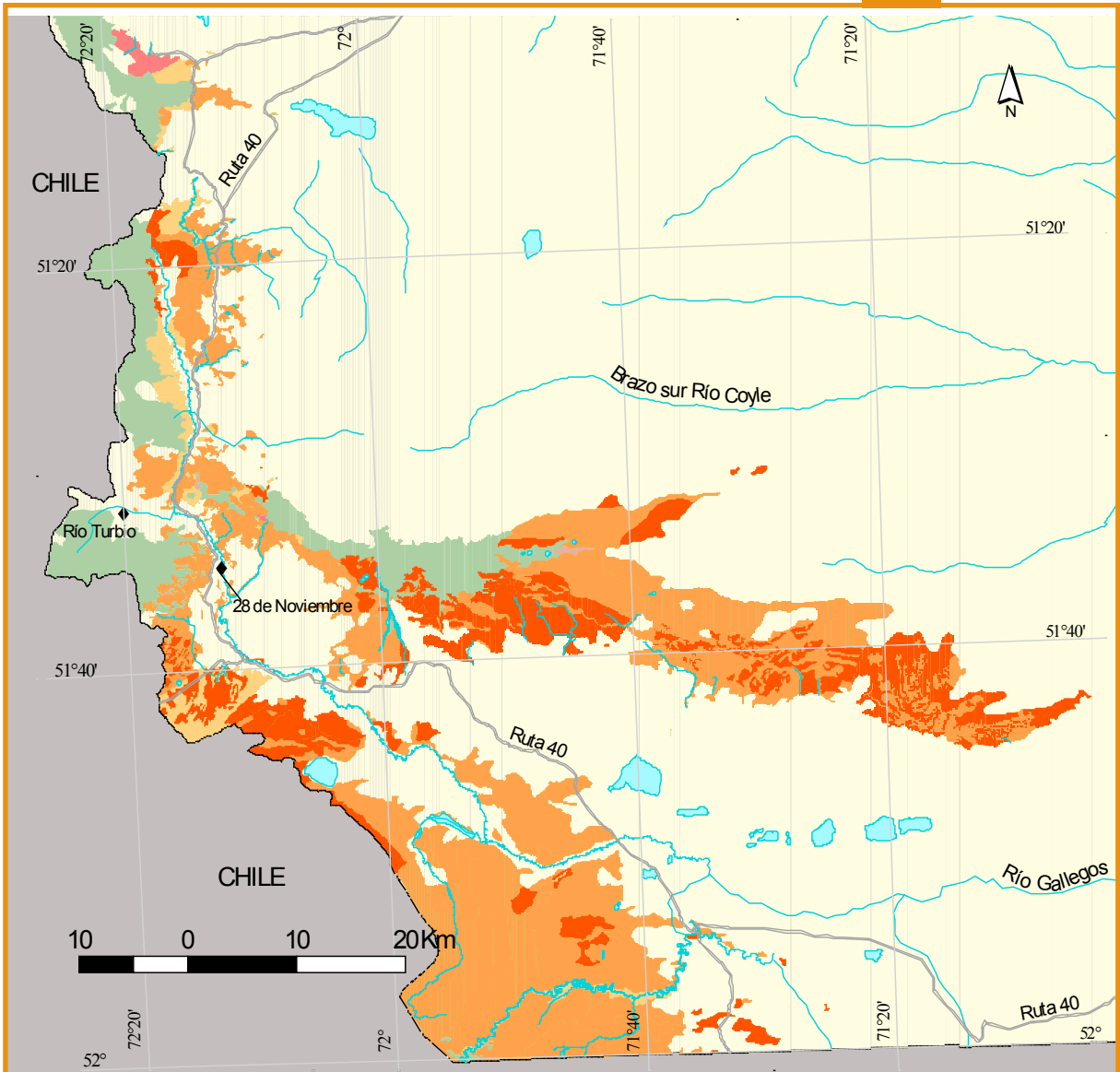
D



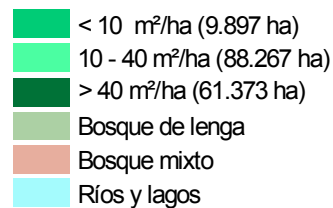
E



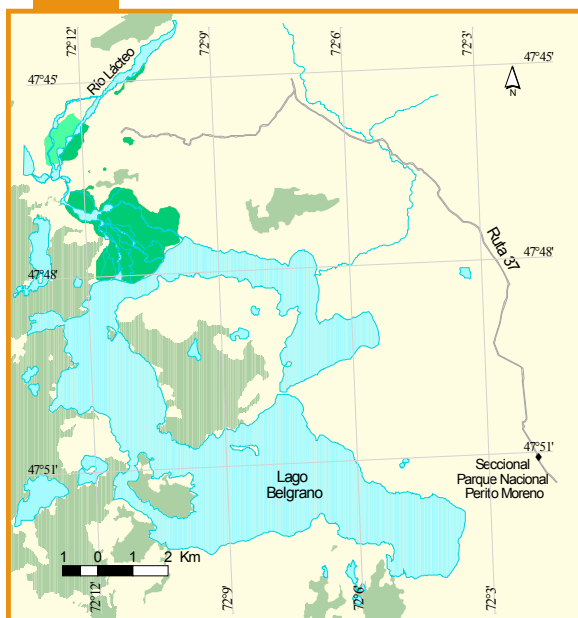
F



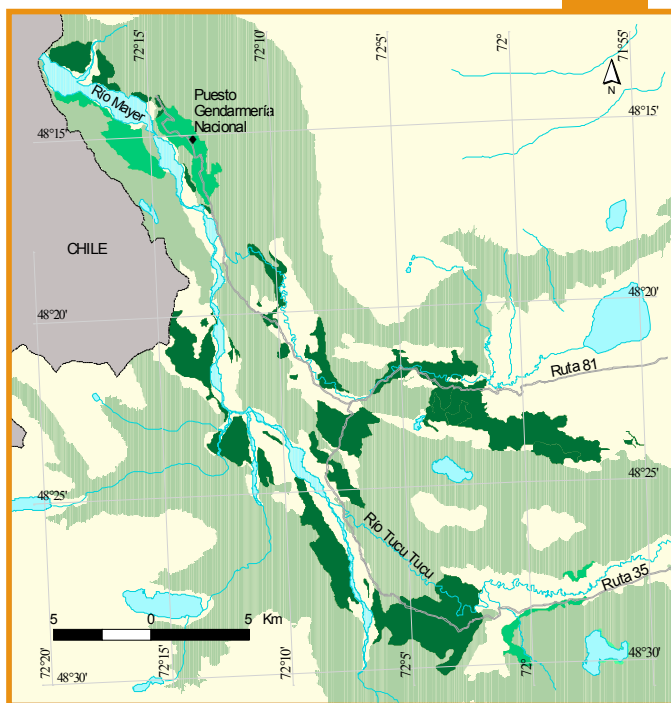
Área basal



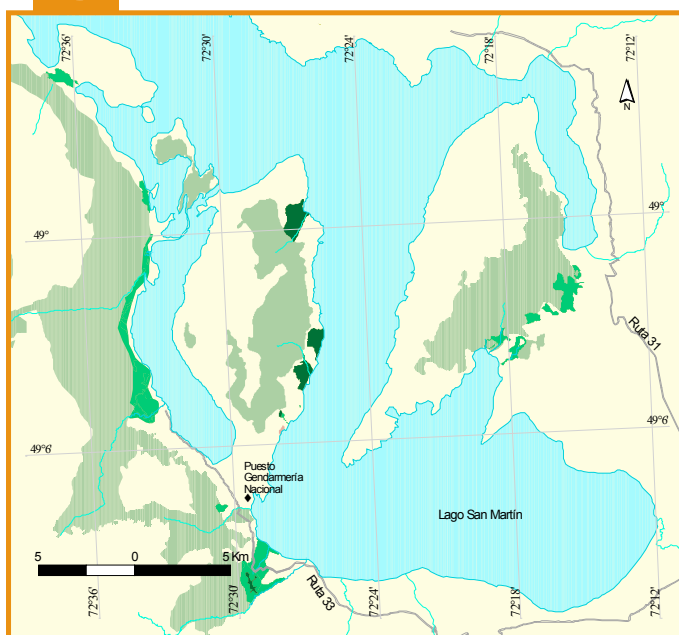
A



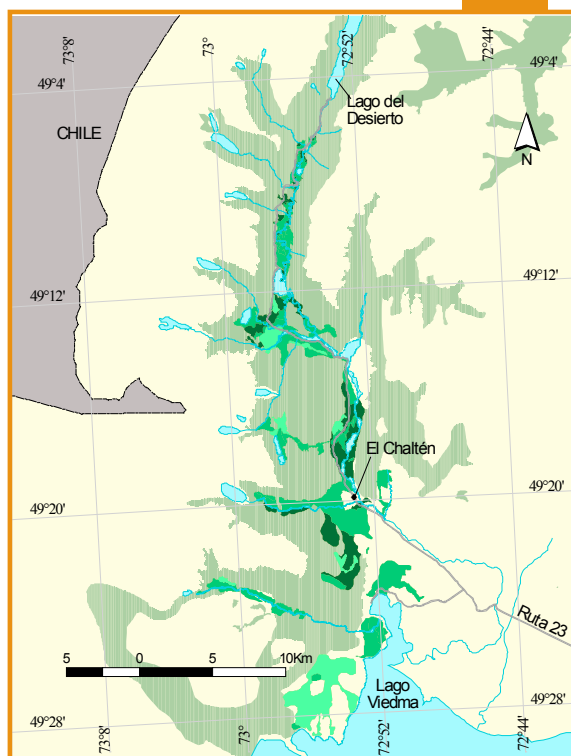
B



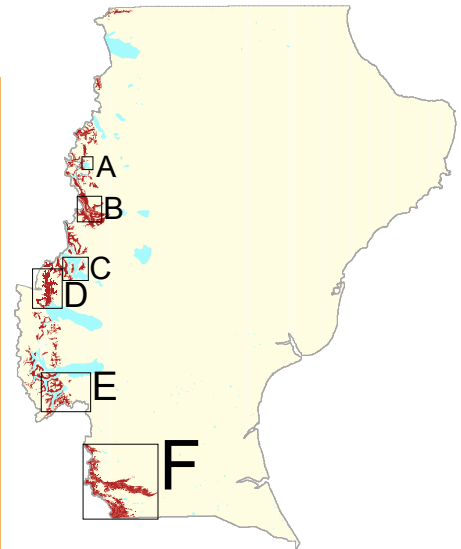
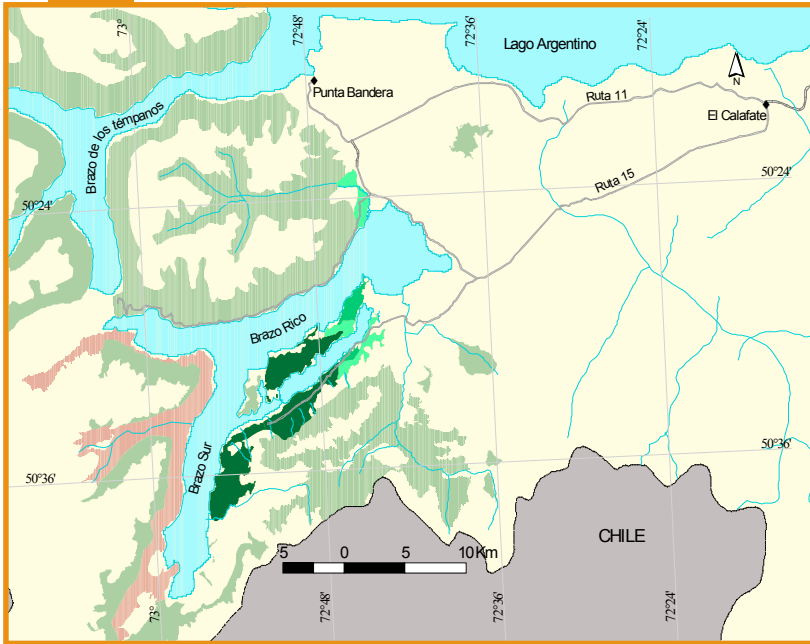
C



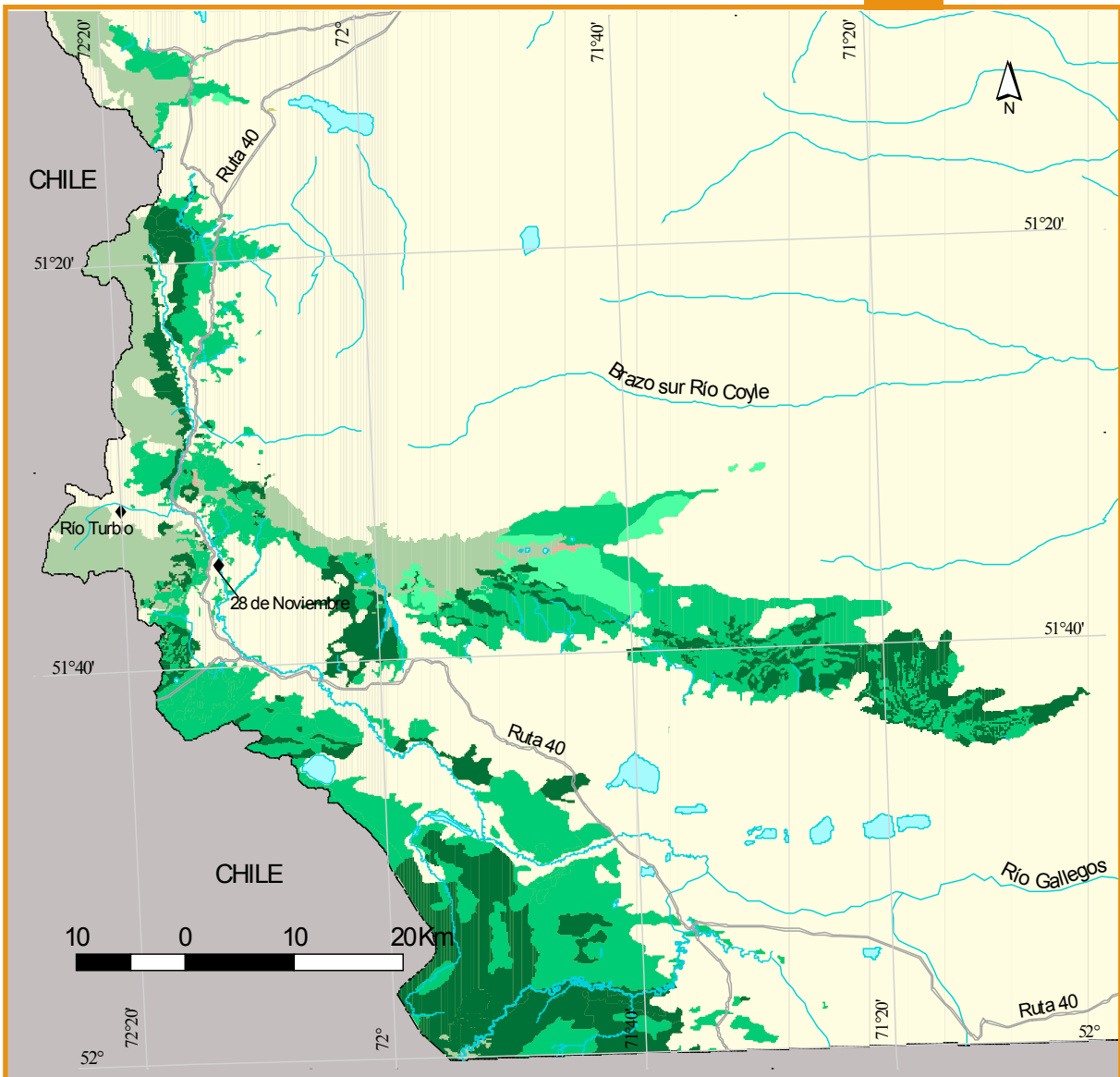
D



E



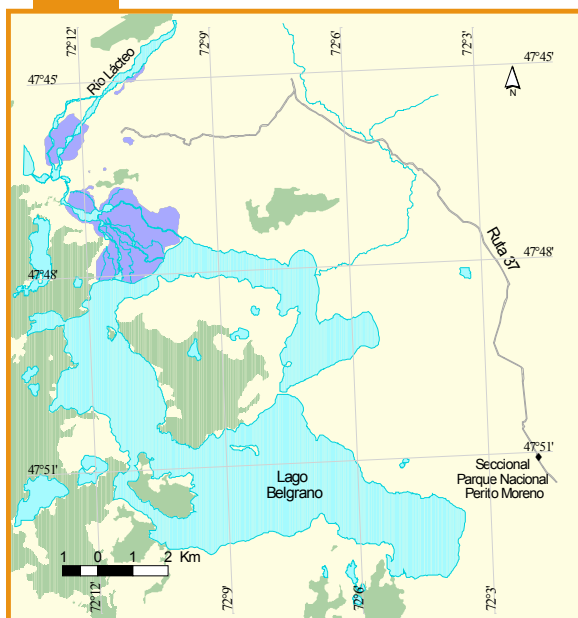
F



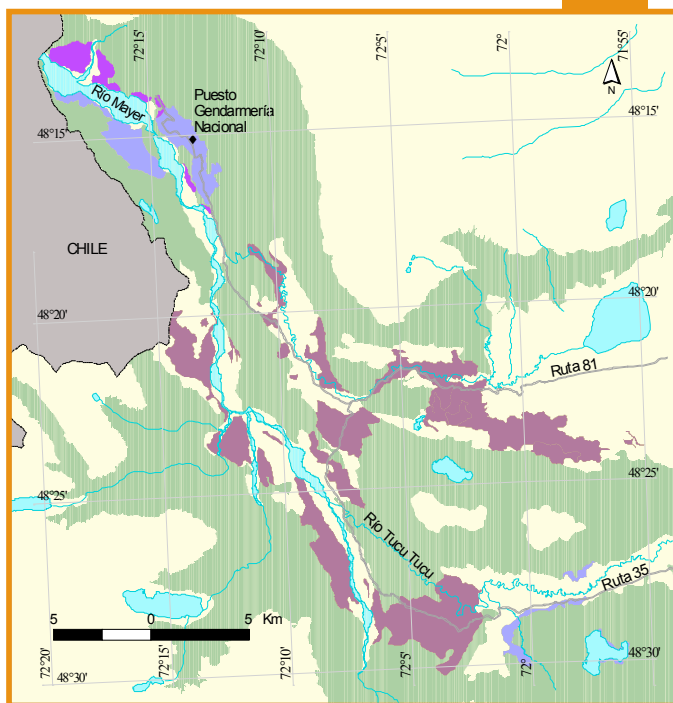
Volumen total con corteza



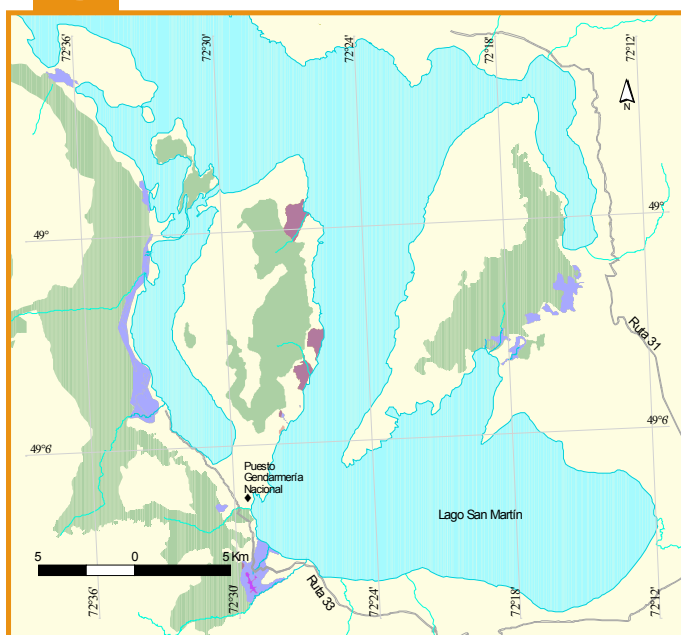
A



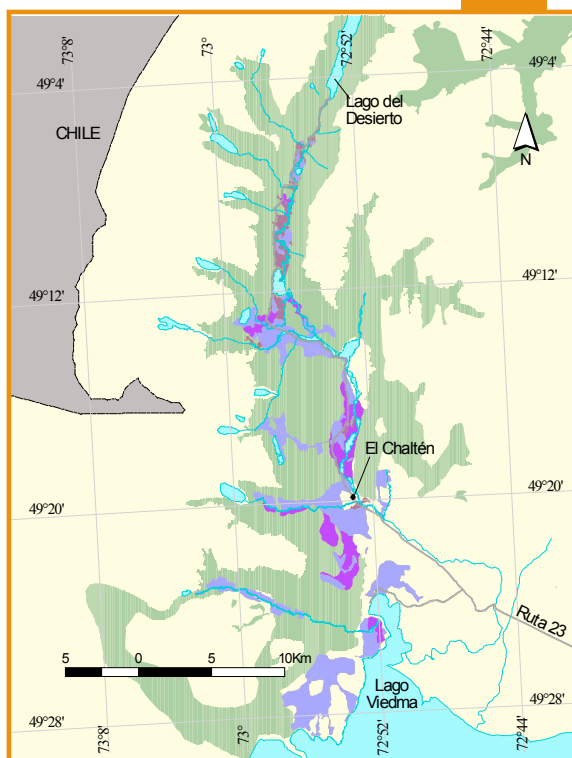
B

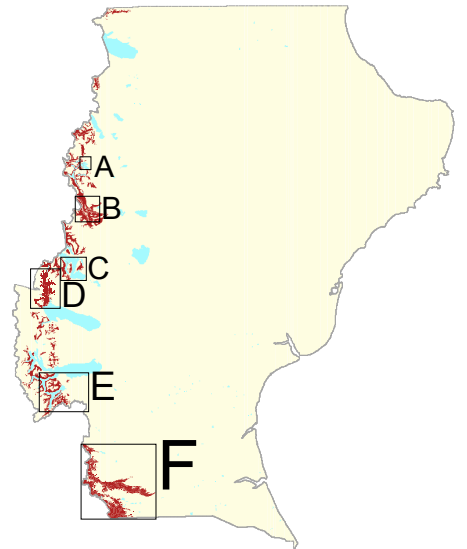
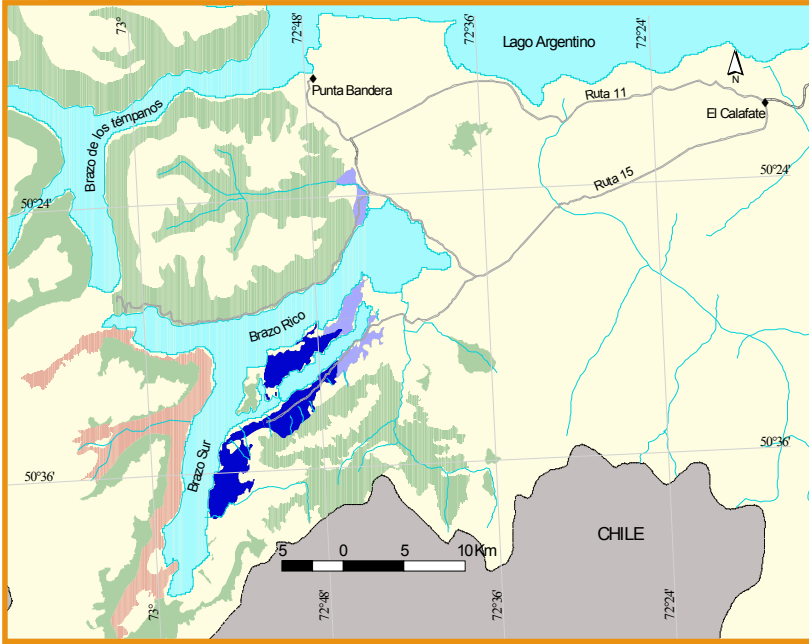
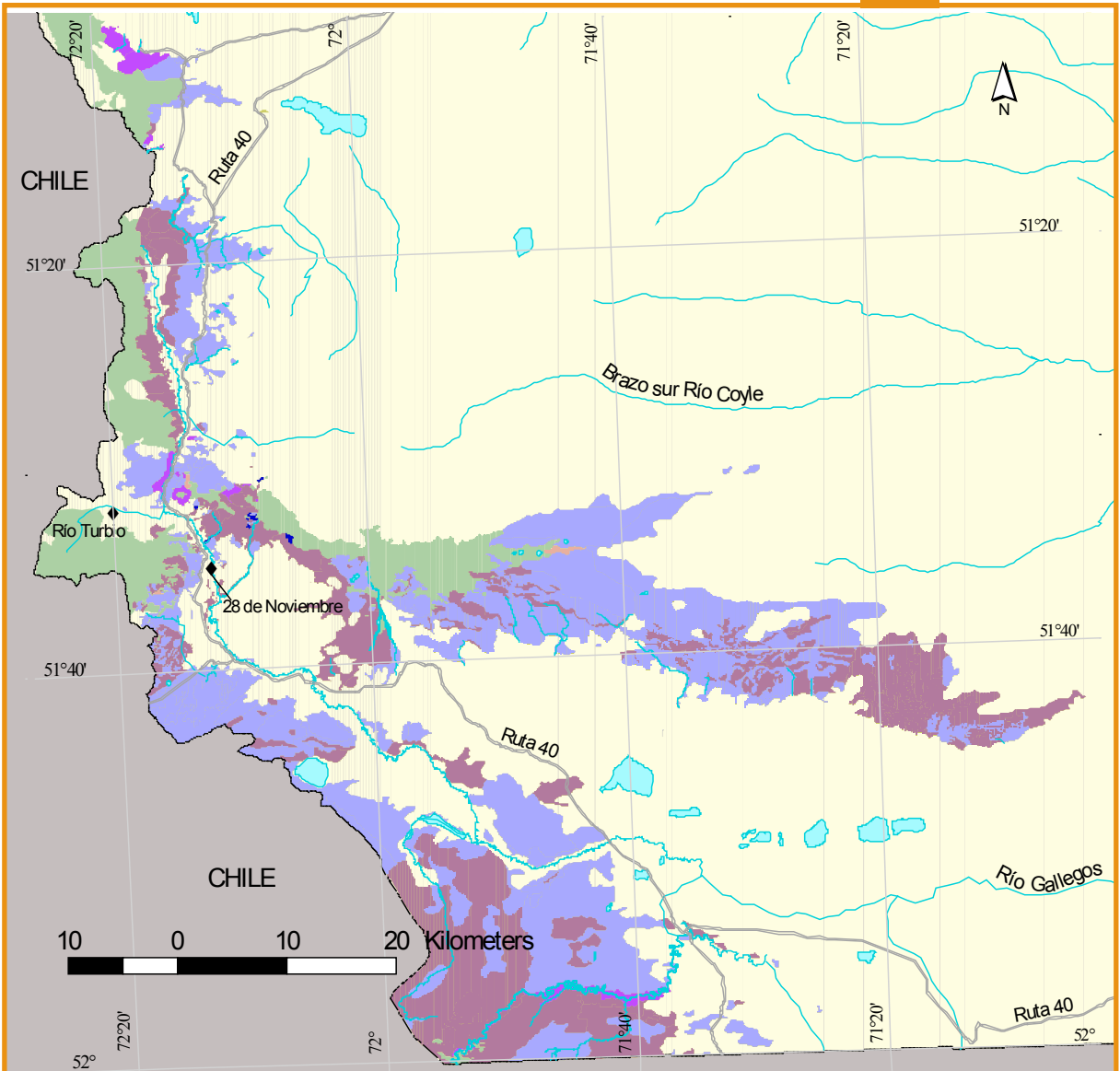


C

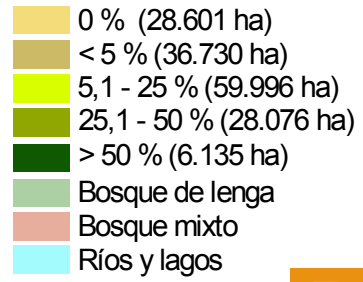


D

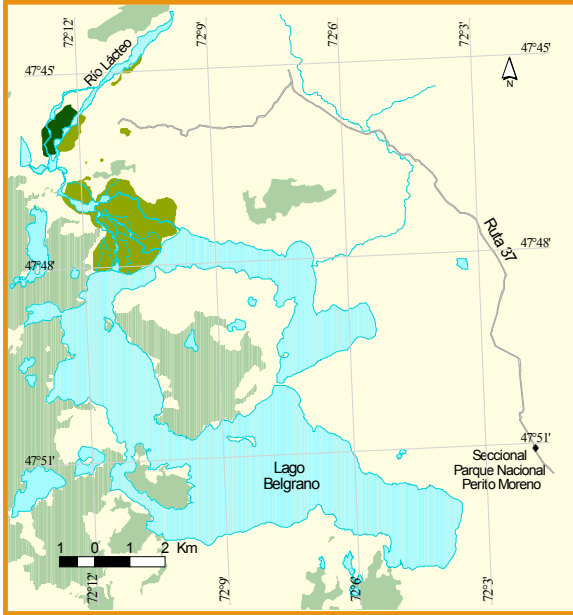


E**F**

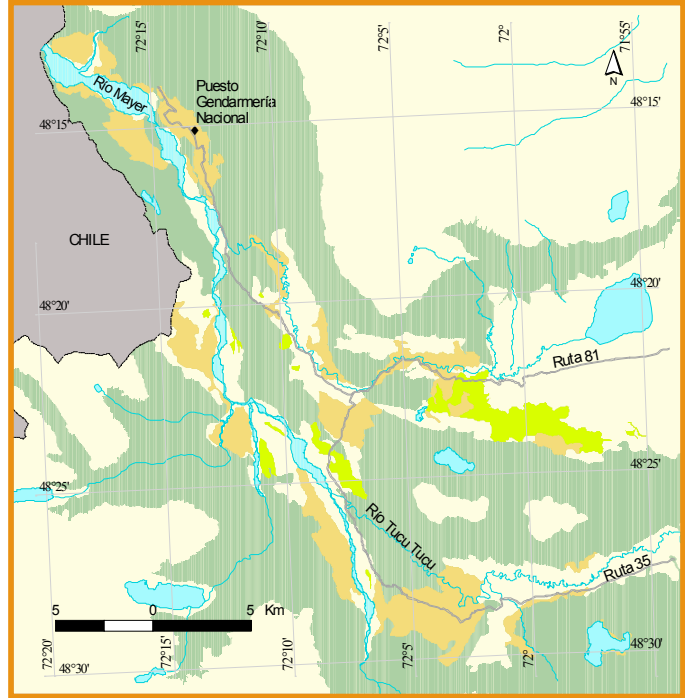
Cobertura de la regeneración



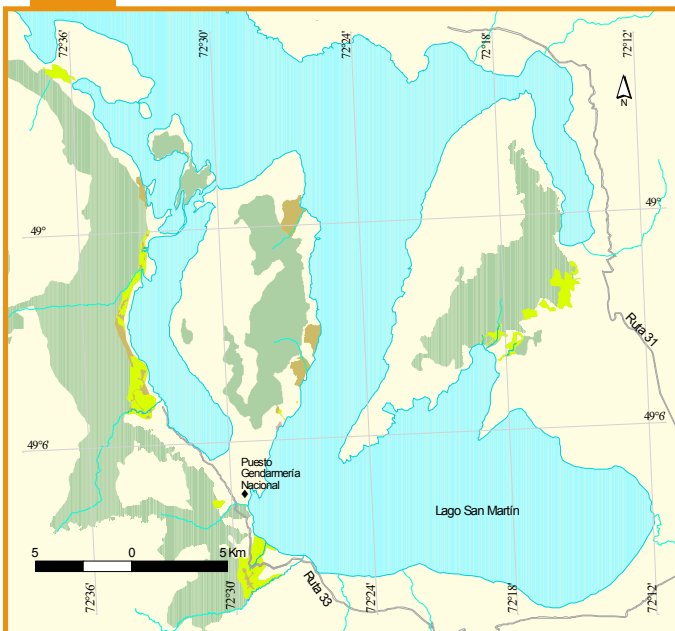
A



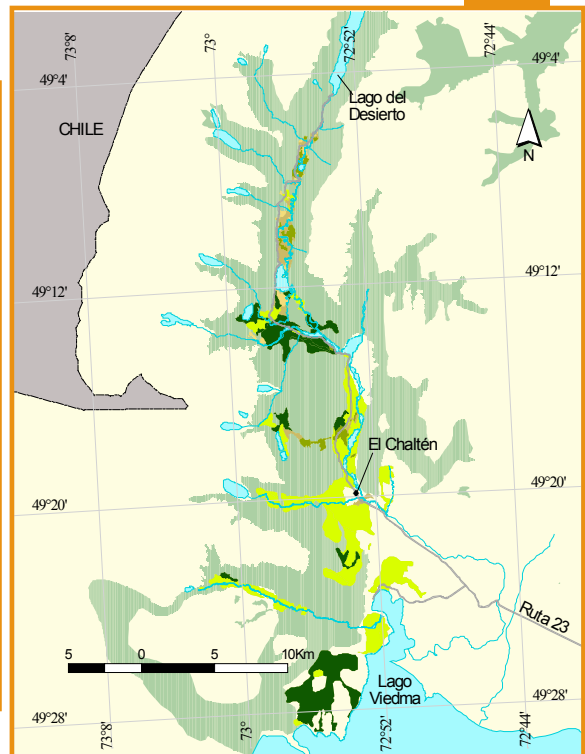
B



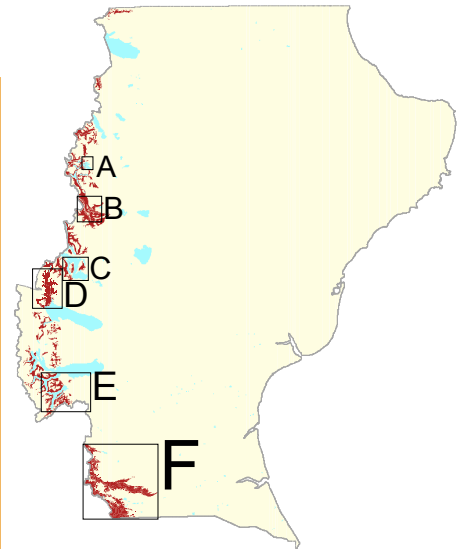
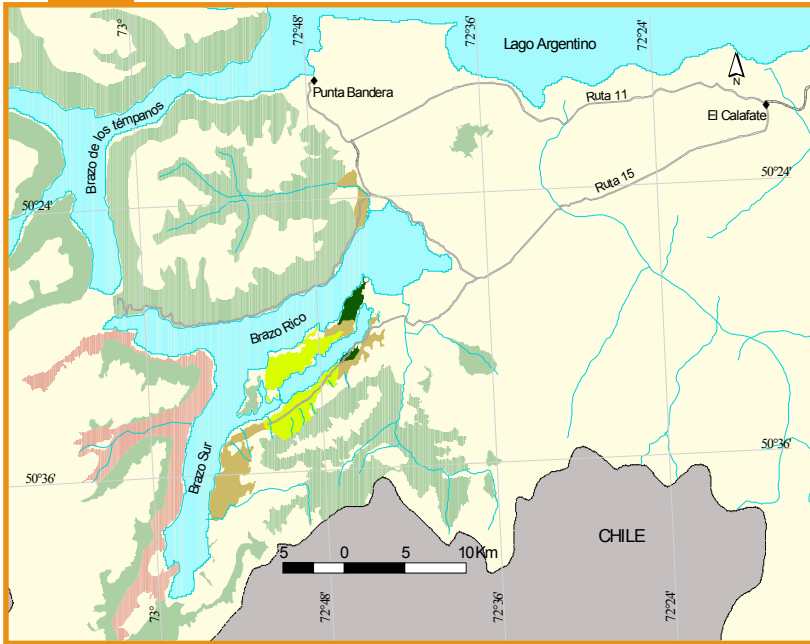
C



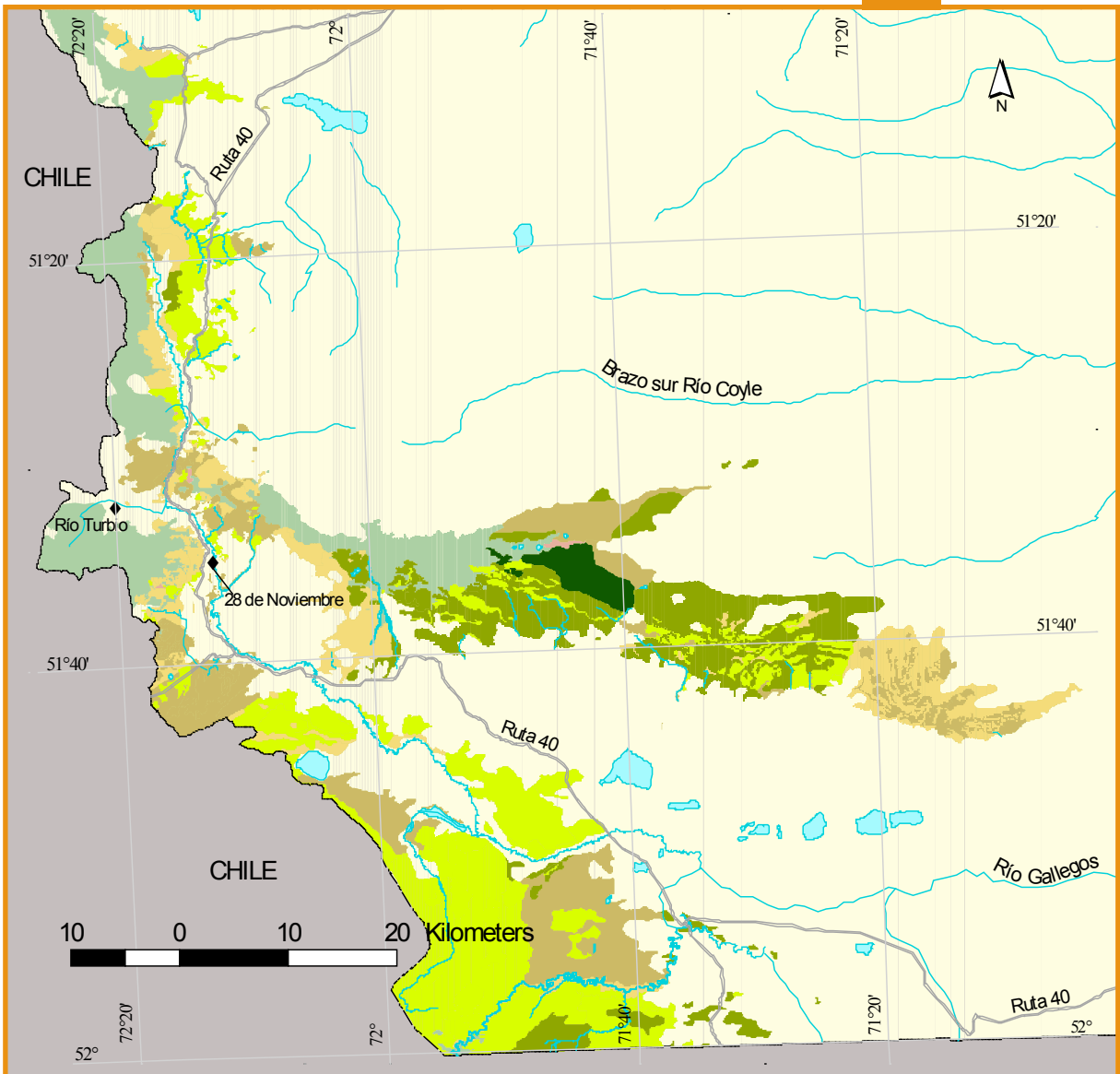
D



E



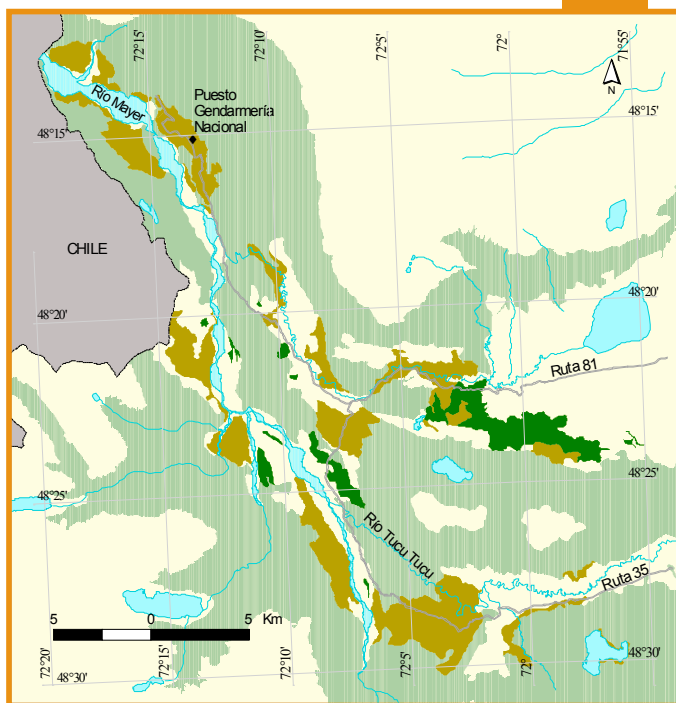
F



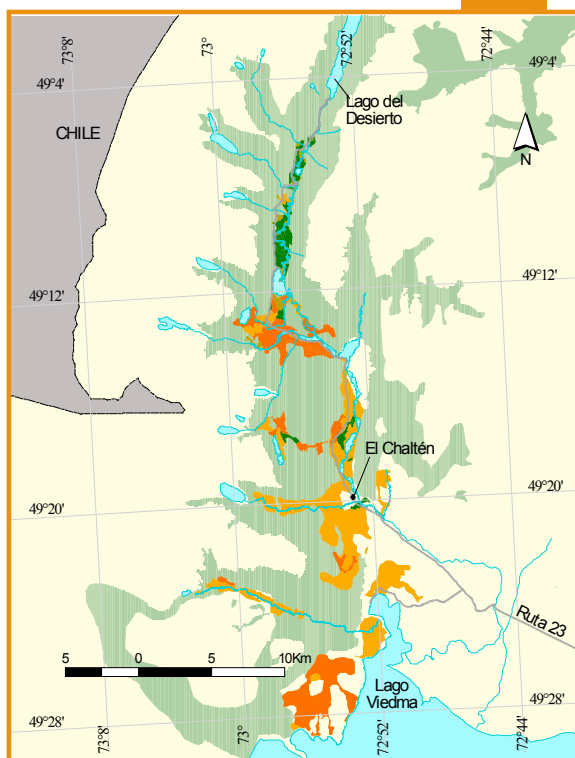
Regeneración relacionada a eventos de fuego

- Ausencia de regeneración (28.601 ha)
- Regeneración con cobertura <25% relacionada a fuego (57.372 ha)
- Regeneración con cobertura > 25% relacionada a fuego (33.524 ha)
- Regeneración no relacionada a fuego (40.040 ha)
- Bosque de lenga
- Bosque mixto
- Ríos y lagos

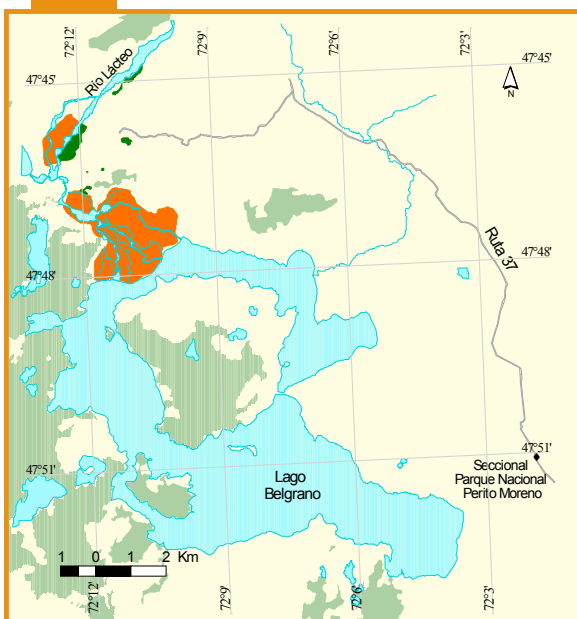
B



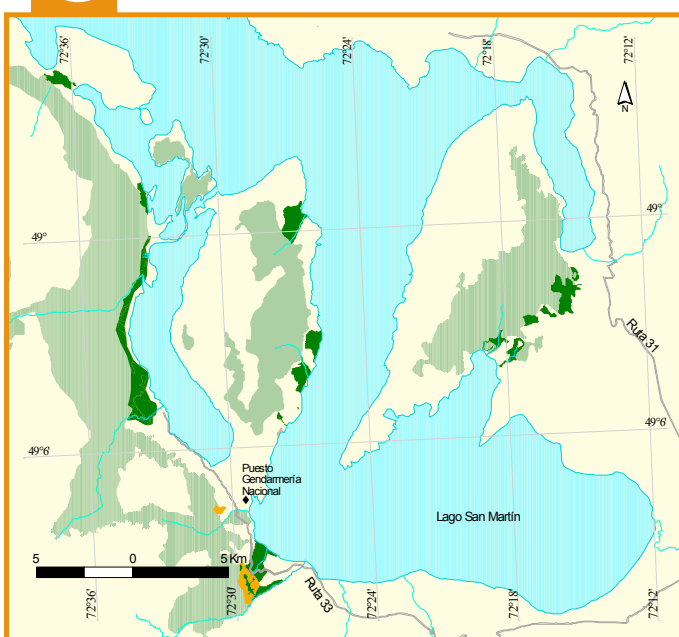
D



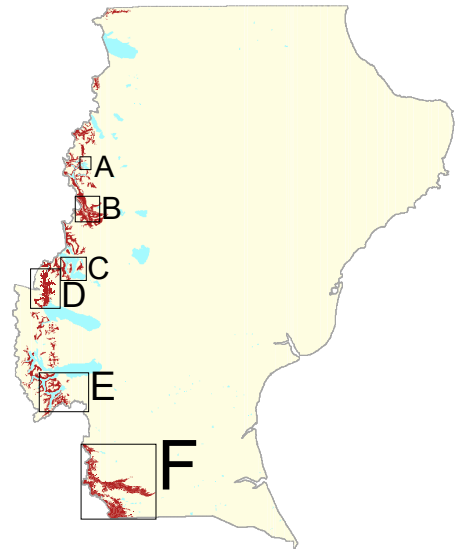
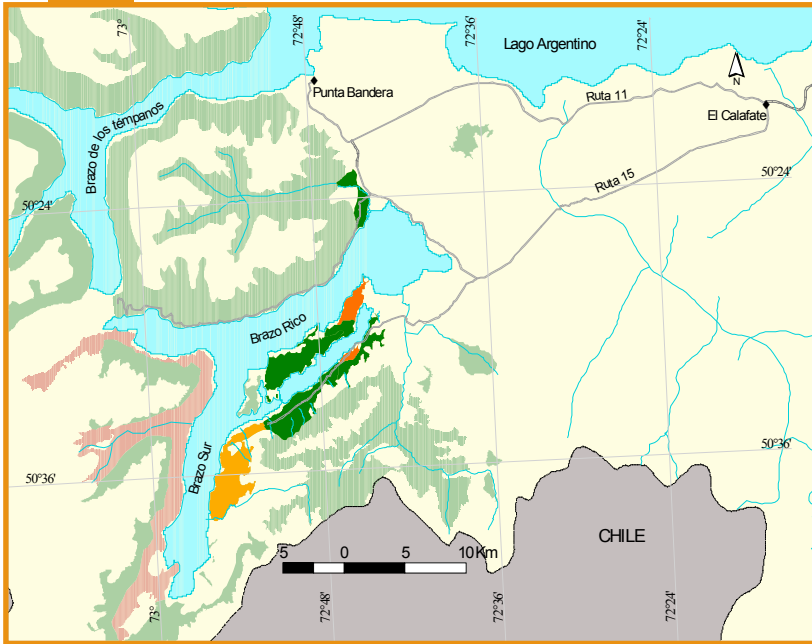
A



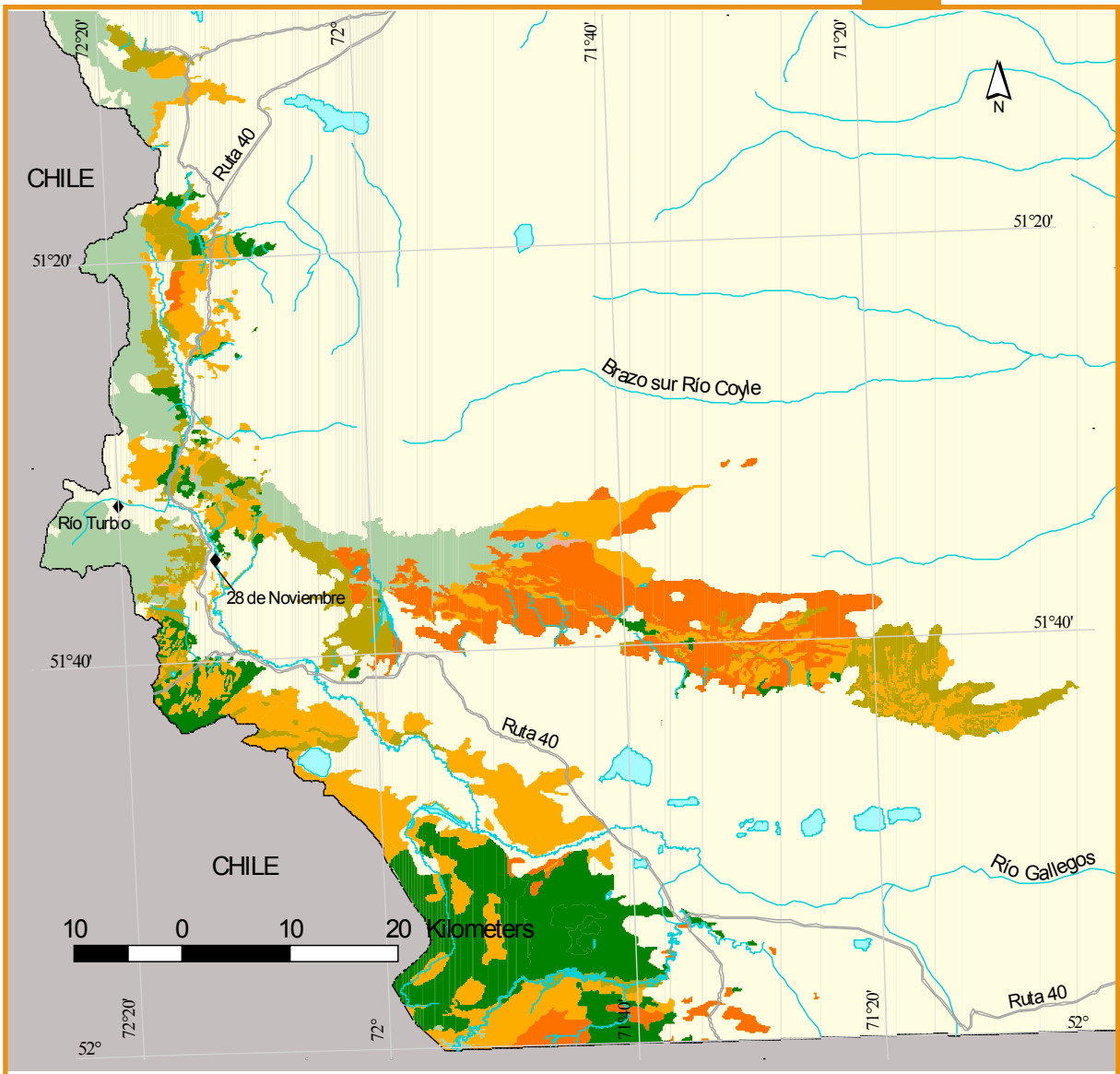
C



E



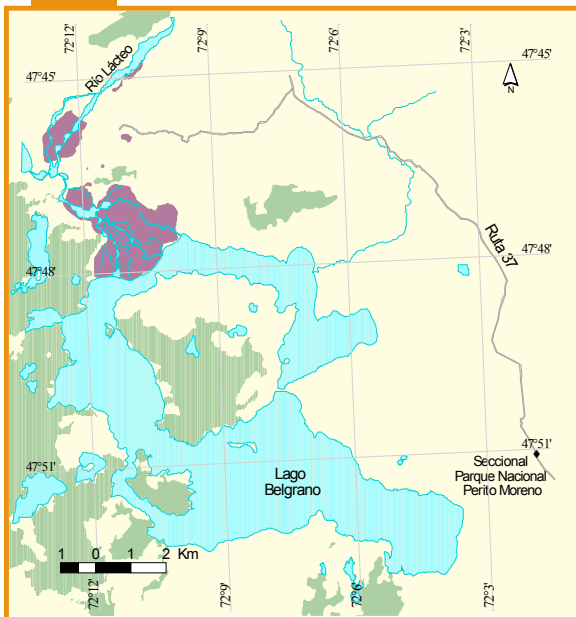
F



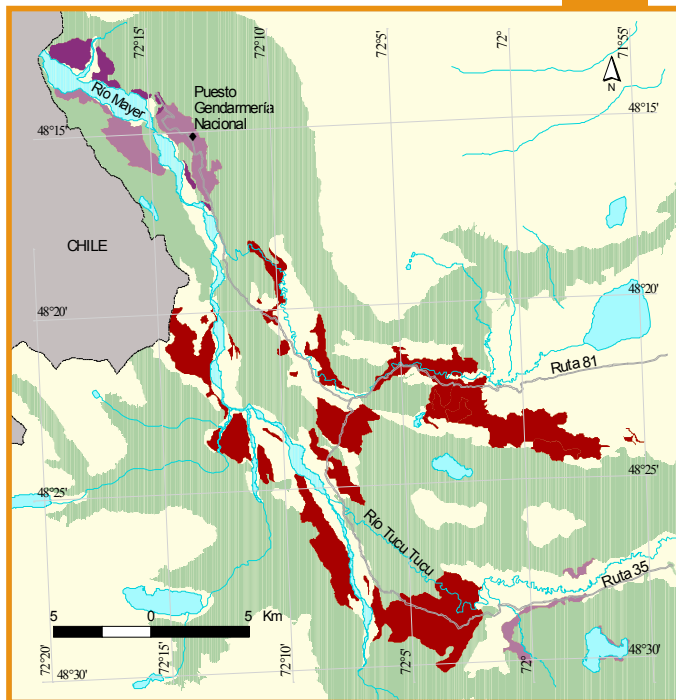
Acumulación de carbono en el componente arbóreo



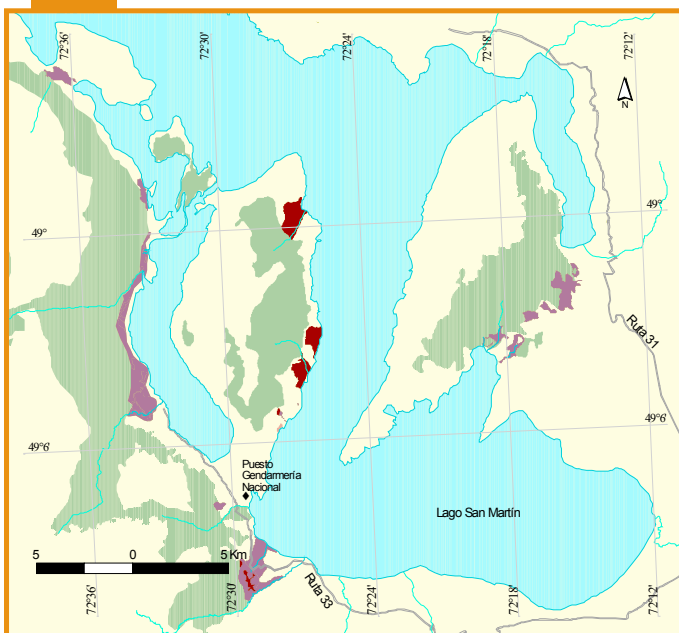
A



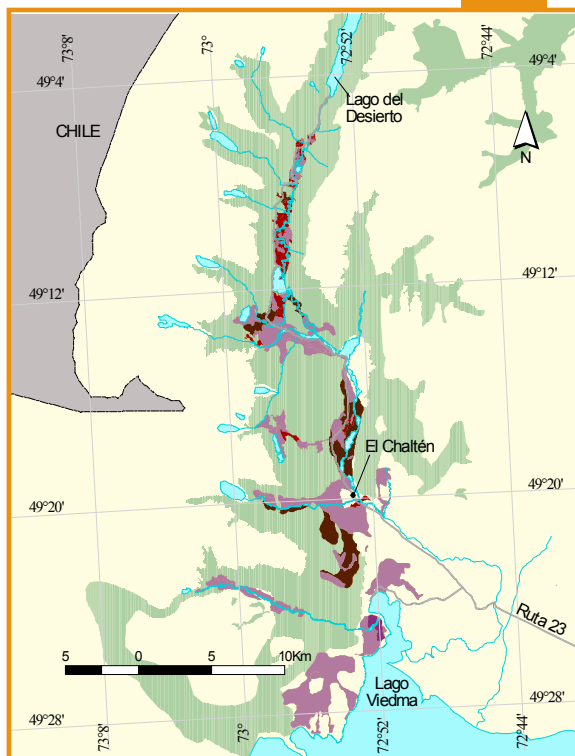
B



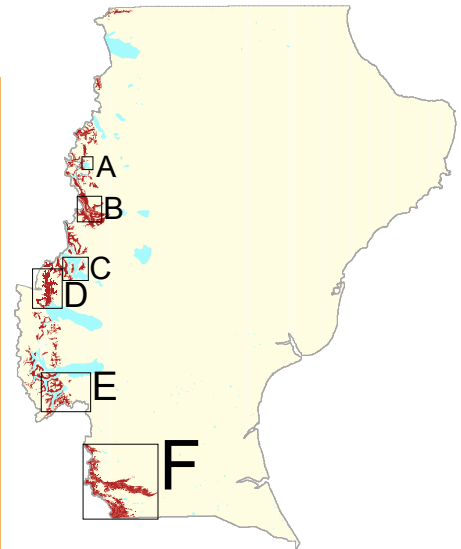
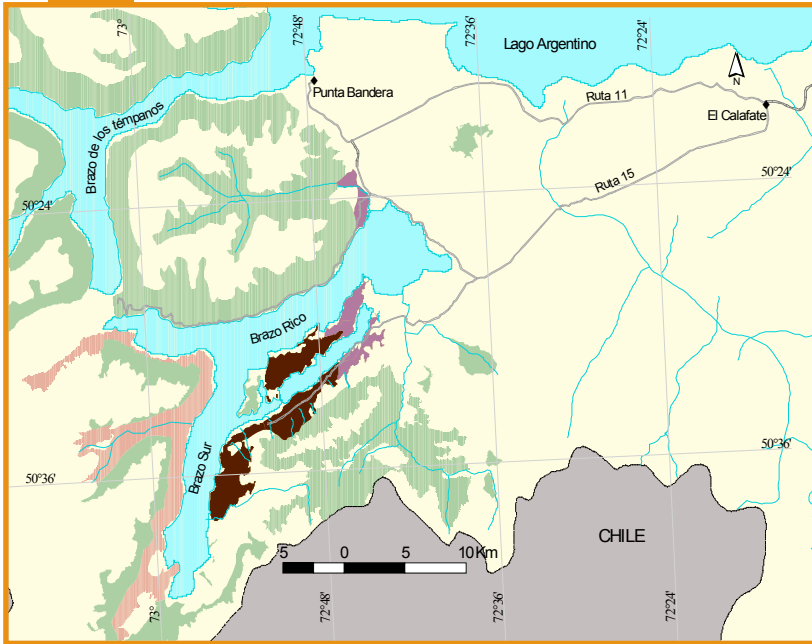
C



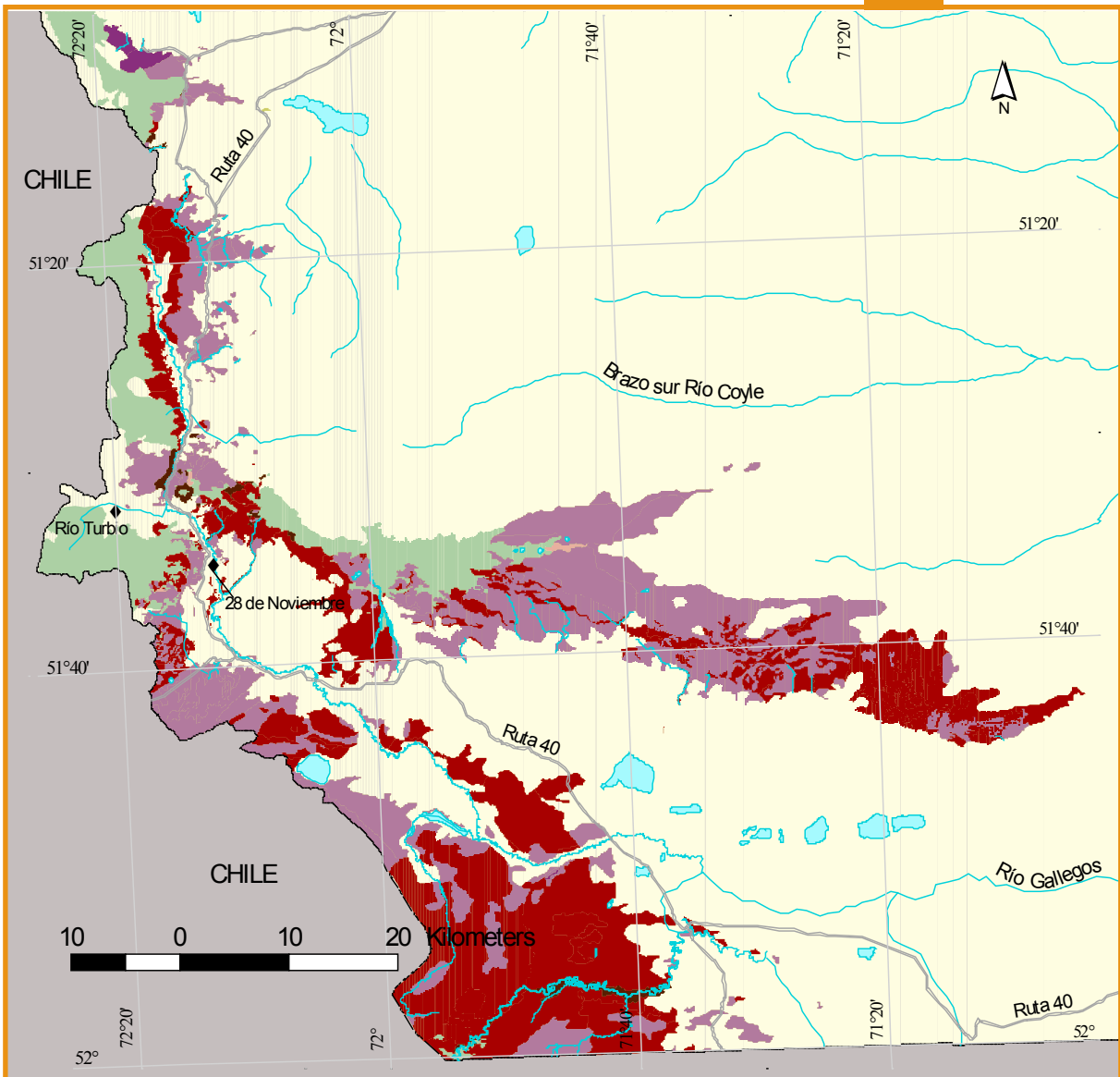
D



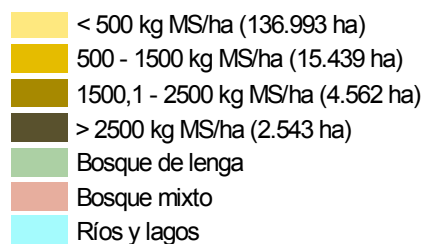
E



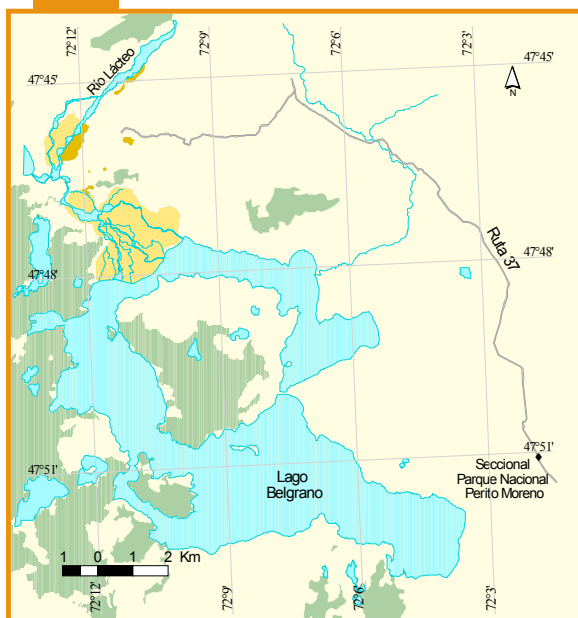
F



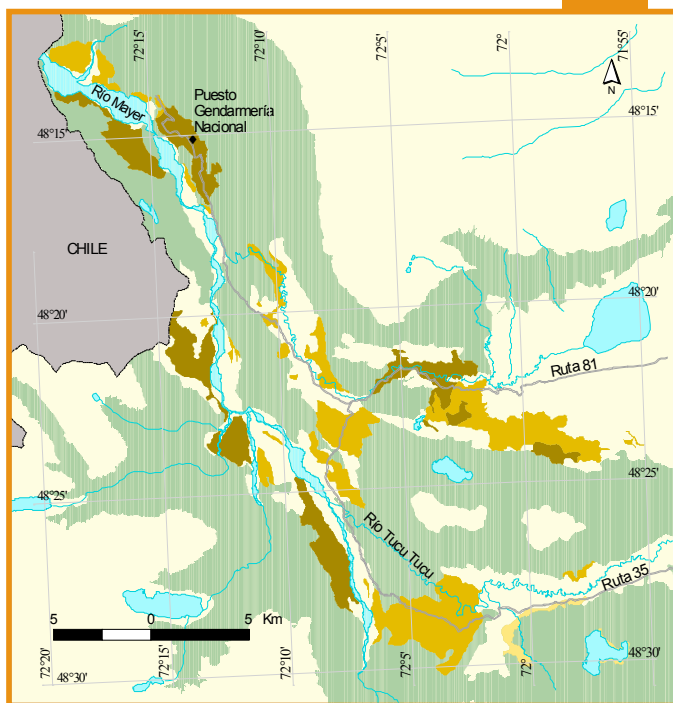
Biomasa del sotobosque



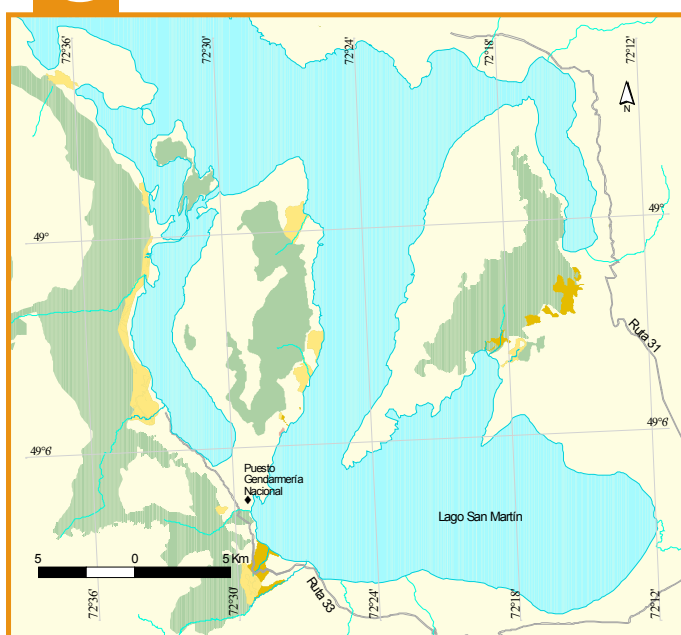
A



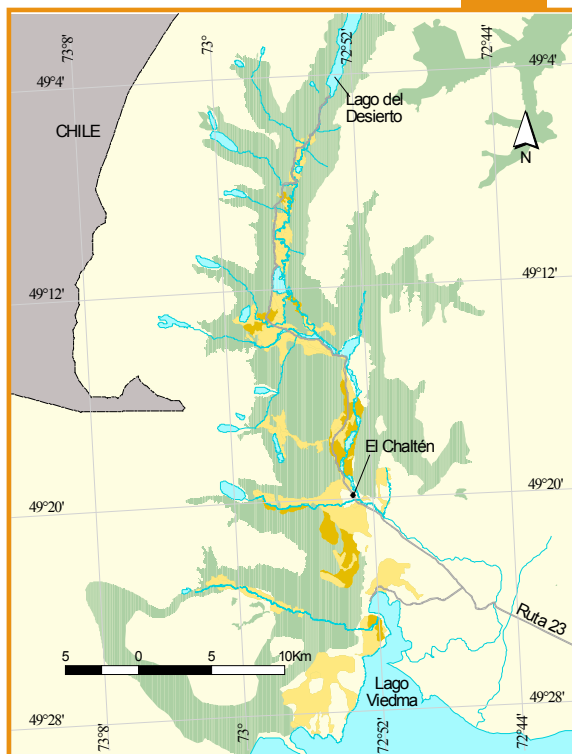
B



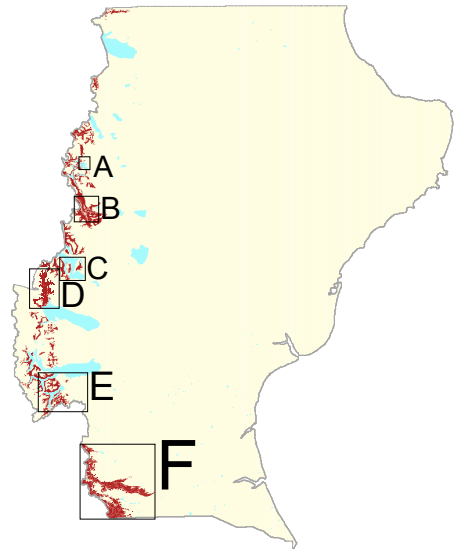
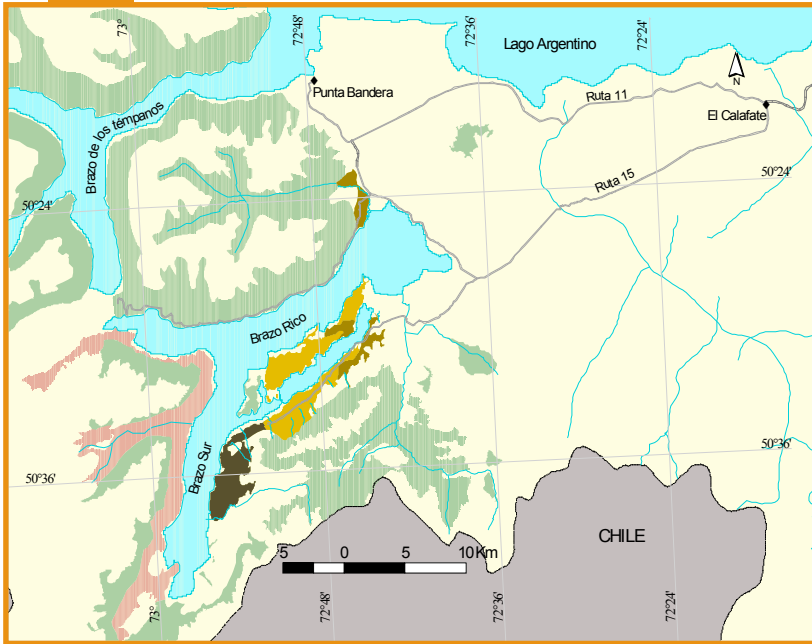
C



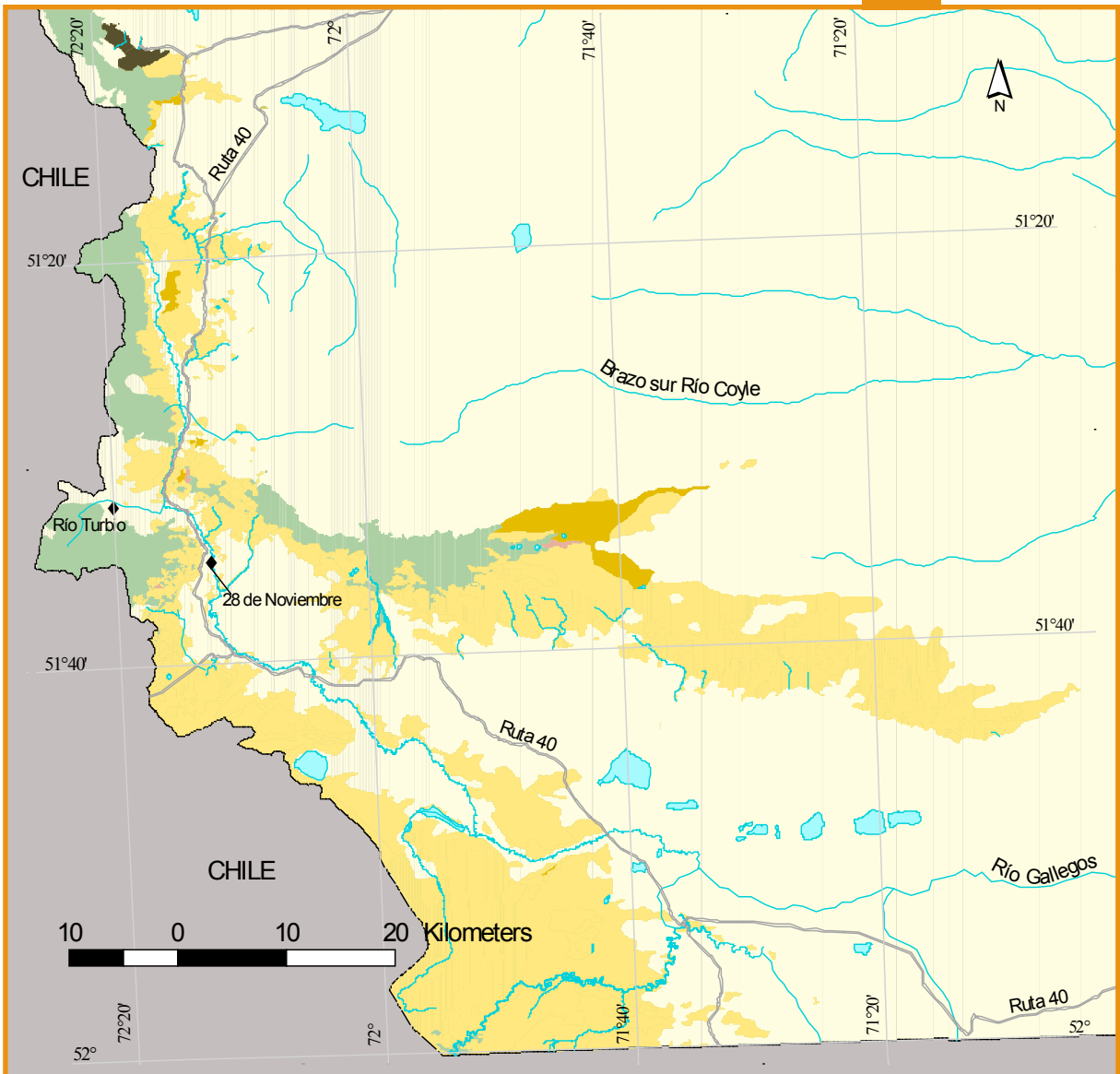
D



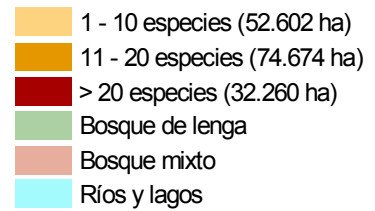
E



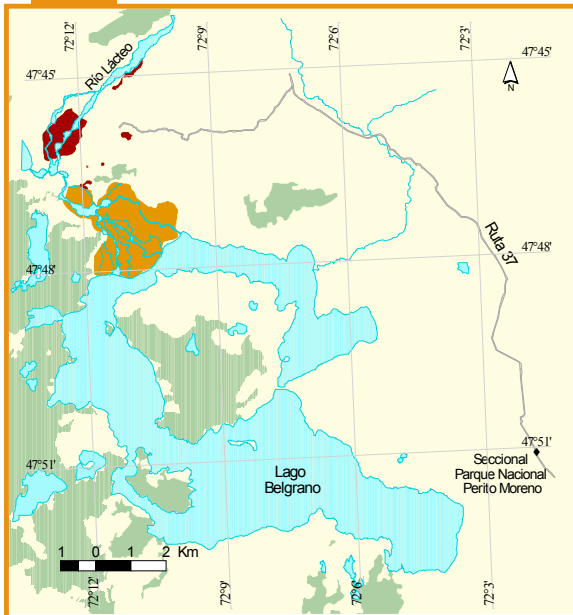
F



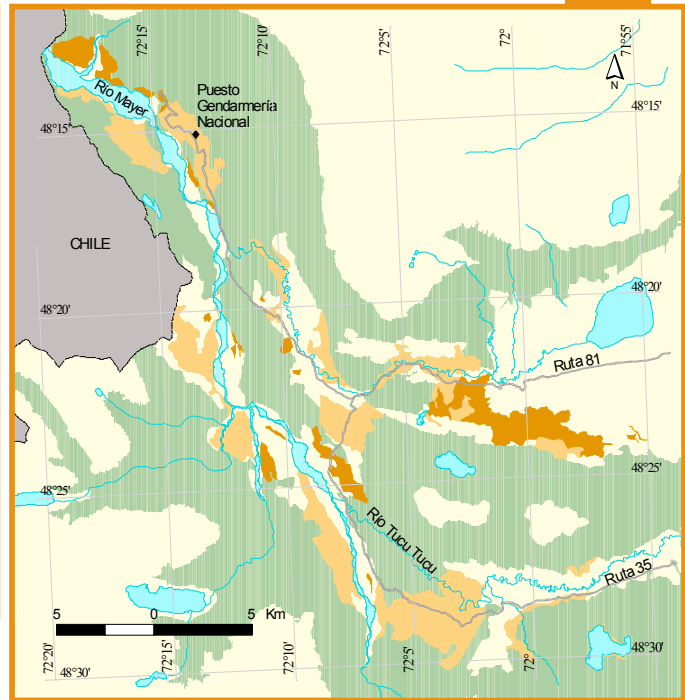
Riqueza del sotobosque



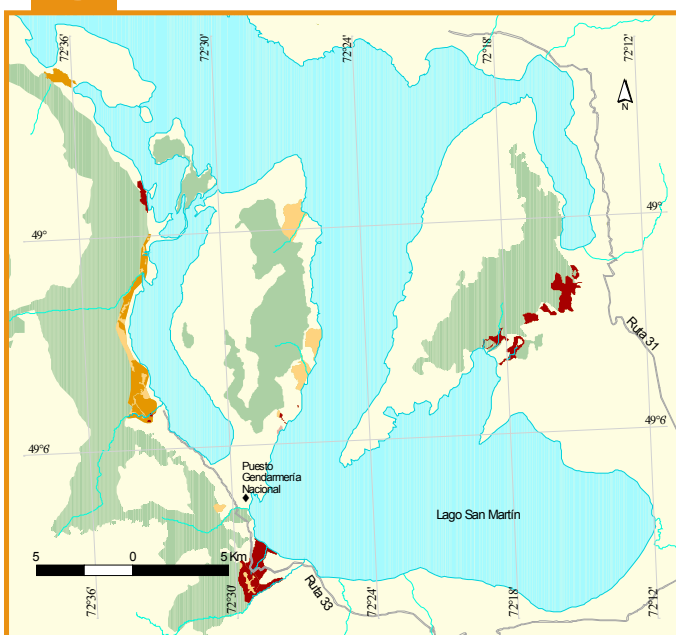
A



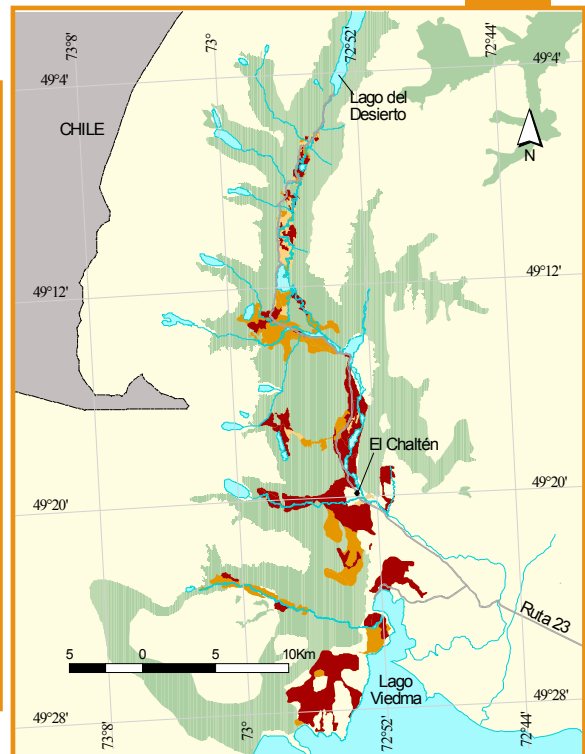
B



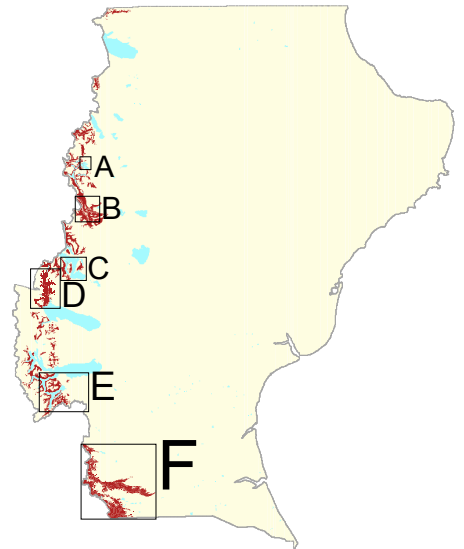
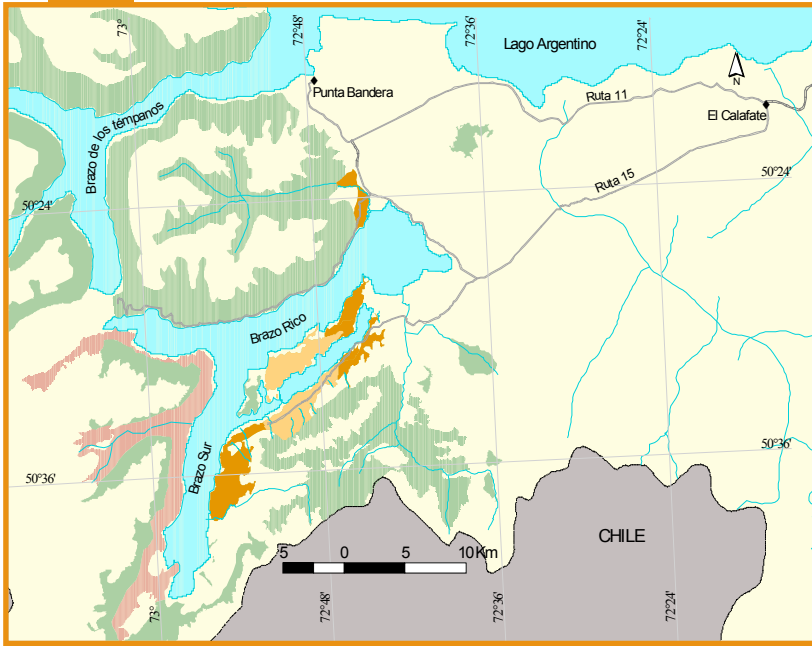
C



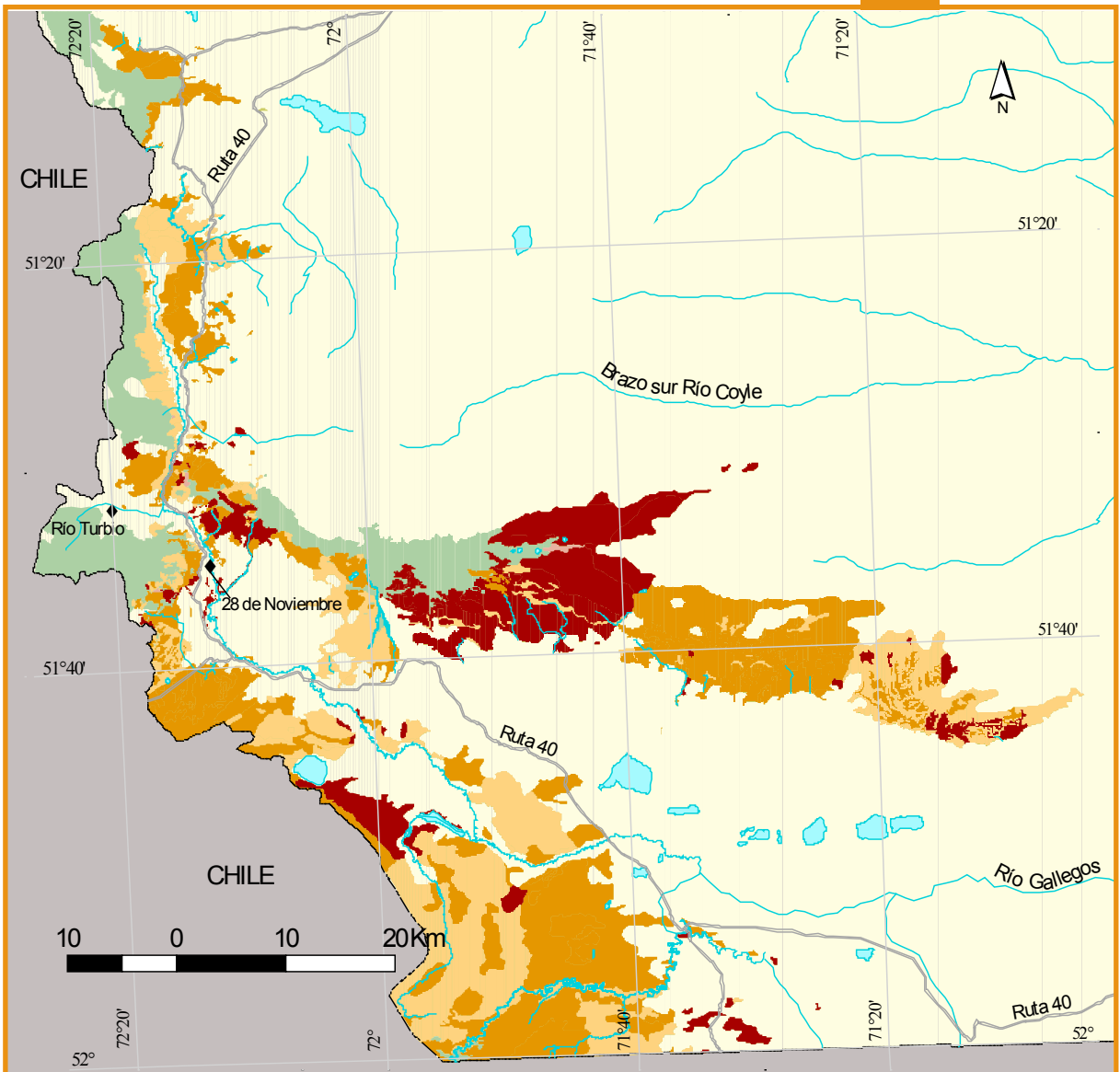
D



E



F



2.2.7 Especie forrajera de alto valor: trébol blanco

El trébol blanco (*Trifolium repens*) es una leguminosa perenne que se encuentra en la actualidad naturalizadas en Patagonia Sur como producto de siembras al voleo realizadas hace muchos años por los ganaderos (en algunas zonas como Río Turbio hay registros que hace aproximadamente 80 años se hicieron las primeras siembras al voleo con sacos en caballos). Resultados del presente inventario demuestran que **48.005 ha** de bosques de ñire presentan trébol blanco, principalmente en la zona de Río Turbio. El trébol blanco beneficia la ganadería por su mayor contenido energético y de proteína bruta, por un aumento de la ingesta voluntaria de pasturas que contienen trébol blanco por parte del ganado y por presentar buena persistencia bajo pastoreo. Además, en regiones de clima templado se sabe que el trébol blanco en asociación con *Rhizobium* puede realizar un aporte importante de nitrógeno a través de la fijación biológica en pasturas mezclas con gramíneas (Ledgard, 1991). La incorporación de este macro nutriente a los bosques de ñire podría favorecer el desarrollo de otras especies forrajeras y de la masa forestal. Existen escasos antecedentes de producción del pastizal mejorado a través de la introducción de pasturas forrajeras de alto rendimiento en sistemas silvopastoriles de ñire con diferentes niveles de radiación (Peri et al., 2005a,b; Peri et al., 2009b). Por ejemplo, en la zona de Punta Gruesa, Río Turbio (51° 33' 10" LS, 72° 07' 35" LO) donde el pastizal fue mejorado con siembra de trébol blanco al voleo, el aporte del trébol blanco determinó una mejora en la calidad del pastizal en el rango de 890 a 1380 Kg MS/ha según el nivel de sombreado con valores más altos de proteína bruta y digestibilidad que el pastizal nativo (Peri et al., 2012a). Por lo tanto, desde el punto de vista productivo, la presencia de trébol blanco incrementa la calidad del pastizal principalmente en los pastizales de ñire que poseen una baja riqueza y abundancia de leguminosas. Sin embargo, estudios puntuales en zonas sensibles (como áreas de bosques de protección por valores ambientales) serán necesarios estudios para determinar el efecto de la competencia del trébol blanco sobre la diversidad de especies nativas.

2.2.8 Murtillares en bosques de ñire

Principalmente en la zona sur de Santa Cruz se determinó la formación del ecosistema denominado murtillar, el cual es representado por una ocupación mayor al 30-40% de murtilla (*Empetrum rubrum*) en el sotobosque asociado al bosque de ñire con mosaicos ocupados principalmente por *Festuca gracillima* (Figura 4). La superficie total de murtillares en ñirantales de la provincia es de **22.722 ha**, encontrándose también en la zona del Lago Belgrano con aproximadamente 480 ha. Generalmente son bosques expuestos a los fuertes vientos, creciendo en suelo arenosos con gravas o franco arenosos y con evidencia de incendios intensos lo cual determinó la pérdida de la delgada capa de suelo orgánico propendiendo a la pérdida de suelo y ocupación de murtilla. En estas situaciones relevadas parece ser evidente un proceso de sustitución de una comunidad dominada por ñire y *Festuca gracillima*, *Deschampsia flexuosa*, *Luzula alopecurus* y *Berberis empetrifolia* por la murtilla. La murtilla forma una carpeta densa de 10-14 cm de espesor que limita el establecimiento de otras especies. También existen antecedentes que la murtilla inhibe la germinación y el crecimiento de otras especies a través del mecanismo de alelopatía (Mongelli et al., 1997), y que su propagación se vería facilitada en suelos desprovistos de materia orgánica (arenosos y gravas en superficie) que se congelan más fácilmente y en donde la murtilla encontraría ventajas por ser una especie criófila.

La formación de murtillares en los bosques de ñire determina que sean sitios en que la capacidad productiva ganadera disminuya drásticamente o sea nula. En estos sitios,

el método de evaluación de pastizales *Método Ñirantal Sur* (San Jorge) propuesto por Peri (2009a,b) para la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial del pastizal del ñirantal no es viable de usar. Es importante destacar la necesidad de futuros estudios que profundicen en el conocimiento de la dinámica y ecología de estos murtillares (con instalación de clausuras) para obtener información práctica que permita un mejor uso de estos campos.

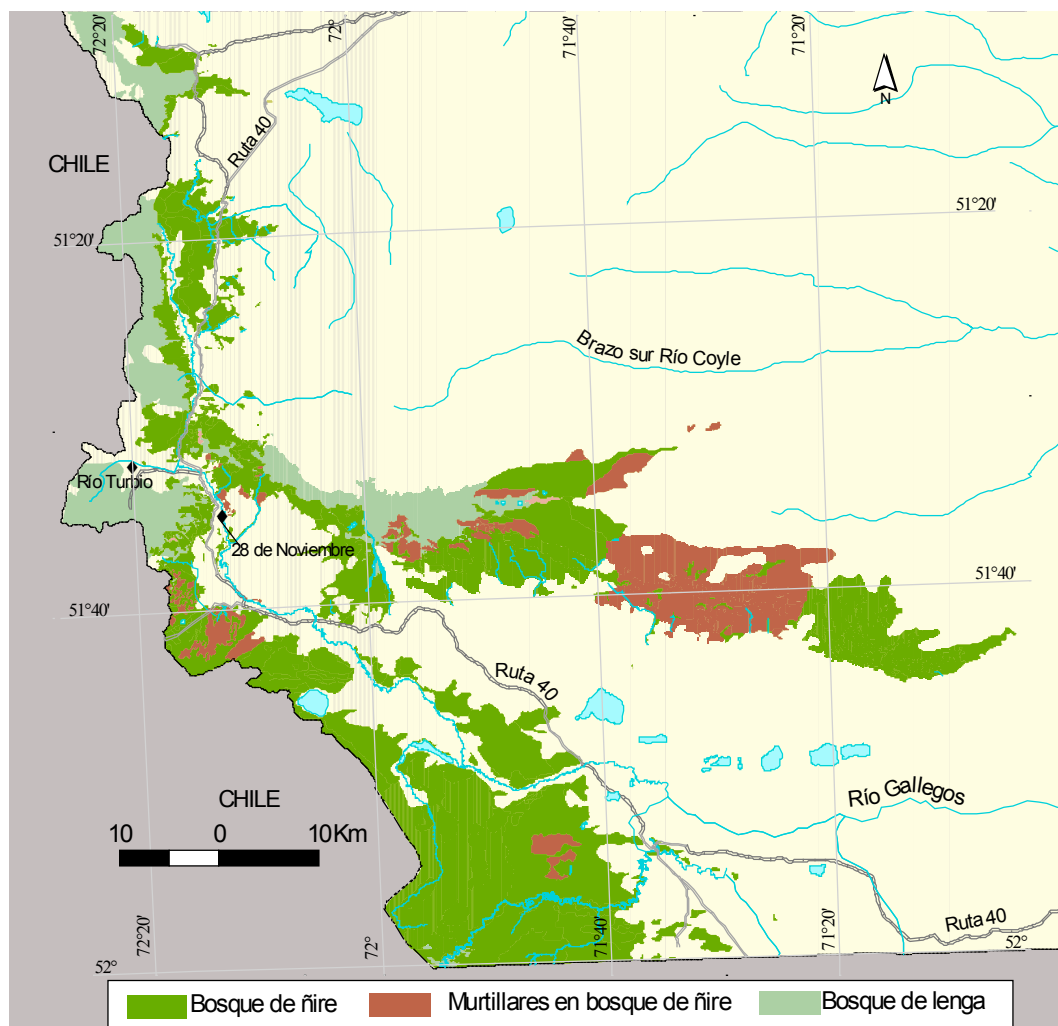


Figura 4. Principal distribución de murtillares ubicado en la zona sur de Santa Cruz. El murtillar es representado por una ocupación mayor al 30-40% de murtilla (*Empetrum rubrum*) en el sotobosque asociado al bosque de ñire.

2.2.9 Especies invasoras: los casos de *Hieracium praealtum* y *Hypochoeris radicata*

La principal especie exótica detectada en bosques de ñires correspondió a *Hieracium praealtum* invadiendo fuertemente la zona de Río Turbio (Figura 5). La superficie total relevada con invasión de *H. praealtum* en ñirantales de Santa Cruz es de 92.250 ha.

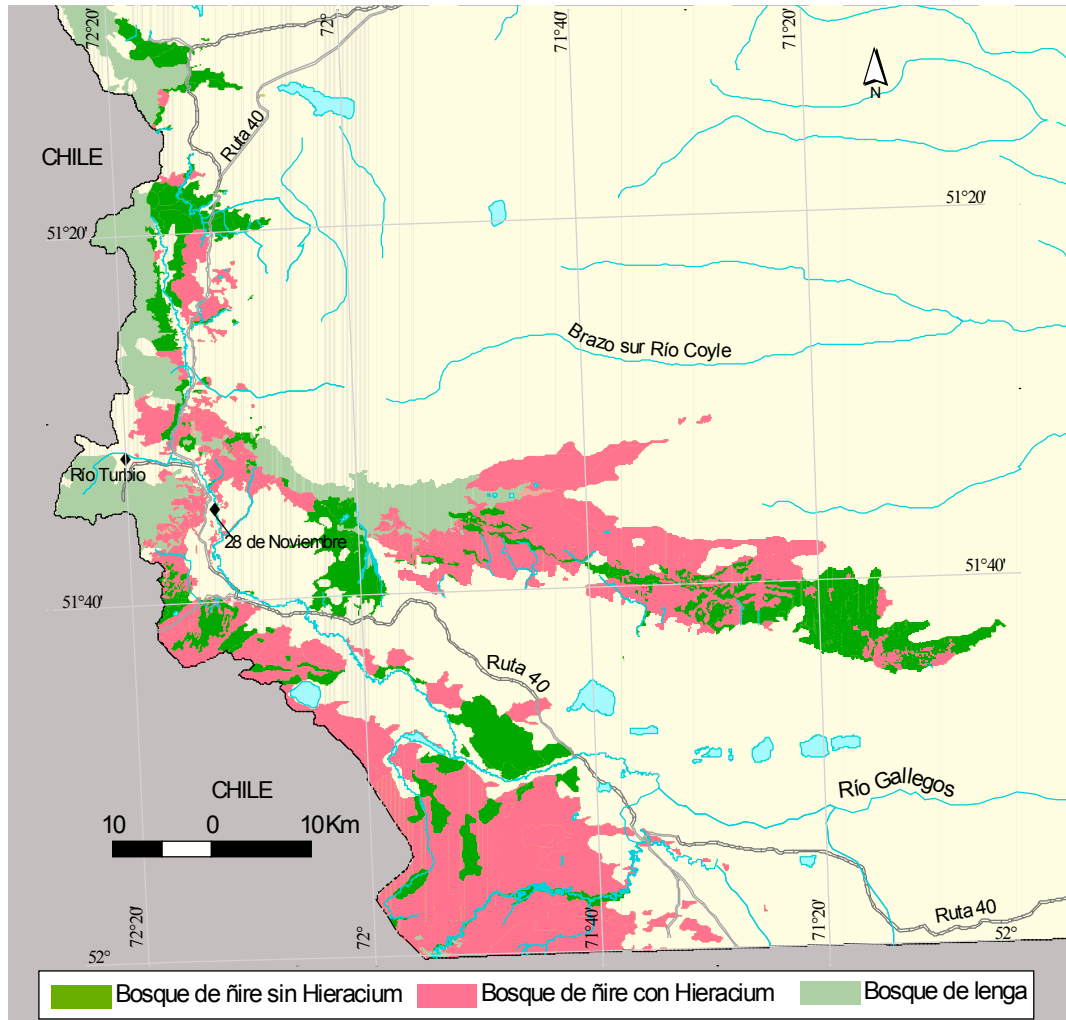


Figura 5. Principal distribución de *Hieracium praealtum* invadiendo bosques de ñire principalmente en la zona de Río Turbio, ubicado al suroeste de Santa Cruz.

El principal impacto de la invasión de esta especie (hierba perenne con rizomas y estolones) es la reducción drástica de la biodiversidad del sotobosque y de la producción y calidad del forraje. También cuando invaden un rodal, esta especie limita el desarrollo de la regeneración de ñire al ocupar físicamente la superficie del bosque. Se define que un rodal de ñire presenta un cuadro invasivo de *Hieracium* cuando la producción de biomasa del sotobosque disminuye en un 20-25% (o más) o la biodiversidad de especies disminuye en un 15%. Basados en los datos de este estudio, esta situación se da con coberturas de *H. praealtum* superiores al 20%. Sin embargo, la distribución espacial de esta especie invasiva es irregular en parches (manchones), presentando coberturas de hasta 70% ubicado entre copas (transmisividad lumínica del 45-65%) y 0,5-1% bajo las copas de los ñires (transmisividad lumínica <20%). Esto nos indica de qué se trata de una especie claramente heliófila. A nivel de ejemplo, basado en cortes

realizados en transectas a diferentes distancias desde los árboles (diferentes niveles de luz) y coberturas de *H. praealtum* en la zona de Mazaruca (Río Turbio) se determinó una disminución del 58% de la biomasa del sotobosque, expresada como Producción Primaria Neta Anual (PPNA) del pastizal, en la ubicación entre copas (transmisividad lumínica ~65%) donde coincide con la mayor cobertura de *Hieracium* (cobertura ~60%) (Figura 6). Sin embargo, bajo copas correspondiente a un lugar sombreado (transmisividad lumínica ~15%), prácticamente la biomasa es igual en los rodales con o sin invasión de *Hieracium* (cobertura de *Hieracium* ~0%). De todas maneras, para cuantificar con mayor precisión el efecto de la especie invasiva *Hieracium* sobre la producción y biodiversidad del sotobosque es necesario realizar un muestreo más amplio en ñirantales desarrollándose en diferentes calidades de sitio (o condiciones contrastantes de disponibilidad de agua en el suelo), distintos niveles de sombreadamiento y coberturas de *Hieracium*. Este impacto de la invasión de *Hieracium* hace que el método de evaluación de pastizales Método Ñirantal Sur (San Jorge) propuesto por

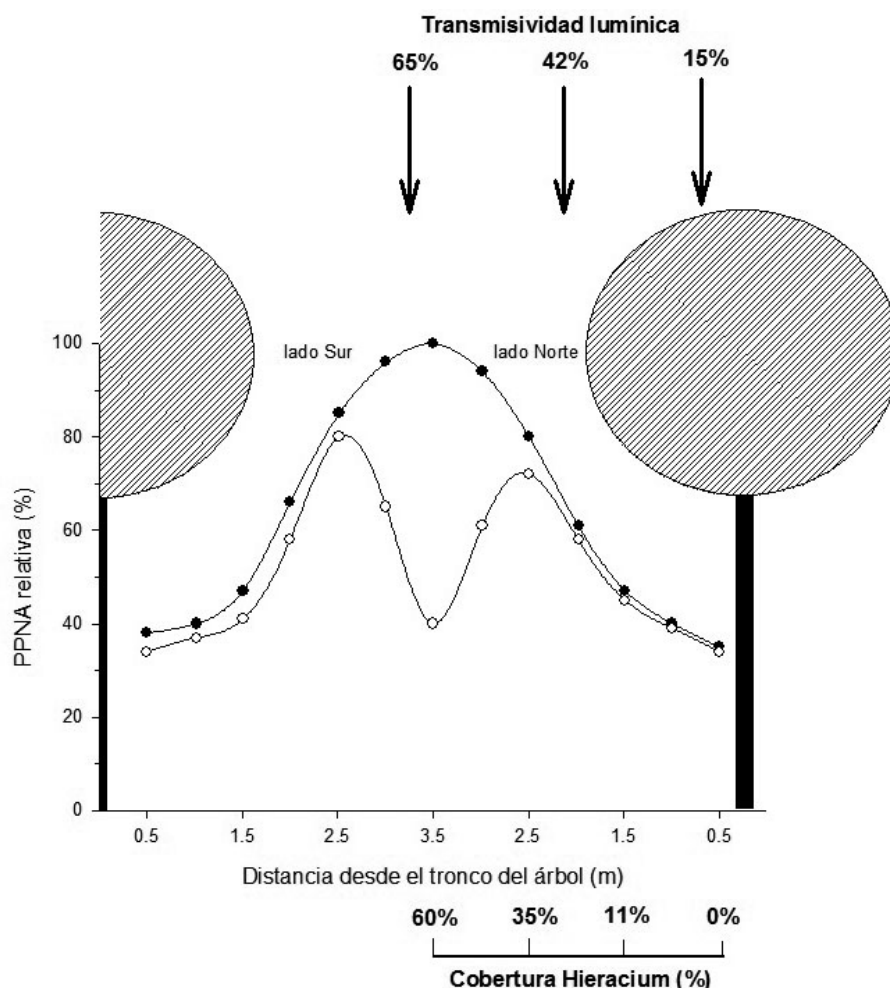


Figura 6. Variación espacial promedio de la biomasa del sotobosque expresada como Producción Primaria Neta Anual (PPNA) relativa del pastizal, proveniente de cortes a diferentes distancias de los árboles (marco 0,2 m², n=3), para un ñirantal (*Nothofagus antarctica*) sin invasión de *Hieracium* (●) y ñirantales con distintas coberturas de *Hieracium praealtum* (○), ambos rodales desarrollándose en una Clase de Sitio V (altura de árboles dominantes < 8 m) y densidad similar (340 ± 32 árboles/ha) en la zona de Río Turbio (51° 36'LS, 72° 17'LO). Los valores de transmisividad lumínica (medida con ceptómetro en días soleados de verano) están en relación a lugares sin árboles (que representan el 100%). Los valores de PPNA son relativos a la máxima producción de los sitios (100% PPNA corresponde a 1150 kg MS/ha). Nótese que la biomasa del sotobosque es levemente superior del lado sur que el norte.

Peri (2009a,b) para la estimación de la producción del pastizal no sea viable de usar. Consecuentemente cuando ocurre una invasión de esta especie repercute directamente en la aplicación de la silvicultura propuesta en el manejo de los sistemas silvopastoriles en bosque de ñire y disminuye la producción ganadera. Por lo tanto no se recomiendan realizar raleos en estos bosques bajo uso ganadero ya que no aumentaría la producción de especies forrajeras sino que fomentaría un mayor grado de avance del *Hieracium* por tratarse de especies heliófilas.

También se detectó presencia de la especie nativa *Hieracium chilense* en ñirantales de la zona de El Chaltén y del río Oro (zona del Lago Pueyrredón), pero no presentando un cuadro invasivo o una reducción de la biodiversidad del ecosistema o una reducción de la producción de biomasa del sotobosque.

Otra especie exótica que presenta una situación invasiva en bosques de ñires es *Hypochoeris radicata* en la zona del Lago Roca, afectando aproximadamente **2.400 ha**. Esta planta de la familia de las Asteráceas (Compuestas) y originaria de Europa se encuentra en el listado de las 100 especies invasoras de Argentina. Se caracteriza por ser una planta perenne, herbácea, con crecimiento vegetativo en forma de roseta y un tallo floral en forma de escapo, sin hojas y ramificado. Es una especie heliófila generalmente ocupando sitios soleados en el bosque o en pastizales entre manchones de ñire, e instalándose preferente en sitios disturbados (al lado de caminos o potreros sobrepastoreados). Una vez establecida suele ser persistente debido a su profunda raíz pivotante que la hace competitiva por el recurso agua. Al igual que el *H. praealtum*, al invadir un sitio reduce la productividad y biodiversidad del ñirantal, por lo que no se recomienda realizar raleos.

2.2.10 Especies epífitas

Es interesante observar cómo se distribuye la afectación del líquen *Usnea sp.* (principalmente *Usnea barbata*) según las diferentes categorías de estado del bosque, siendo el porcentaje de ocupación en las copas de los árboles de ñire mayor a medida que aumenta el disturbio, variando desde 22,2 a 39,1% (Figura 7). Esto nos indicaría que este líquen está directamente asociado al vigor de cada estrato, siendo más abundante el porcentaje de ocupación en los estratos menos vigorosos, hasta en una proporción casi del doble a la de los vigorosos. Con respecto a la afectación por *Misodendrum sp.* (principalmente *Misodendrum punctulatum*), basado en el porcentaje de individuos afectados en los rodales de ñire inventariados, el comportamiento es similar en cuanto a las tendencias generales que a la afectación con *Usnea*, aunque con una leve mayor presencia de *Misodendrum* (Figura 7). Es notorio observar que el porcentaje de individuos afectados por *Usnea* y *Misodendrum* en los bosques de Santa Cruz son inferiores a los relevados en los bosques de Tierra del Fuego. Por ejemplo, Collado (2009) informó valores de 65% de presencia de *Usnea* en ñirantales fueguinos de cobertura media y disturbio alto, y 59% de presencia de *Misodendrum* para bosques de ñire decrepitos con disturbio muy alto.

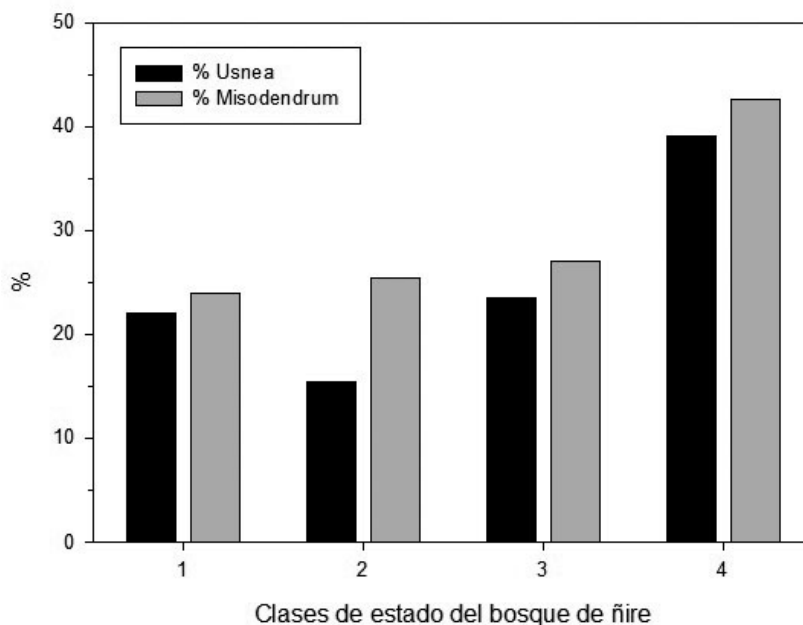


Figura 7. Presencia de *Usnea* sp. y *Misodendrum* sp. en las diferentes categorías de bosque de ñire de Santa Cruz. 1. Bosques con Cobertura Completa (>70%) Maduros o en fase de desarrollo juvenil y Vigorosos (> 50% copas vivas); 2. Bosques con Coberturas intermedias (30-70%) Vigorosos; 3. Bosques muy Abiertos (< 30% de cobertura) con Predominancia de Pastizal; 4. Bosques Degradados.

2.2.11 Presencia de ganado, aprovechamiento forestal y residuos de madera

La presencia de disturbios antrópicos (ganadería y aprovechamiento forestal) y abundancia de madera muerta en el suelo, también influyen en moldear el ambiente forestal y su historia de uso. Prácticamente hay indicios o evidencias de presencia de **ganado doméstico** en todas las clases de bosque de ñire en Santa Cruz. Por ejemplo, en el presente inventario se estimó 145.276 ha con indicios o evidencias de actividad ganadera, lo cual representa el 90% del total de la superficie de ñire de la provincia. Estos valores son superiores a lo estimado previamente (Peri, 2005, 2009c; Peri et al., 2009c) quienes informaron que los bosques de ñire tienen aproximadamente el 70% un uso silvopastoril con presencia de animales. Sin embargo, se considera que los resultados presentados en el presente estudio son más fidedignos de la realidad por haber abarcado grandes extensiones de ñire (muchas de difícil acceso) a través de la realización de parcelas en el inventario. En Santa Cruz, la producción bovina (39% del total de los 55 establecimientos con bosque de ñire de la provincia) y mixta (bovino+ovino) (35%) tienen la mayor participación en los establecimientos con bosque de ñire, con una carga promedio de $0,65 \pm 0,15$ equivalentes ovinos/ha y siendo las razas predominantes Corriedale (ovino) y Hereford (bovino) (Ormaechea et al., 2009). La mayor presencia de ganado se observó en las clases que representan bosques de ñire más abiertos (con coberturas arbóreas inferiores al 30%) y más degradados (Categorías 3 y 4, Tabla 5).

En lo que hace a la **extracción de madera**, determinada por la presencia de tocones, 17.625 ha de ñire presentaron indicios o evidencias de algún tipo de aprovechamiento forestal. El ñire se aprovechó principalmente para postes, varas y leña, a través de cortas en forma de floreos (cortas selectivas) que redujo la cobertura arbórea, y de esta forma aumentó la producción de forraje el cual es aprovechado para el pastoreo de los

animales. A partir de conversaciones con pobladores locales y análisis de barreno en árboles jóvenes circundantes a las cortas existen indicios de cortes en el bosque de ñire desde 1910, en los alrededores de los cascos de estancias.

La presencia de **madera muerta** en el suelo es una de las características más notables de los bosques de ñire. La mayoría de los bosques de ñire (94,6% de la superficie total) presentaron una cobertura de residuos leñosos (madera muerta de diámetro mayor a los 5 cm) menor al 30%. Sólo el 5,4% de los ñirantales presentaron coberturas de más de 30% y hasta 50%. La categoría correspondiente a bosques con coberturas intermedias (30-70%) y vigorosos (> 50% copas vivas) (Tabla 5) es el que presenta mayor abundancia de madera muerta en el suelo, coincidiendo con bosques con grados de disturbio variables y que no han sufrido incendios de magnitud, por lo que una gran proporción de la biomasa del bosque original se encuentra en el suelo del mismo. En el resto de las clases la presencia de madera muerta presenta características intermedias y variables. La presencia de residuos leñosos en el bosque de ñire es de una gran importancia ecológica ya que es un componente básico de la estructura y funcionamiento del ecosistema. La madera muerta en el suelo provee de múltiples microhábitats para la fauna (principalmente roedores), insectos (mayormente artrópodos y coleópteros), bacterias, hongos saprófitos y flora (briofitas y pteridofitas) del bosque, lo cual incide en la biodiversidad y cadenas tróficas del ecosistema. También, a través de procesos de descomposición influyen en los ciclos bioquímicos del suelo y en el balance de carbono total del bosque. En un trabajo clásico en esta temática, el ecólogo Elton (1966) estimó que si la madera muerta y los árboles en descomposición fueran removidos de los bosques de Gran Bretaña podría desaparecer más de la quinta parte de la fauna. Teniendo en cuenta la escala temporal, al demorarse la descomposición de los residuos leñosos gruesos hasta incorporarse al suelo en más de 150 años (Frangi et al., 2004), esto genera un estado de microsucesión de diferentes etapas donde se integrarían diferentes redes alimentarias. Sin embargo, no existen estudios en los bosques de ñire de Santa Cruz que cuantifique la dinámica de descomposición del material leñoso grueso con su consecuente efecto sobre los nutrientes y balance de carbono, y su rol en la biodiversidad del ecosistema en una escala espacial y temporal. Además, desde un punto de vista productivo, la cobertura de residuos leñosos (troncos caídos y ramas gruesas) determina una reducción física en terreno sobre el crecimiento del pastizal y también una reducción de acceso al pastizal por parte de los animales. Por ejemplo, en el método de evaluación de pastizales *Método Ñirantal Sur* (San Jorge) propuesto por Peri (2009a,b) se determinó que la biomasa de pastizal disponible para los animales disminuye de 2200 kg MS/ha con 5-10% de cobertura de residuos leñosos a 1620 kg MS/ha con alta presencia de troncos y ramas en el piso (30-50%) en pico de biomasa (Noviembre-Diciembre) y una cobertura del dosel superior de 5-30% en ñirantales desarrollándose en una Clase de Sitio I (altura de los árboles dominantes mayor a 12 m).

2.2.12 Relictos

Un relicto de bosque nativo fue definido como aquel ecosistema forestal, primario o secundario maduro, compuesto principalmente por especies arbóreas propias del hábitat, que durante los procesos evolutivos ha quedado aislado (fragmentos de bosques que se encuentra en los límites de su distribución natural) de los bosques de su entorno al menos por 10 veces la distancia de dispersión de sus semillas, y con una superficie inferior a las 50 ha. En el presente inventario el tamaño promedio de los relictos fue de 10,1 ha distanciados en promedio a 10,5 km de la masa de bosque contiguo. No se consideraron relictos a aquellos rodales de bosque (principalmente ñire) conectados a

través de un cauce de río o arroyo ya que el agua puede ser un vector de dispersión. Dichos relictos son considerados de muy alto valor de conservación donde los aspectos del grado de biodiversidad y salud de un bosque, toman mayor relevancia en estos, por tratarse de ecosistemas frágiles. Además, los bosques relictuales podrían ser especialmente sensibles a cambios climáticos. La incidencia de estos disturbios puede tener efectos drásticos como ser la sustitución de estos singulares ecosistemas, por otros mejor adaptados a las nuevas condiciones. Por lo que estos relictos de bosques son fundamentalmente adecuados para evaluar los efectos del cambio climático global (Linares y Camarero, 2010).

A partir del presente estudio, en la provincia de Santa Cruz se han detectado un total de 22 relictos, de los cuales 3 relictos corresponden a bosques de lenga y 19 a bosques de ñire (Tabla 11). La mayor cantidad de relictos de ñire relevado en la provincia fue esperable ya que los procesos de fragmentación natural ocurren con mayor probabilidad en los sitios más secos correspondiente a la zona de ecotono bosque-estepa.

Tabla 11. Ubicación geográfica y superficie de los relictos de bosque nativo de *Nothofagus* en la provincia de Santa Cruz.

| Zona de los relictos | Especie | Longitud | Latitud | Superficie (ha) |
|---------------------------------------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| Ea Santa Angelita, Lago San Martín | Lenga | 72° 20' 25" | 49° 14' 46" | 20,5 |
| Ea Lago Tar, Lago San Martín | Lenga | 72° 09' 54" | 49° 11' 50" | 8,5 |
| Ea Santa Margarita, zona Chaltén | Lenga | 72° 41' 44" | 49° 23' 41" | 0,7 |
| Ea Siberia, zona Lago Buenos Aires | Ñire | 71° 30' 40" | 46° 01' 53" | 36,9 |
| Ea Irene, Río Guanaco | Ñire | 72° 48' 15" | 49° 55' 15" | 25,2 |
| Ea Rincón, Lago Belgrano | Ñire | 72° 09' 15" | 47° 42' 39" | 0,4 |
| Ea Rincón, Lago Belgrano | Ñire | 72° 08' 46" | 47° 43' 43" | 0,1 |
| Ea Lago Belgrano, Lago Belgrano | Ñire | 72° 04' 07" | 47° 53' 48" | 12,4 |
| Ea Lago Belgrano, Lago Belgrano | Ñire | 72° 03' 03" | 47° 54' 07" | 7,0 |
| Ea Lago Belgrano, Lago Belgrano | Ñire | 72° 02' 42" | 47° 56' 08" | 18,6 |
| Ea Lago Belgrano, Lago Belgrano | Ñire | 72° 05' 04" | 47° 57' 02" | 3,5 |
| Ea Río Carbón, zona Tucu Tucu | Ñire | 72° 04' 19" | 48° 34' 40" | 0,5 |
| Ea El Coihual, Lago San Martín | Ñire | 72° 32' 18" | 48° 34' 23" | 38,7 |
| Ea El Coihual, Lago San Martín | Ñire | 72° 32' 19" | 48° 35' 14" | 18,9 |
| Ea Hevia, Lago San Martín | Ñire | 72° 25' 25" | 48° 54' 21" | 0,3 |
| Ea La Lila, Lago San Martín | Ñire | 72° 13' 30" | 49° 00' 17" | 0,2 |
| Ea Helsingfor, Lago Viedma | Ñire | 72° 52' 17" | 49° 39' 50" | 0,2 |
| Ea Los Hermanos, Lago Viedma | Ñire | 72° 50' 25" | 49° 40' 04" | 1,9 |
| Ea La Unión, Lago Argentino | Ñire | 72° 49' 06" | 50° 10' 30" | 2,2 |
| Bahía cipresales, Lago Argentino | Ñire | 73° 13' 20" | 50° 05' 50" | 5,5 |
| Ea Cancha Carrera, zona de Río Turbio | Ñire | 72° 07' 00" | 51° 12' 42" | 17,2 |
| Ea Cancha Carrera, zona de Río Turbio | Ñire | 72° 05' 40" | 51° 12' 46" | 0,1 |



Ñire desarrollándose en un área rocosa en la zona norte de la provincia de Santa Cruz



Ñire creciendo en mallines húmedos en el valle del Río de las Vueltas, zona del Chaltén



Ejemplo de regeneración agámica por raíces postfuego en la zona sur de Santa Cruz



Bosques de ñire de protección (altura menor a los 4 m) debido a su fragilidad ambiental (Ea. Glencross)



Ecosistema de ñire con murtila (*Empetrum rubrum*) en Estancia Santa Ana



Bosque de ñire invadido por la especie exótica *Hieracium praealtum* (zona de Punta Gruesa)





Valle del Río Oro

3. USO PRODUCTIVO Y CONSERVACIÓN DEL ÑIRANTAL

3.1 Situación actual del uso del ñirantal en Santa Cruz

En Santa Cruz existen 55 estancias con bosque de ñire de las cuales un 57% tiene más del 10% de su superficie ocupada con bosque de ñire (Ormaechea et al., 2009). La principal actividad en la zona de ñirantales corresponde a la producción bovina (39%) y mixta (bovino+ovino) (35%), siendo las razas predominantes la Corriedale (ovino) y Hereford (bovino) (Ormaechea et al., 2009). Si bien el ovino tuvo predominancia en la producción ganadera de las estancias con bosque de ñire debido a una fuerte tradición de manejo por parte de los productores, el cambio paulatino de actividad del sector se debe en gran parte por causa de los continuos ataques que sufren las majadas por parte de pumas, zorros y perros salvajes, los cuales disminuyen considerablemente sus poblaciones y hacen casi imposible un sistema de producción rentable. En cambio, el vacuno es menos susceptible de recibir estos ataques. El manejo predominante del ganado (77% de los establecimientos con bosques de ñire de Santa Cruz) presenta un acentuado uso de los potreros en veranadas e internadas, con alguna participación mínima del manejo rotativo (Ormaechea et al., 2009). Además, actualmente la evaluación de pastizales no es un criterio adoptado masivamente por los productores habiéndose observado valores de sólo un 6% sobre el total de los establecimientos con ñire de la provincia, pero la evaluación de pastizales del sotobosque fue nula (0%), lo cual puede deberse en gran parte a la falta de métodos precisos y de fácil aplicación. Sin embargo, hoy se cuenta en la región con el método de evaluación Ñirantal Sur – San Jorge (Peri, 2009a,b), el cual podría inducir a un aumento del porcentaje de productores que efectúen evaluación de pastizales en bosques de ñire de uso silvopastoril. También es importante resaltar que en los establecimientos con ñire de Santa Cruz existe una escasa realización de prácticas silvícolas orientadas al manejo silvopastoril (6% de los establecimientos), lo cual es esencial para aumentar la productividad del recurso forrajero del bosque de ñire (Ormaechea et al., 2009). A pesar del gran impacto a nivel regional de estos sistemas de ganadería en ñirantales, y de la existencia de leyes forestales provinciales y nacionales para el adecuado uso de los bosques nativos, no existe en la actualidad Planes de Manejo registrado en la Dirección de Bosques de la provincia de Santa Cruz para asegurar su sustentabilidad.

3.2 Propuesta para el manejo silvopastoril del ñirantal

El desarrollo de sistemas silvopastoriles en Patagonia podría constituir una alternativa productiva sustentable, contemplando inclusive la posibilidad de recuperar ecosistemas degradados. El manejo sustentable de los sistemas silvopastoriles enfrenta el desafío de compatibilizar su conservación con la necesidad de satisfacer los requerimientos sociales de las comunidades relacionadas al bosque de ñire. La propuesta basada en la información a escala regional obtenida en el presente trabajo pretende mejorar la calidad y productividad de los sistemas, y a la vez mejorar su conservación. En este sentido, las prácticas de raleos en rodales de ñire, podría constituirse en intervenciones de características sinérgicas, si ello implica mejorar el crecimiento de los árboles remanentes y su regeneración, y a la vez mejorar la producción de forraje y el uso por parte de los animales de la cubierta forestal para la protección en invierno, integrado con la conservación de la biodiversidad, el paisaje y calidad de vida de las comunidades.

Para el uso de los ñirantales se tendría que incorporar *Planes de Manejo* de mediano plazo (5 años) que tiendan a mantener en el tiempo los niveles de uso del bosque nativo de ñire ajustándose a las leyes forestales provinciales y nacionales, y que contemple aspectos de sustentabilidad.

Peri et al. (2012b) delinearon las pautas mínimas para la presentación de Proyectos relacionado al Plan de Manejo Sostenible – Modalidad Silvopastoril de los bosques nativos de ñire en Santa Cruz basado en las pautas de manejo presentadas por Peri et al. (2009c) y en el marco de financiamiento de la Ley Nacional de N° 26.331/09 sobre presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. El Plan de Manejo Sostenible – Modalidad Silvopastoril podrá tener objetivos ganaderos y madereros o solamente ganaderos pero contemplando la persistencia del bosque, en el que las intervenciones permitidas son lo suficientemente moderadas como para que el bosque siga manteniendo los atributos de conservación de la categoría II (Amarilla) o las recupere durante el transcurso del plan.

Los Planes de Manejo incluyen los siguientes aspectos generales: (i) objetivos del Plan de Manejo Silvopastoril; (ii) aspectos legales y administrativos vinculados a la naturaleza y extensión de los derechos del propietario o permisionario; (iii) descripción de los recursos forestales y no forestales que serán manejados, de su entorno natural y de las limitaciones ambientales existentes, (iv) inventario forestal diseñado en función de los objetivos de manejo, (v) descripción del sistema silvicultural de manejo, de las técnicas de continuidad del bosque en función de la información generada en el inventario y ajuste de carga animal en base a una evaluación de pastizales en el ñirantal; (vi) descripción detallada de la organización económica y financiera, de los niveles de producción pretendidos en cantidad y calidad en función de la posibilidad y organización espacio-temporal de la explotación, (vii) descripción y justificación de las técnicas de aprovechamiento y del equipamiento utilizado (camino, maquinaria, etc); descripción de los aspectos sociales relevantes previos al Plan de Manejo y del impacto social positivo previsto y sus beneficiarios, (viii) declaración jurada por parte del titular de los impactos ambientales previstos en el plan para facilitar el análisis de la Secretaria de Medio ambiente de la provincia de Santa Cruz quien solicita un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en el marco de la Ley Provincial N° 2658. En el caso que los riesgos ambientales no ameriten un EIA se incluirán en el Plan de Manejo las medidas preventivas y correctivas de los tratamientos que alteren el ecosistema; (ix) medidas para el monitoreo de la dinámica del bosque y sotobosque, y medidas de mitigación de los impactos ambientales ocasionados, (x) cartografía georreferenciada que identifique la ubicación, las vías de acceso a la propiedad y los aspectos naturales relevantes, (xi) Plan Operativo anual: descripción de las actividades anuales contenidas dentro del Plan de Manejo.

3.2.1 Inventario forestal

La realización de un inventario forestal es principalmente para determinar las variables biométricas (calidad de sitio, área basal, volumen) y geográficas de los bosques de ñire que se usarán como sistema silvopastoril. Estas deberán incluir la densidad y estado de la regeneración. Con los resultados del inventario forestal, la información productiva de la empresa y los objetivos del manejo del recurso forestal bajo estudio, se elabora un Plan de Manejo que incluye la información de base (estado legal y forestal) y la planificación de las actividades silvícolas y de aprovechamiento para un período variable (se recomienda 5 años). En el caso de ser necesario se deben solicitar los permisos correspondientes para la construcción de los caminos de acceso.

3.2.2 Propuesta Silvícola

La propuesta silvícola presenta guías de manejo respecto al tipo e intensidad de los raleos, y aspectos relacionados a la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril. En los sistemas silvopastoriles la producción de pasto, y consecuentemente la producción ganadera, tiene relación directa con la cobertura del dosel arbóreo. Los resultados de los trabajos de investigación indican que la intensidad de raleo está en función de la interacción entre el régimen hídrico y los diferentes niveles de sombra, los cuales han sido los factores principales que limitan la productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles. Integrandolo el conocimiento generado hasta la fecha y conceptos de practicidad operativa se sugiere dos intensidades de raleo para diferentes sitios de ñirantales, quedando excluidos de intervención silvícola aquellos bosques con alturas finales de árboles dominantes menores a los 4 m debido a la fragilidad ambiental del ecosistema.

Raleos de intensidad moderada: En sitios de estrés hídrico severo se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 50 y 60%. Los sitios de estrés hídrico severo son definidos como aquellos ñirantales con alturas de los árboles dominantes entre 4 y 8 m. Estos sitios se corresponden por ejemplo con zonas del límite entre estepa y bosque donde el clima determina un régimen con un fuerte déficit hídrico coincidente con la estación de crecimiento. En estos sitios, las plantas sometidas a un sombreado y protegidas del efecto desecante de los fuertes vientos presentan menores tasas de transpiración y evaporación en comparación con sitios abiertos. Esta diferencia en la disponibilidad de agua en suelo en los sistemas silvopastoriles en comparación con pastizales puros determina una mayor productividad.

Raleos de intensidad alta: A diferencia de lo anterior, en sitios con un régimen de precipitaciones más favorable o ñirantales con alturas de los árboles dominantes superiores a los 8 m, se recomienda una intensidad máxima de raleo que deje una cobertura de copas remanente entre 30 y 40%. En estos sitios se detectó una disminución de la tasa de crecimiento de materia seca de la pastura aproximadamente lineal con el aumento de la cobertura de copas (Peri, 2005). Sin embargo, la presencia de árboles en estos sitios disminuye el daño directo ocasionado por las heladas y/o acumulación de nieve sobre las pasturas, determinando que el período vegetativo de los pastos se alargue en los sistemas silvopastoriles comparados al de un pastizal abierto. De esta manera la duración de la oferta forrajera para los animales en el ñirantal es mayor.

Continuidad del estrato arbóreo: La rentabilidad a largo plazo del sistema silvopastoril depende entre otras cosas mantener el estrato arbóreo. La permanencia del dosel del bosque tendrá los objetivos de mantener la productividad de pasto, el reparo para los animales, los servicios ambientales (control de erosión, calidad de agua, conservación de la biodiversidad, entre otros) y conservar una producción diversificada. Basado en trabajos de investigación, se concluye que la continuidad del estrato arbóreo bajo uso silvopastoril no puede asegurarse a través de la regeneración por semillas, por lo cual se debería aplicar otras técnicas silviculturales que mantengan la sustentabilidad del sistema (Peri et al., 2006). En campos en que la regeneración se vea comprometida, se sugiere efectuar una protección individual de regeneración pre-establecida (por cepa, de semilla o raíz) o en los casos que no existiera regeneración la realización de una plantación con ñire. Se estima que se deberá proteger de 2 a 5 renovales de ñire por ha/año hasta asegurar el reemplazo total de los individuos en fases de envejecimiento o desmoronamiento (con edades superiores a los 150 años) para la densidad final definida

en cada sitio. Deberá probarse para cada zona en particular la efectividad de protectores individuales para diferentes cargas y tipo de ganado, guanaco y/o liebre.

En la Figura 8 se esquematiza un ejemplo de la propuesta silvícola del manejo silvopastoril que incluye la apertura del dosel original (30% a 60% de cobertura) para favorecer el desarrollo del sotobosque, el enriquecimiento del sotobosque con especies (ej. *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens*) que complementen la dieta del ganado (ej. vacas y ovejas), la realización de raleos que incrementen el crecimiento y la calidad maderera del dosel remanente, y para mantener la cobertura dentro de los límites de manejo, y la protección de plántulas (150-250 individuos/ha) (Peri et al., 2009d) por semilla o agámicas (Soler Esteban et al., 2010; Bahamonde et al., 2011) hasta los 2 m de altura para asegurar la renovación del dosel forestal en el tiempo. Los niveles de apertura del dosel sugeridos permiten obtener aumentos de biomasa del sotobosque de entre 300-1400 kg MS/ha según la calidad de sitio o la disponibilidad de agua en el suelo, permitiendo incrementar un 30% las cargas animales promedio para la región (Peri et al., 2009c).

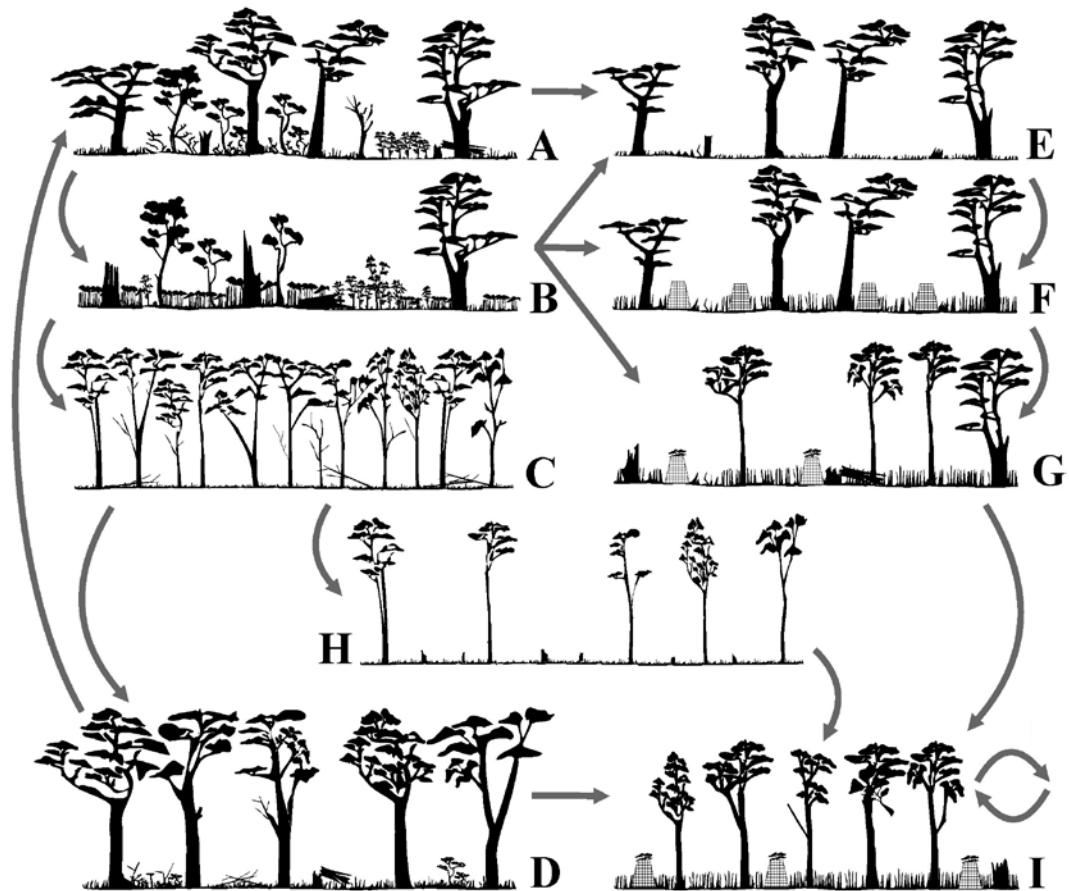


Figura 8. Propuesta de manejo silvícola para bosques de ñire bajo uso silvopastoril: (A) rodal en fase de desmoronamiento, (B) rodal en fase de desmoronamiento con regeneración avanzada, (C) rodal en fase de crecimiento óptimo, (D) rodal en fase de envejecimiento, (E) rodal manejado con cobertura de árboles originales, (F) rodal manejado con protección de renovales y cobertura de árboles originales, (G) rodal manejado con cobertura mixta de árboles originales y secundarios, (H) rodal secundario con raleo y poda, y (I) rodal manejado con cobertura de árboles secundarios (Fuente: Martínez Pastur et al., 2012).

Una vez definidos las áreas de corta (área anual a intervenir), se deben realizar la marcación, la ubicación de las vías de saca y los canchones de acopio. Luego de realizada la corta, se realiza la extracción de los productos madereros a los canchones de acopio. La mayoría de las veces los productos madereros deben ser fiscalizados antes de ser extraídos de los canchones de acopio.

3.2.3 Evaluación de pastizales, ajuste carga y manejo animal

Para garantizar el uso silvopastoril de los ñirantales en el marco de la sustentabilidad también es necesario que el Plan de Manejo incorpore una Evaluación de Pastizales. La Evaluación de Pastizales previo y posterior a las intervenciones silvícolas tendrá el objetivo de proveer información que permita tomar decisiones de manejo para optimizar la producción ganadera en los sistemas silvopastoriles. Recientemente se ha logrado desarrollar un método de evaluación de pastizales (Ñirantal Sur- San Jorge) adaptado al ecosistema de ñirantales en Patagonia Sur (Santa Cruz y Tierra del Fuego), el cual sirve como herramienta técnica para estimar la capacidad de carga animal en sistemas silvopastoriles a nivel predial (Peri, 2009a,b). El mismo se basó en la estimación de la Producción Primaria Neta Anual Potencial (PPNAP) del pastizal para diferentes condiciones del ñirantal y momentos de uso (primavera o pico de biomasa, verano, otoño e invierno), siendo a su vez de fácil uso, ya que las únicas variables que deben tomarse a campo son la cobertura de copas, la clase de sitio expresado por la altura promedio de los árboles dominantes y la cantidad de residuos leñosos.

La Evaluación de Pastizales dará lugar a la Planificación del Pastoreo, el cual consiste en determinar el número de animales (carga animal) y la época de uso de cada potrero. Se recomienda una dimensión de potrero no mayor a 1000 ha. Las etapas de la Planificación del Pastoreo son: (a) Estimación de la receptividad de los potreros. (b) Asignación de tipo de animal por potrero priorizando según situación, objetivos y requerimientos. (c) Definición del sistema de pastoreo analizando las ventajas de pastoreo continuo versus pastoreo rotativo. (d) Definición de número de cabezas según receptividad, categoría animal y época de uso. Cada 2 años sería importante realizar un monitoreo del pastizal para evaluar la respuesta del pastizal a los raleos.

Existen trabajos realizados en la provincia de Santa Cruz que presentan resultados alentadores de un manejo integral del recurso forestal y pastoril con ovinos a escala de establecimiento y durante toda la temporada de producción (Ormaechea et al., 2010, 2011). Esta propuesta incluye separación de ambientes y uso en época adecuada, protección de renovales de ñire e intensificación del esquema de pastoreo mediante un mayor número de potreros de menor tamaño. La respuesta animal al manejo propuesto manifestó resultados superadores en la producción de carne y lana comparada con el manejo tradicional, así como también se encontraron resultados positivos en la continuidad del estrato arbóreo a través de la protección individual de renovales y en la conservación del recurso forrajero principalmente en áreas sensibles como los mallines. Por otra parte, se advirtió la importancia del ajuste de carga sobre la producción animal individual en períodos críticos del año. Además, los estudios relacionan las variables de producción con variables de comportamiento animal (dieta, actividades diarias y uso espacial de ambientes con el uso de collares GPS). De su análisis fue posible deducir que la intensificación de manejo no afecta la conducta normal de los ovinos en pastoreo, destacando además la preferencia de los animales por el ambiente de bosque por su reparo y consumo de forraje disponible en épocas críticas del año. A través de este estudio a escala real de producción es posible brindar tecnologías de manejo ovino en campos con bosques de ñire y pueden ser una guía para el manejo del componente animal de los establecimientos.

3.2.4. Pautas para la conservación del ñirantal bajo uso silvopastoril

Densidad de la red caminera: Se debe priorizar el uso de caminos existentes en los predios, excepto en aquellas situaciones en las que su utilización pudiera provocar o agravar procesos de erosión. La densidad de caminos debe ser preferentemente menor a 30 m/ha, tratando de que el área afectada por la red de caminos no supere el 5% de la superficie manejada (Rusch et al., 2004). Cuando se trace caminos en valles, se debería evitar localizarlos al pie de laderas inestables o áreas de mucha humedad, o en pendientes mayores a 25 grados. Cuando un camino se localice paralelo a un curso de agua, debe ser ubicado fuera de la zona de manejo del cauce (con el fin de impedir la entrada de sedimentos). La pendiente longitudinal del camino debe contar con un mínimo de 3%. A fin de disminuir la remoción es conveniente incluir tramos cortos (60-90 m) con pendientes longitudinales más inclinadas. Las pendientes máximas longitudinales no deberían superar el 12% y el camino debería tener una pendiente transversal o bombeo del 3 al 5%.

Áreas de protección y biodiversidad: Dentro de los predios deben considerarse áreas de conservación. Respecto a los cauces de ríos principales y lagos se deberá dejar una zona de protección de 100 m, mientras que en los bordes de lagunas y arroyos la zona de protección deberá estar en el orden de los 50 m. Se deberá evitar que las vías de saca de madera crucen cauces de ríos o arroyos o humedales. Además, la propuesta de manejo podría incluir la formación de bosques coetáneos en etapas sucesivas (cada 20 años, por ejemplo) de manera de establecer, a una escala de predio, bosques disetáneos que permitan mantener en todo momento bosques maduros e individuos en desmoronamiento que favorezcan la biodiversidad del sistema. En este sentido, para el mantenimiento de aves insectívoras deberán dejarse individuos enfermos y muertos y mayores a 40 cm de diámetro para el anidamiento de aves como el carpintero magallánico o la lechuza ñacurutú.

Monitoreo de las intervenciones: Resulta imprescindible monitorear los efectos de las intervenciones en el ñirantal bajo uso silvopastoril, como ser el impacto en la producción, la biodiversidad, la calidad de agua y la estabilidad del rodal respecto al viento, ya que los procesos que ocurren en los bosques son de largo plazo. A mediano y largo plazo se necesitaría evaluar el efecto del raleo a través de la instalación de parcelas permanentes de muestreo. Estas mediciones no solo contribuirán con información para mitigar los posibles efectos negativos para el ñirantal, sino que permitirán elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales o nacionales de fiscalización y control. Las variables a monitorear se podrían basar en un principio en los indicadores presentados por Rusch et al. (2004) a escala predial y por Peri (2012) a escala provincial (ver recuadro). El diseño de indicadores de sustentabilidad locales para el uso silvopastoril del bosque de ñire, contribuirá a la definición de los estándares Nacionales necesarios para los procesos de ecocertificación a escala predial. Esto adquiere especial relevancia para las empresas y productores que deseen obtener mercados internacionales que requieren la certificación de buen manejo forestal y ganadero en bosques nativos.

3.2.5. CRITERIOS E INDICADORES EN EL USO DE BOSQUES DE ÑIRE EN SANTA CRUZ

En general, los sistemas productivos han sido tradicionalmente evaluados mediante métodos de la economía clásica basados principalmente en la rentabilidad y que por ende, omiten variables que pueden ser de importancia para la sustentabilidad de los sistemas, como otras variables económicas, las variables ambientales y sociales. Por tal motivo, es importante incorporar el concepto de sustentabilidad el cual define que la ordenación sostenible de bosques tiene como objeto asegurar que los bienes y servicios derivados del bosque satisfagan las necesidades presentes a la vez que aseguran su disponibilidad continua y aporten al desarrollo de largo plazo (FAO, 2003). En este sentido, el método utilizado para evaluar la sustentabilidad del manejo del bosque de ñire en Santa Cruz bajo uso silvopastoril debe ser capaz de incorporar información cuantitativa y cualitativa sobre las variables económicas, sociales y ambientales del uso maderero, ganadero, extractivo de leña, turístico, recreativo y de la conservación de los bosques nativos. Para esto se han desarrollado metodologías para la evaluación de la sustentabilidad, basadas en el monitoreo de “indicadores de sustentabilidad”. El uso de indicadores en el tema forestal ha sido desarrollado para mejorar la definición del manejo sustentable de bosques y contribuir con la medición de los cambios en las condiciones de estos así como de los bienes y servicios que proveen (Raison et al., 2001). Teóricamente, estos indicadores están organizados jerárquicamente dentro de una estructura (Mendoza y Prabhu, 2000). Para alcanzar el manejo sustentable, se definen principios que enmarcan y guían al manejo hacia el fin último de la sustentabilidad. Un principio es una verdad o ley aceptada por todos. Las leyes propuestas en los principios están desglosadas en criterios que son un estándar a partir del cual se puede realizar un juicio. Los criterios son además un punto intermedio donde la información provista por los indicadores puede ser integrada y donde ésta toma sentido en conjunto (Mendoza et al., 1999). Estas estructuras teóricas de principios, criterios e indicadores (llamadas sets de criterios e indicadores, C&I) han sido adaptadas y siendo usadas en más de 150 países para definir, evaluar y monitorear el progreso del manejo de bosques hacia la sustentabilidad (FAO, 2003). En distintas partes del mundo se han definido este tipo de estructuras (Proceso de Montreal, FSC, CIFOR) para distintos tipos de bosques (tropicales, templados, boreales), con distintos propósitos (evaluar el estado del bosque, certificar que el manejo es responsable) y escalas (internacionales, regionales, nacionales, unidad de manejo).

Si bien existen algunos avances en la definición de Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) de los bosques nativos de Tierra del Fuego (Carabelli y Peri, 2005) y del uso del ñirantal a nivel predial en Chubut (Rush et al., 2004, 2009a, 2009b), a continuación se presenta los principales resultados presentado por Peri (2012) en donde se evaluó cuán sustentable es el manejo de los bosques nativos de ñire de Santa Cruz incorporando aspectos ambientales, sociales y económicos. Para guiar la investigación se planteó las siguientes preguntas principales: 1. ¿cuáles son los factores que afectan el manejo sustentable de los SSP en bosques nativos?, 2. ¿cuál es la importancia relativa de cada uno de esos factores?, 3. ¿cuán sustentable es el manejo actual de los SSP? y 4. ¿cuáles son las prioridades de acción para alcanzar el manejo sustentable de los SSP? Los principios empleados fueron: 1- La integridad de los ecosistemas y los servicios ambientales derivados de ella deben ser mantenidos; 2- La capacidad productiva de los múltiples bienes y servicios comercializables de los bosques debe ser mantenida o incrementarse; 3- El bienestar de las comunidades asociadas se mantiene o incrementa; 4- El marco legal, político e institucional conduce al manejo sustentable

del recurso. Para esto, el trabajo presentado por Peri (2012) fue organizado en cuatro etapas según lo propuesto por Carabelli y Peri (2005): identificación de los indicadores de sustentabilidad a utilizar en la evaluación de los bosques de ñire de Santa Cruz bajo uso silvopastoril (*Etapa I*), cálculo de la importancia relativa de los indicadores (*Etapa II*), evaluación del estado de cada indicador (*Etapa III*), y la identificación de prioridades de acción para la toma de decisiones utilizando el puntaje final de sustentabilidad (*Etapa IV*). Para realizar esta evaluación se incentivó la participación de todas aquellas personas con algún interés en estos bosques nativos.

Etapa I: Identificación de criterios e indicadores

El objetivo de la primer etapa fue el de definir un set de criterios e indicadores (C&I) de sustentabilidad para los bosques de ñire de Santa Cruz bajo uso silvopastoril. Esta etapa fue llevada a cabo siguiendo la metodología propuesta en Prabhu et al. (1999), la cual sugiere la realización de un trabajo individual de un grupo diversificado de expertos locales especialmente seleccionados en la que cada uno analiza un volumen de información y toma una decisión individualmente. Luego, la metodología propone un trabajo grupal en el que se promueven las discusiones y se definen cuales serán los indicadores que formen parte del set de C&I que será usado en las etapas subsiguientes. El grupo de expertos estuvo conformado por profesionales e investigadores con diferentes capacitaciones e intereses en los bosques de Santa Cruz. Se utilizó un sets de C&I existentes: Modelo general de criterios e indicadores del CIFOR (CIFOR C&I Team, 1999); Principios y criterios para el manejo forestal (Forest Stewardship Council, 2000); Criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales (Grupo de Trabajo del Proceso de Montreal, 1998), Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego (Carabelli y Peri, 2005), Criterios e Indicadores ambientales en sistemas silvopastoriles con ñire (Rush et al., 2004, 2009a, 2009b). El grupo de expertos recibió un total 395 indicadores correspondiente a la base de datos que contenía todos los C&I de los sets seleccionados. A cada participante de la Etapa I se le solicitó que clasificara a cada indicador en una de las siguientes categorías: (i) políticas, planeamiento y marco legal; (ii) aspectos sociales; (iii) manejo de bosques; (iv) aspectos físicos y ambientales; y (v) aspectos económicos y financieros. Además, se les solicitó que analizaran la utilidad de cada indicador para realizar la evaluación de sustentabilidad a través de cuatro preguntas guías: (i) el indicador está íntima e inequívocamente relacionado con lo que se pretende evaluar?, (ii) el indicador es fácil de detectar, medir e interpretar?, (iii) el indicador provee información integral, ya sea temporal o espacial? y (iv) es el indicador sensible a los cambios?. A cada una de estas preguntas los participantes debían asignarle a cada indicador un puntaje entre 1 y 5, siendo 1= no, mal o insignificante y 5= si, bien o importante. Finalmente, una vez respondidas las cuatro preguntas para cada indicador, el participante debía decidir si preseleccionar a ese indicador (asignando un 1) para continuar analizándolo en etapas posteriores o por el contrario descartarlo (asignándolo un 0).

Los participantes de la Etapa I, seleccionaron 55 indicadores agrupados en 11 Grupos de Indicadores de acuerdo al tema que abarcaban. A su vez, estos 11 grupos se reunieron en 4 Criterios conformando una estructura jerárquica de indicadores, grupos y criterios. Este set de C&I fue usado en las subsiguientes etapas del trabajo. En la Tabla 12 se presenta el Criterio 1 relacionado al marco legal, institucional y económico para la conservación y uso de los bosques de ñire. Este Criterio se presenta en tres grupos en los cuales se ordenaron a los 9 indicadores, de los cuales 6 corresponden al marco institucional.

Tabla 12. Texto completo del Criterio 1 (C1), sus grupos (G) e indicadores (I) relacionados al marco legal, institucional y económico para la conservación y uso de los bosques de ñire en Santa Cruz.

| # | Texto |
|-------|---|
| C 1 | Marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable del bosque de ñire |
| G 1.A | Sobre el marco legal (leyes, reglamentos, instrucciones) |
| I 1.1 | El marco legal provincial apoya la conservación y el manejo sustentable de los bosques de ñire bajo uso silvopastoril |
| I 1.2 | Las políticas de manejo son establecidas y debidamente documentadas para permitir que la operación silvopastoril de los establecimientos ganaderos de Santa Cruz y la escala de paisaje tomen todo el rango de valores provenientes de estos bosques y proteja a las especies en peligro y sus hábitat |
| G 1.B | Sobre el marco institucional |
| I 1.3 | La autoridad provincial Impulsa la aplicación de recomendaciones sobre las mejores prácticas para el manejo silvopastoril del bosque de ñire |
| I 1.4 | El Estado, en particular la Autoridad de Aplicación, fiscaliza eficientemente el cumplimiento del uso silvopastoril del bosque de ñire |
| I 1.5 | La autoridad de aplicación brinda información para facilitar que los planes de manejo consideren el mantenimiento de servicios ambientales tales como calidad y flujos de agua, captura de carbono, y ciclado de nutrientes |
| I 1.6 | El número de fiscalizadores está acorde con el número de establecimientos a fiscalizar. |
| I 1.7 | Las organizaciones de gobierno promueven la participación pública, organizan programas de capacitación de recursos humanos, generan conciencia en la comunidad, publican información relativa a los bosques, revisan periódicamente la planificación y políticas relativas al uso silvopastoril de los bosques de ñire. |
| I 1.8 | Las instituciones responsables del manejo e investigación forestal tienen financiamiento y recursos humanos adecuados. |
| G 1.C | Sobre el marco económico |
| I 1.9 | Grado en el cual el marco económico (medidas y políticas económicas) apoya la conservación y el manejo sustentable de los bosques de ñire bajo uso silvopastoril |

Los 17 indicadores del Criterio 2 (Tabla 13) se refieren al mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socio-económicos de la conservación y manejo del bosque de ñire. Los 4 grupos que lo componen son: empleo, producción y consumo de productos forestales, educación e investigación y necesidades de la comunidad.

Tabla 13. Texto completo del Criterio 2 (C2), sus grupos (G) e indicadores (I) relacionados al mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socio-económicos de la conservación y manejo del bosque de ñire en Santa Cruz.

| # | Texto |
|-------|--|
| C 2 | Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos para cubrir las necesidades de las generaciones actuales y futuras |
| G 2.A | Sobre el empleo |
| I 2.1 | Las familias de los propietarios y trabajadores pueden cubrir sus necesidades vitales, sociales y culturales |

| | | |
|----------|------------|---|
| I | 2.2 | Se cumplen o superan todas las leyes y reglamentos aplicables a la salud y la seguridad de los empleados y sus familias. |
| I | 2.3 | Los trabajadores y otro personal reciben capacitación adecuada para implementar el manejo del bosque de ñire, incluyendo el cuidado de especies en peligro y sus hábitat. |
| I | 2.4 | Los sueldos y otros beneficios de los trabajadores rurales cumplen con la legislación provincial, nacional. El ingreso es equivalente a la canasta familiar local más el pago de la cuota de previsión social. |
| G | 2.B | Sobre la producción y consumo de productos de los sistemas silvopastoriles |
| I | 2.5 | Se han tenido en cuenta la productividad forrajera (evaluación de pastizales), la selectividad del ganado en la planificación de las cargas ganaderas, y los momentos e intensidades de pastoreo de diferentes cuadros, así como técnicas silvícolas para dar continuidad al estrato arbóreo y la conservación de la integridad del sistema |
| I | 2.6 | El plan de cortas permite el mantenimiento de las superficies, densidad y cobertura de bosques planteados como óptimos en el Plan de manejo, favoreciendo la productividad del pastizal y permitiendo cosechas periódicas debidamente estipuladas de productos maderables |
| I | 2.7 | Se han tenido en cuenta las tasas de crecimiento, el turno de corta y los mecanismos de regeneración, en la planificación de las extracciones de los diversos productos del bosque |
| I | 2.8 | Se producen inversiones en bosques en crecimiento y manejados como sistemas silvopastoriles (raleos, separación de ambientes, mejora genética del ganado, etc). Los productores tienen acceso a créditos adecuados a sus posibilidades para capitalizar el sistema productivo silvopastoril |
| I | 2.9 | Se producen inversiones en el procesamiento de la madera proveniente de raleos o cortas selectivas de los bosques de ñire |
| I | 2.10 | Grado de elaboración con el que los productos de la madera y ganadero obtenido del sistema silvopastoril presenta el mayor nivel posible de procesamiento en la región compatible con la optimización de la rentabilidad y con las capacidades locales de infraestructura y personal. |
| G | 2.D | Sobre la educación e investigación |
| I | 2.11 | Los productores reciben una capacitación y supervisión adecuada para asegurar la implementación correcta del usos silvopastoril del bosque de ñire |
| I | 2.12 | Capacidad para llevar a cabo y aplicar la investigación destinada a mejorar el manejo forestal, su conservación y la generación de bienes y servicios forestales. |
| G | 2.E | Sobre la comunidad en general |
| I | 2.13 | Se respetan la posibilidad de mantenimiento y uso de los sitios de alto valor (paisajístico, recreativo, cultural) de diferentes grupos de actores ligados al recurso. |
| I | 2.14 | La figura del ñire y los ñirantales está integrada a las valoraciones culturales locales |
| I | 2.15 | Las personas relacionan en cierta medida su futuro y el de sus hijos con el manejo sustentable del bosque de ñire |
| I | 2.16 | La frecuencia del deterioro o degradación del bosque de ñire por parte de las comunidades locales disminuye a lo largo del tiempo. |
| I | 2.17 | Existen mapas que muestran los diferentes usos y usuarios del bosque de ñire y proveen detalles sobre dichos aprovechamientos. Esta información esta disponible para la comunidad. |

Los 10 indicadores del Criterio 3 fueron agrupados en dos grupos: biodiversidad y protección (Tabla 14). El mantenimiento de la integridad del ecosistema forestal de ñire bajo uso silvopastoril, incluyendo la productividad, la biodiversidad y la salud del ecosistema y sus componentes, son el punto central de este criterio.

Tabla 14. Texto completo del Criterio 3 (C3), sus grupos (G) e indicadores (I) relacionado a aspectos de la biodiversidad y protección del bosque nativo de ñire en Santa Cruz.

| # | Texto |
|--------------|--|
| C 3 | Mantenimiento de la integridad del ecosistema forestal de ñire (productividad, biodiversidad, sanidad) |
| G 3.A | Biodiversidad (ecosistemas, especies, hábitat, genética) |
| I 3.1 | Las funciones ecológicas vitales (regeneración natural, sucesión, diversidad genética y ciclos naturales) se mantienen intactas, aumentan o se recuperan. |
| I 3.2 | Las áreas representativas de bosque de ñire en la provincia, especialmente sitios de importancia ecológica, están protegidas y manejadas apropiadamente. |
| G 3.B | Protección |
| I 3.3 | No se manifiestan desequilibrios en las comunidades vegetales y/o animales exóticas que se puedan expresar como plagas en el bosque de ñire bajo usos silvopastoril |
| I 3.4 | Los procesos que mantienen la diversidad biológica (biodiversidad de plantas y fauna nativa, etc) en bosques bajo manejo silvopastoril son conservados. |
| I 3.5 | Se mantiene la calidad del agua para consumo humano |
| I 3.6 | Las áreas ecológicamente sensibles, especialmente las zonas de amortiguamiento a lo largo de los ríos o pendientes elevadas son protegidas. |
| I 3.7 | Se contempla sistemas de protección para prevenir incendios y ramoneo de liebre o conejo. |
| I 3.8 | Existen medidas para proteger las especies raras, amenazadas y en peligro de extinción, al igual que sus hábitat (por ejemplo, zonas de anidamiento o alimentación). Se han establecido zonas de protección y de conservación, de acuerdo a la escala y a la intensidad del manejo silvopastoril. Se controlan las actividades inapropiadas de la caza, captura y recolección. |
| I 3.9 | Químicos, contenedores, desperdicios inorgánicos, líquidos y sólidos, incluyendo combustibles y lubricantes, son desechados de una manera ambientalmente apropiada en lugares fuera del sitio de trabajo |
| I 3.10 | La erosión y otras formas de degradación de suelos son minimizadas no supera las tasas naturales del sistema. |

Los textos de los 19 indicadores del Criterio 4, que se refieren al planeamiento, monitoreo y evaluación del uso del bosque de ñire, son presentados en la Tabla 15. Los indicadores de este criterio fueron organizados en dos grupos: planificación regional de largo plazo y planeamiento a corto y mediano plazo a escala de unidad de manejo.

Tabla 15. Texto completo del Criterio 4 (C4), sus grupos (G) e indicadores (I) referidos al planeamiento, monitoreo y evaluación del uso del recurso forestal ñirantal en Santa Cruz.

| # | Texto |
|--------------|--|
| C 4 | Planificación, monitoreo y evaluación del uso del bosque de ñire |
| G 4.A | Plan Regional a Largo Plazo por parte del Estado |
| I 4.1 | Existe un plan regional que ordene los diferentes usos del bosque de ñire promoviendo su uso integral y prestando atención a valores sociales (empleo, capacitación), económicos (sector forestal, ganadero, turístico), ambientales y culturales. Para lograr la coordinación de este Plan hay recursos humanos y económicos efectivos. |

| | | |
|----------|------------|--|
| I | 4.2 | La planificación del manejo silvopastoril y su implementación tienen en cuenta variables económicas (costos de producción, inversiones, rentabilidad, etc.), así como los resultados de las evaluaciones del impacto ambiental y social de ese manejo. |
| I | 4.3 | El Plan de Manejo contempla la necesidad de conectividad de áreas protegidas como ser corredores de vegetación natural para movimiento de vida silvestre. |
| I | 4.4 | El manejo forestal, el procesamiento (agregado de valor) y las actividades de comercialización promueven el uso óptimo y diversificado del bosque de ñire, generando beneficios a nivel local. El valor de dichos productos, aserrables y no aserrables, aumenta año a año sin afectar negativamente al ecosistema o la sociedad. |
| I | 4.5 | Se incorporan nuevas o se mejoran las existentes tecnologías y técnicas silvícolas en la generación de bienes y servicios derivados del bosque de ñire |
| I | 4.6 | Hay disponibles, en cantidad y calidad, datos, estadísticas y otra información para medir o describir estos indicadores de sustentabilidad del uso silvopastoril del bosque de ñire |
| I | 4.7 | Los planes de manejo consideran el mantenimiento de servicios ambientales tales como la fijación de Carbono, los cuales son incorporados al plan de manejo |
| I | 4.8 | La autoridad de aplicación establece pautas para el cuidado del recurso paisajístico en bordes de caminos y laderas expuestas en zonas de uso público, basándose en criterios convencionales y la valoración del mismo por parte de las comunidades involucradas |
| I | 4.9 | Se realiza un monitoreo periódico para evaluar la efectividad de las medidas usadas para mantener o incrementar los atributos de conservación aplicables. |
| G | 4.B | Planes de Manejo silvopastoril a Corto Plazo a nivel de establecimientos |
| I | 4.10 | Los Planes de Manejo Silvopastoril en los establecimientos con bosques de ñire existen y se cumplen |
| | 4.11 | El uso silvopastoril de los bosques de ñire especifican los métodos silviculturales a implementar (raleos, intensidad de cortas, patrón temporal y espacial) y contempla la regeneración natural para dar continuidad al estrato arbóreo |
| I | 4.12 | El uso silvopastoril de los bosques de ñire contempla evaluaciones de pastizales para el ajuste de la carga animal y contempla el momento de uso en los cuadros con bosque de ñire |
| I | 4.13 | El manejo silvopastoril cuenta con un sistema de monitoreo que verifica la conformidad del manejo con la planificación. Para ello recolecta los datos necesarios para monitorear variables productivas (rendimiento de los productos forestales, la tasa de crecimiento del bosque), económicas (rentabilidad), ambientales (regeneración, composición y cambios observados en la flora y fauna) y sociales (empleo, capacitación, seguridad e higiene). |
| I | 4.14 | El Plan de Manejo es revisado periódicamente para incorporar los resultados del monitoreo y la nueva información científica y técnica, para responder a los cambios en las circunstancias ambientales, sociales y económicas. |
| I | 4.15 | Especifican acciones necesarias para evitar o minimizar impactos ambientales (en bosques remanentes, suelo, agua, etc), por ejemplo durante la corta de árboles y pastoreo |
| I | 4.16 | El uso silvopastoril de los bosques de ñire contiene instrucciones expresas para proteger efectivamente los recursos hídricos (por ej. los cursos de agua y áreas de mallines) que se encuentran en el área. |

| | | |
|---|------|---|
| I | 4.17 | Los costos, la productividad, los precios y la rentabilidad del manejo silvopastoril son aceptados como razonables por los productores. |
| I | 4.18 | Existe rehabilitación del bosque degradado de ñire bajo pastoreo |
| I | 4.19 | Se documentan y registran las acciones y decisiones del manejo silvopastoril para su monitoreo. |

Etapa II: Valoración de la importancia relativa de los criterios e indicadores

El set de C&I seleccionados durante la Etapa I fueron analizados y evaluados para determinar la importancia relativa de cada indicador, grupo y criterio y así evaluar la sustentabilidad del manejo de los bosques de ñire de Santa Cruz. La información de esta etapa fue recolectada a través de la participación de 42 personas (técnicos y funcionarios del gobierno provincial o municipal, productores y empleados rurales, organizaciones no gubernamentales ambientalistas, profesores universitarios de carreras afines con el estudio e investigadores). En la Tabla 16 se presentan los resultados para el nivel de los criterios y grupos. La importancia relativa de los cuatro criterios estuvo homogéneamente distribuida. Al nivel de los grupos, el referido al “marco institucional” fue el más importante (37%) de los tres grupos del Criterio 1. Entre los cuatro grupos del Criterio 2, el más importantes fue el relacionado al “empleo” (28%) y el de menor importancia fue “necesidades de la comunidad” (21%). Los dos grupos del Criterio 3 y Criterio 4 fueron considerados prácticamente igual de importantes.

Tabla 16. Importancia relativa de los Criterios y Grupos de indicadores del set de C&I para el uso sustentable de los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire de Santa Cruz.

| Nivel en la Jerarquía | Texto del Criterio o Grupo de Indicadores | Importancia a nivel de Criterios | Importancia a nivel de Grupos |
|-----------------------|---|----------------------------------|-------------------------------|
| Criterio 1 | Marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable del bosque de ñire | 31% | |
| Grupo A | Marco legal | | 37% |
| Grupo B | Marco institucional | | 33% |
| Grupo C | Marco económico | | 30% |
| Criterio 2 | Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos para cubrir las necesidades de las generaciones actuales y futuras | 26% | |
| Grupo A | Empleo | | 28% |
| Grupo B | Producción y consumo productos de los SSP | | 26% |
| Grupo C | Educación e investigación | | 25% |
| Grupo D | Necesidad de la comunidad | | 21% |
| Criterio 3 | Mantenimiento de la integridad del ecosistema forestal de ñire | 22% | |
| Grupo A | Biodiversidad | | 53% |
| Grupo B | Protección | | 47% |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| Criterio 4 | Planificación, monitoreo y evaluación del uso del bosque de ñire | 21% |
| Grupo A | Plan Regional a largo plazo | 51% |
| Grupo B | Planes de Manejo silvopastoril a corto plazo | 49% |

Etapa III: Evaluación de la sustentabilidad de los criterios e indicadores

El objetivo de esta etapa fue determinar cuán crítico era el estado o situación de cada indicador a través de la evaluación por parte de los mismos participantes de la Etapa II. Para evaluar la sustentabilidad del manejo de los bosques de ñire de Santa Cruz se utilizó el concepto del valor límite que los ecosistemas (y la sociedad) pueden tolerar (Mendoza et al., 2002). Por lo tanto, los participantes evaluaron que tan cerca o lejos se encontraba la realidad santacruceña con respecto al valor límite tolerable. Para eso cada C&I fue evaluado en una escala de 1 a 5 que representa la proximidad de ese indicador a su estado o nivel de sustentabilidad. Mientras que el puntaje más alto indica que el estado de un determinado indicador (cantidad o calidad) se encuentra muy próximo a su estado deseable y que ese estado es posible mantenerlo en el tiempo, un indicador que supera el límite tolerable debe recibir el mínimo puntaje. Si un indicador está en un estado deseable en el presente pero se prevé que esa situación cambiará en el futuro acercándose al límite de sustentabilidad, ese estado no es sustentable en el tiempo y por lo tanto debería recibir un puntaje intermedio. Un indicador con un puntaje bajo pone de manifiesto la necesidad de aplicar medidas correctivas, mitigatorias o incluso de remediación.

En la Figura 9 se presenta el puntaje para cada Criterio y Grupo de indicadores basado en el promedio de los puntajes de los indicadores en cada criterio y grupo. Comparativamente el Criterio 3 presentó el promedio superior (2,34) y el Criterio 4 el menor promedio (1,23). Los Grupos de Indicadores con promedios menores a 1,3 fueron el marco legal y económico (Criterio 1), y el planeamiento regional de largo plazo y plan de corto plazo a nivel predial (Criterio 4) (Figura 9).

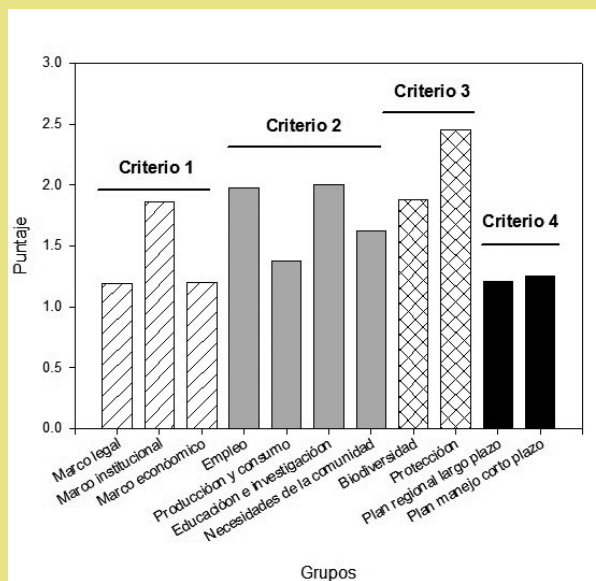


Figura 9. Puntaje de los Criterios y Grupos calculado como el promedio de los puntajes de asignados a sus correspondientes indicadores del set de C&I para el manejo sustentable de los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire de Santa Cruz.

La Tabla 17 presenta los diez indicadores que los participantes consideraron en peor estado respecto a la sustentabilidad en el uso de los bosques nativos de ñire de Santa Cruz. La presencia de un indicador en esta lista no significa que el mismo sea necesariamente una prioridad, pero definitivamente es un aspecto del manejo que requiere ser mejorado. Estos indicadores podrían agruparse en dos temas principales: el manejo silvícola y silvopastoril de los ñirantales y la administración del recurso a través de la necesidad de contar con políticas para un planeamiento del recurso. En relación al manejo forestal, el indicador más alejado de la sustentabilidad de todo el set de C&I fue el referido a que la operación silvopastoril de los establecimientos ganaderos de Santa Cruz considere todo el rango de valores provenientes de estos bosques y proteja a las especies en peligro y su hábitat (i.1.2). Dicho indicador recibió el puntaje cercano al más bajo posible (1,06). Otro problema relacionado con el uso del bosque de ñire es la falta de manejo como sistemas silvopastoriles (raleos, separación de ambientes, etc) y que los productores no tienen acceso a créditos adecuados a sus posibilidades para capitalizar el sistema productivo silvopastoril.

Tabla 17. Nómina de los 10 indicadores con los menores puntajes del set de C&I para el manejo sustentable de los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire de Santa Cruz ordenados en forma ascendente según el puntaje de cada criterio.

| Número | Texto Indicador | Grupo | Puntaje |
|--------|--|---|---------|
| 1.2 | Las políticas de manejo son establecidas y debidamente documentadas para permitir que la operación silvopastoril de los establecimientos ganaderos de Santa Cruz considere todo el rango de valores provenientes de estos bosques y proteja a las especies en peligro y su hábitat. | Marco legal | 1,06 |
| 2.8 | Se producen inversiones en bosques en crecimiento y manejados como sistemas silvopastoriles (raleos, separación de ambientes, mejora genética del ganado, etc). Los productores tienen acceso a créditos adecuados a sus posibilidades para capitalizar el sistema productivo silvopastoril. | Producción y consumo de productos de los sistemas silvopastoriles | 1,08 |
| 4.2 | La planificación del manejo silvopastoril y su implementación tienen en cuenta variables económicas (costos de producción, inversiones, rentabilidad, etc.), así como los resultados de las evaluaciones del impacto ambiental y social de ese manejo. | Plan Regional a Largo Plazo | 1,08 |
| 4.7 | Los planes de manejo consideran el mantenimiento de servicios ambientales tales como la fijación de Carbono, los cuales son incorporados al plan de manejo | Plan Regional a Largo Plazo | 1,09 |
| 4.9 | Se realiza un monitoreo periódico para evaluar la efectividad de las medidas usadas para mantener o incrementar los atributos de conservación aplicables. | Plan Regional a Largo Plazo | 1,10 |
| 4.14 | El Plan de Manejo es revisado periódicamente para incorporar los resultados del monitoreo y la nueva información científica y técnica, para responder a los cambios en las circunstancias ambientales, sociales y económicas. | Planes de Manejo silvopastoril a Corto Plazo | 1,11 |

| | | | |
|------|--|--|------|
| 4.19 | Se documentan y registran las acciones y decisiones del manejo silvopastoril para su monitoreo. | Planes de Manejo silvopastoril a Corto Plazo | 1,11 |
| 1.9 | Grado en el cual el marco económico (medidas y políticas económicas) apoya la conservación y el manejo sustentable de los bosques de ñire bajo uso silvopastoril | Marco económico | 1,15 |
| 4.1 | Existe un plan regional que ordene los diferentes usos del bosque de ñire promoviendo su uso integral y prestando atención a valores sociales (empleo, capacitación), económicos (sector forestal, ganadero, turístico), ambientales y culturales. Para lograr la coordinación de este Plan hay recursos humanos y económicos efectivos. | Plan Regional a Largo Plazo | 1,16 |
| 4.3 | El Plan de Manejo contempla la necesidad de conectividad de áreas protegidas como ser corredores de vegetación natural para movimiento de vida silvestre. | Plan Regional a Largo Plazo | 1,18 |

Por otro lado el indicador con mayor puntaje fue el que se refiere a que se mantiene la calidad del agua para consumo humano (i.1.2) (puntaje= 3,38) y el que hace referencia que la erosión y otras formas de degradación de suelos son minimizadas no superando las tasas naturales del sistema (i.1.2) (puntaje= 2,69).

Etapa IV: Cálculo del puntaje final de sustentabilidad

Usando el peso relativo de la Etapa II y el puntaje de la Etapa III, se calculó el “puntaje final de sustentabilidad” para cada indicador

$$P = \sum (r_{ji} \times p_{ji}) \quad (1)$$

Donde: **P** puntaje final de sustentabilidad, **j** criterio, **i** indicador, r_{ji} es el peso relativo de un indicador en un criterio, p_{ji} es el puntaje de un indicador en un criterio.

La principal utilidad de este puntaje es ofrecer rápidamente un panorama general del estado de situación del uso de los ñirantales en Santa Cruz, el cual nunca antes había sido estimado. El puntaje final de cada Criterio fue calculado promediando los puntajes de sus indicadores (Figura 10). Considerando que los puntajes finales de sustentabilidad recibidos por Criterios son resultantes la importancia y estado de los indicadores, es lógico concluir que un alto puntaje final de un indicador se deba a aspectos positivos de ambas variables. Allí se confirma que varios aspectos relacionados los Criterios 4 (Puntaje final 26,4%) requieren de importantes cambios para acercar el manejo actual a uno que sea sustentable en el tiempo y para toda la sociedad. Los otros Criterios presentaron valores cercanos al 50% (Figura 10).

En una situación ideal en la que todos los indicadores hubieran sido evaluados como en perfecto estado de sustentabilidad, el puntaje final de sustentabilidad hubiera sido de 5 puntos. Dicho puntaje final máximo se compondría de la sumatoria de los pesos relativos otorgados a los criterios, grupos e indicadores (equivalente a 1,0) y un puntaje máximo de 5 para cada ítem evaluado representando un estado ambiental óptimo. El puntaje final de sustentabilidad del set de C&I evaluados para SSP en Santa Cruz fue de **1,72** puntos. Este puntaje final de sustentabilidad fue claramente menor al informado para el uso de los bosques nativos de Tierra del Fuego (promedio de 2,52) (Carabelli y Peri, 2005). Esto pone de manifiesto que, en general, la situación actual

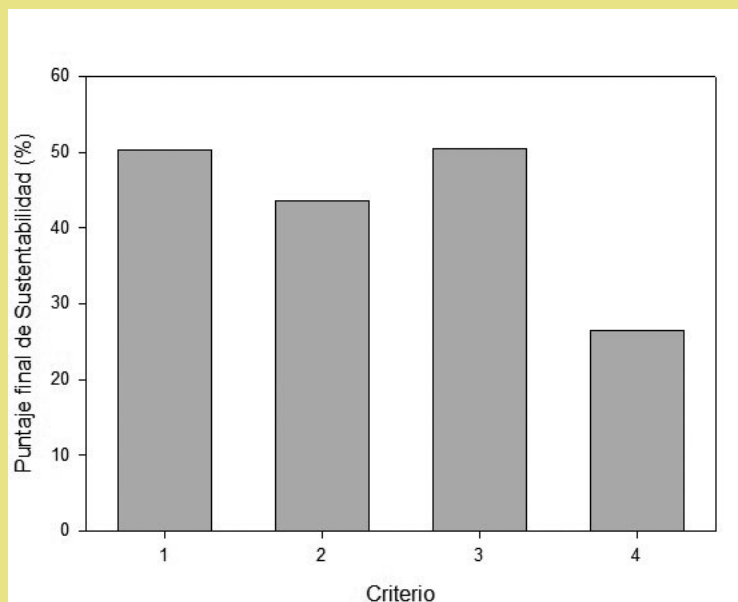


Figura 10. Puntaje final de sustentabilidad porcentual ($P \times 100$) del set de criterios e indicadores para el uso sustentable de los bosques nativos de ñire de Santa Cruz.

cuenta con más aspectos negativos que positivos. De acuerdo con este análisis, incluyendo los Criterios y Grupos, y el análisis realizado al nivel de los indicadores, resulta prioritario acciones relacionadas a políticas forestales y planeamiento de uso del bosque de ñire, y administración y utilización del recurso. Más allá de la existencia de un plan de manejo regional a largo plazo, el manejo del recurso forestal debería incluir variables económicas así como los resultados de evaluaciones ambientales y sociales. Los representantes del sector de gobierno consideraron que son necesarios sustanciales esfuerzos en esta área. Parte del problema es la falta de un nivel de detalle entre el objetivo de manejar los bosques de ñire sustentablemente y las especificaciones de la Ley Provincial Forestal (Ley N° 45). Sin embargo, recientemente se ha modificado esta ley provincial incorporando el uso silvopastoril de los bosques de ñire (Ley provincia de Santa Cruz N° 3159/10, Proyecto N° 572/10). En el contexto de mejoras de planes de manejo a nivel predial existe la perspectiva cierta que la Dirección de Bosques del Consejo Agrario Provincial (CAP) de la provincia cuente con pautas de manejo en el marco del Plan de Manejo Sostenible – Modalidad Silvopastoril dentro de la Ley Nacional de N° 26331 sobre Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, Ley Provincial de adhesión N° 3031 y Ley Provincial N° 3142. En dicho Plan se podrá tener objetivos ganaderos y madereros o solamente ganaderos pero contemplando la persistencia del bosque, en el que las intervenciones permitidas son lo suficientemente moderadas como para que el bosque siga manteniendo los atributos de conservación de la categoría II (Amarilla) o las recupere durante el transcurso del plan.

En conclusión, la principal utilidad de los puntajes de sustentabilidad obtenidos es ofrecer rápidamente un panorama del estado de situación, el cual nunca antes había sido estimado para los SSP de ñire en Santa Cruz. Este resultado podrá ser utilizado en futuras evaluaciones como un valor de referencia en el manejo de los ñirantales con ganadería de Santa Cruz.

3.3 Aspectos prácticos en el manejo de los ñirantales

Debido a la presencia de situaciones contrastantes en el estado actual de los ñirantales de Santa Cruz, la puesta en práctica del manejo silvopastoril y su conservación determina el potencial impacto a nivel provincial que significa su aplicación y a la vez nos brinda una guía para el desarrollo de políticas en la región.

Según la información presentada previamente, existen 63.260 ha de bosque de ñire con cobertura mayor a 60% (aproximadamente 40% de la superficie total de ñirantales) (Tabla 6), las cuales podrían estar sujetas a un plan de corta de raleos que reduzca la cobertura de copas (aumentando la intensidad lumínica al sotobosque), y de esta forma aumentar la producción de forraje que podría ser aprovechado para el pastoreo de los animales. Considerando esta superficie de bosques con altas coberturas del dosel superior, la distribución de calidades de sitio expresada por la altura de los dominantes, el grado de ocupación determinado por el área basal (AB, m²/ha), las intensidades de raleo propuestas según el régimen hídrico (descritas anteriormente) y las ecuaciones de volumen para ñire (Lencinas et al., 2002), se estima un volumen de madera aprovechable de aproximadamente **2.500.000 m³**. Estos valores son inferiores a los estimados para Tierra del Fuego que para una superficie de 108.433 ha de bosque de ñire con coberturas mayores a 70% se calculó 8.130.000 m³ de madera aprovechable (Peri, 2009d). Es importante tener en cuenta que el rendimiento en aserradero de rollizos provenientes de ñirantales de calidad de sitio media-alta (altura dominante 13,5 m, área basal 59 m²/ha) y con una intensidad de raleo que dejó un remanente de 30 m²/ha, varió desde 34% para trozas de buena calidad a 4% para trozas de baja calidad (Martínez Pastur et al., 2008). Los resultados sugieren la necesidad de incorporar tecnologías de aserrado que se adapten a los productos provenientes de los raleos de ñire a través del aprovechamiento de madera corta (confección de tableros, parquet o muebles) o la generación de energía (carbón o biocombustible) ya que el 91% de los ñirantales de Santa Cruz se desarrollan en una calidad de sitio baja (Tabla 6).

Por otro lado, considerando el aumento esperable en la producción del pastizal del sotobosque si se efectuaran los raleos en la totalidad de la superficie de ñirantales con coberturas superiores al 60% (63.260 ha), la Producción Primaria Neta Anual potencial del pastizal correspondiente a cada estrato, y teniendo en cuenta un consumo medio anual de 513 Kg MS/año para ovinos o 3590 Kg MS/año para bovino (Escobar et al., 2005), se esperaría aproximadamente un incremento de **62.000 ovinos** o **8.800 bovinos** en la provincia de Santa Cruz. Estos valores son inferiores a los estimados para Tierra del Fuego que para una superficie de 108.433 ha de bosque de ñire con coberturas mayores a 70% se estimó un incremento de 170.000 ovinos o 24.160 bovinos (Peri, 2009d). Es importante resaltar que estos valores son sólo orientativos para enmarcar el potencial impacto a nivel provincial en la producción ganadera, ya que cualquier decisión que tienda a incrementar el ganado o de la producción forestal resultante de prácticas silvícolas deberá estar contemplada en planes de manejo sustentables con sus áreas de conservación y a la aprobación de la autoridad competente.

Restauración de los bosques de ñire degradados

En el presente inventario se detectaron 1.830 ha de pérdida de bosque, principalmente en la zona sur de la provincia de Santa Cruz (zona de Río Turbio y 28 de Noviembre), debido principalmente a incendios o cortas excesivas conjuntamente con un pastoreo excesivo (sobrepastoreo). En estas áreas se podría desarrollar acciones de restauración activa. La restauración del ñirantal tiene por objetivo recuperar parte de los diferentes servicios que los bosques nativos ofrecen a las comunidades locales y sociedad en general. Entre los

principales servicios se encuentran los bienes productivos (madera, leña, postes, etc), el mantenimiento de la biodiversidad (sotobosque, aves, insectos, mamíferos), la preservación del ambiente (oferta de agua pura, mitigación de la erosión eólica e hídrica; mantenimiento de la fertilidad del suelo, etc), fijación de dióxido de carbono, y el valor paisajístico relacionado con el turismo. Las pérdidas de los bienes productivos del bosque relacionados con el aprovechamiento de madera o con fines energéticos (leña) o la fijación de carbono es relativamente simple de cuantificar. Por ejemplo, se estima que la superficie de bosque de ñire desaparecido en la provincia significa una pérdida de aproximadamente 174.000 m³ de madera y una pérdida de la tasa de fijación de carbono de 1650 toneladas por año. Sin embargo, existen otros servicios derivados de los bosques nativos como el valor real de tener agua pura, biodiversidad y valor paisajístico que son generalmente subestimados por la sociedad ya que no son servicios comercializables en mercados formales. Es decir, ¿cuál es el valor que existan especies de aves nativas o el valor de paisaje para turismo en la zona de El Chaltén con y sin bosques nativos de ñire? Por lo tanto la restauración de las áreas degradadas de bosque nativo de ñire es una tarea que incluye la recuperación de su valor productivo, paisajístico, de biodiversidad y de calidad ambiental para la actual y las futuras generaciones. En este sentido, el Estado (Nacional, Provincial y/o Municipal) será un actor determinante en la promoción y/o ejecución de estas tareas de recuperación de áreas degradadas.

Según los antecedentes en esta provincia sobre la recuperación de bosques de *Nothofagus* degradados (Peri, 2003, Urretavizcaya et al., 2011), se recomienda la *restauración activa*, donde técnicas de manejo (plantaciones, desmalezado, eliminación de plagas, etc), son aplicadas para restablecer una estructura, composición de especies y biodiversidad deseada. La *recuperación pasiva* de los ñirantales afectados es poco probable en Santa Cruz, ya que los bosques quemados bajo pastoreo poseían una alta cobertura de gramíneas exóticas y se encontraban en áreas marginales de su distribución natural, constituyendo ecosistemas de alta fragilidad. Como la distribución original del bosque degradado mayoritariamente corresponde a ñire en una disposición irregular en isletas, se propone para la restauración utilizar las mismas especies nativas (ñire) en la conformación de “*agregados o bosquetes de recolonización*” (Peri, 2003). Esta forma de restaurar se basa en que la regeneración natural avanza lentamente desde los remanentes sobrevivientes marcando un frente de recolonización a pocos metros del borde de la isleta de árboles supervivientes. Por lo tanto, crear agregados o isletas de recolonización dispersas optimizará la tasa de la superficie afectada ya que en la próxima generación, los frentes de recolonización de cada agregado irían fundiéndose hasta recobrar la continuidad del bosque original. La intensidad de restauración de las áreas degradadas está determinada por la combinación del diámetro de los “*agregados o bosquetes de recolonización*” y la distancia entre ellos, la cual variará según las condiciones ambientales y de relieve. Para exposiciones de laderas expuestas a los fuertes vientos (cuadrante oeste-sudoeste) se sugiere una mayor intensidad de restauración determinada por un diámetro mínimo de cada *agregados* de recolonización de 30 m con distanciamientos medios entre *agregados* de 30 m. Para zonas más favorables (exposiciones este, precipitaciones superiores a los 500 mm anuales o cañadones protegidos) se recomienda una intensidad de 30 a 60 m de diámetro de cada *agregados* con distanciamientos de 60 a 100 m entre ellos. Además, se recomienda que la densidad de plantación promedio dentro de cada *agregado* sea de 2.500 plantas/ha (2 x 2 m). Teniendo en cuenta el número de árboles dentro de cada *agregado* y la distancia entre los mismos se calculó que el número total de árboles a forestar por hectárea en el proceso de restauración el cual varía de 350 a 690 árboles/ha. Para completar todo el proceso de restauración de las áreas con pérdida de bosque nativo de ñire en la provincia de Santa Cruz, se estima que será necesario forestar aproximadamente **950.000 árboles**.

Si el proceso de degradación fuera a partir de un incendio en zonas con pendientes se recomienda no extraer la madera muerta para evitar la erosión por tránsito y arrastre. De esta forma también se lograría que el material quemado actuara en forma mecánica protegiendo el suelo y que se reinstalara una nueva cobertura vegetal a partir de la regeneración de las plantas con capacidad de rebrote de tocón o raíz.

La calidad de las plantas a utilizar también incide en el éxito de la restauración. Se recomienda las plantas de una mínima altura media de unos 20-30 cm, un diámetro a la altura del cuello de 3-5 mm y una buena cabellera radicular. Los plantines de ñire se pueden obtener a partir de la producción en viveros. También se pueden obtener a partir de un repique en manchones de regeneración del bosque nativo con una tasa de extracción que no supere la tasa de mortandad por competencia intra-específica. Como dato orientativo, en manchones de fase de regeneración inicial (100.000 a 200.000 plantas/ha) de ñire se debería extraer un intensidad de 250 a 400 plantas/ha. El momento óptimo para efectuar el repique es en Agosto cuando aún no hayan brotado. Luego de repicadas las plantas se deberá evitar la desecación de las raíces para su traslado al lugar de plantación cubriéndolas con bolsas de arpillera humedecidas. En gran medida el éxito de prendimiento de la plantación depende de evitar el desecamiento de raíces.

Conclusiones

La clasificación obtenida del bosque de ñire de Santa Cruz permite inferir que las categorías del estado actual, responden en gran medida a los disturbios, reflejando la historia de utilización de estos bosques. En este sentido, la distribución espacial de los bosques demuestra que los bosques más disturbados coinciden con las áreas de mayor actividad antrópica, como el entorno de las instalaciones rurales y los caminos principales. La instalación de las ciudades (Río Turbio, 28 de Noviembre, El Chaltén) y los establecimientos ganaderos en el ecotono han determinado una profunda transformación de los bosques de ñire, en los que el fuego, los desmontes, las cortas selectivas, el pastoreo con ganado, la introducción de especies forrajeras y la dispersión de especies invasivas exóticas han jugado un rol fundamental.

Es importante resaltar que del resultado de este inventario provincial se definió una clasificación del bosque de ñire según su uso potencial: bosque de producción (maderero, silvopastoril), bosque de protección (relacionado a pendientes, altitud, cursos de agua, fauna, ecosistemas frágiles de bosques con alturas de árboles dominantes menores a los 4 m, áreas de alto valor de la conservación como los relictos) y bosques de recreación y turismo. Además, se pudo estimar a escala provincial la situación de los ñirantales en variables de estructura y ambientales de gran importancia, como ser el estado de la regeneración (alta proporción de reproducción asexual por brotes de raíz relacionada con eventos de incendios), la diversidad de especies del sotobosque y la capacidad de fijar carbono de los ñirantales.

Con la información resultante de este inventario, la información generada de los trabajos sobre ecología y manejo del bosque de ñire y la existencia de un marco legal (Ley Nacional de N° 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos), se estaría en condiciones de poder desarrollar a nivel provincial un manejo sustentable de los ñirantales bajo un uso de sistemas silvopastoriles como alternativa productiva, contemplando inclusive la posibilidad de recuperar ecosistemas degradados, principalmente teniendo en cuenta que el 90% del total de la superficie de ñire de la provincia presenta evidencia de actividad ganadera.

Es decir, con la información obtenida a escala provincial en el presente trabajo y las propuestas de manejo y conservación sugeridas se favorece la posibilidad de utilizar el bosque de ñire en forma sustentable. En este sentido, es de gran importancia ejecutar *Planes de Manejo* a nivel predial, y enmarcado en una ordenación de bosques a nivel provincial, que tiendan a mantener o aumentar en el tiempo los niveles productivos (ganaderos y/o madereros) del ecosistema, y que contemple aspectos de sustentabilidad.



Relicto de ñire en el Parque Nacional Perito Moreno



Raleo en bosque coetáneo de ñire (42 años de edad) en Estancia Cancha Carrera



Bosque de ñire de protección asociado al Río Lacteo (Parque Nacional Perito Moreno)



Bosque de ñire degradado por proceso de praderización (alta cobertura de *Poa pratensis* bajo pastoreo) Ea. Cancha Carreras



Ejemplo de la categoría Pérdida de Bosque en las cercanías a Río Turbio, zona sur de la provincia de Santa Cruz.



Uso silvopastoril de ñirantales con ganado bovino (Estancia Morro Chico)

4. Bibliografía

- Alberdi M. (1995) Ecofisiología de especies leñosas de los bosques hidrófilos templados de Chile: Resistencia a la sequía y bajas temperaturas. En: Ecología de los Bosques Nativos de Chile (Eds. Armesto J., Villagrán C. y Arroyo C.). Universidad de Chile. 420 pp.
- Bahamonde H., Peri P.L., Monelos L., Martínez Pastur G. (2011) Aspectos ecológicos de la regeneración por semillas en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur, Argentina. *Bosque* 32(1): 20-29.
- Braun-Blanquet J. (1979) Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid.
- Caballero J.O. (2004) Recursos hídricos continentales. En: Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz (Eds. González L. y Rial P.). Editorial Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. ISBN 987-521-117-6.
- Carabelli E., Peri P.L. (2005) Criterios e Indicadores de sustentabilidad (C&I) para el Manejo Sustentable de los Bosques Nativos de Tierra del Fuego – Una herramienta metodológica para la determinación de los C&I en Patagonia, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires. ISBN 987-521-178-8.
- CIFOR C&I Team (1999). The CIFOR Criteria and Indicators Generic Template. Jakarta: CIFOR.
- Collado L. (2001) Los bosques de Tierra del Fuego. Análisis de su estratificación mediante imágenes satelitales para el inventario forestal de la provincia. *Multequina* 10: 1-16.
- Collado L. (2009) Clasificación de los ñirantales de Tierra del Fuego. En: Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Tierra del Fuego (Argentina) como herramienta para el manejo sustentable (Ed. Pablo L. Peri), pp. 10-27. Editorial Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires, 54 pp. ISBN: 978-987-521-347-0.
- Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2004) Atlas de los Bosques Nativos Argentinos. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, 245 pp.
- Dixon R., Brown S., Houghton R., Solomon A., Trexler M.C., Wisniewsky J. (1994) Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263: 185-190.
- Donoso C., Steinke L., Premoli A. (2006) Autoecología de las especies latifoliadas: *Nothofagus antarctica* (G. Forster). En: Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología (Ed. Claudio Donoso Zegers), pp. 401-410. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia, Chile.
- Elton C.S. (1966) Dying and dead wood. En: The pattern of animal communities, pp. 279-305. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- ERDAS (1998) Manual de Utilización de ArcView Image Análisis. ERDAS, Inc. Atlanta. USA.
- Escobar J., Rimoldi P., Carosio N.L. (2005) Curso de capacitación a distancia sobre nutrición de la majada en sistemas laneros extensivos de la región Patagónica. Módulo 3: Los pastizales y la nutrición de la majada: la carga animal. Ediciones INTA, Buenos Aires, 78 pp.
- ESRI (1996) Manual de Utilización de ArcView Gis. Enviromental Systems Research Institute, Inc. Redlands, CA. USA.
- FAO (2002) Proceedings Second Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions for Use by Various Stakeholders. Rome, 23-25 January 2002. WMO/CIFOR/FAO/IUFRO/UNEP. Rome.
- FAO (2003) Sustainable Forest Management (<http://www.fao.org/forestry/>).

- FAO (2009) Towards Defining Forest Degradation: Comparative Analysis of Existing Definitions. Forest Resources Assessment Working Paper, 62 pp.
- Forest Stewardship Council (2000) FSC Principles and Criteria (<http://www.fscoax.org/principial.htm>).
- Frangi, J. L., Barrera, M. D., Puigdefábregas, J., Yapura, P. F., Arambarri, A. M., Richter, L. L., (2004). Ecología de los bosques de Tierra del Fuego. En: Ecología y Manejo de los Bosques de Argentina. Arturo M. Frangi, J., Goya J. (Eds.), 88 pp. Editorial de la Universidad Nacional de la Plata.
- Gallo E., Lencinas M.V., Peri P.L. (2005) Biodiversidad en ñirantales. Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 645-670. Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.
- Gargaglione V., Peri P.L., Rubio G. (2010) Allometric relations for biomass partitioning of *Nothofagus antarctica* trees of different crown classes over a site quality gradient. *Forest Ecology and Management* 259: 1118-1126.
- Grupo de Trabajo del Proceso de Montreal. (1998) (http://www.mpci.org/evolution_e.html).
- Instituto Forestal Nacional, IFONA (1987) Pre – Carta Forestal. Provincia de Santa Cruz. 17 pp.
- Ivancich H., Martínez Pastur G., Peri P.L. (2011) Modelos forzados y no forzados para el cálculo del índice de sitio en bosques de *Nothofagus antarctica* en Patagonia Sur. *Bosque* 32(2): 135-145.
- Laclau P. (2003) Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. *Forest Ecology and Management* 180: 317–333.
- Lanly J. (2003) Deforestation and forest degradation factors. Proceedings XII World Forestry Congress, Quebec City, Canada.
- Ledgard S.F. (1991) Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows, estimated using ¹⁵N methods. *Plant and Soil* 131: 215-223.
- Lencinas J.D. (2002) Plan de ordenación territorial en bosques nativos de Patagonia. Investigaciones de bosques tropicales, Programa de Apoyo Ecológico (TÖB), GTZ, Eschborn, 60 pp.
- Lencinas M. V., Martínez Pastur G., Cellini J. M., Vukasovic R., Peri P. L., Fernández M. V. (2002) Incorporación de la altura dominante y clase de sitio a ecuaciones estándar de volumen para *Nothofagus antártica*. (Forster f.) Oersted. *Bosques* 23: 5-17.
- Linares J.C., Camarero J.J. (2010) Evaluando los efectos del cambio global sobre el funcionamiento de los abetos ibéricos mediante análisis de isótopos de carbono en los anillos de crecimiento. *Ecosistemas* 19(3): 24-40.
- Martínez Pastur G., Cellini J.M., Lencinas M.V., Peri P.L. (2008) Potencialidad de la cosecha y rendimiento industrial de bosques de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego (Argentina). Actas IV Congreso Chileno de Ciencias Forestales, 10 pp. Talca, Chile, 1-3 Octubre 2008.
- Martínez Pastur G., Peri P.L., Lencinas M.V., Moretto A.S., Cellini J.M., Barrera M.D., Ivancich H., Soler Esteban R., Pulido F., Anderson C. (2012) La producción forestal y la conservación de la biodiversidad en los bosques de *Nothofagus* de Patagonia Sur. En: Silvicultura para los Bosques de Chile (Eds. Donoso P. y Promis A.). Universidad Austral de Chile, Chile.
- Mendoza, G., Macoun, P., Prabhu, R., Sukadri, D., Purnomo, H., Hartano, H. (1999) Guidelines for Applying Multi-criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. (Toolbox No. 9). Jakarta: CIFOR.

- Mendoza, G., Prabhu, R. (2000) Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management*, 131:107-126.
- Mendoza, G., Hartano, H., Prabhu, R., Villanueva, T. (2002) Multicriteria and critical threshold value analyses in assessing sustainable forestry: model development and application. *Journal of Sustainable Forestry* 15: 25-62.
- Mongelli E., Desmarchelier C., Coussio J., Ciccía G. (1997) The potencial effects of allelopathic mechanisms on plant species diversity and distribution determined by the wheat rootlet growth inhibition bioassay in South American plants. *Revista de Historia Natural* 70: 83-89.
- Ormaechea S., Peri P.L., Molina R., Mayo J.P. (2009). Situación y manejo actual del sector ganadero en establecimientos con bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Patagonia sur. *Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*, pp. 385-393, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Ormaechea S., Peri P.L., Cipriotti P., Anchorena J. (2010) Producción y calidad de lana bajo diferentes manejos ganaderos en un establecimiento con bosque de ñire en Santa Cruz. *Actas I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico*, pp. 323. Coyhaique, Chile, 27 al 29 de Octubre de 2010.
- Ormaechea S., Peri P.L., Anchorena J., Cipriotti P. (2011) A comparison of two types of sheep grazing management in a forest-grass steppe ecotone in southern Patagonia. *Actas IX International Rangeland Congress*, pp. 661. Rosario, Santa Fé, 2-8 Abril 2011.
- Peri P.L. (1998) Eficiencia de cortinas protectoras: Efectos de parámetros estructurales en la reducción del viento, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Quebracho* 6: 19-26.
- Peri P.L. (2003) Planeamiento para la restauración de las áreas degradadas de bosque nativo de *Nothofagus* perteneciente al ejido de la Municipalidad de Río Turbio. *Publicación Técnica Forestal N° 22 Convenio UNPA-EEA Santa Cruz*. Julio 2003. 38 pp.
- Peri P.L. (2004) Bosque Nativo. En: *Guía Geográfica Interactiva de Santa Cruz* (Eds. González L. y Rial P.), pp. 43-47. Capítulo completo en CD. Editorial Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. ISBN 987-521-117-6.
- Peri P.L. (2005) *Sistemas Silvopastoriles en Ñirantales*. IDIA XXI Forestal. Año V. N° 8 pp. 255-259.
- Peri P.L., Martínez Pastur G., Monelos L., Allogia M., Livraghi E., Christiansen R., Sturzenbaum M.V. (2005a) *Sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire: una estrategia para el desarrollo sustentable en la Patagonia Sur*. En: *Dinámicas Mundiales, Integración Regional y Patrimonio en Espacios Periféricos* (Eds. Zárate R. y Artesi L.), pp.251-259. Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Río Gallegos. ISBN 987-1242-02-6.
- Peri P.L., Sturzenbaum M.V., Monelos L., Livraghi E., Christiansen R., Moretto A., Mayo J.P. (2005b) *Productividad de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de ñire (Nothofagus antarctica) de Patagonia Austral*. *Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Comisión Nuevas Tendencias Forestales*. 10 pp (Presentación 11). Corrientes, 6-9 Septiembre 2005. (CD) ISSN 1669-6786.
- Peri P.L., Monelos H.L., Bahamonde H.A. (2006) *Evaluación de la continuidad del estrato arbóreo en bosques nativos de Nothofagus antarctica bajo uso silvopastoril con ganado ovino en Patagonia Sur, Argentina*. *Actas IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Pecuaria Sostenible*, 6 pp. 24-28 Octubre 2006, Varadero, Cuba. ISBN Libro de Resúmenes 959-16-0477-7, ISBN CD-ROM 959-16-0478-5.
- Peri P.L. (2009a) *Método Ñirantal Sur -San Jorge: una herramienta para evaluar los pastizales naturales en bosques de ñire*. *Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, Sección Producción Animal*, pp. 33-37. Edición EEA Santa Cruz.

- Peri P.L. (2009b) Evaluación de pastizales en bosques de *Nothofagus antarctica* – Método Ñirantal Sur. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 335-342, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Peri, P.L. (2009c) Sistemas silvopastoriles en Patagonia: revisión del conocimiento actual. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 10-26, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Peri, P.L. (2009d) Implicancias prácticas del uso del ñirantal como sistema silvopastoril y su conservación. En: Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) de Tierra del Fuego (Argentina) como herramienta para el manejo sustentable (Ed. Pablo L. Peri), pp. 28-48. Editorial Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires, 54 pp. ISBN: 978-987-521-347-0.
- Peri P.L., Heinz E., Ferro M., Rial P., Salazar L. (2009a) Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia de Santa Cruz. 24 pp. Documento elaborado en el marco de la Ley Nacional de N° 26331 sobre Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos y Ley Provincial de adhesión N° 3031. Resoluciones del Consejo Agrario Provincial N° 166/09 y N° 470/09.
- Peri P.L., Mayo J.P., Christiansen R. (2009b) Evaluación de la producción y calidad de trébol blanco en sistemas silvopastoriles en ñirantales de Patagonia. Actas V Congreso Nacional – II Congreso Mercosur – I Jornada Técnica de Productores Sobre Manejo de Pastizales Naturales, pp. 176-177, Corrientes, 13-14 Agosto 2009.
- Peri P.L., Hansen N., Rusch V., Tejera L., Monelos L., Fertig M., Bahamonde H., Sarasola M. (2009c) Pautas de manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) ñire en Patagonia. Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 151-164, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Peri P.L., Ormaechea S., Huertas L. (2009d) Protección de renovales de ñire. Carpeta Técnica EEA INTA Santa Cruz, pp. 15-16, Sección 4. Producción Forestal. Edición EEA Santa Cruz.
- Peri P.L., Gargaglione V., Martínez Pastur G., Lencinas M.V. (2010) Carbon accumulation along a stand development sequence of *Nothofagus antarctica* forests across a gradient in site quality in Southern Patagonia. *Forest Ecology and Management* 260: 229-237.
- Peri P.L. (2011) Carbon Storage in Cold Temperate Ecosystems in Southern Patagonia, Argentina. En: Biomass and Remote Sensing of Biomass (Ed. Islam Atazadeh), pp.213-226. InTech Publisher, Croacia, 262 pp. ISBN: 978-953-307-490-0.
- Peri P.L. (2012) Criterios e Indicadores para el manejo sustentable de sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz. Actas Segundo Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, 9 al 11 de Mayo 2012.
- Peri P.L., Mayo J.P., Christiansen R. (2012a) Producción y calidad del pastizal mejorado con trébol blanco en sistemas silvopastoriles de ñire en Patagonia. Actas Segundo Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina, 9 al 11 de Mayo 2012.
- Peri P.L., Ferro M., Salazar L., Rial P., (2012b) Pautas mínimas para Presentación de Proyectos en el Manejo silvopastoril en bosques nativos de *Nothofagus antarctica* (ñire) en Santa Cruz. Ley Provincial de adhesión N° 3.031-Ley Provincial N° 3.142/10 Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia de Santa Cruz-Resolución del Consejo Agrario Provincial N° 166/09, 10 pp.
- Prabhu R., Colfer C.J.P., Dudley R.G. (1999) Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management (Toolbox N° 1), Yakarta, CIFOR.

- Quinteros C.P., Hansen N., Kutschker A. (2008) Diferenciación de la vegetación del sotobosque en diferentes tipos de bosque de ñire (*Nothofagus antarctica*) bajo uso silvopastoril. Actas de la Segunda Reunión sobre *Nothofagus* en la Patagonia – EcoNothofagus 2008, pp. 44. Esquel, Chubut.
- Raison R. J., Brown A.G., Flinn D.W. (2001) Criteria and indicators for sustainable forest management. Vienna, CAB International.
- Rusch V., Roveta R., Peralta C., Márques B., Vila A., Sarasola M., Todaro C., Barrios D. (2004) Indicadores de sustentabilidad en sistemas silvopastoriles. Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia. Informe Final del Proyecto de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON), Tomo II: 681-797. Dirección de Bosques (SAyDS). Proyecto BIRF 4085-AR.
- Rusch V., Sarasola M., Hansen N., Roveta R. (2009a) Criterios e Indicadores como Método para guiar la Sustentabilidad. a-Principios generales y Criterios e Indicadores ambientales en sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 109-119, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Rusch V., Sarasola M., Hansen N., Roveta R. (2009b) Criterios e Indicadores como Método para guiar la Sustentabilidad. b-Aspectos productivos y socioeconómicos en sistemas silvopastoriles con ñire (*Nothofagus antarctica*). Actas Primer Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, pp. 368-379, Ediciones INTA. Posadas, Misiones, 14 al 16 de Mayo 2009.
- Santos Biloni J. (1990) Árboles autóctonos Argentinos. *Tipográfica Editora Argentina*. 335 pp.
- Soler Esteban R., Martínez Pastur G., Lencinas M.V., Peri P.L. (2010) Flowering and seedling patterns in primary, secondary and silvopastoral managed *Nothofagus antarctica* forests in South Patagonia. *New Zealand Journal of Botany* 48(2): 63-73.
- Veblen T.T., Hill R.S., Read J. (1996) The Ecology and Biogeography of *Nothofagus* Forests. Yale University Press, New Haven and London, 403 pp.
- Vila A.R. (2005) Línea de base para el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) en la estancia Los Huemules. Informe Técnico Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA) - Cielos Patagónicos S.A., 61 pp.
- Urretavizcaya M.F., Peri P.L., Arriola H., Monelos L., Oyharcabal M.F., Defosse G. (2011) Teoría y práctica en la restauración postfuego de bosques templados de la Patagonia Argentina, 2pp. Actas IV Congreso Mundial de Restauración Ecológica y la XX Reunión Anual de la Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER). Mérida, México, 21-25 Agosto 2011.