

ESTADO Y USOS DE LOS BOSQUES NATIVOS DE LENGUA, SIEMPREVERDES Y MIXTOS EN SANTA CRUZ

ESTADO Y USOS DE LOS  
**BOSQUES  
NATIVOS  
DE LENGUA,  
SIEMPREVERDES  
Y MIXTOS  
EN SANTA  
CRUZ** BASE PARA SU  
CONSERVACION  
Y MANEJO

PERI PABLO LUIS / MONELOS LUCAS / DÍAZ BORIS / MATTENET FRANCISCO

HUERTAS LEONARDO / BAHAMONDE HÉCTOR / ROSAS YAMINA MICAELA

LENCINAS MARÍA VANESSA / CELLINI JUAN MANUEL / MARTÍNEZ PASTUR GUILLERMO

ISBN 978-987-46815-2-2



9 789874 681522



ESTADO Y USOS DE LOS  
**BOSQUES  
NATIVOS  
DE LENGA,  
SIEMPRE VERDES  
Y MIXTOS  
EN SANTA  
CRUZ** BASE PARA SU  
CONSERVACIÓN  
Y MANEJO

PERI PABLO LUIS<sup>1,2,4</sup> / MONELOS LUCAS<sup>2</sup> / DÍAZ BORIS<sup>1</sup> / MATTENET FRANCISCO<sup>5</sup>

HUERTAS LEONARDO<sup>1</sup> / BAHAMONDE HÉCTOR<sup>1,2</sup> / ROSAS YAMINA MICAELA<sup>3,4</sup>

LENCINAS MARÍA VANESSA<sup>3,4</sup> / CELLINI JUAN MANUEL<sup>6</sup> / MARTÍNEZ PASTUR GUILLERMO<sup>3,4</sup>

1/ INTAEEA Santa Cruz, Río Gallegos, Santa Cruz

2/ Unidad Académica Río Gallegos (UARG) de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Río Gallegos, Santa Cruz

3/ Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC), Ushuaia, Tierra del Fuego

4/ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

5/ Consejo Agrario Provincial (CAP), Río Gallegos, Santa Cruz

6/ Laboratorio de Investigaciones en Madera (LIMAD) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Buenos Aires.



2019

Estado y usos de los bosques nativos de Lengua, siempre verdes y mixtos en Santa Cruz:  
Base para su conservación y manejo / Pablo L. Peri ... [et al.]. - 1a ed revisada. - Río Gallegos: Consejo Agrario Provincial, 2019.  
108 p. ; 24 x 17 cm.

ISBN 978-987-46815-2-2

1. Bosques Nativos. I. Peri, Pablo L.  
CDD 577.3

# Prólogo

El sector forestal en la Región Patagónica tiene una larga historia, tanto en la producción primaria como en la industrial, la bioenergía, el transporte, la construcción, entre otras, y de ésta la provincia de Santa Cruz puede contar una parte. Como encontraremos leyendo esta publicación, existió en la provincia una economía vinculada a la producción forestal maderera que cumplió un rol fundamental en aquellos primeros tiempos del territorio y la provincia. Dimensionar la utilidad de la madera, proveniente de aquellos bosques, resultaría una tarea compleja de abordar en la actualidad, pero claramente podemos suponer que fue importante, nada despreciable. En principio por ser un material noble, manejable, trabajable, que se conocía y por sobre todo, estaba disponible. ¿Qué hubiese sido todo aquello sin la madera de los bosques santacruceños? Quizás muy diferente, ya que con ella se realizaron muelles, barcos, casas, galpones de esquila, tranqueras, estructuras para las minas de carbón y hasta durmientes de vías férreas, y por supuesto y fundamental, leña de cocina y calefacción. Estos usos, en su mayoría, han sido reemplazados en la actualidad. Sin embargo, las causalidades de que esto ocurriese no solo tienen que ver con el avance tecnológico de otros materiales, sino también con un cambio cultural de la población y el mercado. Las características que definieron a la madera, por ejemplo, de lengua, para los usos tradicionales no han cambiado, incluso se registran avances en las tecnologías de transformación que permitirían recuperar, de manera más eficiente, el uso de la madera de los bosques de Santa Cruz a la vez que se genera riqueza y empleo local. Para esto es necesario contar con información confiable y a escala provincial, que permita la adecuada planificación del aprovechamiento del recurso maderero y la proyección de acciones e inversiones del estado y el sector privado. La decisión del Consejo Agrario Provincial de avanzar en la recopilación de la información sobre nuestros bosques nativos, solo es posible por la capacidad, idoneidad y voluntad de los profesionales y técnicos santacruceños que desde hace ya algunas décadas vienen estudiando y aportando al conocimiento de los mismos.

La importancia del presente trabajo radica en que actualmente en Santa Cruz se cuenta con información general respecto a los principales tipos forestales, su distribución y superficie, pero no existe información detallada sobre el bosque de lengua, el de Guindo y el bosque mixto. Contar con esta permitirá avanzar en la planificación, la valorización, la silvicultura correcta puesta al servicio del aprovechamiento maderero y no maderero, la conservación, la restauración y otros usos posibles en el marco del desarrollo de políticas activas sectoriales y en armonía con las leyes vigentes en Santa Cruz.

**Martín Mónaco**  
Director de Bosques  
Consejo Agrario Provincial (CAP)

DISEÑO GRÁFICO  
Pablo Giunta  
f Blox Diseño Gráfico  
@ bloxdg  
www.bloxdg.com

Impreso en Febrero de 2019 en ErreGé y Asoc.

# Índice



Página 07 / **1. Introducción**

Página 13 / **2. Historia** del uso del bosque de lenga y aserraderos en Santa Cruz

Página 31 / **3. Clasificación** de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz

Página 31 / **3.1 / Metodología de la clasificación**

Página 32 / **3.2 / Muestreo de campo**

Página 42 / **3.3 / Procesamiento de la información**

Página 49 / **4. Resultados** de la clasificación de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz

Página 49 / **4.1 / Descripción general y usos**

Página 65 / **4.2 / Estado de los bosques**

Página 70 / **4.3 / Estructura de los bosques de lenga y mixtos**

Página 77 / **4.4 / Regeneración**

Página 89 / **4.5 / Especies epífitas**

Página 91 / **5. Uso productivo y conservación**

Página 91 / **5.1 / Propuesta silvícola en bosques productivos de lenga**

Página 96 / **5.2 / Pautas para la conservación del bosque de lenga y mixto**

Página 98 / **5.3 / Restauración de los bosques degradados con pérdida de cobertura**

Página 100 / **5.4 / Principales desafíos para el manejo de bosques de Patagonia Sur**

Página 101 / **Conclusiones**

Página 103 / **Agradecimientos**

Página 105 / **Bibliografía**

# Introducción

Los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) constituyen la masa forestal de mayor importancia económica en superficie y volumen del sur de Argentina y Chile, con una amplia distribución latitudinal desde Neuquén (35° 35' S) hasta Tierra del Fuego (55° S). La lenga es una especie decidua, que ocupa generalmente el límite altitudinal de la vegetación arbórea hasta los 2000 msnm en las áreas más septentrionales y hasta el nivel del mar en el extremo sur de la Isla de Tierra del Fuego (Donoso 1995). A lo largo de su distribución, estos bosques se establecen en un amplio rango de condiciones ambientales con un gradiente de precipitaciones anuales que varían entre 400 al este y 5000 mm/año en Chile, siendo en el norte un régimen mediterráneo con lluvias concentradas en el invierno y una fuerte estación seca (Jobbagy et al. 1995) y en el sur (Tierra del Fuego) un régimen isohigro con lluvias distribuidas de forma homogénea a lo largo de todo el año. En el límite altitudinal superior la temperatura media anual estaría en valores aproximados de 3,5 a 4,0 °C, mientras que en el límite altitudinal inferior fluctúa entre 6,5 – 7,0°C (Schlatler 1994). Los efectos de las erupciones volcánicas modifican el límite altitudinal superior de los árboles, junto a las avalanchas de escoria y nieve, las pendientes inestables y los vientos muy fuertes. Esta especie presenta una fuerte variación morfológica (plasticidad fenotípica por los cambios ambientales) expresada en bosques de tipo krummholtz (o achaparrado) y de fuste erecto (o arbóreo) (Veblen et al. 1977). El tipo krummholtz se encuentra en el límite altitudinal superior, que se produce en condiciones muy extremas, y que se manifiesta por troncos que crecen arrastrados sobre el suelo y desde los cuales emergen ramas, conjunto que forma una maraña impenetrable. En algunos lugares el tipo achaparrado se presenta como la parte superior del gradiente de altura. Por debajo del krummholtz, todavía se aprecia el efecto de la nieve, las bajas temperaturas, la pendiente y el deslizamiento de suelos, en la arqueadura de la base de los fustes de los árboles (lenga en "L"). La lenga de tipo arbóreo se expresa en laderas y valles por debajo del tipo achaparrado, con árboles de fuste erecto que pueden alcanzar hasta 30 m de altura en las mejores calidades de sitio (Martínez Pastur et al. 1997a). También en Santa Cruz exis-

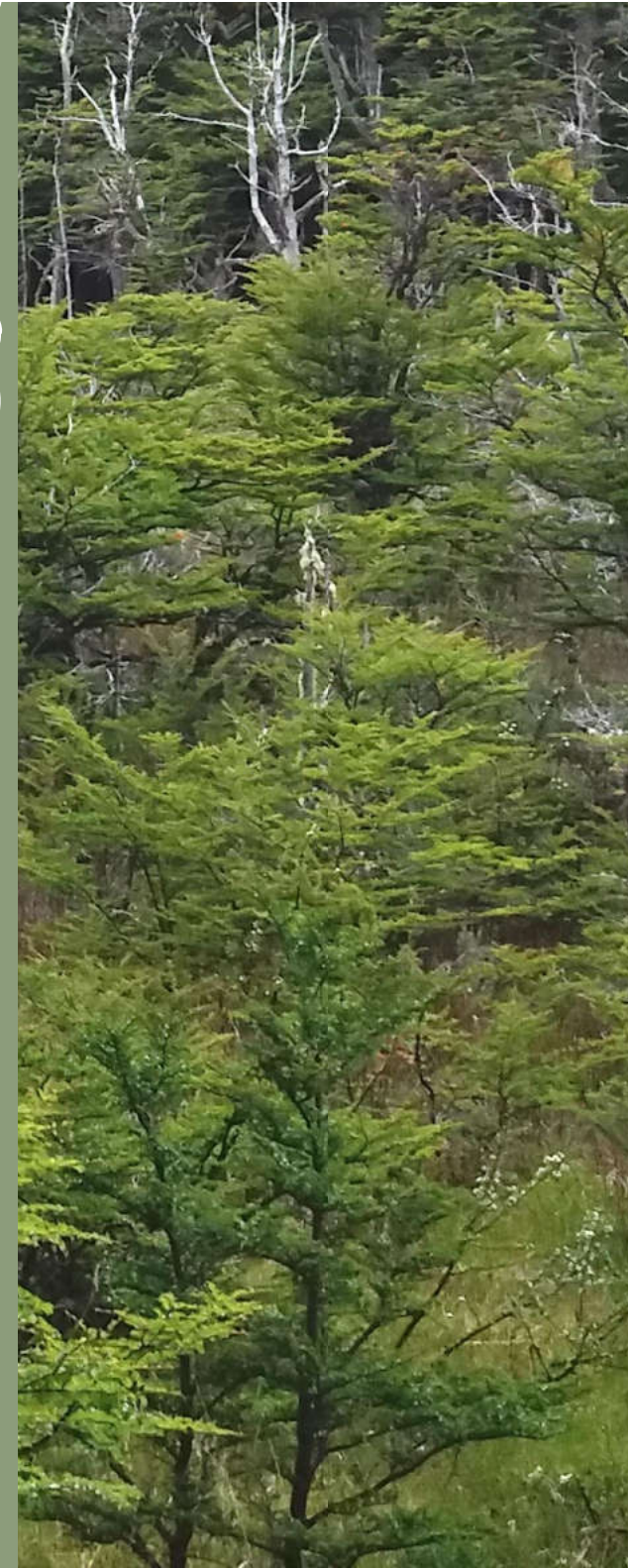
ten los bosques de guindo (*Nothofagus betuloides*), que es una especie perenne que en lugares protegidos alcanza una altura de 25 m, aunque también se encuentran ejemplares achaparrados en mallines. En Santa Cruz se encuentra en pequeños rodales puros en sitios húmedos y elevaciones bajas cerca de los cuerpos de agua (a orilla de lagos con menor amplitud térmica) y en contacto con el bosque de lenga (Lago del Desierto, Parque Nacional Los Glaciares, lago San Martín). Como tipo forestal también se asocia con el canelo (*Drimys winterii*), el notro (*Embothrium coccineum*), el ñire (*Nothofagus antarctica*) y/o el maitén (*Maytenus boaria*) formando bosques mixtos. En menor superficie, en la provincia se registran formaciones forestales de bosque mixto como los de lenga-ñire, lenga-canelo, lenga-notro, y guindocanelo. También existen relictos puros de ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) de alto valor de conservación en el Parque Nacional Los Glaciares y frecuentemente asociados con ñire, guindo y/o canelo (Peri et al. 2013a).

Los bosques con una baja frecuencia de disturbios de gran escala espacial (como en Santa Cruz) suelen estar caracterizados por una dinámica de claros, es decir que los disturbios más frecuentes son las caídas de un árbol, o grupos de unos pocos árboles, que generan la apertura de un claro en el dosel superior del bosque (Veblen et al. 1996). La lenga es una especie semi-heliófila que presenta alta tasa de instalación de plántulas pero que requiere mayor disponibilidad de luz para poder desarrollarse (Peri et al. 2009a). El método de regeneración mayormente empleado que se adapta a esta especie es el de cortas de protección, que consiste en la apertura gradual del dosel para permitir el desarrollo de la regeneración. Esta alternativa propone la transformación del bosque primario en un sistema regular que permita obtener aumentos en el crecimiento, estado sanitario y madera de calidad, mejorando los índices de aprovechamiento y su posterior rendimiento en el aserradero (Schmidt y Urzúa 1982, Martínez Pastur et al. 2000). Tradicionalmente estos bosques han sido explotados en toda la Patagonia mediante el método de "floreo" o entresaca selectiva, que implica la extracción de los mejores árboles del bosque, permaneciendo en pie aquellos que no presentan aptitud maderable y sobremaduros, proporcionando una

cobertura excesiva que impide su adecuado desarrollo (Schmidt y Caldente y 1994). Sin embargo, actualmente, otros sistemas de aprovechamiento han sido recomendados para esta especie, combinando objetivos productivos y de conservación, tales como la retención variable (Martínez Pastur et al. 2009, 2012).

La madera de lenga tiene una densidad que oscila entre los 500 y 590 kg/m<sup>3</sup> con colores que varían desde el blanco en la albura hasta el rosado, que se torna marrón al secarse la madera. Es utilizada para construcciones, muebles, parquet, pisos, carpintería de obra. También es posible la cosecha y aprovechamiento de los productos forestales no madereros (PFNM), definidos como aquellos bienes de origen biológico (distinto de la leña, la madera y el carbón vegetal), y que requieren de un manejo específico. En los Bosques Andino Patagónicos existe una enorme variedad de frutos silvestres que los habitantes utilizan frescos o elaborados como la frutilla silvestre (*Potentilla chilensis*), el maqui (*Aristotelia chilensis*), el calafate (*Berberis microphylla*), la chaura (*Gaultheria mucronata*), la parrilla (*Ribes magellanicum*), la zarzaparrilla (*Muehlenbeckia hastulata*) y la parrillita (*Ribes cucullatum*). Otras especies se usan para condimentar los alimentos, como el canelo (*Drimys winteri*) en reemplazo de la pimienta, el quin quin (*Osmorhiza chilensis*) en lugar del eneldo y el culle colorado (*Oxalis adenophylla*) como sustituto del limón. Además, sobre algunas especies del género *Nothofagus* como la lenga, el ñire y el guindo crece un hongo conocido como pan de indio (*Cyttaria darwinii*), cuya fructificación formaba parte importante de la dieta de los pueblos aborígenes. En Santa Cruz, en el marco de aumentar el valor agregado de los bosques, existen antecedentes de PFNM en ñirantales (*Nothofagus antarctica*) con la obtención de tintes naturales de especies del sotobosque, hemiparásitas y epífitas (Mattenet et al. 2015), la obtención de aceites esenciales de hojas de ñire mediante hidro-distilación (González et al. 2016) utilizado para bebida espirituosa usada también en comidas tradicionales Patagónicas y como potencial usos en la industria farmacéutica y perfumista (Mattenet et al. 2016a, 2016b) e infusiones con alto contenido de antioxidantes (Gastaldi et al. 2015).

La gestión forestal es un proceso de planificación y ejecución de prácticas para la administración y uso de los bosques con el fin de cumplir con objetivos ambientales, económicos, sociales y culturales específicos. La gestión forestal contempla aspectos administrativos, económicos, legales, sociales, técnicos y científicos relacionados con los bosques nativos. Dentro de la actividad forestal, el concepto de



sustentabilidad se desarrolló originalmente para asegurar la producción sostenible de madera y garantizar el cumplimiento de objetivos económicos. Sin embargo, en los últimos tiempos, el alcance de la gestión forestal se ha ampliado para abarcar también los valores sociales, culturales y ambientales del bosque. Es decir, los sistemas sustentables de manejo del bosque nativo son aquellos que son económicamente viables, que permiten mantener y/o elevar la calidad de vida de los productores y sociedad en general, y que junto con los actores involucrados en los procesos (Direcciones de Bosques de la provincias, ONGs, comunidad científica, Universidades, Municipalidades, Administración de Parques Nacionales) mantienen o mejoran la calidad del bosque nativo y de los recursos naturales de los cuales dependen los alimentos, la obtención de madera y otros productos que perduran a través del tiempo. Por razones prácticas (ej., diseño de políticas, toma de decisiones, pago por activos ecológicos), en los últimos años se han multiplicado los esfuerzos dirigidos a valorar los bienes y servicios intangibles de la naturaleza. En este contexto, los servicios ecosistémicos de los bosques se definen como los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios y la dinámica de los ecosistemas. Los servicios ambientales incluye los servicios de aprovisionamiento (alimentos, agua, madera, tintes, recursos genéticos), los servicios de regulación de los procesos del bosque (regulación del clima, mantenimiento de la calidad del aire, control de la erosión, calidad de aguas), los servicios culturales (beneficios no materiales que hacen a los aspectos recreativos, educativos, estéticos o de belleza escénica de los bosques) y los servicios de soporte que hacen posible la provisión de todos los otros servicios ambientales y que incluyen la producción de oxígeno, la formación de suelos y el ciclo de nutrientes. Los servicios ecosistémicos de los bosques de lenga en Patagonia se analizan a través del Modelo de Cascada (Potschin y Haines-Young 2011) que plantea una secuencia de valor conceptual y metodológico que vincula el capital natural (biodiversidad, ecosistemas) con el bienestar humano, describiendo un flujo de procesos socio-ecológicos (Fig. 1). La cascada de servicios ecosistémicos conecta lógicamente y sucesivamente las estructuras y procesos ecosistémicos con los elementos que afectan el bienestar humano a través de una especie de “cadena de producción”. De esta manera, para la generación de servicios ecosistémicos del bosque de lenga y de los consiguientes beneficios asociados, se requiere proteger y conservar los ecosistemas y la biodiversidad que les dan sustento.

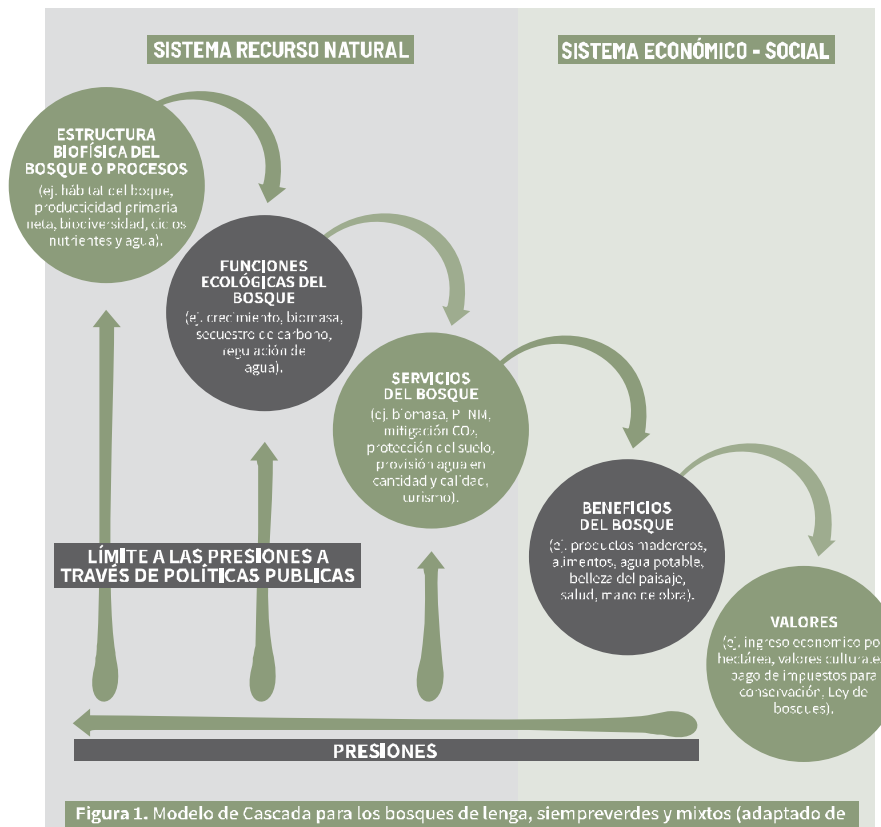


Figura 1. Modelo de Cascada para los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos (adaptado de Potschin y Haines-Young 2011).

Para tener la capacidad de cuantificar, visualizar o estimar los diferentes servicios ecosistémicos del bosque de lenga de Santa Cruz, es imprescindible contar con información del estado actual de los bosques nativos para la toma de decisiones. Un inventario forestal es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal, como así también sectorizar espacialmente los diferentes usos del bosque (turismo, conservación, recreación, restauración). Es decir, los inventarios forestales constituyen la parte fundamental de la planificación de la ordenación forestal con fines de aprovechamiento y manejo sostenible, ya que permiten determinar de manera cualitativa y cuantitativa el potencial del recurso forestal. El inventario nos permite determinar la composición de los bosques, las variables dasométricas (área basal, volumen, calidad de sitio), su sanidad y regeneración, biodiversidad, etc., estableciendo una línea de base para poder monitorear en el tiempo los cambios de cobertura y estructu-

ra. Además, el manejo forestal en Santa Cruz tendría que incorporar un Plan de Manejo Provincial a largo plazo, que tienda a mantener en el tiempo los niveles de uso de los bosques nativos de lenga, siempreverdes y mixtos. 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 lenga. La disponibilidad de datos satelitales de alta resolución espacial, temporal, y su integración en un SIG, ha contribuido para la producción de mapas temáticos de inventarios forestales de bosque nativo a escalas provinciales y regionales (Collado 2001, Lencinas 2002, Peri y Ormaechea 2013). 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 a través de planes de su manejo.

El presente inventario provincial de lenga, siempreverdes y mixto se enmarca en la Ley Nacional 26.331

de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos sancionada en 2007 siendo el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) la Autoridad Nacional de Aplicación. La Ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. La Ley exige mantener actualizada la información sobre la superficie cubierta por bosques nativos y su estado de conservación (Art. N° 12, inciso e) y constatar periódicamente el mantenimiento de las superficies y categorías de conservación declaradas por las respectivas jurisdicciones a los fines de otorgar los beneficios por los servicios ambientales que brindan (Art. N° 34). Por otro lado, en el Artículo N° 6 se establece la necesidad de realizar un Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) mediante un proceso participativo de cada provincia y exige a cada una realizar y actualizar periódicamente el OTBN existentes en su territorio. Luego de la implementación de la Ley 26.331 y las resoluciones del Consejo Federal de Medio Ambiente (COFEMA), surgieron modificaciones en la definición de bosque. El Decreto Reglamentario del Artículo 2° de la Ley 26.331 define como bosque nativo a los ecosistemas forestales naturales en distinto estado de desarrollo y entiende como especies arbóreas nativas maduras a toda especie vegetal leñosa con un tronco principal que se ramifica por encima del nivel del suelo. Además, la pauta 1.2 de la resolución 230/12 del COFEMA, establece los umbrales mínimos de superficie (0,5 hectáreas de ocupación continua), altura (3 m de altura mínima) y cobertura de copas (20% de cobertura de copa mínima) que determinan al bosque nativo. En Santa Cruz, se realizó el Primer Ordenamiento Territorial de Bosque Nativo (OTBN) en el año 2009 (Peri et al. 2009b) y la fase técnica del Segundo OTBN en el año 2016 (Peri et al. 2016). La superficie total de bosque nativo en la provincia de Santa Cruz en el marco del Segundo OTBN fue de 421.284 ha, de las cuales el 67% corresponde a la Categoría I (rojo), el 33% corresponde a la Categoría II (amarillo) y sin superficie asignada a la Categoría III (verde) (Peri et al. 2016). 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. 2009b, 2016). Existen también antecedentes de inventarios prediales en bosque de lenga como los realizados en los establecimientos de El Cazador y Cancha Carreras (año 1988, zona de Río Turbio), Ea. La Suerte en los valles del río Toro y Milodón (año 1995, zona de El Chaltén), en Ea. Stag River (año 1994, Cordillera Chica, zona de Río Turbio) (Peri y Rial 1998), Mazzaruca (año 2003, zona de Río Turbio) (Peri 2003a) y la Reserva Provincial Punta Guesa (año 2012, Cordillera Chica, zona de Río Turbio) (Peri et al. 2012). Sin embargo, no existe información detallada sobre el bosque de lenga que facilite la planificación de su uso a nivel provincial, como por ejemplo cuál es la superficie y ubicación de las masas boscosas productivas o cuáles son las áreas de bosque que necesitan ser restauradas por su estado de deterioro.

Por lo tanto, el principal objetivo del **Primer Inventario Provincial de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos en Santa Cruz** fue el de caracterizar estos bosques nativos como apoyo a sus diferentes usos (manejo silvícola, turismo, recreación, 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 adaptada a esta especie.

Como objetivos específicos se plantearon: (I) zonificar los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de la provincia de Santa Cruz por tipos forestales, estado y usos potenciales; (II) generar información que sea compatible con la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, el Ordenamiento Territorial Forestal (OTF) de la provincia y el Inventario Nacional Forestal; (III) generar un Sistema de Información Forestal en el Consejo Agrario Provincial (CAP), que provea información actualizada sobre existencias forestales y su estado de conservación; y (iv) implementar un sistema de monitoreo del estado y dinámica de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos en Santa Cruz.

# 2



## Historia del uso del bosque de lenga y aserraderos en santa cruz

De acuerdo a registros polínicos del lago Guanaco, inmediatamente al este de los Andes, Moreno et al. (2009) señalan cambios en el ambiente de ecotono, con un pulso de expansión del bosque desde el 1300 años cal. AP (antes del presente), y un aumento mayor entre los 570 y 70 años cal AP. De acuerdo con esto, Moy et al. (2009) sobre la base de un incremento en la cantidad de polen de *Nothofagus* durante la Pequeña Era de Hielo (PEH) en los sedimentos del lago Guanaco, proponen que es posible que la PEH haya promovido un corrimiento del ecotono y de los bosques andinos más hacia el interior de lo que se encuentran actualmente. Las características de la biota actual y la información etnohistórica permiten sostener que el área de ecotono estepa-bosque andino debió representar una fuente abundante, variada y alternativa de recursos vegetales para distintos usos entre las poblaciones de cazadores-recolectores de Patagonia meridional. Por ejemplo, Vera (1991) menciona el uso de plantas vasculares por parte de los grupos indígenas históricos cuando escaseaban los recursos, por lo que deduce que debieron recurrir a todas las especies del género *Nothofagus* para alimentarse, además de distintas variedades de hongos. Existen registros de la recolección y consumo por parte de los aónikenk de hongos pertenecientes a la familia Agaricaceae comúnmente llamados “Pan de indio” que podían obtenerse de árboles viejos en las zonas con el bosque (Coan 1880 en Vera 1991). Aunque en Patagonia la disponibilidad y distribución de los recursos ha estado fuertemente condicionada por las variaciones climáticas del Holoceno, la oferta diferencial de recursos entre la estepa y el bosque pudo significar diferentes problemáticas e historias ocupacionales para los grupos humanos. Existen observaciones paleoambientales de asentamientos humanos cercanos a bosques de lenga. Pallo y Borrero (2015) registraron datos con una amplia variedad artefactual que incluye restos óseos de guanacos, fragmentos de valvas de moluscos y artefactos líticos en la zona de Cancha Carrera y río Guillermo (zona de Río Turbio) que sugieren que los sitios registrados pudieron haber formado parte de sectores boscosos hoy desaparecidos. Los artefactos hallados se correspondían a instrumentos transportables como yun-

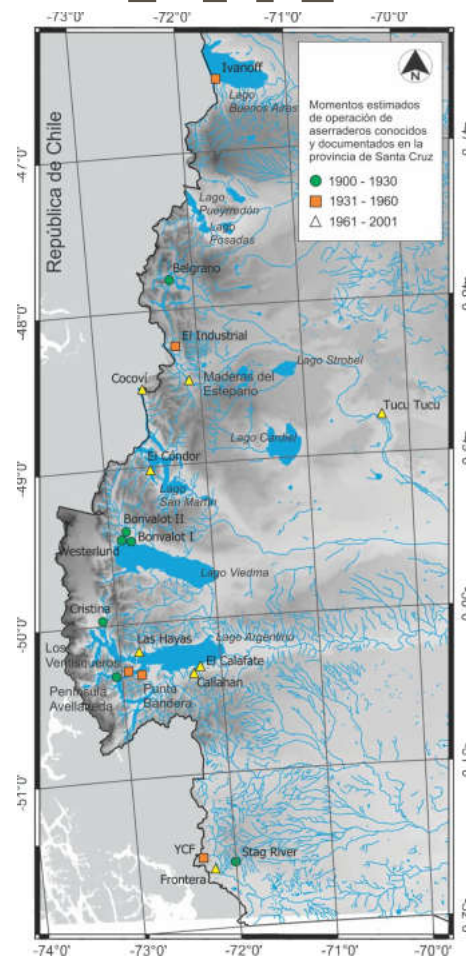
ques, raederas, raspadores, y no transportables como morteros en algunos casos manufacturados sobre materias primas de procedencia no local (obsidianas negra y gris) y acompañados por lentes de carbón. Sin embargo, el uso de estos espacios fue esporádico y podría estar vinculado a la posibilidad de aprovechamiento de madera en términos de circulación y explotación de estos espacios y no tanto en términos de asentamientos (Marina Carballo et al. 2016). Por su lado, Charlín et al. (2011) estudiando un área que abarca las estancias Stag River, Santa Ana, Glencross, Morro Chico y Rincón de los Morros en la zona de la Cordillera Chica, en distintos tipos de ambientes de bosque y ecotono entre las cuencas media e inferior del río Turbio y superior del río Gallejos, determinaron hallazgos arqueológicos de asentamientos con una distribución discontinua en los sectores localizados hacia el norte y noroeste de la laguna Cóndor (Puesto Aserradero en Estancia Santa Ana). En la zona del Lago San Martín, Belardi et al. (2013) determinan con estudios polínicos entre los 10.000 y 8000 años cal. AP, la expansión del bosque de *Nothofagus* lo cual sugieren condiciones más húmedas que las anteriores. En su trabajo, Belardi y Marina Carballo (2014) determinan que en la cuenca del lago San Martín, las mayores densidades artefactuales relacionadas con el uso del borde de bosque de *Nothofagus* se observaron sobre la margen sur del lago y corresponden al istmo de la península Maipú y presentan nueva evidencia del interior del bosque al oeste del istmo con concentraciones líticas y riqueza artefactual. La información paleoambiental indica que estos conjuntos siempre estuvieron en el bosque. Por otro lado, en la zona del Lago Belgrano en el Parque Nacional Perito Moreno existe registro que distintos grupos humanos desarrollaron prácticas sociales a lo largo de aproximadamente 10.000 años. Específicamente en el cerro Casa de Piedra ubicado en un punto estratégico del espacio entre el bosque y las planicies circundantes fue determinado evidencias de ocupaciones humanas correspondientes a la transición Pleistoceno/Holoceno (Aschero et al. 2005) donde se hallaron artefactos líticos, restos arqueofaunísticos, restos orgánicos, producción de arte rupestre y uso de aleros (Espinosa 2002).



Las poblaciones Aónikenk (conocidos comúnmente bajo el nombre de Tehuelche), eran de carácter nómada, dedicándose fundamentalmente a la caza de guanacos (*Lama guanicoe*) y choiques (*Pterocnemia pennata*), de los que no sólo obtenía alimento sino también los materiales para vestido, abrigo y habitación. Habitaban lugares cercanos a los ríos Chico, Gallegos, Coyle y Santa Cruz, y también en el sector lacustre de Última Esperanza y la parte meridional del lago Argentino cercano a los bosques. El explorador inglés George Chaworth Musters, en el viaje que realizó en 1870 a través de la Patagonia acompañando a los indios tehuelches (los Patagones), describe los toldos con el uso de madera de dimensiones importantes (Muster 1964) : "Se entierra en el suelo, en posición ligeramente inclinada, una fila de postes ahorquillados, de unos tres pies de altura, y se coloca sobre ellos un palo como caballete; frente a estos postes, a la distancia de unos siete pies, se planta otra fila, de seis pies de altura, también con su caballete, y a la misma distancia de los últimos, otra fila más, de ocho pies de altura, todos un poco inclinados, pero no con el mismo ángulo. Se estira sobre ellos, desde la parte trasera, una cubierta hecha con cuarenta o cincuenta pieles de guanaco adulto, untada con una mezcla de grasa y ocre rojo, y la gran tensión de la pesada capota endereza los postes; se la asegura entonces con correas a los palos delanteros, y se atan cortinas de cuero entre los postes interiores para separar los dormitorios, y el bagaje amontonado junto a los costados de la tienda cierra el paso a las ráfagas frías que entran por debajo de la cubierta. Se enciende el fuego en la parte delantera, o "boca de la tienda". Cuando el tiempo es muy malo, o cuando se acampa para pasar el invierno, se ata a los postes delanteros otra cubierta, y se la asegura abajo con otra fila de postes cortos, con lo que el toldo se hace cómodo y abrigado". Según Musters, en los mismos paraderos en los que los tehuelches se proveían de palos para los toldos, obtenían madera para fabricar monturas y otras manufacturas como estribos, pipas, fuentes y cucharas. En este contexto, Ramón Lista (1891) en su exploración resalta que entre las especies presentes en el distrito subandino que podrían utilizarse en la confección de estas manufacturas se encuentran el ñire, la lenga y el maitén (*Maytenus boaria*). Estos antecedentes indican que el bosque tuvo un uso marginal -en virtud de la marcada estacionalidad- y que las posibilidades de circulación por parte de las poblaciones humanas -y por ende del uso

de recursos (huemul, madera)- se vincularon con los momentos de expansión y retracción del mismo. El primer antecedente de población blanca en Santa Cruz fue el de La Nueva Colonia y Fuerte de Florida Blanca en la bahía San Julián y establecida como parte del plan de la Corona Española para la defensa de la Costa Patagónica con una efímera existencia de cuatro años, entre 1780 y 1784. En noviembre de 1782, Antonio de Viedma puso en marcha una expedición que por espacio de un mes y a lo largo de más de 700 kilómetros le llevó hasta el río Chico; remontó su cauce y alcanzó el paraje que hoy es conocido como Piedra Clavada. La exploración del territorio le permitió llegar a la cordillera y conocer la Laguna Grande que, en su honor hoy se conoce como Lago Viedma al igual que el glaciar. Uno de los objetivos de la expedición fue buscar madera para establecerse en la costa. Este es el primer registro del hombre de origen europeo buscando hacer uso de la madera de los bosques de Santa Cruz. Vuelve con la buena nueva de haber encontrado la madera, y por problemas entre la corona y el virrey, mandan a quemar lo que había en Florida Blanca y desalojar. El aprovechamiento forestal de los bosques de lenga en la provincia de Santa Cruz comenzó con pequeños y medianos aserraderos a principios del siglo XX cuyo principal uso era la provisión de madera para construcciones rurales y de infraestructura (puestos, cascos de estancia, corrales, postes para alambrado, galpones de esquila, puentes) acompañando a la expansión de la ganadería (Fig. 2). Luego y hasta el año 2001, se instalaron aserraderos que aprovecharon la lenga para venta de productos a los mercados de los pueblos y ciudades.

Una de las primeras explotaciones forestales en la provincia de Santa Cruz se inicia en la Península Avellaneda, a raíz de un contrato celebrado entre Alejandro Menéndez Behety y Esteban Ferrari con el Ministerio de Agricultura de la Nación. En un informe de 1918 de las inspecciones de tierra hace una referencia sobre el tema del aprovechamiento de bosques en la provincia. La zona en que se llevó a cabo la explotación de bosques fueron los lotes 17, 18 y 19 de la Península Avellaneda, en la sección XXXVI y abarcaba alrededor de 20 mil hectáreas de bosques de *Notofagus* sp. Se trata de un terreno alto de cordillera, con abundantes aguadas naturales, un río, chorrillos y manantiales. Una parte, entre la punta Este de la Península y el cerro, estaba ocupada por el Sr.



**Figura 2.**  
Ubicación de los principales aserraderos que funcionaron en la provincia de Santa Cruz desde el 1900 al año 2001.

Roberto Jones desde 1918, quien gestionaba el arrendamiento de la tierra. El administrador del aserradero era, en esa época, el Sr. Ovegude quien se entrevista con el inspector de tierras y le suministra la información referida al establecimiento. El encargado en Río Gallegos era el Sr. Gorrachategui, gerente de la Sociedad Anónima Los Lagos, de la que el Sr. Alejandro Menéndez Behety formaba parte. El corte de las maderas se hacía por contrato, se pagaba por pie cúbico, puesto sobre la playa del lago a \$0,30 el pie. El arrastre de la madera se llevaba a cabo con bueyes y los trabajadores poseían canoas a remo, realizadas con troncos socavados de 7 a 12 pies de largo, que utilizaban para trasladarse de un punto a otro. El jornal diario alcanzaba a 6 o 7 pesos, y los gastos por alimentación corrían por cuenta propia. La producción diaria alcanzaba en promedio a 30 vigas y se destinaba a los establecimientos de la Sociedad Anónima Los Lagos. El informe señala que no se vendía a los pobladores por carencia de transportes. En 1918, el establecimiento contaba con un administrador, que cobraba 25 libras esterlinas mensuales más el 10% neto de las entradas y al que se le proveía de casa, alimentación y pasajes para él y su familia. El resto del personal lo constituían 16 peones, cuyo salario era de 80 a 90 pesos, y cuatro carpinteros que cobraban entre 100 y 120 pesos. Las referencias bibliográficas sobre la explotación forestal en nuestra provincia son escasas. Juan H. Lenzi, en su biografía sobre Juan M. Gregores se refiere al tema en función de la reapertura del establecimiento realizada por este gobernador en los siguientes términos: "Una entidad muy ligada al progreso sureño, de la más positiva gravitación en su desenvolvimiento económico, había instalado un aserradero que por su ubicación se le denominó Avellaneda." (...). Por incumplimiento de lo que entonces no era posible cumplir el gobierno lo clausuró". Hasta el momento no se han encontrado documentos que nos permitan aclarar las causas que llevaron a su clausura, ni cuando se produjo la misma. Sin embargo, desde el informe del inspector Barreda se señalaba que la compañía no cumplía con la reforestación de la zona. Es probable también que una vez cubiertas las demandas propias de los establecimientos ganaderos, como la obtención de postes para el alambrado de los campos y construcción de galpones, se dejara de lado este establecimiento ya que la falta de vías de comunicación adecuadas no favorecían una explotación destinada al mercado

interno o para la exportación. En un informe encargado por el Dr. Ricardo Fish, abogado de la firma, y realizado en 1938, sobre los beneficios de la navegación fluvial del Río Santa Cruz y los lagos, se incluye en el Item 5 Economías realizadas por la explotación de los bosques del Lago Argentino en que se menciona que la explotación del bosque de lenga hecha con anterioridad no podía dar resultados satisfactorios porque no existían transportes que permitieran la exportación de la producción.

Según el Informe de la Cuarta Comisión Exploradora de la Dirección de Parques Nacionales del año 1936, se mencionaba "La navegación en el Lago Argentino es indispensable para el acarreo de los productos lanares y para abastecer las estancias situadas en la costa norte del lago y en el interior de los canales, donde por lo escarpado de las montañas, no se pueden construir caminos carreteros. Los vientos impetuosos que bajan de la elevada cordillera en rachas de extrema violencia, hacen extremadamente peligrosa la navegación en el lago por la magnitud y fuerza de las olas. Hoy en día tres embarcaciones prestan servicios a las estancias. De estas, por sus proporciones se destacan el Don Lorenzo, de 35 toneladas y treinta caballadas de fuerza, construido en el lago en 1912 con maderas de la región; el César, de 40 pies de eslora y diez caballos de fuerza, construido en Buenos Aires en 1915 y que perteneció a la estancia Cristina. Don Lorenzo Toso, de nacionalidad italiana, fue el primero en poblar en la margen norte del Lago Argentino fundando la estancia "María Antonia" a inicios del siglo pasado, en aquellos años, obviamente que no existían huellas, por lo cual el mejor medio de transporte era mediante embarcaciones". Hecho con madera de lenga también estuvo navegando en el lago el barco El Irma, el barco El Argentino, la lancha La Ether perteneciente al Gobernador Juan Manuel Gregores y la lancha Avellaneda de Nicolás Stipicic que funcionó desde la década del 30 hasta fines de los 60. Más tarde, en la década del 60, Mansilla y los hermanos Barría construyeron utilizando madera de lenga el barco Cristina (en Ea. Cristina) y usando sierra a mano.

Barco "El Argentino" construido con madera de lenga en Bahía Escuadra, Península Avellaneda, Lago Argentino (Fuente: Nicolás Stipicic).



Aserradero de los Menéndez Behety en Península Avellaneda en el año 1925.





Lancha "Avellaneda" construido con madera de lenga en la década del 40 en Punta Avellaneda, Lago Argentino (Fuente: Nicolás Stipicic).



Barco "Cristina" construido con madera de lenga en la década del 60 en Ea. Cristina, Lago Argentino (Foto: Juan Manuel Echeverría).

En los viajes de exploración del padre Alberto M. De Agostini a la zona del Lago Argentino, en el año 1930 relata al llegar en barco a Estancia Cristina: "Percival Masters que vive desde 1913 con su familia, y al encontrarse alejado de todo centro habitado y la necesidad de proveer personalmente a las muchas exigencias de la estancia, han transformado a Masters y a su hijo Alberto en mecánicos, carpinteros, electricistas y capataces. Un aserradero accionado por fuerza hidroeléctrica corta los troncos del bosque cercano y provee la madera para la construcción de viviendas, muebles, puentes para el cruce de ríos y botes para navegar sobre el lago" (De Agostini 1945). En 1935, existe un registro donde el Ministerio de Agricultura de la Nación autoriza a la gobernación del Territorio Nacional de Santa Cruz (Gobernador Juan Manuel Gregores), la extracción de 2300 postes de lenga (con un peso aproximado de 460 toneladas) de los bosques fiscales de la zona del Lago Argentino para la construcción de una línea telefónica de unos 140 kilómetros de extensión que comunicó los destacamentos policiales y los establecimientos ganaderos situados a ambas márgenes del río Santa Cruz con la localidad de Puerto Santa Cruz.

El único antecedente en la zona norte de la provincia data de 1941 cuando el Gobernador Juan Manuel Gregores autoriza mediante Resolución (Expediente N° 5864-I-194 del 10 de diciembre de 1941) al poblador Valco Ivanoff Ifokoff a instalar un aserradero (galpón



Expediente donde el Ministerio de Agricultura de la Nación autoriza a la gobernación del Territorio de Santa Cruz la extracción de 2300 postes de lenga de bosques fiscales de la zona del Lago Argentino para la construcción de una línea telefónica (año 1935).

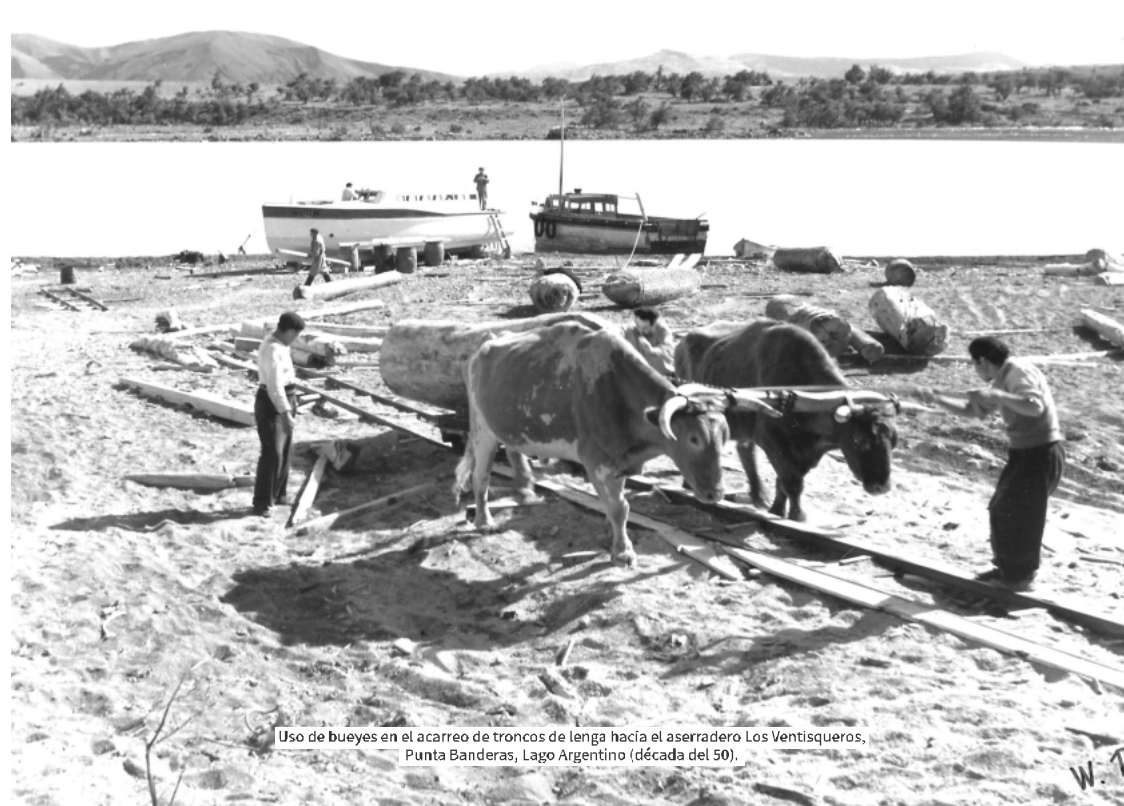


Aserradero Península Avellaneda (año 1944).

de 10x10 m dentro de una superficie de 100x100 m) en la Chacra 17 de la localidad de Los Antiguos cerca de la orilla del lago Buenos Aires.

En 1945 se establece el aserradero "Los Ventisqueros" perteneciente a la Gobernación del territorio de Santa Cruz, situado en la península Avellaneda. El establecimiento maderero fue trasladado en 1952 al lugar conocido como "Punta Banderas" (distante 25 km) junto con la estafeta postal. Los principales productos que se obtenían en el aserradero eran tirantes, tejas, varillas, postes, piquetes y tejuelas. Los rollizos llegaban a tener en algunos casos un diámetro equivalente a la altura de un buey. En las mediaciones del aserradero llegaron a vivir entre 5 y 10 familias y entre 14-15 hombres solteros, todos con alguna relación al aserradero. Para bajar los rollizos de la montaña se utilizaba el impulso de los ríos. El aserradero funcionó hasta la década del 70 donde fue desplazado por el turismo. En los relatos de Andreas Madsen (pionero danés) nos detalla el aprovechamiento de lenga en la zona del Lago Viedma y El Chaltén entre 1906 y 1911. Madsen trabajó un tiempo en los aserraderos de la Compañía Bonvalot & Cía y en su libro Patagonia Vieja (Madsen 1952) relata " ...Había que construir botes para

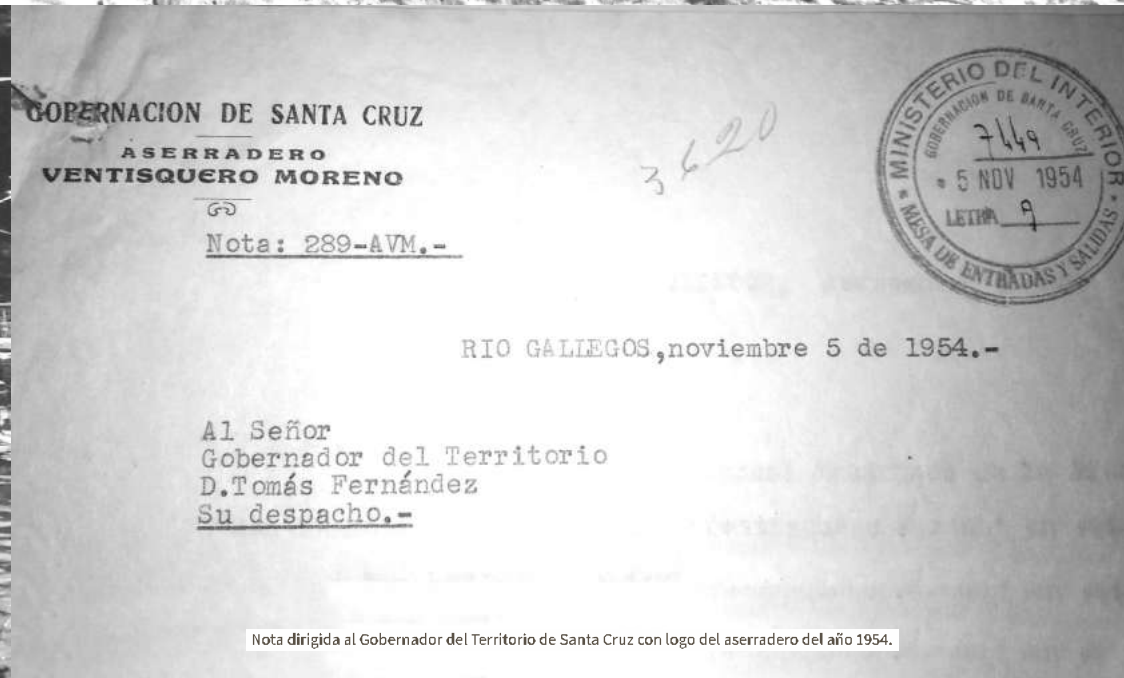
navegar el lago Viedma con las jangadas para trasladar cientos de troncos hasta el aserradero y miles de postes de alambrado. En los primeros viajes siempre sufrimos averías y debíamos navegar 50 km de playa abierta. Después el aserradero se trasladó unos 35 km más cerca de las montañas, donde están los bosques, por lo que mejoraron algo las condiciones. De tanto en tanto, toda la bahía quedaba obstruida por masas de hielo, por lo que era casi imposible pasar con las jangadas. Los troncos medían entre 3,5 y 7 metros, con un promedio de 5 metros. La madera extraída de los montes próximos al ventisquero del Viedma era transportada hasta una pequeña bahía ubicada en el lote N°57 oeste (actualmente estancia San José, de la familia Rojo), donde se cortaba con herramientas propulsadas por una caldera (Nagle 47053) a vapor de transmisión a polea, para luego ser llevada en carretas fuera del área. En 1911 navegamos nuestra última jangada junto a Albert Konrad (llamado Milodonte o Viejo Milo debido a que encontró el esqueleto y trozos de piel de un milodonte en la zona de Ultima Esperanza en Chile), año en que cerró el aserradero".



Uso de bueyes en el acarreo de troncos de lenga hacia el aserradero Los Ventisqueros, Punta Banderas, Lago Argentino (década del 50).



Aserradero Los Ventisqueros, península Avellaneda, Lago Argentino, año 1945 (Argentina Archivo General de la Nación, Departamento de Documentos Fotográficos).



GOBERNACION DE SANTA CRUZ  
ASERRADERO  
VENTISQUERO MORENO

Nota: 289-AVM.-



RIO GALIEGOS, noviembre 5 de 1954.-

Al Señor  
Gobernador del Territorio  
D. Tomás Fernández  
Su despacho.-

Nota dirigida al Gobernador del Territorio de Santa Cruz con logo del aserradero del año 1954.

En la misma zona, en los relatos sobre la travesía de los Halvorsen desde la orilla sur al norte del lago Viedma en 1924, Patricia Halvorsen en su libro menciona (Halvorsen 1997): "...en lo sería Estancia Río Túnel, los esperaba Westerlund, quien junto con el chileno Pedro Cárcamo construyó desde la casa hasta la mesa y las sillas; poco después comenzó la construcción del puente colgante sobre el río Túnel, de aproximadamente unos veintiocho metros de largo, hecho de madera y sostenido con cables de acero. Arvid Westerlund era finlandés y buen carpintero, permaneció en Río Túnel durante diez años y hacía trabajos rurales (construcción de puestos, galpones de esquila y corrales usando madera de la zona) y de carpintería.

Desde la apertura de la llamada Mina 1 de carbón mineral de Río Turbio (1943) y los comienzos de la extracción en la Mina 2 (en 1947 durante la presidencia del General Juan Domingo Perón), en Mina 3 (1950) y la creación de Yacimientos Carboníferos Fiscales (YCF) en el año 1958 (encargada de la explotación, transporte y comercialización del carbón del

yacimiento Río Turbio), se utilizó madera de lenga para la entibación de galerías, construcción de instalaciones y leña. En 1945 el sistema de explotación era de cámaras y pilares, donde todo se fortificaba con madera de lenga que se arrastraba hasta la boca de mina con bueyes. La madera de lenga se utilizó en todas las construcciones que realizaba la división de Obras y Servicios de YCF, como por ejemplo la carpintería de las casas DORT del barrio los ñires. También se producía madera de obra para encofrados, tirante-ría, para reparar y fabricar muebles de la empresa y las instalaciones que construía la empresa para su funcionamiento. En los primeros años las galerías eran entibadas con madera de lenga. En algunos sectores de la mina como los nichos de recuperación que están en los extremos del frente largo se arman castillos de madera que en algunos casos eran de lenga. En la época de la explotación de cámaras y pilares, los castillos y el recubrimiento era de lenga, pero luego el recubrimiento de las galerías se reemplazó por eucalipto. YCF contaba con un aserradero y carpintería donde se aserraba madera para mina

pero también se hacían reparaciones de la carpintería de las viviendas que hacía la gente de obras y parte del amueblamiento de la empresa. Con lenga se realizó el primer muelle en Río Gallegos donde llegaba el carbón desde Río Turbio, desde la inauguración en 1951 del histórico tendido férreo de trocha angosta (llamado originalmente Ramal Ferro-Industrial "Eva Perón") con una locomotora a vapor y formaciones de hasta sesenta vagones carboneros. Las principales zonas de aprovechamiento (floreo) eran Punta Gruesa y Mazaruca.

En estancia Stag River los primeros aprovechamientos del bosque de lenga comenzaron a principios del siglo XX para infraestructura de establecimiento. El escocés John Tweedie decidió establecerse en este lugar y la estancia se llamó Stag River, como el río que nace en sus montañas. Junto a Chester Paton y un amigo de ambos de apellido Lucke aprovecharon la madera de lenga y ñire para construir la casa principal, todos los corrales, los cercos y en 1908 levantaron el galpón de esquila. Nos comenta Mick Johnston (actual propietario del establecimiento Stag River)

"yo sé que el aserradero originalmente habría empezado entre 1902 y 1903 ya que todo el material del galpón de esquila y el galpón que tenían antes en Ea. Santa Ana (que originalmente se llamaba Estancia Punta Alta) fueron construidos con madera sacada de acá. En principio la madera se usaba solo para la estancia pero a fines de los 40' y principio de 1950 se pone en marcha como aserradero.

En ese entonces había 100 yuntas de bueyes, 100 hacheros y 50 carretas que iban y venían (porque cambiaban yunta de bueyes cada dos días)". En la década del 60 el aserradero de Stag River era manejado por la Oficina Gallie.

En cuanto al nivel de producción dice: "salían 5 camionadas por día (Ford 500 viejo) con 25.000 Kg por día siendo el capataz del aserradero el Sr. Neuman. Se producían bigas, tablas, tirantes y varillas para alambrado. El aserradero dejó de funcionar cuando se quemó la caldera del tractor a vapor (marca MacLaren, modelo 1902, traído de Inglaterra en partes con su numeración a través del puerto de Punta Arenas).



Acarreo de troncos de lenga en la zona del Lago Viedma entre 1909 y 1911 (Madsen 1952).

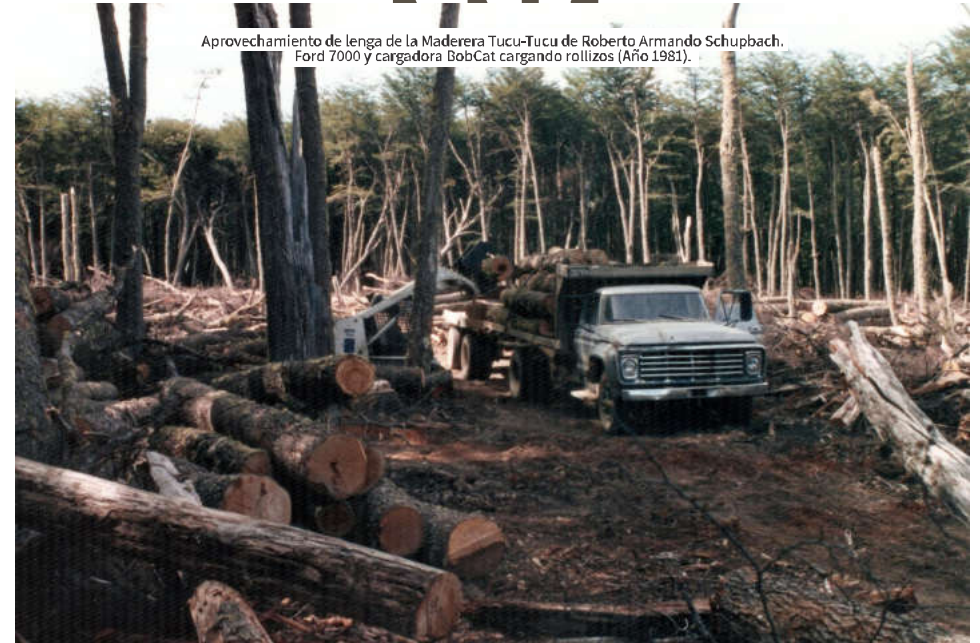


Uso de lenga en las minas de carbón de Río Turbio, Santa Cruz (Argentina Archivo General de la Nación, Departamento de Documentos Fotográficos).

Si bien en la actualidad no hay aserraderos funcionando, contemporáneamente hubo en Santa Cruz aprovechamientos comerciales y aserraderos de tamaño medio que utilizaron rollizos del bosque de lenga y que influyeron en la estructura de los bosques relevados en el presente inventario. Un ejemplo de ello fue la empresa denominada Maderera Tucu Tucu de Roberto Armando Schupbach (Chacho), localizada en la localidad de Gobernador Gregores, que aprovechó y procesó madera de lenga proveniente de la zona de Tucu Tucu (estancia Tucu Tucu de la familia Arcal) desde 1980 a 1990. Durante gran parte de 1978/9, se hicieron todos los trámites de autorización de obraje ante el Consejo Agrario Provincial (CAP) e inspecciones en el monte donde se planeaba realizar el apeo. Chacho comenta "El 4 de Enero de 1980, fuimos las tres personas que formábamos la empresa a instalar el campamento en un camión Bedford J6 y una Estanciera Ika doble tracción, el Capataz General Don Rodolfo Fernández y el ayudante Sr. Barrera". El primer año se apearon unos 4000 rollizos de 3,6-4,8 m de largo con diámetros promedio de 45-50 cm, asimismo se cortaban unas 1000 varas de 3,6-5 m (utilizadas para corrales de ganado mayor) y unos 2000 postes (diámetro 18-20 cm y largo de 2,2 m) utilizados en cercos y alambrados. El promedio de aprovechamiento de madera de lenga fue de 5000 rollizos, 500 varas y 3000 postes por temporada (unos 4500 m<sup>3</sup> en total). Normalmente personal del CAP marcaba con un martillo los ejemplares que consideraba eran maderables y que podían ser apeados, ya sea por su estado de madurez o por su densidad del bosque, y al iniciar la época invernal (cuando bajaba la savia y sin hojas) se hacía el apeo. Se apeaban unos 50-70 árboles por hectárea en promedio. En el apeo del año 1982, se realizaron cortas en fajas de unos 80 m de ancho por 200-300 m de largo basado en experiencias que se estaba utilizando en Tierra del Fuego. Chacho nos relata "recuperar esos rollizos fue un infierno, los árboles talados formaban pilas de hasta 6-8 m de altura, y como no se contaba con moto rastreador ni nada parecido, fue imposible hacer la limpieza y recupero de rollizos a medida que se hacía el corte. Sin embargo, el enorme ramerío que quedó en las fajas, protegió a los retoños de lenga del ramoneo de los ovinos principalmente, siendo hoy un renoval hermoso". La madera se extraía en un principio del campo de veranada de la estancia de los Hermanos Bölke, al sur del encuentro de los ríos Mayer y Tucu Tucu / Potrancas y luego del lote 18, perteneciente a la veranada de la estancia del Señor Caseros denominada Río Capitán (que anteriormente perteneció al Señor Tercock). Asimismo, se realizó trabajo con los chacareros de Gobernador Gregores, donde el aserradero hacía el raleo, transporte y aserrado de las cortinas de álamos, quedando el propietario con la totalidad de los postes obtenidos y el 30% de la madera elaborada. Se elaboraron unos 4000 rollizos de álamo, de los que se obtuvieron tablas, tirantes, y mucho machimbre de media pulgada utilizado en interiores y exteriores de cabañas que aún hoy están en perfectas condiciones tras casi 30 años de uso. En el Obraje llegaron a trabajar en temporada (octubre/mayo) unas 15-20 personas, el capataz, un cocinero, 4-5 motosierrietas/peones, el mecánico general y 5-7 choferes.

En la Planta de Aserrado en Gobernador Gregores trabajaron unas 38 personas, más los equipos de carpintería dedicados a la fabricación de cabreadas, cabañas, cajones para cerezas de Los Antiguos y muebles. Por momentos se superó los 68 empleados. La madera elaborada consistía principalmente en tablas y tirantería, con las cortezas se hacían cantoneras de distintos anchos y hasta 3 metros de largo. A partir de 1984, con la incorporación del horno de secado y de la máquina machihembradora-moldurera, se produjo una gran cantidad de machimbre. Otro trabajo fue la construcción de cabreadas (de hasta 18 metros de luz y 3,80 de pendolón) para empresas constructoras de obras públicas de ese momento, produciendo un camión semirremolque (unas 20 cabreadas) por día. También se hicieron las pasarelas en el Glaciar Perito Moreno entre 1987 y 1990, elaborada totalmente en lenga, secada (al 19%) y cepillada en la planta de Gobernador Gregores. En la misma zona, en la ladera oeste del cerro Sinvergüenza en Ea. Los Nevados (zona del Tucu Tucu) se efectuaron aprovechamiento de lenga (1999-2001) por parte del Aserradero Maderas del Estepario de Humberto Lucas Monelos. Con un aserradero móvil se realizaban cortas de protección, extrayendo 200 a 300 árboles por hectárea y dejando 25 m<sup>2</sup> de área basal/ha de bosque remanente. Se extraían 200 m<sup>3</sup>/año, los cuales eran transportados hasta Río Gallegos (con días de lluvia se tardaba 12 horas en llegar) para su procesamiento y venta.

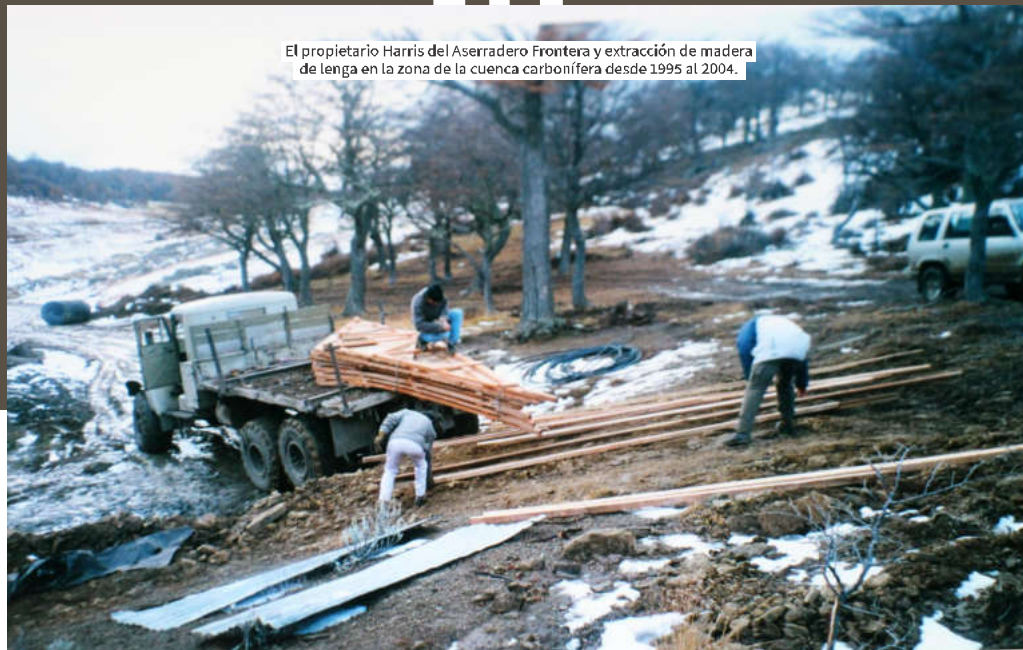
Aprovechamiento de lenga de la Maderera Tucu-Tucu de Roberto Armando Schupbach. Ford 7000 y cargadora BobCat cargando rollizos (Año 1981).



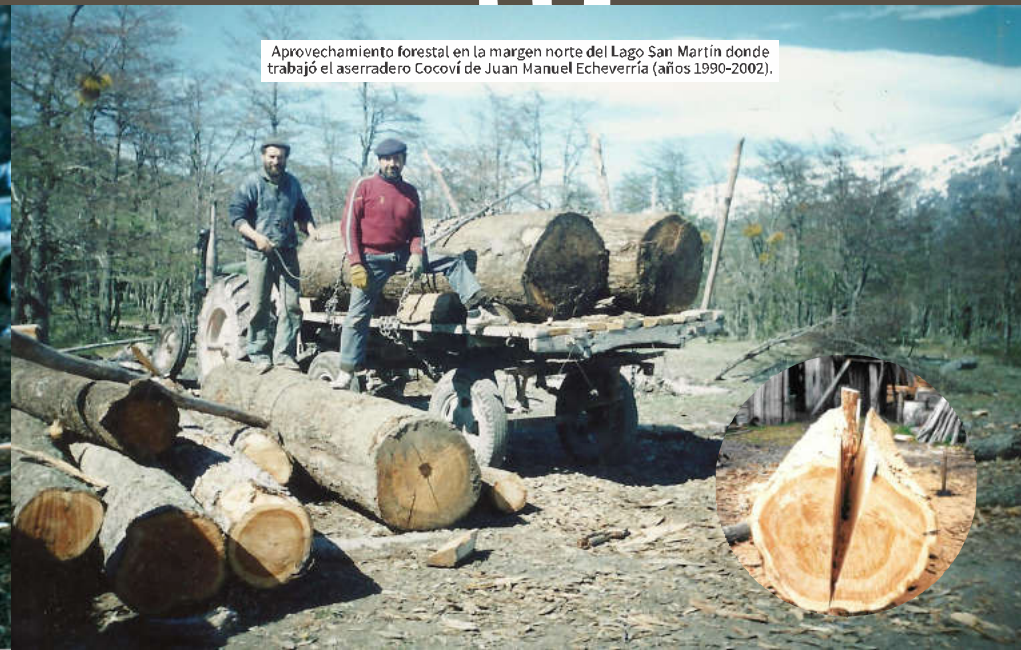
Cabaña de lenga producidas en la Maderera Tucu-Tucu en exposición en la localidad de Gobernador Gregores vendida a Perito Moreno (Año 1981).



El propietario Harris del Aserradero Frontera y extracción de madera de lenga en la zona de la cuenca carbonífera desde 1995 al 2004.



Aprovechamiento forestal en la margen norte del Lago San Martín donde trabajó el aserradero Cocoví de Juan Manuel Echeverría (años 1990-2002).



También existen antecedentes de aserraderos de menor envergadura que hicieron usos de rollizos en Santa Cruz. Por ejemplo, en Estancia El Cóndor, en el Lago San Martín, Adelino Manuel Rodríguez (Manolo, el primer fotógrafo del periódico La Opinión Austral) instaló un aserradero que trabajó entre los años 1970 y 1973 aprovechando madera de lenga que transportaba con un barco remolcador por el lago. Manolo había comprado el remolcador en Río Gallegos y lo llevó al San Martín con el propósito de transportar rollizos por el lago. La producción era fundamentalmente de varillas para alambrados y madera para YCF en Río Turbio (para el entibado de la mina), y allí por no poder cumplir los compromisos cerraron el aserradero. Otro emprendimiento en la margen norte del Lago San Martín (48°29'S, 72°33'O) fue donde trabajó el aserradero Cocoví de Juan Manuel Echeverría (1990-2002) aprovechando madera de lenga y guiñdo con una sierra circular junto a la actividad ganadera. Comenta Juan Manuel "hacíamos principalmente aprovechamiento de madera caída. Caían árboles viejos y aprovechábamos principalmente esos. También fue gente del CAP a marcar

árboles para aprovechar". De cada árbol caído sacaban al menos 2 rollizos de 3,6 m de largo y 60 cm de diámetro, y se aprovechaba 30 rollizos por mes dando un promedio de 60.000 pies<sup>2</sup> por año. La madera se transportaba desde Cocoví hasta la Estancia Hevia navegando en barco. Nos relata Juan Manuel "para poder transportar la madera del aserradero a la playa (600 m) se hacían unos 5 o 6 viajes con tractor y un carrito chico, y se estiba toda la madera sobre un muelle muy precario. Para cargar esa madera, como es una bahía que no tiene reparo, la lancha tenía que estar anclada a 50-60 metros de la costa, y se iba a tierra en un bote a remo. Cuando la madera estaba lista para cargar, la lancha se ponía en marcha, se levantaba el ancla (que era un trabajo tremendo porque generalmente estaba "pegada" con el barro del fondo del lago), se arrimaba la lancha al muelle y se cargaba entre dos personas, tirante por tirante en la bodega. Después teníamos el gran problema de la navegación. Si había viento fuerte la lancha no podía quedar amarrada al muelle porque esa bahía no tiene reparo, entonces el oleaje rompería el muelle y lancha, y se perdería todo. Entonces la

lancha se volvía a anclar. Con temporal de viento tampoco se podía navegar el trayecto de 40 km del Brazo Norte del Lago San Martín debido a los oleajes muy altos, se anclaba y teníamos que ir cada 3 horas a sacarle el agua a baldes o con una bomba de achique incluyendo largas noches. Al llegar a Bahía Hevia, arrimábamos el camión al lago y se transbordaba toda la carga de la lancha, palo por palo, entre dos personas, o sea un ayudante y yo, al camión, se dejaba la lancha anclada en un lugar seguro y salíamos rumbo a El Calafate. El viaje a El Calafate podía tardar 8-10 horas o demorar 2 o 3 días porque había que atravesar el río Fósil (crecidas que le cambiaba el cauce) y la subida de Sierra Nevada, que en invierno si caía una helada había que poner cadenas. Así se pobló Cocoví. Muchos me dicen con un sacrificio tremendo, para mí no fue sacrificio porque disfruté todo eso, fueron los mejores años de mi vida, pero me faltó apoyo en créditos buenos para poder comprar una embarcación. La madera extraída se utilizaba para corrales y mangas para oveja en estancias de la zona. Se vendía también en Tres Lagos y El Calafate para la construcción.

En un aserradero rudimentario ubicado entre el brazo Belgrano y el lago del mismo nombre (Lote 9), Humberto Díaz trabajó como carpintero para la Ea. El Rincón produciendo varillas para los alambrados, postes y puentes colgantes. Construyó el puente de madera que cruzaba, por su angostura un brazo del lago Belgrano, y otros puentes y pasarelas ubicadas en el Parque Nacional Perito Moreno. En la zona de El Calafate también hubo aprovechamientos en bosques de lenga, como el Aserradero Las Hayas a cargo de Harris Hilden instalado en la estancia La Unión (Margen norte Lago Argentino) de Antonio García corto durante la década del 80. En zona de la Península Perito Moreno (conocida localmente como la zona de las Chacras) realizaron aprovechamientos en bosques de lenga dos aserraderos instalados en la localidad de El Calafate: el Aserradero de Callahan a cargo de Angel y Humberto en la década del 60 y Carlos Rodríguez quien tuvo el aserradero denominado El Calafate durante la década del 70.



Aprovechamiento de lenga (1999-2001) en Ea. Los nevados (Zona del Tucu Tucu) por parte del Aserradero Maderas del Estepario, de Humberto Lucas Monelos.



Aserradero "El Industrial" de Domingo Marcial López, zona del Tucu Tucu, Santa Cruz (1956-1964).

Previamente en la zona del Tucu-Tucu, entre los años 1956-1964 se instaló el aserradero El Industrial de Domingo Marcial López. Relata su hija Irma López "Mi padre se dedicó a la Explotación Forestal en la zona denominada Tucu-Tucu (Lote 18, Legua A, Fracción D, Colonia General Paz). Tenía una habilitación Municipal N° 2 inscripto como Actividades Industriales y su relación era directa con la Dirección de Bosques de la provincia. Contaba con máquinas (sierras sin fin, una caldera a vapor y herramientas varias) que fueron traídas junto a su amigo Nicola Dimitri del Lago Fontana (Chubut). Los rollizos eran acarreados en un principio a la planta del aserradero con bueyes y chatas transportadas por caballos, luego tenía un camión Fargo con el que transportaba la madera industrializada a La Argensud de Puerto San Julián. También vendía a las estancias de la zona. Se industrializaban tablas, tirantes de varias medidas, varillas de 6 y 7 agujeros. Las instalaciones de esa época era un galpón grande, una vivienda tipo gamela con habitaciones y cocina, y una vivienda donde vivía la familia distante de la planta de procesamiento. La cantidad de personal variaba entre 20 y 25 personas, incluyendo un capataz, cocinero, dueño de los bueyes, los que trabajaban en los bancos, los que atendían la caldera y los que transportaban los rollizos". En la zona de la cuenca carbonífera, desde 1995 al 2004

funcionó en la localidad de 28 de Noviembre el Aserradero Frontera (propietario Harris). El aserradero procesaba en promedio 2000 pies<sup>2</sup>/día aprovechando en las zonas de Punta Gruesa, Ea. Stag River, Mazaruca, Ea. Las Lengas y Ea. El Palenque. El aserradero trabajaba a pedido produciendo productos como tirantes, tablas, postes, varillas para alambrado y leña. Contaba con un personal de aproximadamente 10 personas, más 3 o 4 en el monte. Recuerda Pedro Álvarez, quien trabajaba en la sierra principal (partidora) y vivía con su familia en el aserradero, que algunos fines de semana se juntaba el Sr. Harris con el personal del aserradero y algunos amigos a jugar al truco y comer asado hasta altas horas de la madrugada.



El propietario Harris del Aserradero Frontera.



Extracción de madera de lenga en la zona de la cuenca carbonífera desde 1995 a 2001.



# Clasificación de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz

## 3.1 / Metodología de la clasificación

Para el presente estudio se decidió que el área de análisis abarque completamente la región de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz. Si bien se poseía una cobertura vectorial de los bosques de lenga 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. Por lo tanto, la cobertura de bosques de lenga y mixtos de la provincia de Santa Cruz se basó en la actualización de la clasificación de tipos forestales y cobertura del suelo de la región bosque Andino Patagónico (Nodo Regional Bosque Andino Patagónico (BAP) de la Dirección de Bosques del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2016). En dicho trabajo se actualizó y mejoró la clasificación de la cobertura del suelo de la región Bosque Andino Patagónico con una metodología y leyenda unificada, y en acuerdo con las autoridades que tienen injerencia sobre los recursos forestales de la región y la autoridad de aplicación nacional. La obtención del mapa temático final y sus valores de exactitud involucró las etapas de pre-procesamiento, redefinición de la leyenda, procesamiento y análisis de exactitud. Para el pre-procesamiento se realizó la integración y edición de los modelos digitales de elevación disponibles (como base se usó SRTM C de 1 arco de segundo, aproximadamente 30 m de resolución espacial, NASA), la corrección geométrica (ortorrectificación de las imágenes utilizando el módulo Orthoengine del software PCI Geomatica 2012) y radiométrica (Función de Distribución de Reflectancia Bidireccional del software ATCOR 3 V 8.3) de los datos satelitales multiespectrales (principalmente del año 2013) que constituyeron la información de base (SPOT 5). Los datos corregidos fueron integrados en mosaicos con resoluciones espaciales de 10 m, y en algunos sectores se incrementó la resolución mediante fusión con datos pancromáticos a 2,5 y 5,0 m. Se utilizó la herramienta para generación de mosaicos del módulo Orthoengine del software PCI Geomática 2012. El proceso de fusión de datos multiespectrales con pancromáticos se realizó con el algoritmo PANSARP2 del Módulo Focus de PCI Geomatica

2012. Además, se acondicionaron datos multiespectrales complementarios (Landsat 5TM, 7 ETM+ y 8 OLI), tanto de verano como invierno, con el fin de utilizar las variaciones fenológicas para mejorar la clasificación y cubrir zonas sin información de los datos SPOT de base. El procesamiento consistió en la clasificación de la cobertura del suelo con los datos satelitales pre-procesados e información de clasificaciones previas. En una primera fase semiautomática realizada íntegramente en el Nodo BAP, se utilizó la metodología de Análisis de Imágenes Basado en Objetos (AIBO). El AIBO permite integrar y procesar datos ráster y vectoriales a través de un proceso iterativo de generación (segmentación), edición y clasificación de objetos digitales. Durante este proceso se utilizaron parámetros espectrales, texturales, espaciales (entorno) y de forma de los objetos generados como criterios de clasificación. Esta clasificación preliminar se mejoró utilizando interpretación visual con el conocimiento local de técnicos con el uso del ArcGIS 10 (en el caso de no contar con la correspondiente licencia se trabajó con QGIS). La escala de revisión y visualización en pantalla fue de 1:25.000 y para asegurar una revisión sistemática se generó una grilla con cuadrados de 5 km de lado. Luego se efectuó la evaluación de la exactitud temática del mapa final a través de un muestreo aleatorio estratificado bajo el supuesto que los datos de referencia deben ser de mayor exactitud que el producto. Para esto se utilizaron datos obtenidos en el terreno mediante un muestreo independiente y analizados con el uso de una matriz difusa que permitió modelar la incertidumbre inherente a los límites naturalmente difusos entre clases y la subjetividad en la interpretación de los clasificadores.

El mapa tiene una escala cartográfica de presentación de 1:50.000 (escala de trabajo de 1:25.000) y unidad mínima de 1 hectárea y una exactitud general del 85%. Para el presente inventario, se simplificaron las leyendas de los mapas en las clases: bosque puro de lenga, bosque de ñire, bosque de guindo, bosque mixto y matorral mixto. Para que un bosque fuera considerado como puro, la especie debió ocupar más del 80% del estrato superior del bosque.

## 3.2 / Muestreo de campo

El muestreo fue estructurado con el propósito de obtener la máxima eficiencia en función del costo y presupuesto disponible. Para la realización del muestreo de campo se elaboró un diseño sistemático en grilla cuadrada de 4x4 km localizada exclusivamente sobre la cobertura de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos incluidos en el estudio, lo que determinó un total de 143 Unidades de Muestreo (UM) (Mapa 1). Por otra parte, se elaboraron e imprimieron mapas de campo, en los que se superpuso, sobre una imagen satelital de fondo, la cobertura de bosques, rutas, caminos, picadas, construcciones rurales y la grilla de muestreo con sus números identificatorios.

**MAPA 1.**  
Tipos forestales y unidades de muestreo.

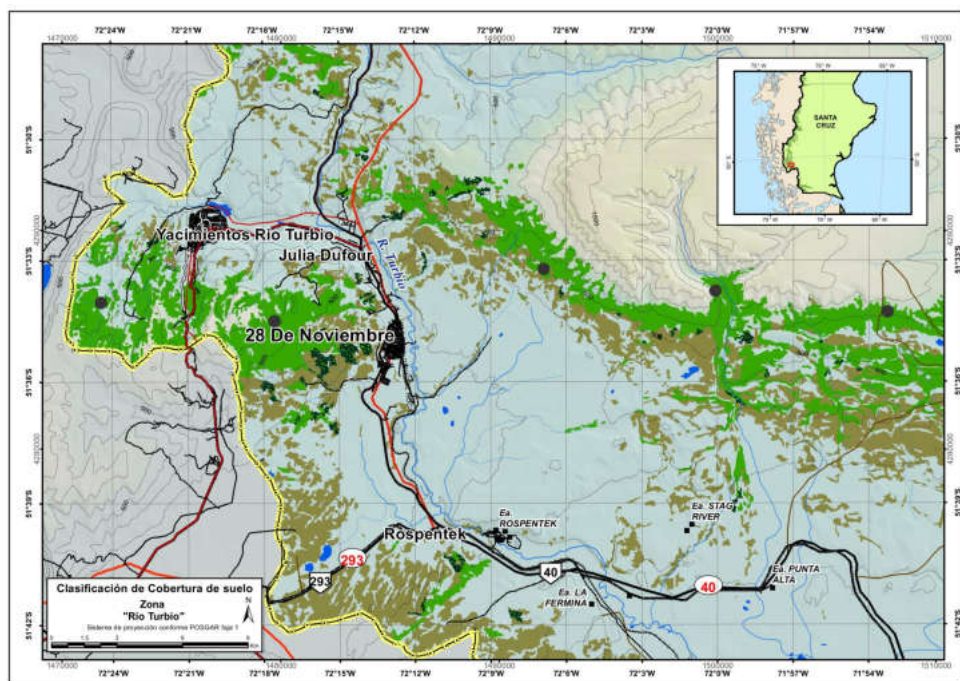
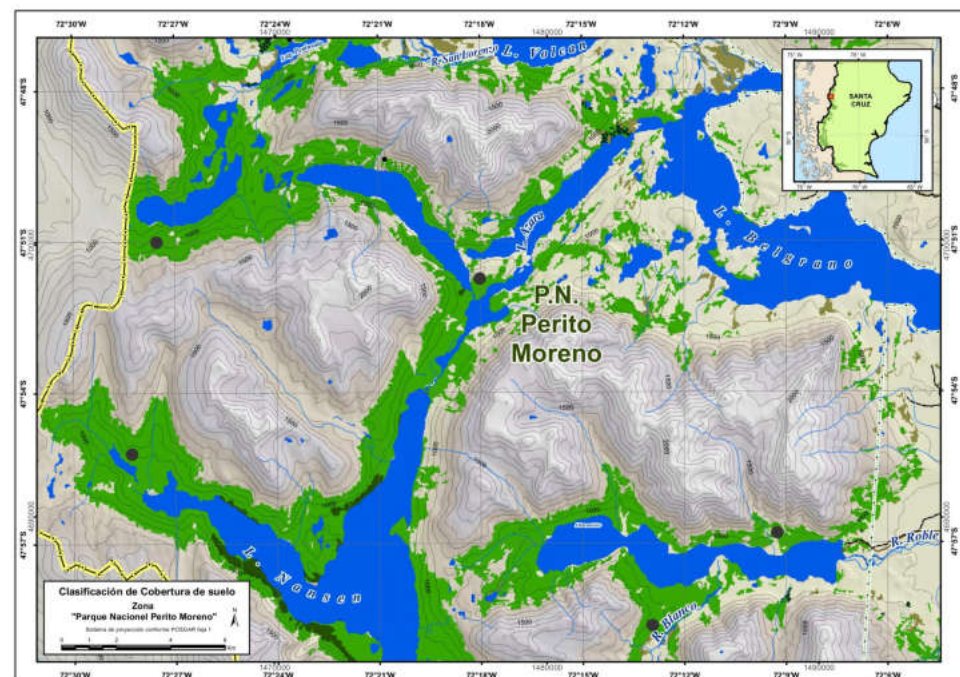
### REFERENCIAS

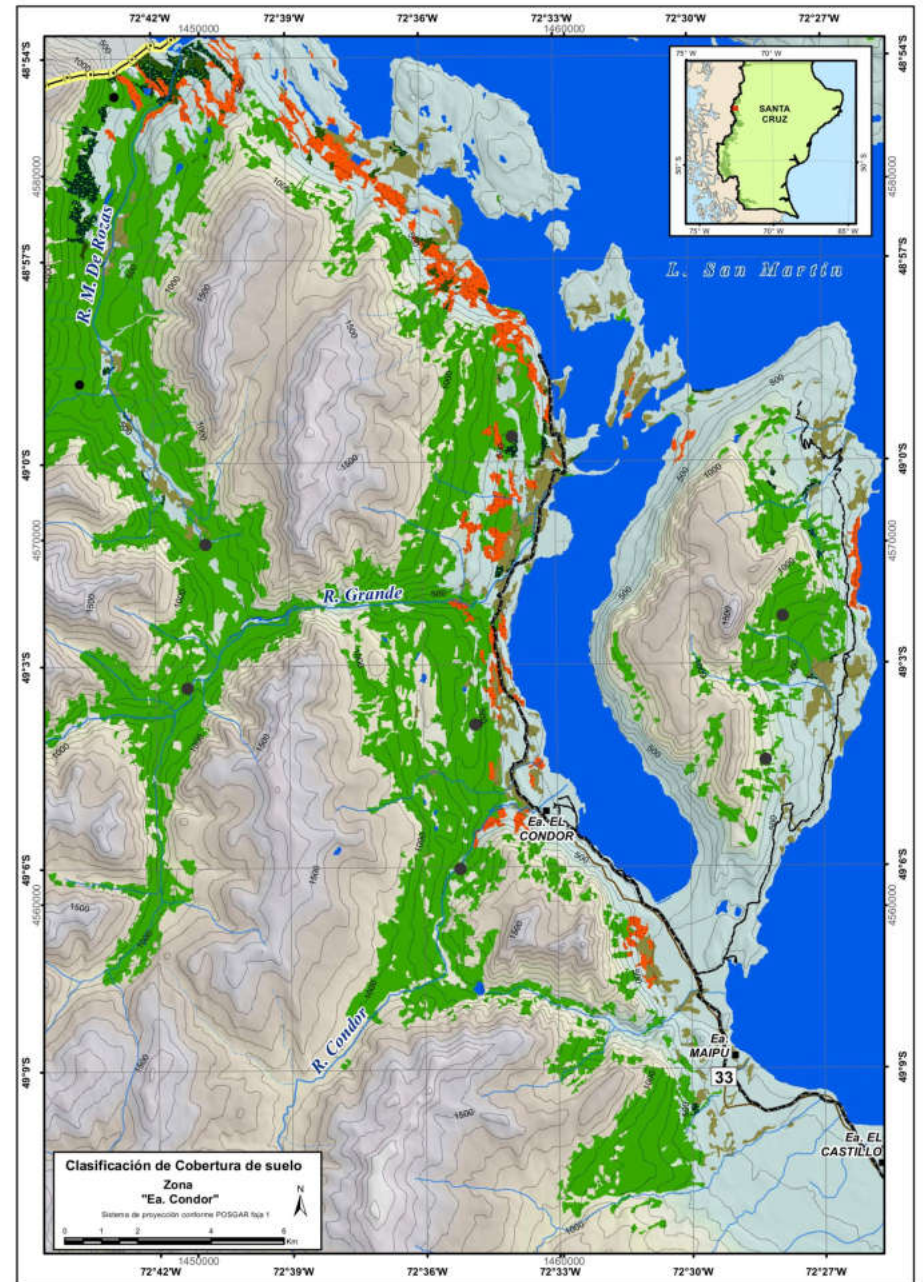
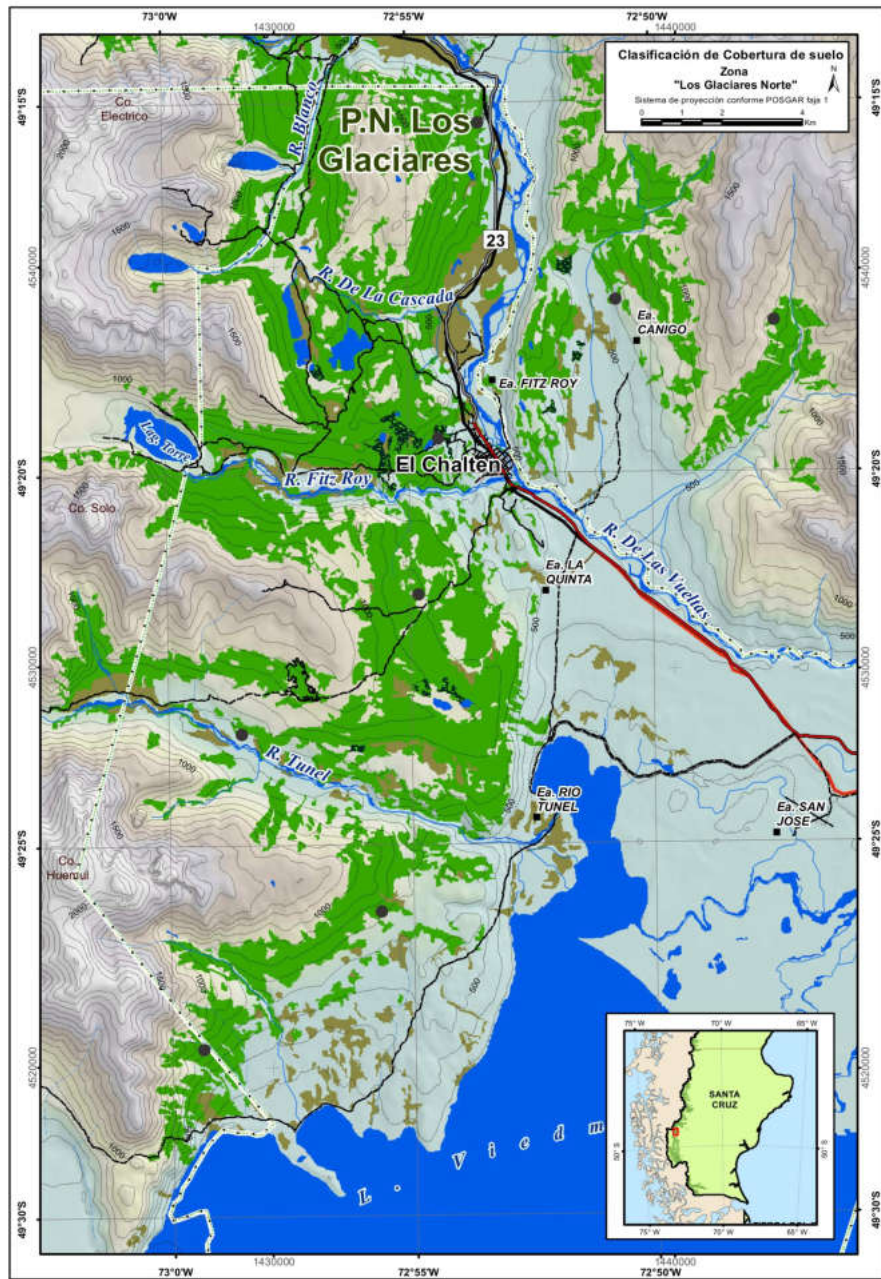
#### CLASES DE COBERTURA DEL SUELO

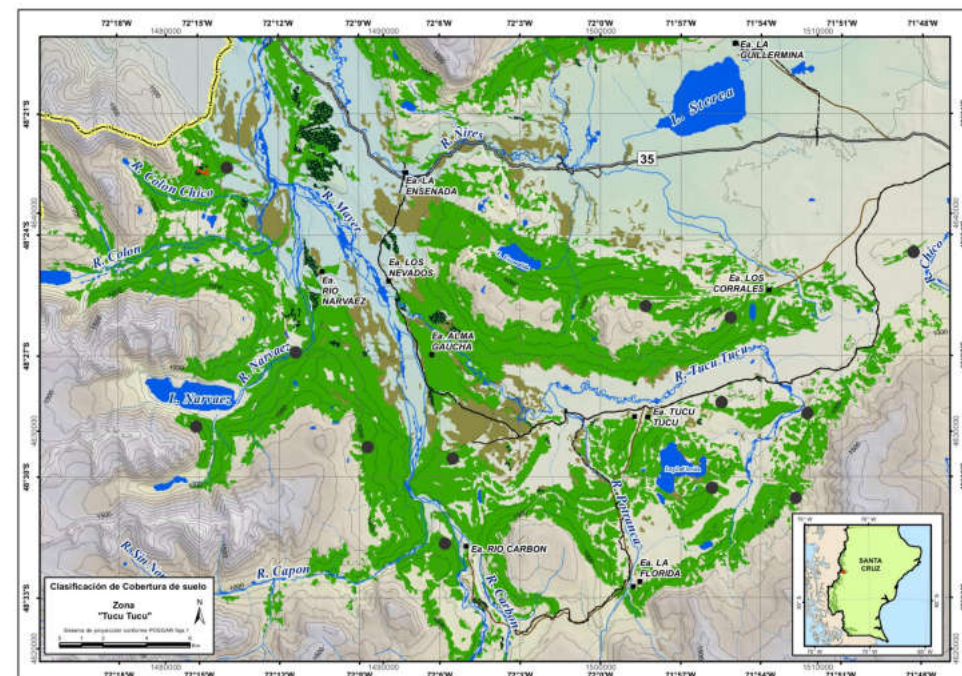
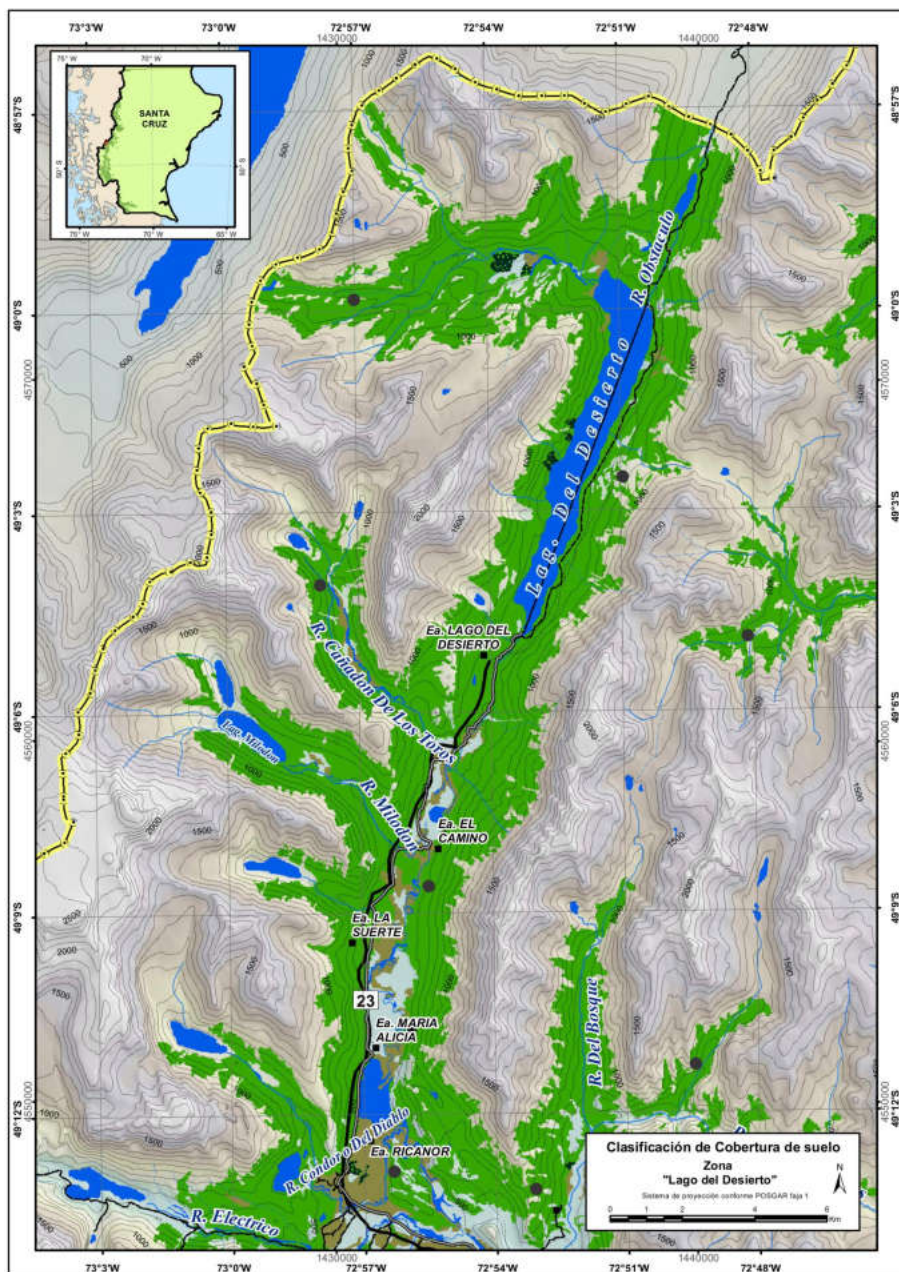
- Lengua
- Ñire
- Guindo
- Mixto
- Matorral Mixto

#### SIGNOS CARTOGRÁFICOS

- Camino de tierra
- Camino pavimentado
- Río permanente
- Río Temporario
- Curvas de nivel E: 100 m
- Límite internacional
- Límite interprovincial
- Parques y reservas nacionales
- Parques y reservas provinciales
- Parcelas de inventario







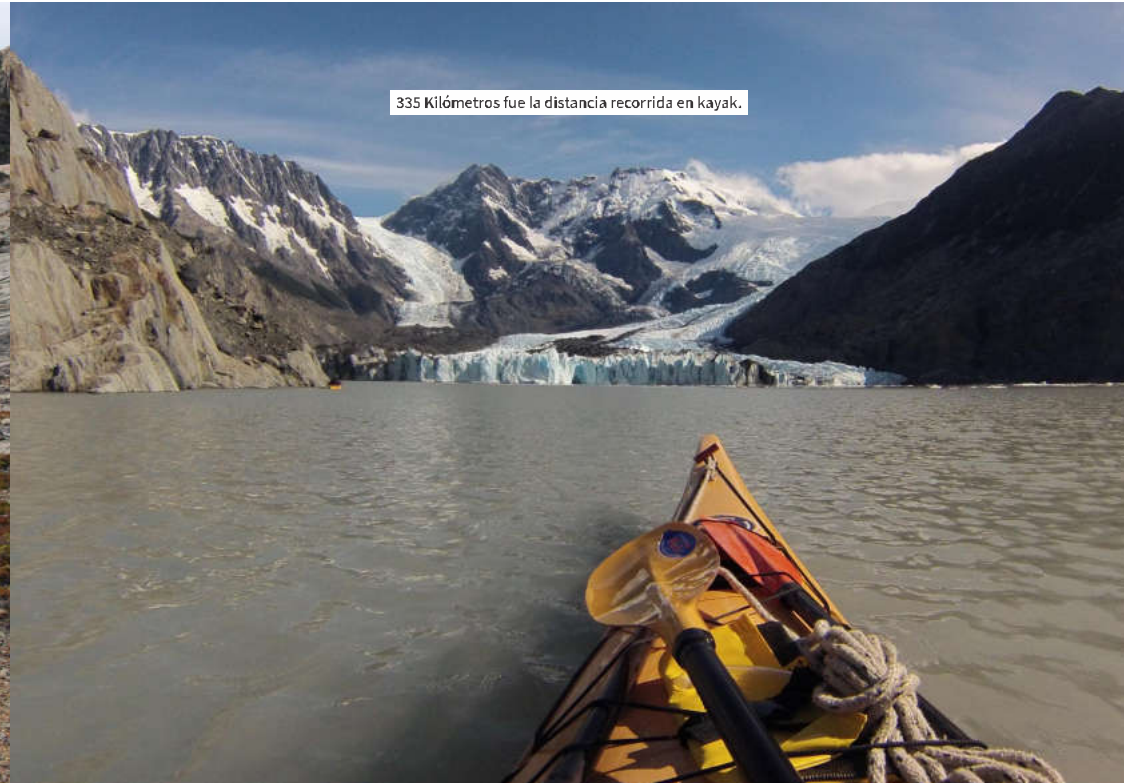
Es importante considerar el tiempo y distancias recorridas en que se incurrió para la realización del presente inventario forestal provincial, para tener magnitud desde el punto de vista operativo, logístico y de costos, resaltando el esfuerzo y dedicación del equipo de trabajo (Tabla 1). El trabajo de campo se efectuó en 18 salidas realizadas en primavera-verano-otoño del 2016 y 2017 con un total de 152 días netos de campaña (Tabla 1). Esto determinó un total de 1.358 km caminados, 21.993 km recorridos en camioneta, 348 km de navegación en lagos con embarcación de Prefectura Naval Argentina y empresas para acercar al grupo de trabajo a sitios de muestreo, 335 km de navegación en kayak y 29 km de cabalgata a caballo en zonas de difícil acceso. 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.

Tabla 1. Detalle de las campañas realizadas en el inventario de los bosques nativos de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz durante los años 2016 y 2017.





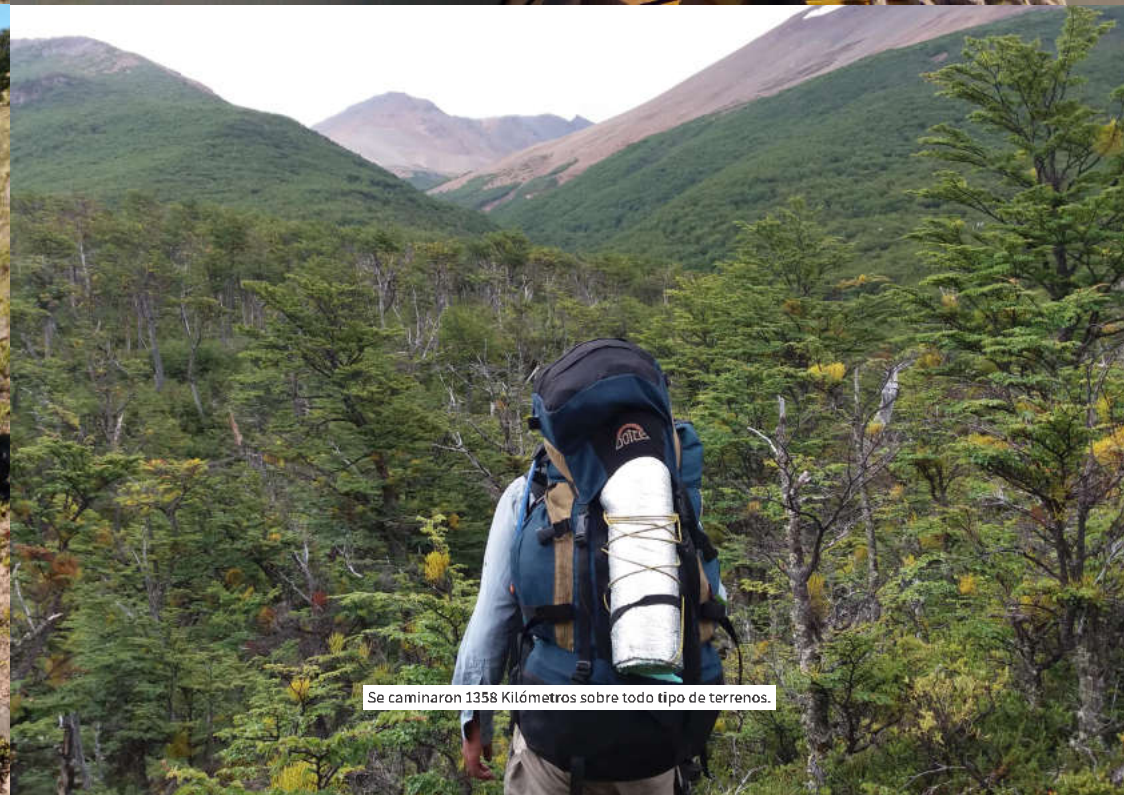
Las campañas duraron 152 días.



335 Kilómetros fue la distancia recorrida en kayak.



En caballo se recorrieron poco más de 29 km.



Se caminaron 1358 Kilómetros sobre todo tipo de terrenos.

En la determinación del tamaño y forma de las parcelas se trata de captar la mayor variabilidad interna posible y la menor variabilidad entre parcelas. Para esto, se realizó un muestreo trietápico por conglomerados. Cada conglomerado o Unidad de Muestreo (UM) estuvo compuesto por 2 (dos) parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> de superficie (12,65 m de radio) y separadas 100 m entre ellas en dirección este-oeste. Por lo tanto, el tamaño de cada UM fue de 1000 m<sup>2</sup> (Fig. 3). A su vez, cada una de estas parcelas estuvo constituida por sub-parcelas de tamaños y objetivos diferentes. En la parcela dasométrica se midieron aquellos árboles que poseían un diámetro normal a 1,3 m o Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de 10 cm o más. En estas parcelas se midieron variables del estrato arbóreo, del sotobosque y del entorno, la Latitud-Longitud, altura sobre el nivel del mar en metros, pendiente (valor en porcentaje), exposición (valor en grados), tipo de bosque y especies. De la estructura y características del estrato arbóreo se relevó la fase de desarrollo a partir de la corteza (desmoronamiento para >220 años, envejecimiento para 120-220 años, crecimiento óptimo para <120 años), cobertura del dosel superior (%) sacando fotografías hemisféricas con lente de ojo de pez adaptados para celular a una altura de 1,3 m por sobre el nivel del suelo y procesadas según metodología propuesta por Martínez Pastur et al. (2015), altura de los árboles dominantes (m) (promedio de los 2-3 árboles más altos en fase de envejecimiento medida con clinómetro y distanciómetro digital, diámetro normal a 1,3 m (DAP) medido con forcípula o cinta dendrométrica, tipo de estructura (regular, irregular, regular por bosquetes) definido como la distribución de clases diamétricas y edades. En cada uno de los árboles mensurados se definió el estado de las copas en tres clases: vigorosa (<10% de la copa muerta), deteriorada (entre el 10% y el 40% de la copa muerta) y muy deteriorada (>40% de la copa muerta). También se midió la forma forestal desde un enfoque industrial ("buena" para árboles rectos, "regular" para árboles inclinados o con bifurcaciones altas, "mala" para tortuosidad marcada) y sanidad (buena, regular, mala) en función de defectos visibles externos y hongos. Asimismo, se les asignó un valor relativo en términos forestales de aptitud maderera (sí o no). A partir del número de árboles y sus DAP se calculó el área basal (m<sup>2</sup>/ha), el diámetro cuadrático medio (cm) y la densidad (árboles/ha). También se estimó la presencia (%) de *Usnea barbata* y *Misodendrum sp* en copas de árboles.

Para el estrato de sotobosque, el censo florístico consistió en la identificación de todas las especies de plantas vasculares observadas en un área de aproximadamente 500 m<sup>2</sup> alrededor de cada punto de muestreo (Kent y Coker 1992), para las cuales se estimó la cobertura relativa de las especies (sobre un total del 100%), siguiendo la metodología de Braun-Blanquet

(1979) modificada (Clarke 1986). Las especies no identificadas taxonómicamente en el campo fueron herborizadas previa asignación de un número de colección e identificadas posteriormente en laboratorio. La determinación taxonómica de las plantas vasculares (dicotiledóneas, monocotiledóneas y pteridófitas) se realizó siguiendo las propuestas de Moore (1983) y Correa (1969-1998). Las plantas no vasculares fueron consideradas como grupos, separándose las mismas en musgos y hepáticas. Respecto del sotobosque se hizo énfasis en determinar el estado de empastado (cobertura total de gramíneas que limitarían regeneración) y especies exóticas especialmente invasivas.

En las parcelas dasométricas también se estimó el porcentaje de suelo desnudo, mantillo, rocas y materia leñosa muerta (ramas caídas, troncos, árboles muertos pie, ramas secas). La madera muerta en el bosque tiene un papel muy importante en el sistema tanto por el aporte de carbono, como por su rol en el ciclo del fuego en aquellos ecosistemas donde éste es un factor habitual de disturbio, además de constituir el refugio de diversidad de especies animales y sustrato para plantas, líquenes y hongos.

En cada parcela se determinó la presencia de disturbios antrópicos. La ganadería se estimó 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 evaluó a partir del relevamiento de la presencia de tocones en el área de las unidades muestrales. Asimismo, los disturbios ocasionados en los bosques de lenga y mixtos por el fuego fueron relevados a partir de evidencias de trozos de madera y árboles carbonizados observados en los sitios de muestreos. La presencia de erosión del suelo se discriminó como L: laminar, S: surcos, C: cárcavas, Se: sin erosión. La erosión laminar se consideró como el resultado de la disgregación de los elementos constitutivos del suelo por la lluvia y el escurrido, y de un flujo superficial, relativamente homogéneo en el espacio, del agua que mantiene en suspensión o arrastra los elementos terrosos arrancados. Se distingue cuando inmediatamente alrededor de las plantas y objetos el nivel del suelo es superior, indicando que se ha removido una capa de suelo en las zonas aledañas. La erosión en surcos se consideró esencialmente en el arrastre de partículas del suelo por el agua, siguiendo pequeños surcos que aparecen sobre la superficie topográfica perpendicularmente a las curvas de nivel. Cuando el surco se profundiza se origina una cárcava, lo cual se asocia a eventos de precipitación violentos. Su forma original es en "V" y pueden alcanzar profundidades de varios metros.

La parcela de Regeneración avanzada (DAP > 0 cm, es decir regeneración > 1,3 m de altura) fue evaluada

dentro de una sub-parcela circular concéntrica de 12,6 m<sup>2</sup> (2,0 m de radio) (Fig. 3), midiendo el número de individuos, la especie, la altura (con cinta o clinómetro), su distribución espacial (regular, irregular, regular por bosquetes), daños por ramoneo y daños abióticos (heladas o desecamientos).

Las parcelas de Regeneración inicial o menor consistieron en 4 (cuatro) sub-parcelas rectangulares de 1 m<sup>2</sup> (5 x 0,20 m) cada una (Fig. 3), y tuvieron por objeto cuantificar la regeneración menor a 1,3 m de altura, contabilizando: número de individuos, daños por ramoneo, y daños abióticos (heladas o desecamiento). Esto último se reconoce por presentar las ramas muertas, mientras que el ramoneo hay eliminación de parte de la materia verde.

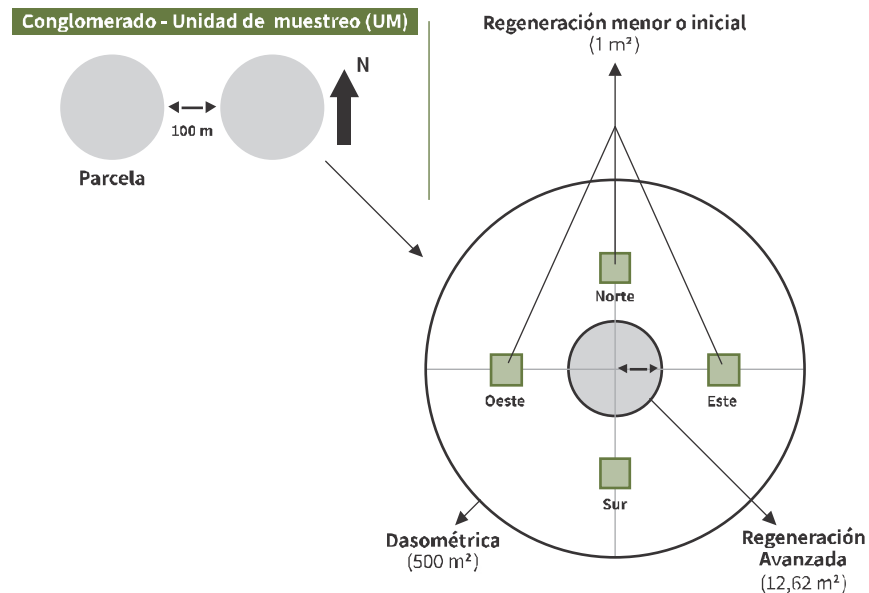


Figura 3. Esquema del muestreo trietápico por conglomerados utilizado en el inventario de los bosques nativos de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz, compuesto por 2 (dos) parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> de superficie y separadas 100 m entre ellas en dirección este-oeste.

Aparte del bosque inventariable, en el campo se realizó un relevamiento con GPS de las zonas de bosques sin cobertura arbórea actual (pérdida de bosque) como así también bosques de lenga con coberturas inferiores al 10%. Estas zonas, que se corresponden a sitios con restos de tocones o indicios de existencia de bosque degradados por incendios y pastoreo, serán para la provincia útiles para determinar la prioridad en futuras tareas de restauración. Asimismo, en el recorrido entre unidades de muestreo se relevaron cambios abruptos en tipo de bosque y presencia de valores especiales de conservación como hábitats especiales (huemul) o zonas con presencia de especies en peligro de extinción. Para lograr mayor precisión, la estratificación de estos bosques se fortaleció con una digitalización manual e interpretación visual de imágenes Google Earth®. Los resultados de las hojas de ruta y del relevamiento de los puntos se incorporaron al sistema de información geográfica. También se tomaron dos fotografías digitales en cada unidad de muestreo.

### 3.3 / Procesamiento de la información

En gabinete, la información de campo de GPS de los puntos de muestreo y los "tracks" de acceso fueron convertidos en formato "shapefile" 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. A partir de la cobertura "ráster" definitiva obtenida, se procedió a la vectorización de la misma, transformándola a un formato "shapefile" de ArcGis 10.0 (ESRI 2011). Para la estratificación de las categorías de bosques se utilizó la siguiente información vectorial: curvas de nivel, pendiente, catastro, reservas provinciales con bosque nativo (Reserva Provincial San Lorenzo, Reserva Provincial Tucú Tucú, 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. Los archivos de pendientes con cuatro categorías (1. pendientes de 0 a 5°, 2. pendientes de 5,1 a 15°, 3. pendientes de 15,1 a 25°, 4. pendientes mayores a 25°), 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 ArcGis, se realizaron los buffer correspondientes a fin de generar superficies de 100 metros de ancho a lo largo de los caminos principales, ríos y bordes de lagos. Estos archivos vectoriales se intersectaron después con el correspondiente a tipo de bosques. 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 bosques. Posteriormente se incorporaron 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 las zonas de pérdida de bosque.

Para el presente inventario provincial se emplearon las herramientas disponibles de biometría ensambladas para construir un modelo de producción para lenga en un gradiente de calidades de sitio provistas en Martínez Pastur et al. (2002) (Tabla 2). La integración en el análisis de las diferentes variables dasométricas se presenta en la Figura 4. Clases de sitio y crecimiento en altura. Se utilizó el modelo propuesto por Martínez Pastur et al. (1997a), basado en la ecuación forzada de Weibull, propuesta por Payandeh y Wang (1994). Esta ecuación también fue utilizada para el cálculo del crecimiento de la altura de los árboles dominantes a lo largo de las edades de los rodales en diferentes calidades de sitio. Por otra parte, para caracterizar los rodales por medio de un Índice de Productividad, y para la aplicación del sitio en los modelos biométricos de volumen y de crecimiento se utilizó la clasificación (de I a V, del mejor al peor sitio) propuesta en el mismo trabajo.

Crecimiento en diámetro. Se basó en las simulaciones propuestas por Martínez Pastur y Lencinas (2000), que utilizaron bases de datos provenientes de trabajos previos en crecimiento de lenga (Piriz Carrillo et al. 1996, Peri y Martínez Pastur 1996, Díaz et al. 1998). Las mismas están realizadas en base a crecimientos de 100 árboles dominantes, propios de masas puras de rodales coetáneos a lo largo de las cinco calidades de sitio.

Índice de densidad de rodales (IDR). Se siguieron las ecuaciones y clasificaciones propuestas en el trabajo de Fernández et al. (1997). La ecuación utilizada es la propuesta por Reineke (1993), que relaciona el número de árboles por hectárea con el diámetro medio, pero que ha sido adaptada a los bosques de lenga, siendo una eficaz herramienta para estimar el número de árboles de un rodal creciendo bajo una dinámica natural.

Diagramación de niveles de raleo. Se utilizaron las propuestas de Fernández et al. (1997), basadas en intervenciones fuertes por lo bajo. La metodología seguida corres-

ponde a la presentada por Mc Carter y Long (1986), de acuerdo a los resultados experimentales presentados en Schmidt y Caldentey (1994) y Schmid et al. (2001), siendo concordantes a lo observado experimentalmente por Martínez Pastur et al. (2001). Mediante esta propuesta fue factible modelar el bosque meta bajo manejo.

Cálculo del turno. Se siguió la metodología planteada en Martínez Pastur y Lencinas (2000), donde el turno se divide en etapas: establecimiento, crecimiento inicial y crecimiento en diámetro, cuya duración varía de acuerdo a las intervenciones silvícolas y los supuestos considerados.

Cálculo del volumen total con corteza (VTCC). Se utilizó el modelo de ecuación estándar no tradicional propuesta por Peri et al. (1997), que utiliza como variables predictoras al DAP y a la altura total de los individuos. Este volumen se calculó considerando una punta fina de 5 cm e incluye al tocón, aplicándose a un rango de diámetros de 5 a 120 cm y a un gradiente de clases de sitios de la V.

Cálculo del volumen de trozas sin corteza (VTSC). Se utilizaron los resultados y proporciones presentados por Martínez Pastur et al. (1997b, 2000), obtenidos a lo largo de un gradiente de calidades de sitio, mediante un sistema de aprovechamiento de fustes completos, propuesto por Cellini et al. (1998) en bosques productivos de lenga. Este volumen incluye trozas de calidad A-D y diámetro mínimo de 18 cm.

También se estimó volumen de trozas sin corteza efectivo (VTSCe) que solo incluye trozas A-B y diámetro mínimo de 18 cm. La calidad de trozas se basa en la clasificación con modificaciones de Cordone y Bava (1997). La misma incluye los siguientes parámetros:

- **Calidad "A"**: diámetros >35 cm en punta fina, sin pudriciones blandas, manchas centrales <10% en la peor cara, flecha <1 cm/m, sin rajaduras, ramas insertas o fustes retorcidos.

- **Calidad "B1"**: diámetros >30 cm en punta fina, pudrición blanca <10% en la peor cara, pudrición parda <30%, mancha <50%, flecha <3 cm/m, rajaduras <50 cm, ramas insertas vivas <5 cm y sin fustes retorcidos.

- **Calidad "B2"**: diámetros <30 cm en punta fina, sin pudrición blanca, pudrición parda <10% en la peor cara, mancha <20%, flecha <1 cm/m, sin rajaduras, ramas insertas o fustes retorcidos.

- **Calidad "C1"**: diámetros >30 cm en punta fina, pudrición blanca <30% en la peor cara, pudrición parda <50%, acepta manchas, flecha <5 cm/m, acepta rajaduras, ramas insertas y fustes retorcidos.

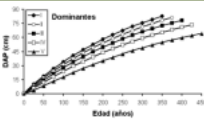
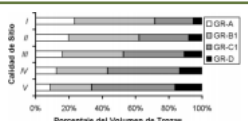
- **Calidad "C2"**: diámetros <30 cm en punta fina, pudrición blanca <10% en la peor cara, pudrición parda <20%, acepta manchas, flecha <3 cm/m, rajaduras <50 cm, ramas insertas vivas <5 cm y sin fustes retorcidos.

- **Calidad "D"**: trozas >30 cm que no se incluyan en las anteriores categorías.



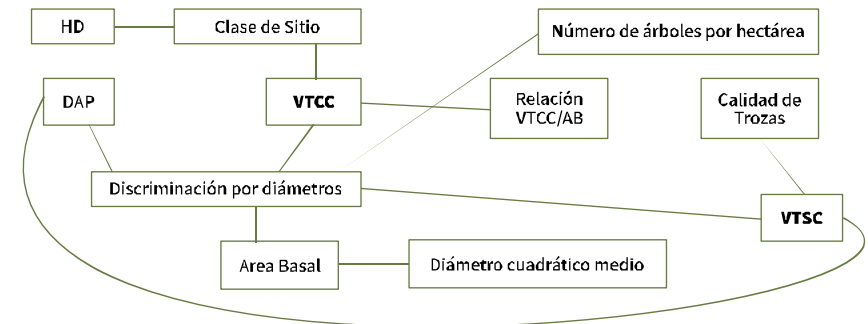
Se entiende por pudrición blanda a aquellas compuestas por pudrición blanca (donde se observa la celulosa remanente) o parda (donde se observa la lignina remanente) o sus combinaciones (pudrición tipo arroz). Las manchas se consideran a aquellos cambios de color en el duramen producto de la presencia de hongos de la madera que no alteran las propiedades mecánicas, como los anteriores casos, pero que sí alteran el color de la madera. Flecha es una medida que cuantifica la curvatura de una troza y se mide como la distancia máxima entre la troza y una línea imaginaria que une ambos extremos de la misma. Rajaduras son aberturas naturales o producto del aprovechamiento a lo largo de la troza. Ramas insertas son defectos originados por la presencia de una rama viva o muerta que fue eliminada al elaborarse la troza. Fustes retorcidos son torceduras u ondulaciones que se presentan a lo largo de la troza que producen desviaciones espiraladas al procesar la madera.

Tabla 2. Ecuaciones biométricas para lenga utilizadas en el análisis de las parcelas del inventario provincial de Santa Cruz.

MODELO	FORMULA O GRÁFICO	PARÁMETROS	FUENTE
Índice de sitio y crecimiento en altura	$H = (p(1 - e^{-at^{b+1}})) + 1.3$ $p = \frac{(S - 1.3)}{1 - e^{-at^{b+1}}}$	a = 0,00496552 b = 0,93289942 c = 0,12327662	Martínez Pastur et al. (1997b)
Crecimiento en diámetro			Peri y Martínez Pastur (1996) Díaz et al. (1998) Martínez Pastur y Lencinas (2000)
Índice de densidad de rodales	$N = a DCM^b$	a = -1.245.403,0 b = -2,11164	Fernández et al. (1997)
Niveles de raleo	$N = a DCM^b$	Máximo a = 447.674,3 b = -2,11164 Mínimo a = 262.917,9 b = -2,11164	Fernández et al. (1997)
Cálculo del turno forestal	(1) etapa de establecimiento (2) etapa de crecimiento inicial (3) etapa de crecimiento en diámetro		Martínez Pastur (1999c) Martínez Pastur y Lencinas (2000)
Volumen total con corteza	$VTCC = a \times DAP^b \times H^c$	a = 0,00002221 b = 2,14278783 c = 1,01207102	Peri et al. (1997)
Volumen de trozas	$VTSC = M \times 1$ donde, $M = \frac{a}{10.000} \times (6-S)^b \times DAP^c$ 1 = discriminante (0 o 1)	a = 6,32744755 b = 0,58438789 c = 1,79753582	Martínez Pastur et al (1997c) Martínez Pastur y Lencinas (2000)
Rendimiento de trozas según calidades			Martínez Pastur et al (2000)

H = altura dominante (m); c = base de los logaritmos naturales; t = edad del rodal (años); ti = edad base (años); S = índice de sitio (m); DAP = diámetro normal a 1,3 m (cm); DCM = diámetro cuadrático medio (cm); N = densidad de árboles (n/ha); VTCC = volumen total con corteza (m<sup>3</sup>); VTSC = volumen de trozas sin corteza (m<sup>3</sup>); a, b, c = parámetros de las ecuaciones. Clases de sitio según Martínez Pastur et al. (1997a).

Figura 4. Esquema general de modelización utilizado en cada parcela del Inventario Provincial de lenga de Santa Cruz.



Los valores de volumen de trozas sin corteza (VTSC) de las unidades de muestreo fueron integrados a un sistema de información geográfico (GIS) usando ArcMap 10.0 software (ESRI 2011). Para realizar un modelo predictivo del VTSC para los bosques de la provincia se exploraron variables climáticas, topográficas y de paisaje (Tabla 3), las cuales fueron extraídas con una resolución 90x90 m. De las variables climáticas (n = 21), 19 (Hijmans et al. 2005) fueron descargadas desde <http://www.worldclim.org>, siendo representativas de las tendencias anuales (temperatura media anual, precipitación anual, estacionalidad (rango anual de temperatura y precipitación) y extremos o límites de factores ambientales (temperatura de los meses más fríos y más cálidos y precipitación de los trimestres más secos y húmedos). Las otras variables climáticas, evapotranspiración potencial global e índice de aridez global fueron tomadas del Consortium for Spatial Information (CSI) (Zomer et al. 2008). Las variables topográficas analizadas (n = 2) incluyeron elevación, pendiente (Farr et al. 2007). Finalmente, las métricas de paisaje (n = 2) incluyeron el índice de vegetación normal diferenciado (NDVI) (ORNL DAAC 2008) y la productividad primaria neta (NPP) del año 2015 (Zhao y Running 2010).

Tabla 3. Variables exploratorias usadas en el análisis del volumen de trozas sin corteza (VTSC).

CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	UNIDAD	FUENTE
Climáticas	Temperatura media anual	TMA	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Rango medio diario	RMD	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Isotermalidad	ISO	%	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Estacionalidad de la temperatura	ET	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Máxima temperatura del mes más cálido	MAXMC	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Mínima temperatura del mes más frío	MINMF	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Rango anual de temperatura	RAT	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Temperatura media del trimestre más húmedo	TMTMH	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Temperatura media del trimestre más seco	TMTMS	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Temperatura media del trimestre más cálido	TMTMC	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Temperatura media del trimestre más frío	TMTMF	°C	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación media anual	PMA	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación del mes más húmedo	PMH	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación del mes más seco	PMS	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Estacionalidad de la precipitación	EP	%	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación del trimestre más húmedo	PTMH	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación del trimestre más seco	PTMS	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación del trimestre más cálido	PTMC	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Precipitación del trimestre más frío	PTMF	mm.años <sup>-1</sup>	WorldClim <sup>(1)</sup>
	Evapotranspiración potencial global	EVTP	mm.años <sup>-1</sup>	CSI <sup>(2)</sup>
	Índice de aridez global	IAG		CSI <sup>(2)</sup>
Topográficas	Elevación	ELE	m.s.n.m.	DEM <sup>(3)</sup>
	pendiente	PEN	%	DEM <sup>(3)</sup>
Paisaje	Índice de vegetación normal diferenciado	IVND	adimensional	MODIS <sup>(4)</sup>
	Productividad primaria neta	PPN	gr C. m <sup>2</sup> .año <sup>-1</sup>	MODIS <sup>(5)</sup>

(1) Hijmans et al. (2005), (2) Consortium for Spatial Information (CSI) (Zomer et al. 2008), (3) Farr et al. (2007), (4) ORNL DAAC (2008), (5) Zhao y Running (2010).



Se realizó una preselección de variables a partir del análisis de correlación Pearson. Considerándose la fuerza de la relación lineal (-1 a +1) y un valor P menor de 0,05, con un nivel de confianza del 95% (Tabla 4). Se usó el modelo de regresión lineal múltiple paso a paso para identificar las mejores variables que explican el VTSC. Empleamos un  $p < 0,05$  como probabilidad de significancia para cada estadístico del regresor se incluyera en el modelo y se usaron 100 pasos para la obtención del modelo final.

Tabla 4. Índices de correlación de Pearson de las variables analizadas para en el modelo de volumen de trozas sin corteza (VTSC).

CATEGORÍAS	VARIABLES	VTSC	
		CORRELACIÓN	P-VALOR
CLIMÁTICAS	TMA	0,06	= 0,445
	RMD	-0,20	= 0,015
	ISO	0,20	= 0,015
	ET	-0,36	< 0,001
	MAXMC	-0,09	= 0,273
	MINMF	0,13	= 0,113
	RAT	-0,30	< 0,001
	TMTMH	0,21	< 0,001
	TMTMS	-0,30	< 0,001
	TMTMC	-0,03	= 0,747
	TMTMF	0,12	= 0,139
	PMA	0,29	< 0,001
	PMH	0,25	< 0,001
	PMS	0,32	< 0,001
	EP	-0,39	< 0,001
	PTMH	0,26	= 0,002
	PTMS	0,31	< 0,001
PTMC	0,31	< 0,001	
PTMF	0,26	< 0,001	
EVTP	-0,19	= 0,021	
IAG	0,29	< 0,001	
TOPOGRÁFICA	ELE	-0,33	< 0,001
	PEN	0,03	= 0,736
PAISAJE	IVND	0,21	= 0,012
	PPN	0,25	= 0,002

Para el mapa de VTSC, las variables seleccionadas fueron la precipitación del mes más húmedo (PMH) y la del mes más seco (PMS), elevación (ELE) y productividad primaria neta (PPN). El modelo resultante fue:

$$VTSC = -2,36926*PMH + 4,19485*PMS - 0,00273587*ELE + 0,107476*PPN$$

R-cuadrada = 42,35%

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 41,14%

Error estándar del estimador = 60,873

Error absoluto medio = 38,0043

Estadístico Durbin-Watson = 1,63426

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,174057

Las variables seleccionadas por el modelo se integraron en un sistema de información geográfico (SIG) usando ArcMap 10.0 software (ESRI 2011), obteniéndose el mapa de VTSC. Los valores de VTSC variaron entre 0,00 y 143,96 m<sup>3</sup>/ha, los cuales fueron clasificados en cuatro categorías para futuras comparaciones: no productivo (0,00-30,00 m<sup>3</sup>/ha), poco productivo (30,01-44,97 m<sup>3</sup>/ha), medio productivo (44,98-62,77 m<sup>3</sup>/ha) y muy productivos (62,78-143,96 m<sup>3</sup>/ha).

Además, se realizó una auto-validación para las variables incluidas en el modelo (PMH, PMS, elevación y PPN) y una validación independiente para variables medidas a campo discriminado por: Departamento, clase de sitio, estructura, fases de crecimiento, productividad, especies exóticas, disturbios, erosión, ramoneo e índice de degradación. Se calcularon errores medios y absolutos respecto de los contenidos de VTSC y del modelo para cada una de las variables.

Finalmente, se realizó una caracterización ambiental del mapa de VTSC a partir de 23 variables continuas incluyendo variables climáticas y topográficas, comparando media y desviación estándar para las 4 categorías de VTSC, considerando de 0,00-30,00 m<sup>3</sup>/ha como bosque no productivo, y 30,01-44,97; 44,98-62,77; 62,78-143,96 m<sup>3</sup>/ha como bosques productivos.

Para el sotobosque, en términos generales, y para todo el muestreo en conjunto, se analizó la cantidad de géneros y especies de plantas vasculares por familias taxonómicas y por clases de vegetación (gimnospermas, dicotiledóneas, monocotiledóneas y pteridófitas). También se evaluó el origen (nativa, exótica, endémica) y la forma de vida de cada especie (árbol, arbusto, sub-arbusto, cojín, hierba erecta, hierba postrada, graminoide cespitosa, graminoide rizomatosa). Se calculó la riqueza específica, el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de equidad de Pielou (J) por parcela. El índice de Shannon-Wiener se calculó como  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , donde  $p_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$  en cada parcela; mientras que el índice de equidad de Pielou se obtuvo como  $J = H'/H'_{max}$ , donde  $H'_{max} = \ln(S)$ , tomando como  $S$  a la riqueza de cada parcela (Pielou 1975). Con la matriz de cobertura por especie se realizaron análisis multivariados de NMDS (Escalamiento multidimensional nométrico) y MRPP (Procedimiento de Permutación de Respuesta Múltiple), explorando los patrones existentes según: 1. Canopeo dominante (lenga vs. especies siempreverdes, que incluyen guindo y ciprés); 2. Bosques Ecotonales con Áreas Ecológicas (con Estepa Magallánica Húmeda, Pastizal Subandino y Matorral de Mata Negra) vs. Bosques No Ecotonales (en Cordillera); 3. Departamento (Río Chico, Lago Buenos Aires, Lago Argentino, Güer Aike); 4. Latitud-Longitud; 5. Elevación; 6. Pendiente; 7. Latitud y Elevación combinadas. Para el NMDS, se utilizó la distancia de Sorensen y el método manual, con 250 iteraciones. Los tres ejes principales fueron significativos ( $p = 0,004$ ) según el test de Monte Carlo, y se arribó a un estrés final = 24,93567, con una inestabilidad final = 0,00234.

En base a los patrones observados, se realizaron análisis de varianza no paramétricos (Kruskal-Wallis) para evaluar las diferencias en riqueza, H' y J. Se prefirieron los análisis no paramétricos a los paramétricos dado el gran desbalance en la cantidad de muestras de cada categoría, y en consecuencia, a la falta de homogeneidad en las varianzas, imposible de corregir con transformación de los datos.

# Resultados de la clasificación de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz

## 4.1 / Descripción general y usos

La superficie total de bosques nativo de Santa Cruz que se desprende del presente inventario es de 380.922 ha (Tabla 5). Es importante resaltar que se incorpora como superficie de bosques nativos de la provincia a las áreas sin cobertura actual arbórea (con presencia de tocones y/o regeneración incipiente) o con coberturas inferiores al 20% (debido a incendios, ganadería o la interacción de ambos disturbios) ya que forma parte de las áreas a restaurar en el marco de la Ley de Bosques N° 26.331 (atendiendo a lo establecido en los Artículos 2°, 4°, 9° y 40°, su Decreto reglamentario N° 91/2009 y la Resolución COFEMA N° 230/2012). Los mismos en la actualización del OTBN, son considerados como bosques nativos debido a que, aunque fueron alterados por incendios de origen antrópicos, responden a estructuras propias de la dinámica natural de los bosques de la región. Dichos bosques conservan su resiliencia (presencia de renovales y/o distancias máximas de 700 m a los bordes de bosquetes con influencia de dispersión de semillas de las especies de *Nothofagus*) o su potencialidad de recuperación mediante restauración activa (condiciones edafo-climáticas aptas). La provincia considera importante la restauración de los mismos para la recuperación de los servicios ecosistémicos que prestaban, tales como conectividad de masas de bosque, protección de cuencas, protección de zonas expuestas a erosión, hábitat de fauna, entre otros. Dado que dichas áreas no se encuentran bajo algún tipo de uso intensivo (agrícola, ganadero, forestal implantado o urbanización) están incluidas dentro del plan provincial de restauración de bosques, mediante planes prediales en el marco de la Ley de Bosques 26.331. Estos bosques representan estimativamente casi el 9% del total de los bosques nativos de Santa Cruz. Sin embargo, es necesario realizar estudios más detallados y relevamientos específicos de estas áreas para lograr una mayor precisión de su superficie.

Los bosques puros de lenga con cobertura ocupan 235.715 ha (el 62% del total de los bosques nativos de Santa Cruz), el guindo ocupa 7.993 ha (2%), los bosques mixtos 8.700 ha (2,3%) y el matorral mixto 7.628 ha (2%). 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 contaba en la provincia según la información disponible en 2004 era de 554.078 ha

sin discriminar los bosques de guindo y los bosques con pérdida de cobertura (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable 2004), mientras que en la actualidad con la realización del presente inventario es de 380.922 ha. 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 y que la superficie de bosque mixto estaba sobre estimada en más de tres veces (Tabla 5).

Los cambios de criterios en las definiciones de bosques también determinan cambios en las superficies de bosques. Por ejemplo, en el inventario provincial de ñire la superficie de ñire fue de 159.720 ha (Peri y Ormaechea 2013), lo cual es claramente superior a las 87.074 ha que quedan del empleo de las metodologías utilizadas en este inventario (Tabla 5).

En el inventario de ñire se tomó una distancia de 350 m como influencia de bordes de bosquetes como bosque, en base principalmente a la distancia de dispersión de semillas informadas para la mayoría de las especies de *Nothofagus* (gravedad y por viento) que pueden superar los 200 m (Veblen et al. 1996) u hojarasca, y a la influencia en la reducción de la velocidad del viento. Los inventarios anteriores tampoco discriminaban en la leyenda de los mapas el tipo Matorral Mixto compuesto por vegetación diversa del tipo arbustiva y/o arbórea juvenil de bajo porte. En la mayoría de los casos se trata de áreas afectadas por disturbios, principalmente incendios, que se encuentran en recuperación. Las especies que dominan en el matorral mixto en la provincia en Santa Cruz, son calafate (*Berberis buxifolia*), ñire, notro, leña dura (*Maytenus magellanica*), parrilla (*Ribes magollanicum*), siete camisas (*Escallonia rubra*), romerillo (*Senecio sp.*) y chilco (*Fuchsia magellanica*) en las zonas más húmedas.

Es común hallar árboles de ñire, lenga y en ocasiones guindo, solitarios o en grupos.

La decisión de incluir esta clasificación se basa en lograr articular definiciones que se emplean a nivel regional a través del Nodo Regional Bosque Andino Patagónico-BAP (aceptado por todas las provincias patagónicas) y a nivel Nacional en la realización del Inventario Nacional de Bosques Nativos bajo la autoridad de la Dirección de Bosques del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

**Tabla 5.** Superficies de los principales tipos de bosque nativo de la provincia de Santa Cruz según la evolución de la información disponible.

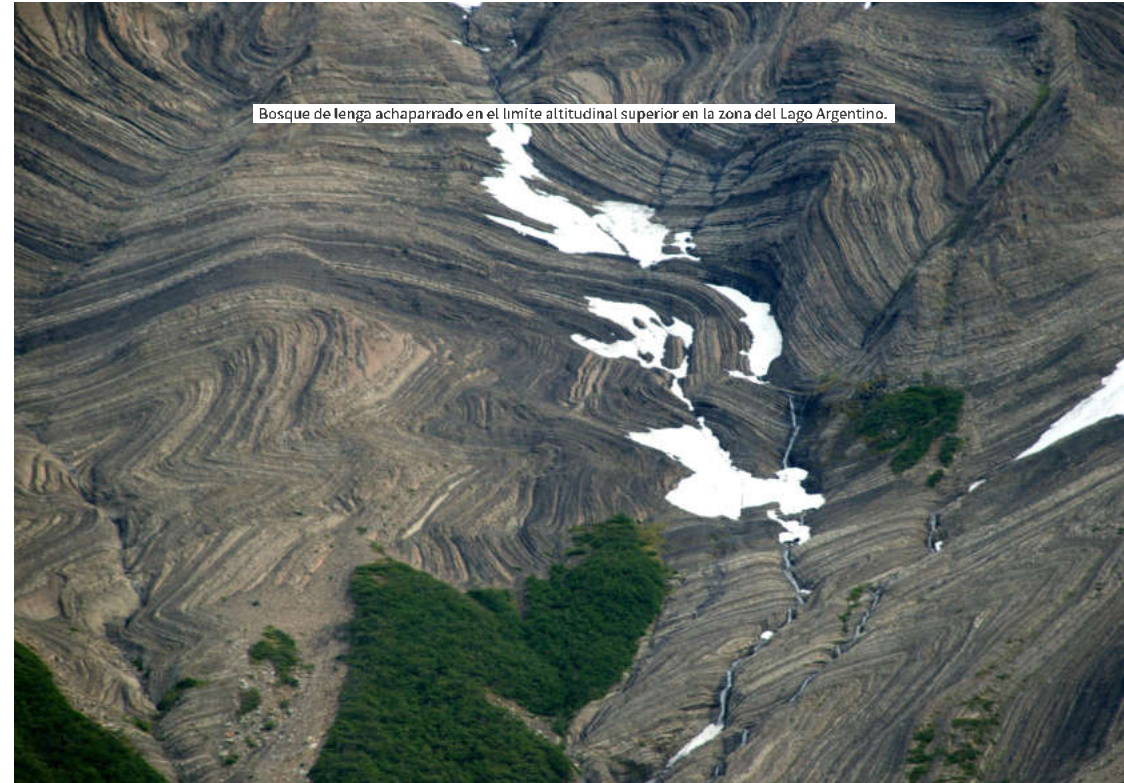
TIPO DE BOSQUE	PRESENTE INVENTARIO (2019)	INVENTARIO ÑIRE (2013) <sup>1</sup>	SEGUNDO OTBN LEY DE PRESUPUESTOS MÍNIMOS (2016) <sup>2</sup>	SEGUNDO OTBN LEY DE PRESUPUESTOS MÍNIMOS (2009) <sup>3</sup>	INVENTARIO NACIONAL (2004) <sup>4</sup>	PR-CARTA FORESTAL IFONA (1987) <sup>5</sup> DIGITALIZADA Y GEOFERENCIADA (2004) <sup>6</sup>
Lenga	235.715	369.070	305.664	340.281	462.995	263.530
Ñire	87.074	159.720	90.753	140.211	91.083	69.230
Bosque Mixto	8.700	7.099	9.888	27.460	0	29.690
Guindo	7.993	-	15.159	-	-	-
Matorral Mixto	7.628	-	-	-	-	-
Bosque con pérdida de cobertura	33.812	1.830	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>380.922</b>	<b>537.719</b>	<b>421.284</b>	<b>507.952</b>	<b>554.078</b>	<b>335.450</b>

Fuente: 1Peri y Ormaechea (2013), 2Peri et al. (2016), 3Peri et al. (2009b), 4Dirección de Bosques-Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2004), 5IFONA (1987), 6Peri (2004).

Al analizar la superficie de los bosques clasificados de acuerdo al tipo forestal y el departamento de la provincia de Santa Cruz al que pertenecen (Tabla 6), surge que el Departamento del Lago Argentino es el que posee mayor superficie de bosques (157,609 ha), siendo los bosques puros de lenga los más abundantes (136,405 ha) y contando con la mayor superficie de formación de matorral mixto (7.618 ha) y de bosques puros de guindo (7.645 ha) de la provincia. En importancia de superficie de los bosques inventariados, siguen los departamentos de Río Chico, Guer Aike y Lago Buenos Aires (Tabla 6).

**Tabla 6.** Superficie de bosques clasificados de acuerdo al tipo forestal y el departamento de la provincia de Santa Cruz al que pertenecen.

DESCRIPCIÓN	TIPO	SUPERFICIE (HA.)	%
Guer Aike	Lenga	18.008	92,6
	Mixtos	1.442	7,4
	<b>TOTAL</b>	<b>19.450</b>	
Lago Argentino	Lenga	136.405	86,5
	Mixtos	5.941	3,8
	Matorral Mixto	7.618	4,8
	Guindo	7.645	4,9
	<b>TOTAL</b>	<b>157.609</b>	
Lago Buenos Aires	Lenga	2.953	90,3
	Mixtos	318	9,7
	<b>TOTAL</b>	<b>3.271</b>	
Río Chico	Lenga	78.349	98,3
	Mixtos	999	1,3
	Matorral Mixto	10	0,0
	Guindo	348	0,4
	<b>TOTAL</b>	<b>79.706</b>	








Bosque de lenga achaparrado en el límite altitudinal superior en la zona del Lago Argentino.



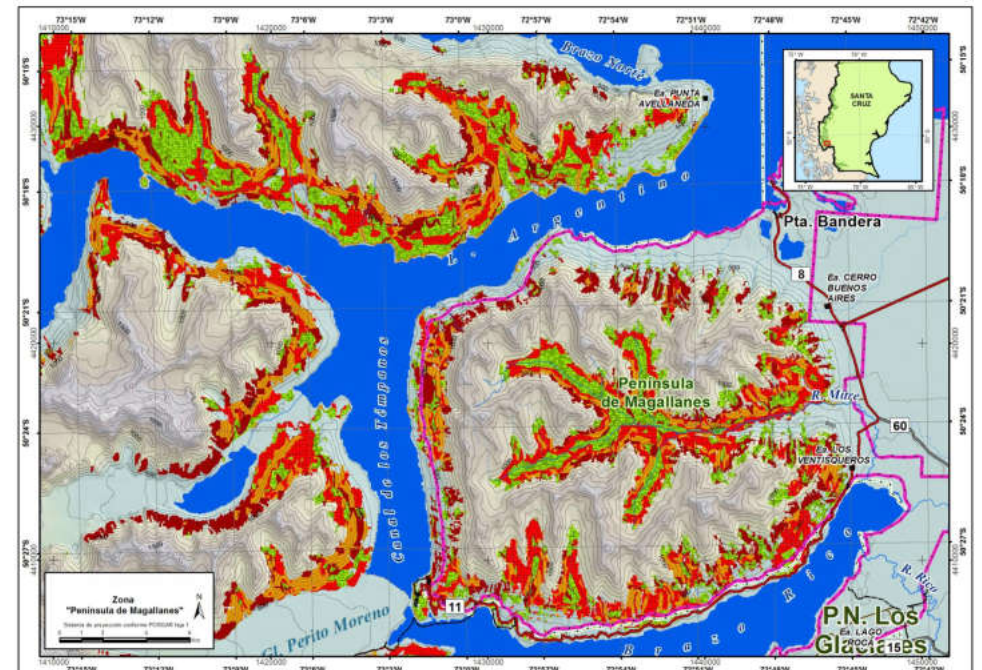
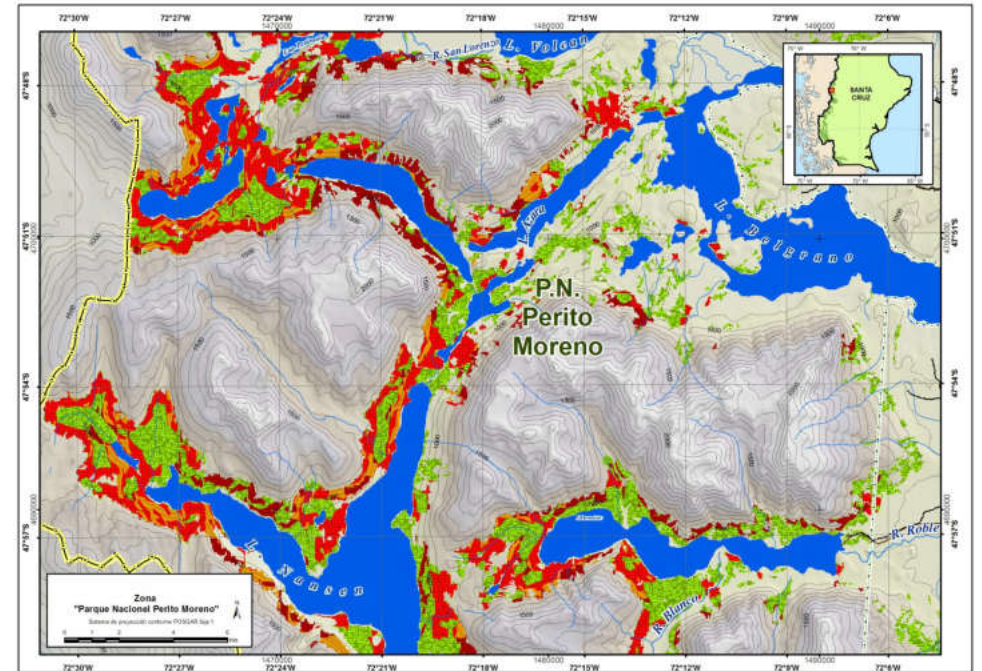
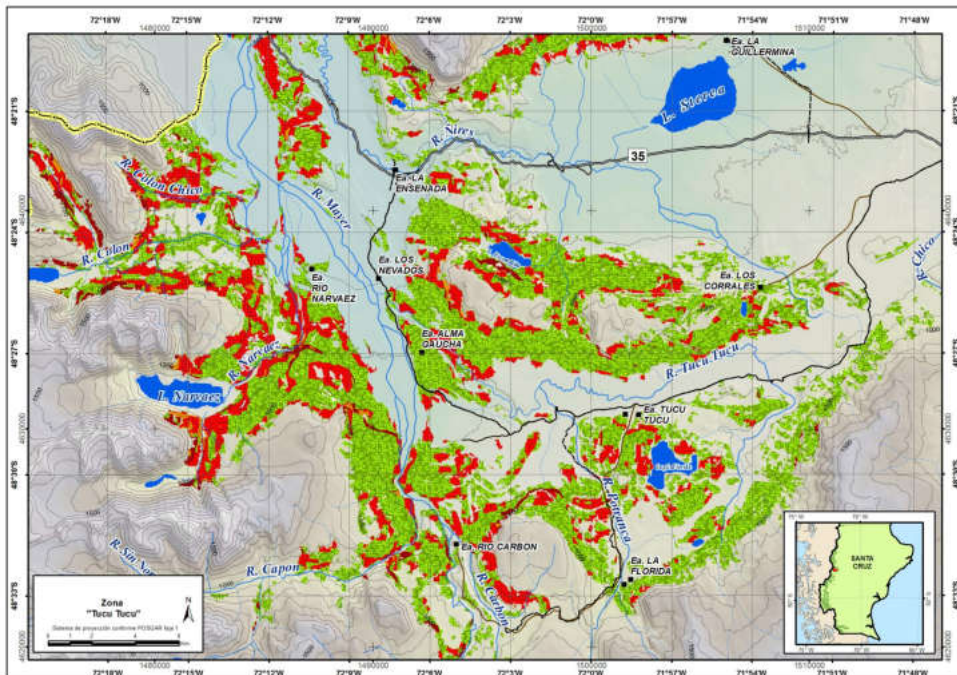
Bosque puro de lenga en "L". Por efecto de la nieve, las bajas temperaturas y la pendiente se forman arqueaduras en la base de los fustes de los árboles.

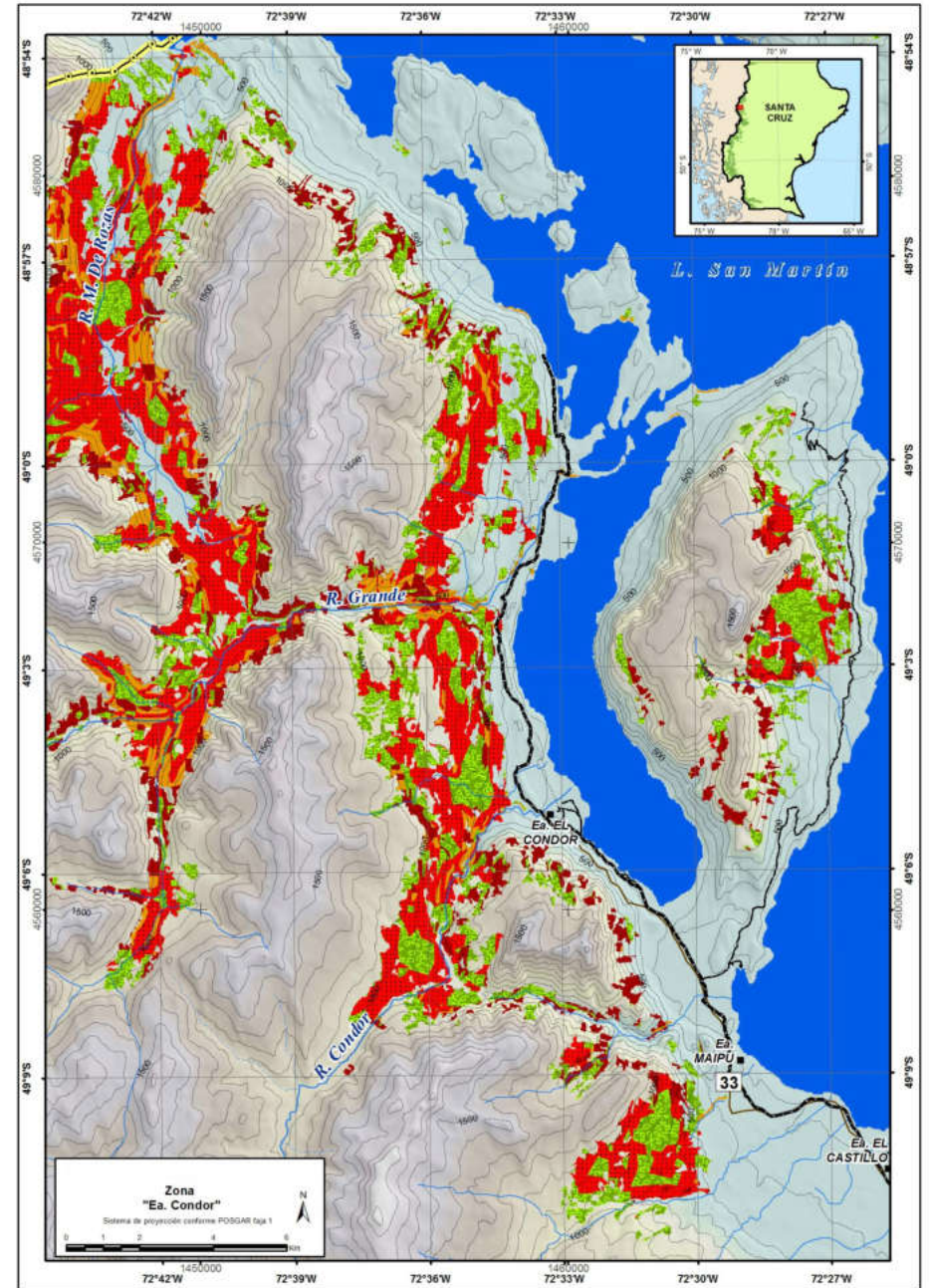
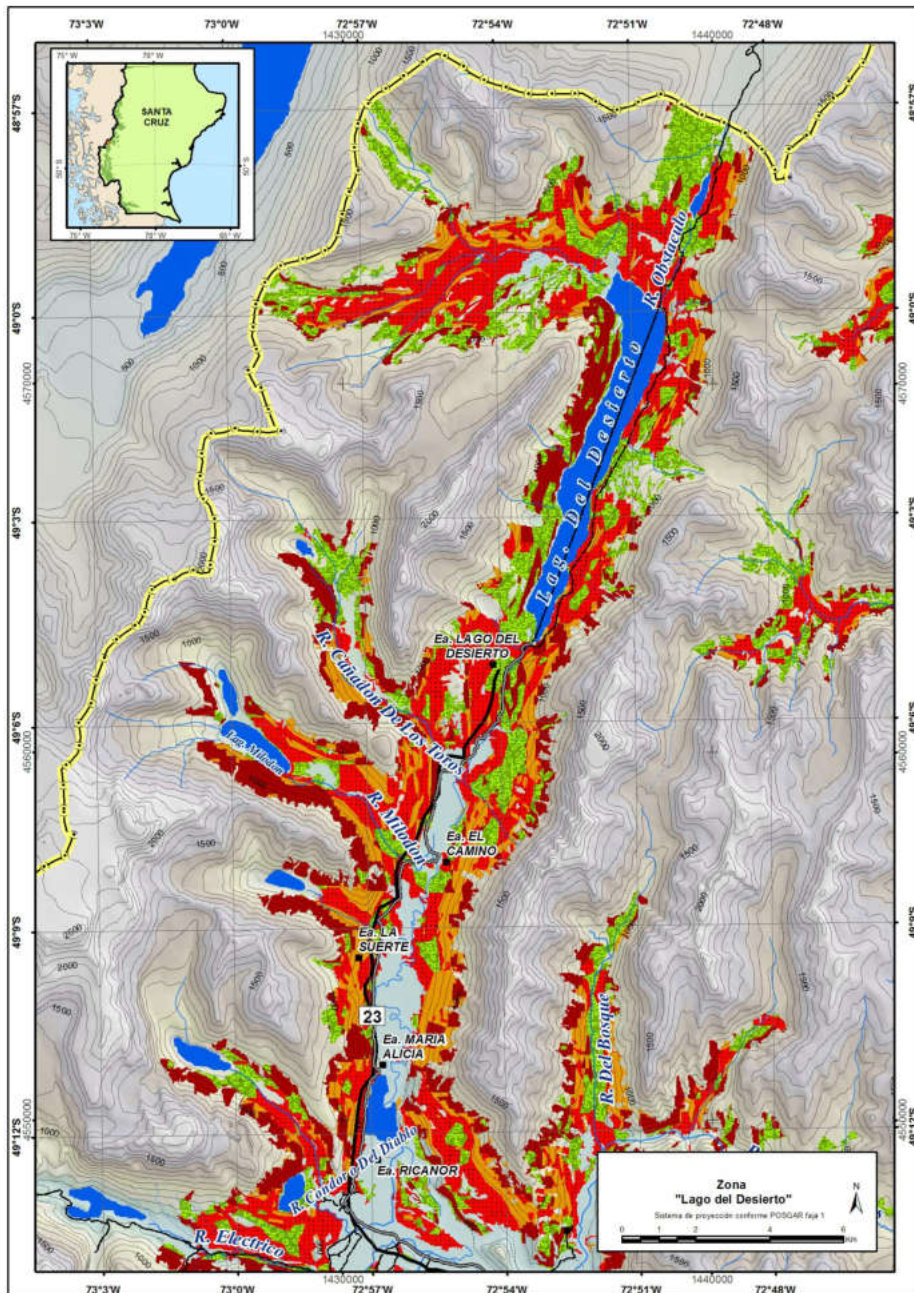
Del resultado de este inventario provincial se definió una clasificación del bosque de lenga, guindo y mixto según su uso potencial (Tabla 7). De la superficie total de estos bosques (252.408 ha), el 51% es de protección, el 43% destinado a turismo y recreación, y el 6% con potencial de uso maderable localizados principalmente en las zonas de Río Turbio y Tucu Tucu (Mapa 2). Los Bosques Productivos de lenga, son coincidentes con la Categoría II de la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección Ambiental de los Bosques Nativos que contemplan Planes de Manejo con un enfoque de sustentabilidad. Dentro de esta categoría se enmarcaría el uso maderero. También, se propone una categoría de uso potencial de Bosques de Turismo y Recreación. Esta categoría de bosques de lenga, mixtos y guindo 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 bosques cuyo uso histórico y actual fueron y son empleados por el turismo en la provincia. La superficie de bosque sugerida para este uso potencial en la provincia de Santa Cruz corresponde a 104.195 ha para lenga, 2.740 ha para bosque mixtos y 2.952 ha para guindo (Tabla 7), ubicados principalmente en las zonas de El Calafate y El Chaltén (Mapa 2).

## REFERENCIAS

-  Bosque de protección por pendiente, Huemul y cuerpos de agua
-  Bosque de protección por Huemul
-  Bosque de protección por pendiente
-  Bosque para recreación y turismo
-  Bosque maderable

**MAPA 2.**  
Uso potencial de los bosques.





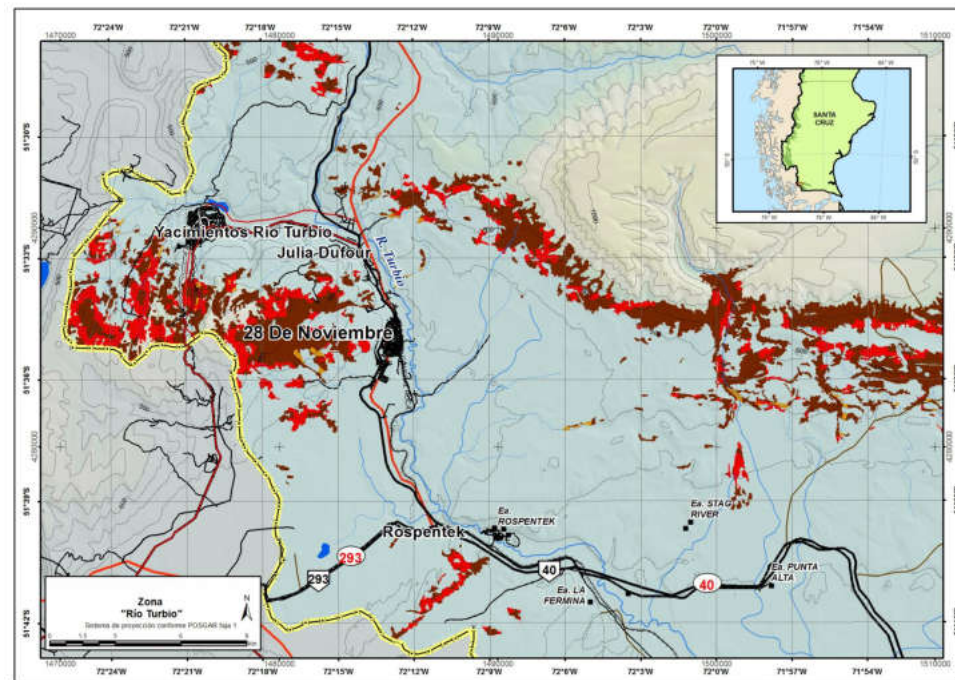
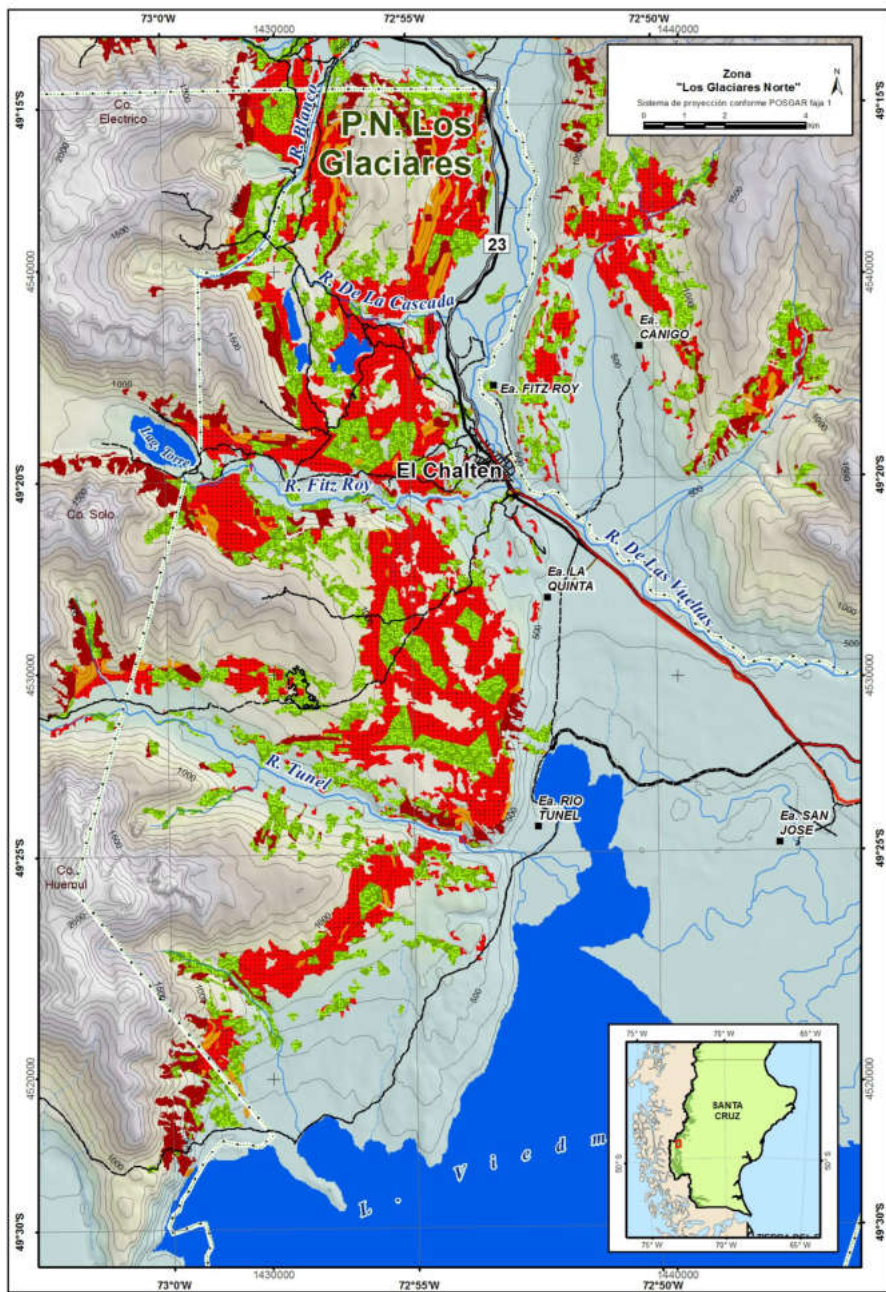
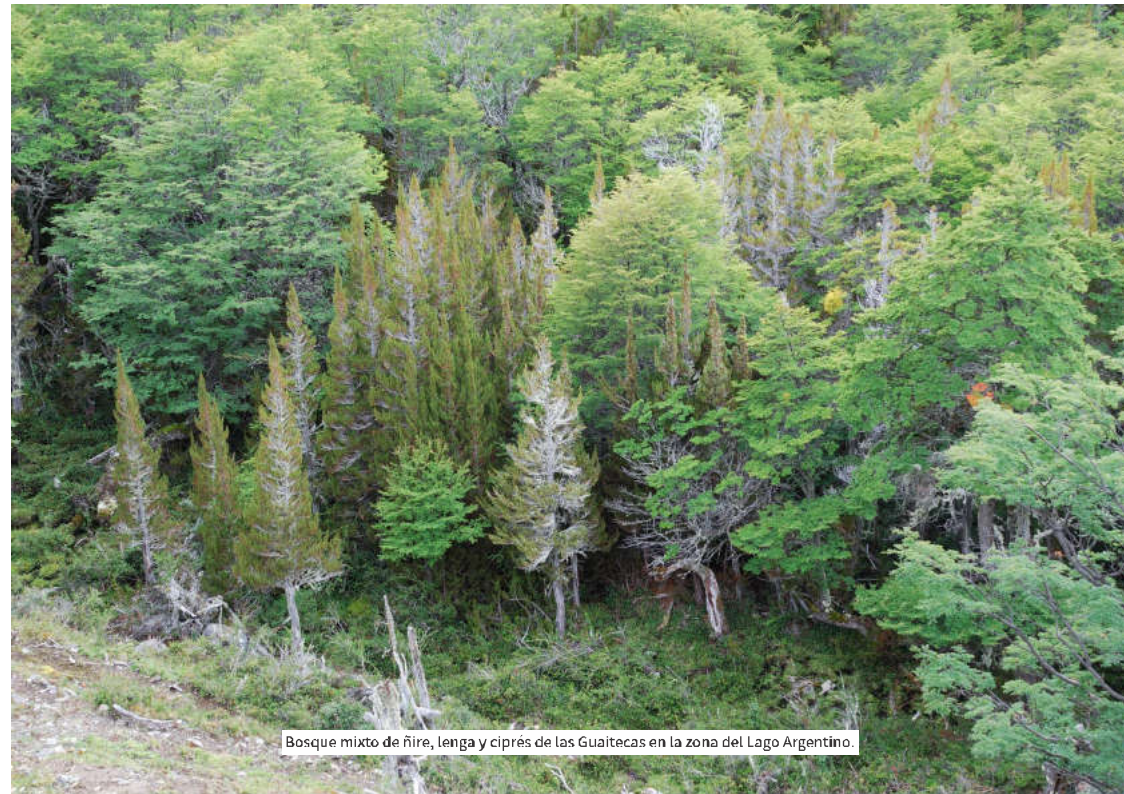


Tabla 7. Superficie (hectáreas) del bosque nativo de lenga, guindo y mixto con diferentes potenciales usos de la provincia de Santa Cruz.

TIPO DE BOSQUE	PROTECCIÓN	TURISMO Y RECREACIÓN	MADERABLE	TOTAL
Lenga	119.259	104.195	12.261	235.715
Mixto	5.125	2.740	835	8.700
Guindo	5.041	2.952	0	7.993
<b>TOTAL</b>	<b>129.425</b>	<b>109.887</b>	<b>13.096</b>	<b>252.408</b>



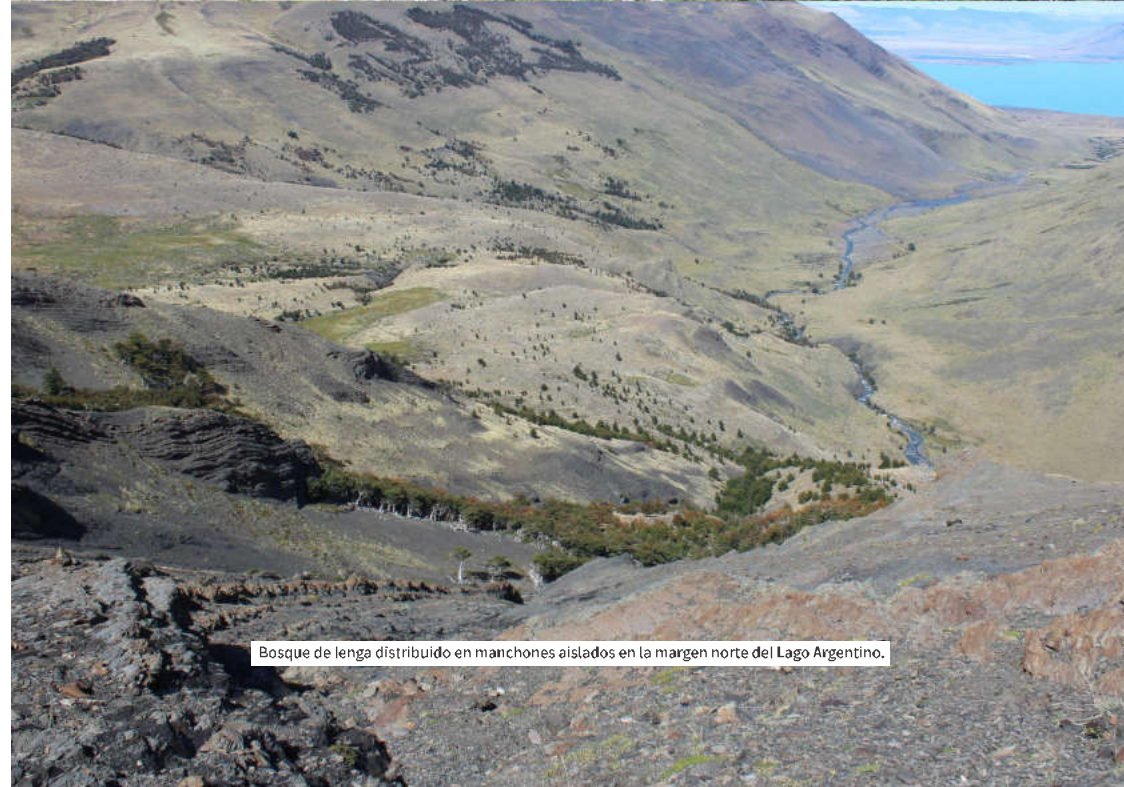
Bosque mixto de lenga, guindo y canelo en la cercanía de la costa del Lago Argentino.



Bosque mixto de fire, lenga y ciprés de las Guaitecas en la zona del Lago Argentino.



Bosque mixto de lenga y guindo en el fordo del Cerro Mayo, Lago Argentino.



Bosque de lenga distribuido en manchones aislados en la margen norte del Lago Argentino.



Bosque de lenga en sitios secos con presencia del arbusto *Chilotricum diffusum* en zona de Río Turbio.



Bosques mixtos de lenga y ñire en sitios secos con *Festuca pallenscens* en Cordillera Chica, zona de Río Turbio.



Bosque puro de guindo en la zona del Lago Argentino.





Bosques de lenga tipo krummholtz en la zona del Lago Belgrano.



Bosque de lenga en el río Stag (Estancia Stag River, Cordillera Chica, zona de Río Turbio) cumpliendo funciones de regulación y protección de cauces de agua.



Bosque puro de lenga de protección por pendiente en zona del Tucu Tucu.

A partir de la sanción de la Ley de Presupuestos Mínimos para la Protección Ambiental de los Bosques Nativos, N° 26331, la provincia de Santa Cruz realizó el Primer y Segundo Ordenamiento de sus bosques según las categorías de clasificación que estipula la misma (Peri et al. 2009b, 2016). En la citada ley establece 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 como 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 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 protección. Además, contempla los bosques con interés de conservación de fauna nativa en peligro de extinción como es el caso del huemul (*Hippocamelus bisulcus*) en Santa Cruz y los relictos de bosque de ciprés de las Guiatecas que constituyen isletas de poco tamaño (<1ha). La estimación del bosque 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 a cargo de la Delegación Regional Patagonia de la Administración de Parques Nacionales y de los mapas de hábitat de huemul para Santa Cruz (Rosas et al., 2017). Los bosques de protección incluyen también áreas de bosques 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. La mayor superficie destinada a protección es para garantizar la conservación del hábitat del huemul y por pendientes (Tabla 8).



## 4.2 / Estado de los bosques

Para determinar el estado de los bosques de lenga, guindo y mixtos en Santa Cruz se determinó un índice de degradación con 13 clases basado en las variables: área basal como indicador de grado de ocupación o cobertura (AB > 45 m<sup>2</sup>/ha, AB entre 15 y 45 m<sup>2</sup>/ha, AB < 15 m<sup>2</sup>/ha), fases de desarrollo (D=desmoronamiento, E=envejecimiento, COI=crecimiento óptimo inicial, COF=crecimiento óptimo final) para incorporar aspectos de la dinámica del bosque, densidad de la regeneración avanzada (0-200, 200-2500 y >2500 individuos/ha de menos de 10 cm de DAP y altura mayor a 1,3 m) y densidad de la regeneración inicial (0-2000, 2000-10000 y >10000 individuos/ha de menos de 1,3 m de altura) como indicadores de la continuidad del estrato arbóreo, intensidad de la actividad de ganadería (0=sin ganado, 1=hasta 200

bosteos/ha y 2=>200 bosteos/ha) representando el impacto en la regeneración y el ecosistema forestal, cobertura de especies exóticas (<10%, 10-50% y >50%), y erosión del suelo (0= sin erosión, 1= presencia de erosión laminar, 2= erosión laminar severa, en surcos y/o presencia de cárcavas). El disturbio dado por el aprovechamiento forestal (presencia de tocones) y por el fuego (evidencias de trozos de madera y árboles carbonizados) observados en los sitios de muestreos no influyeron estadísticamente en el análisis del estado de los bosques muestreados, salvo en la clase 13 de bosques sin cobertura. En la Tabla 9 se presenta en forma resumida las clases del estado de los bosques de lenga, guindo y mixtos en la provincia de Santa Cruz en función del grado de disturbio.

**Tabla 9.** Clases de índice de degradación (ID) para el bosque nativo de lenga, guindo y mixtos de la provincia de Santa Cruz y rangos de las variables utilizadas. El guión (“-”) significa que no corresponde su medición para un ID determinado.

AB (m <sup>2</sup> /ha)	FASE DE DESARROLLO	REGENERACIÓN AVANZADA (ind/ha)	REGENERACIÓN INICIAL (ind/ha)	GANADERÍA	EROSIÓN	COBERTURA DE EXÓTICAS (%)	ÍNDICE DE DETERIORO
>45	E-D	-	-	0-1	0	0	0
>45	E-D	-	-	2	0	0	1
>45	COI-COF	-	-	0-1	0	0	2
>45	COI-COF	-	-	2	0	0	3
1545	E-D	>2500	-	0-1	0	0	2
1545	E-D	>2500	-	2	0	0	3
1545	E-D	<2500	>10000	0-1	0	0	3
1545	E-D	<2500	>10000	2	0	0	4
1545	E-D	<2500	<10000	0-1	0	0	4
1545	E-D	<2500	<10000	2	0	<10	5
1545	COI-COF	>2500	-	0-1	0	0	3
1545	COI-COF	>2500	-	2	0	0	4
1545	COI-COF	<2500	>10000	0-1	0	0	4
1545	COI-COF	<2500	>10000	2	0	<10	5
1545	COI-COF	<2500	<10000	0-1	0	<10	5
1545	COI-COF	<2500	<10000	2	0	<10	6
<15	-	>2500	>10000	0-1	0	<10	5
<15	-	>2500	>10000	2	0	<10	6
<15	-	>2500	>10000	0-1	0	<10	6
<15	-	>2500	>10000	2	0	10-50	7
<15	-	>2500	<10000	0-1	0-1	<10	6
<15	-	>2500	<10000	2	0-1	10-50	7
<15	-	>2500	<10000	0-1	0-1	>50	7
<15	-	>2500	<10000	2	0-1	>50	8
<15	-	>2500	<10000	0-1	0-1	10-50	8
<15	-	>2500	<10000	2	0-1	10-50	9
<15	-	>2500	<10000	0-1	0-1	>50	9
<15	-	>2500	<10000	2	0-1	>50	10
<15	-	>2500	<10000	0-1	2	10-50	8
<15	-	>2500	<10000	2	2	10-50	9
<15	-	>2500	<10000	0-1	2	>50	9
<15	-	>2500	<10000	2	2	>50	10
<15	-	>2500	<10000	0-1	2	10-50	10
<15	-	>2500	<10000	2	2	10-50	11
<15	-	>2500	<10000	0-1	2	>50	11
<15	-	>2500	<10000	2	2	>50	12
0	0	0	0	1-2	0-1	-	13

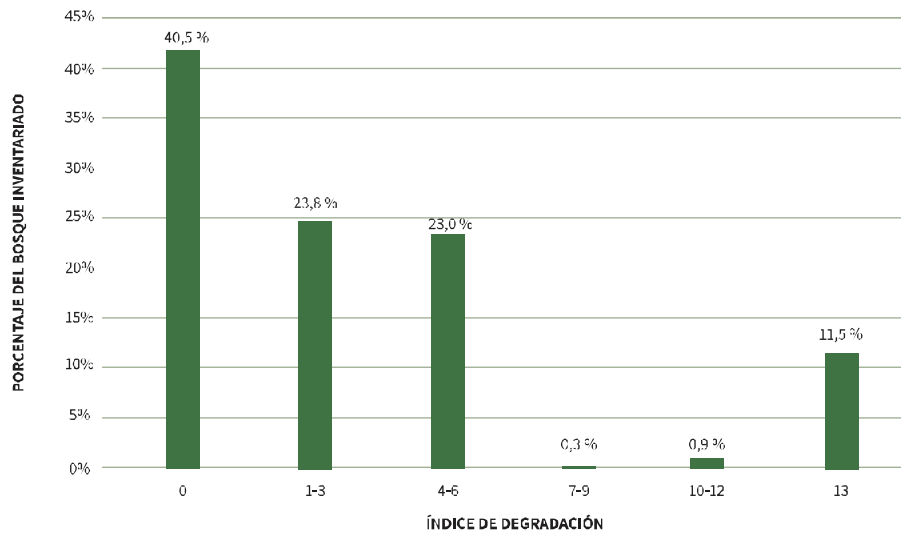
**Tabla 8.** Superficie (hectáreas) del bosque nativo de lenga, guindo (bosques siempreverdes) y mixto con las prioridades de protección de la provincia de Santa Cruz y su correspondiente porcentaje discriminado según los principales factores por lo que el bosque es protegido.

TIPO DE PRIORIDAD	LENGA	MIXTO	GUINDO	TOTAL
Huemul	67.382	2.622	1.709	71.713
Pendiente	33.976	1.515	394	35.885
Huemul + Pendiente	16.574	621	777	17.972
Márgenes de ríos y lagos	1.327	367	2.161	3.855
<b>TOTAL</b>	<b>119.259</b>	<b>5.125</b>	<b>5.041</b>	<b>129.425</b>

Nota: Una superficie de bosque puede contener una o más categorías de protección. Por ejemplo, dentro de la categoría de bosque de protección de márgenes de río y lagos puede contener la superficie de conservación del huemul o bosques con prioridad por pendiente puede contener bosques de protección por altitud.

Valores de índice de degradación 0 corresponden a un bosque climax, bosque primario o bosque con muy bajo nivel de disturbios. En Santa Cruz, el 40,5% del total de los bosques inventariados corresponden a esta categoría (Figura 5).

Figura 5. Distribución de las clases de índice de degradación (ID) para el bosque nativo de lenga, guindo y mixto de la provincia de Santa Cruz.



Los bosques con impactos naturales o antrópicos leves (ID= 1-3) y moderados (ID= 4-6) representan alrededor del 23% cada uno. Estos bosques se corresponden con áreas de uso pasado con presencia de aprovechamientos forestales para extracción de madera, pero a diferencia de un bosque degradado, la cobertura del estrato arbóreo y la densidad de la regeneración de más de 5 años de edad es suficiente para garantizar la continuidad del bosque.

Los bosques con impactos naturales o antrópicos fuertes (ID= 7-9) y los bosques con procesos de degradación avanzados (ID= 10-12) corresponden a menos del 1% de la superficie total de los bosques nativos de lenga, guindo y mixtos (Figura 5). Estos bosques presentan baja cobertura del dosel superior (área basal menor a 15 m<sup>2</sup>/ha), escasa regeneración y con pérdida de suelo por erosión y una ocupación de especies exóticas mayor al 10% que limita la instalación de la regeneración. En la categoría ID= 10-12 existen bosques en fase de envejecimiento que se encuentran bajo un proceso de praderización o efectivamente praderizados, con desarrollo de una carpeta densa de pastos cortos (principalmente *Poa pratensis*, especie perenne que se desarrolla excesivamente bien de forma lateral debido a la presencia de marcados rizomas y que tolera cortes muy bajos por pastoreo intenso y el pisoteo) o presencia de *Hieracium praealtum* (especie exótica invasiva), con escasa o nula regeneración. Estos bosques desaparecerán sin la eliminación de la presión del factor causal de la falta de regeneración (por ejemplo, reducción de carga animal) o de acciones como la protección de árboles individuales para garantizar su continuidad en el

tiempo. Sin embargo, los bosques con pérdida de cobertura (ID=13) representan el 11,5% de los bosques de la provincia de Santa Cruz determinado principalmente por la interacción de incendios forestales, ganadería y erosión. Los incendios del bosque nativo en Santa Cruz son causados principalmente por factores antrópicos (negligencia o por intencionalidad). No todos los incendios provocan los mismos daños, ya que están directamente relacionados con la intensidad del fuego. Los incendios de baja intensidad se producen sobre poco combustible o combustible algo húmedo y el calor no alcanza a quemar raíces, por lo que pocos árboles son afectados y seguirán produciendo semilla, determinando que la continuidad del bosque no se vería alterada. En un área similar, puede producirse un incendio de alta intensidad sí, por ejemplo, se acumuló mucho combustible (ramas, troncos, etc.) y tuvo tiempo de secarse bien. En este caso, el calor matará raíces y la biota del suelo hasta una profundidad variable y las llamas alcanzarán las copas matando a la mayoría de los árboles. Dependiendo de la distancia a un bosque cercano, la regeneración podrá establecerse nuevamente ya que la lenga dispersa sus semillas valiéndose del viento hasta 50 m de distancia del árbol semillero. Después de un incendio intenso, es probable que se inicie un proceso erosivo eólico sobre las laderas expuestas a los fuertes vientos, con pendientes pronunciadas y suelos poco desarrollados, donde se dificultaría la instalación de la regeneración por pérdida de suelo. Si existieran fuertes pendientes, actuará también la erosión hídrica que se verá potenciada por la longitud de la misma.



La superficie incendiada de bosques nativos en Santa Cruz en el período 1984-2017 fue de aproximadamente 18.000 ha, lo cual representa en 34 años un promedio de 529 ha/año, con años sin incendios (1984, 1998 y 2009) y con un gran evento en el año 2003 donde se incendiaron más de diez mil hectáreas (Fig. 6). Los eventos de incendios fluctúan desde 1 hasta 17 por año. Los incendios forestales son combatidos en nuestra provincia por la Brigada de Lucha contra Incendios Forestales que depende de la Dirección de Bosques del Consejo Agrario Provincial (CAP).

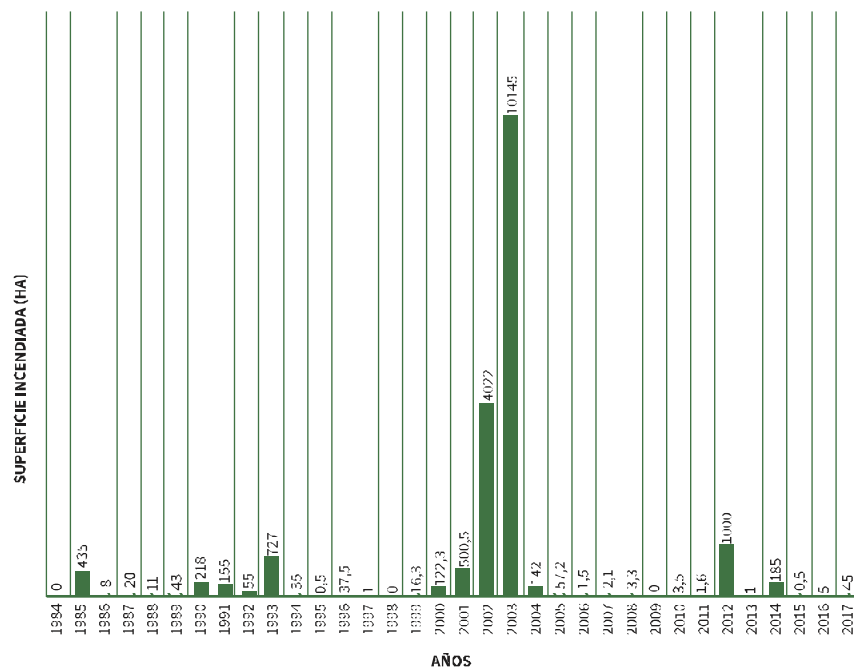


Figura 6. Estadísticas de superficie (ha) de bosque nativo afectadas por incendios forestales en la provincia de Santa Cruz en el período 1984-2017 (Fuente: Dirección de Bosques del Consejo Agrario Provincial-CAP; Díaz 2013).

La existencia de bosques degradados, en todos los niveles representados en el presente inventario, reduce la capacidad del bosque de proporcionar bienes y servicios (FAO 2002), la cual es necesaria para 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). Es importante resaltar que los umbrales que determinan que un bosque se considere degradado son dependiente del tipo forestal (por ejemplo, el bosque de lenga seguramente difiera en su umbral respecto al bosque de guindo). 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 mediano profundizar los aspectos relevantes que definen los bosques degradados en Patagonia.



Bosque de lenga con pérdida de cobertura sujeto a restauración activa, zona de Río Turbio.

### 4.3 / Estructura de los bosques de lenga y mixtos

El tipo de estructura que predomina en los bosques de lenga y mixtos de Santa Cruz (70% de la superficie total) corresponde al tipo Regular, seguido de una estructura irregular o disetáneo (20%) y de una estructura regular en bosquetes (10%). En cuanto al estado general de madurez, es notoria la predominancia de los bosques maduros (fases de desarrollo de Envejecimiento y Desmoronamiento), que ocupan más del 67% de la superficie del bosque inventariado. Los bosques mayoritariamente se desarrollan entre Clases de Sitio IV y V, con alturas dominantes que fluctúan entre 11,5 y 15,6 m (Tabla 10). La altura media de los árboles en los rodales inventariados varía de 9,5 a 12,5 m. Si bien la mayor parte de los bosques presentan altas coberturas del dosel superior (63,3-73%), la densidad promedio de árboles fluctúa de 605 árboles/ha en el Departamento de Guer Aike a 1740 árboles/ha en el Departamento Lago Buenos Aires (Tabla 10). Los valores de densidad promedio varían entre 36,8% y 45,3% de acuerdo al índice de densi-

dad de Reineke (IDR), lo que indica que los rodales se encuentran en un grado medio de ocupación (40,5 a 60,3 m<sup>2</sup>/ha de área basal) (Tabla 10).

Respecto al volumen bruto con corteza (VTCC), la mayoría de los bosques (61%) posee valores inferiores a 350 m<sup>3</sup>/ha, obteniéndose los mayores valores en los bosques mixtos del Departamento Lago Argentino con VTCC medio de 501,8 m<sup>3</sup>/ha (Tabla 10).

El valor medio provincial de los bosques inventariados de volumen de trozas sin corteza (VTSC) es de 41,7 m<sup>3</sup>/ha y el volumen de trozas sin corteza efectivo (incluyendo solo trozas de calidad A-B) (VTSCe) es de 18,6 m<sup>3</sup>/ha, pero con una amplia variación según el departamento (Tabla 10).

El porcentaje de bosque productivo promedio de la provincia, definido como aquellos bosques con >30 m<sup>3</sup>/ha VVSCe, es del 16,3%, con máximos valores en el Departamento Guer Aike (31,3%) y sin bosques productivos en el Departamento Lago Buenos Aires (Tabla 10).

**Tabla 10.** Biometría de los bosques de lenga y mixtos de la provincia de Santa Cruz clasificados de acuerdo con el tipo de bosques y el departamento al que pertenecen.

DEPARTAMENTO	TIPO	COB (%)	HD (m)	CS	DEN (ind/ha)	IDR (%)	DAP (cm)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> /ha)	VTCC (m <sup>3</sup> /ha)	VTSC (m <sup>3</sup> /ha)	VTSCe (m <sup>3</sup> /ha)	PRODUCTIVO (%)
Guer Aike	Lenga	68,9	12,1	4,9	605	44,8	33,3	9,7	51,8	321,2	62,8	24,7	31,3
Lago Argentino	Lenga	64,0	13,2	4,7	833	43,3	31,0	10,9	50,8	354,9	47,8	21,8	17,4
	Mixto	69,3	15,6	4,2	1223	45,3	26,7	12,5	60,3	501,8	74,5	36,7	28,6
Lago Buenos Aires	Lenga	63,3	13,0	4,8	1740	36,8	23,6	10,2	40,5	247,5	9,0	3,6	0,0
Río Chico	Lenga	73,0	11,5	4,8	801	42,2	29,3	9,5	49,7	305,4	14,3	6,0	4,4
<b>PROMEDIO</b>		<b>67,7</b>	<b>13,1</b>	<b>4,7</b>	<b>1040</b>	<b>42,5</b>	<b>28,8</b>	<b>10,6</b>	<b>50,6</b>	<b>346,2</b>	<b>41,7</b>	<b>18,6</b>	<b>16,3</b>

CS= clase de sitio (1 mejor a 5 peor); DEN = densidad de árboles; IDR = índice de densidad del rodal; DAP= diámetro a la altura del pecho; HT= altura de los árboles; AB= área basal; VTCC= volumen total con corteza; VTSC= volumen de trozas sin corteza (incluye trozas A-D y diámetro mínimo de 18 cm); VTSCe= volumen de trozas sin corteza efectivo (incluye trozas A-B y diámetro mínimo de 18 cm); Productivo= bosques que poseen >30 m<sup>3</sup> ha VVSCe.

A nivel provincial, los bosques productivos de lenga y mixtos poseen mayores valores de cobertura, área basal, altura de los árboles dominantes, índice de densidad de rodal, DAP medio, VTCC, VTSC y VTSCe y menor densidad de árboles que aquellos bosques no productivos (Tabla 11). Los volúmenes de los bosques productivos mixtos son superiores a los bosques de lenga.

**Tabla 11.** Biometría de los bosques lenga y mixtos clasificados de acuerdo con su productividad y el tipo forestal.

TIPO	PRODUCTIVO	COB	HD	CS	DEN	IDR	DAP	AB	VTCC	VTSC	VTSCe
Lenga	No	66,2	11,7	4,1	842	40,3	29,4	47,1	282,5	17,7	7,1
	Si	76,2	17,7	4,9	652	58,8	37,1	69,8	626,9	155,8	72,1
Mixto	Lenga	68,3	13,6	3,3	1246	37,7	24,4	50,9	374,8	22,5	9,7
	Mixto	72,0	20,6	4,6	1165	64,1	32,4	84,0	819,2	204,6	104,2

CS= clase de sitio (1 mejor a 5 peor); DEN = densidad de árboles; IDR = índice de densidad del rodal; DAP= diámetro a la altura del pecho; AB= área basal; VTCC= volumen total con corteza; VTSC= volumen de trozas sin corteza (incluye trozas A-D y diámetro mínimo de 18 cm); VTSCe= volumen de trozas sin corteza (incluye trozas A-B y diámetro mínimo de 18 cm); Productivo= bosques que poseen >30 m<sup>3</sup> ha VVSCe.

Analizando el total de los volúmenes de los bosques de Santa Cruz, se estima que los bosques de lenga aportan casi 79 millones m<sup>3</sup> de VTCC y 4 millones m<sup>3</sup> de VTSCe, representando aproximadamente el 81-86% de las existencias (Tabla 12). El Departamento Lago Argentino aporta los mayores volúmenes, seguido por los departamentos Río Chico, Guer Aike y Lago Buenos Aires.

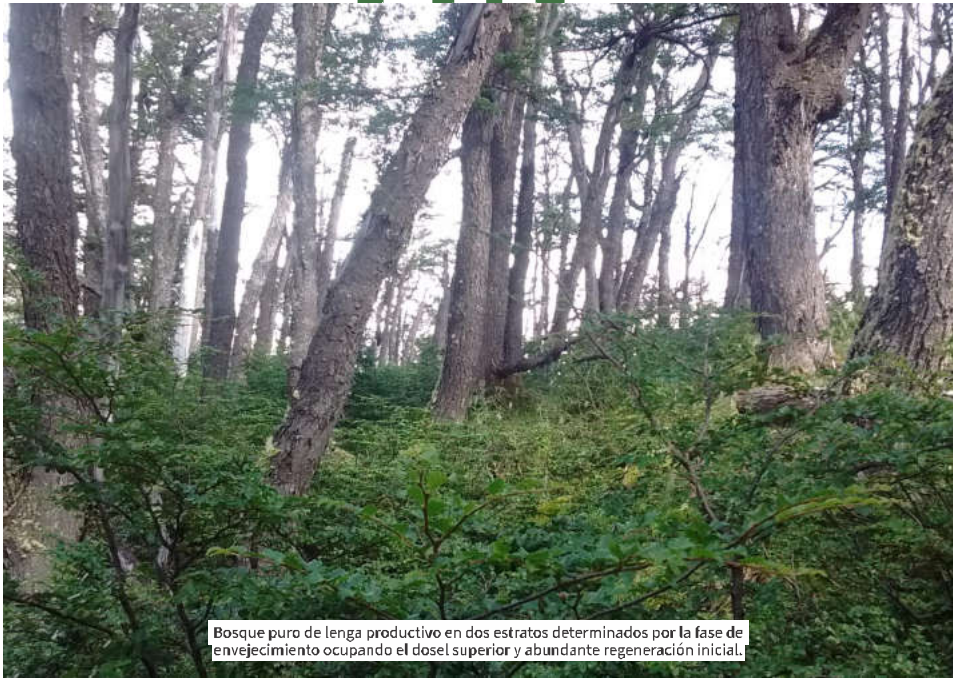
**Tabla 12.** Volumen (millones m<sup>3</sup>) total y clasificados de acuerdo con el tipo forestal y el departamento al que pertenecen.

DEPARTAMENTO	TIPO	VTCC	VTSC	VTSCe
Guer Aike	Lenga	5,78	1,13	0,45
	Mixtos	0,72	0,11	0,054
	<b>TOTAL</b>	<b>6,51</b>	<b>1,24</b>	<b>0,49</b>
Lago Argentino	Lenga	48,55	6,54	2,98
	Mixtos	10,64	1,58	0,78
	<b>TOTAL</b>	<b>59,19</b>	<b>8,12</b>	<b>3,76</b>
Lago Buenos Aires	Lenga	0,73	0,03	0,01
	Mixtos	0,16	0,02	0,01
	<b>TOTAL</b>	<b>0,89</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>
Río Chico	Lenga	23,93	1,12	0,47
	Mixtos	0,68	0,10	0,05
	<b>TOTAL</b>	<b>24,61</b>	<b>1,22</b>	<b>0,52</b>
<b>TOTAL</b>	Lenga	<b>78,99</b>	<b>8,82</b>	<b>3,90</b>
	Mixtos	<b>12,20</b>	<b>1,81</b>	<b>0,89</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>91,19</b>	<b>10,63</b>	<b>4,80</b>

VTCC= volumen total con corteza; VTSC= volumen de trozas sin corteza (incluye trozas A-D y diámetro mínimo de 18 cm); VTSCe= volumen de trozas sin corteza (incluye trozas A-B y diámetro mínimo de 18 cm).



Bosque típico de lenga en la provincia de Santa Cruz desarrollándose en una calidad de sitio baja con altura de árboles dominantes entre 10 y 12 m.



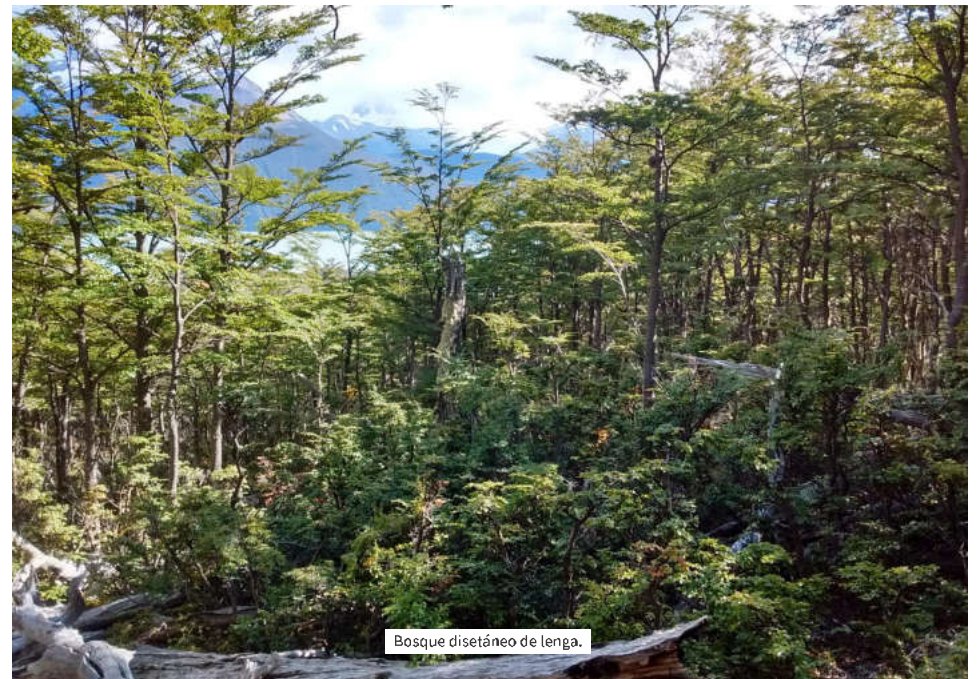
Bosque puro de lenga productivo en dos estratos determinados por la fase de envejecimiento ocupando el dosel superior y abundante regeneración inicial.



Bosque puro de lenga en fase de desarrollo de regeneración avanzada.



Bosque maduro de lenga productivo en la zona de El Chaltén.



Bosque disetáneo de lenga.

El análisis de autovalidación mostró que los valores de VTSC y VTSC modelado aumentaron con las variables climáticas (PMH y PMS), mientras que para la variable topográfica los valores disminuyen al aumentar la elevación. Finalmente, para la variable de paisaje los valores de VTSC aumentaron con la PPN (Tabla 13). El modelo presenta un Error medio de 0,25 presentando en la variable elevación la peor estimación (13,85 y -10,36), mientras que con las variables climáticas presentó la mejor estimación (-0,09 y -0,90).

**Tabla 13.** Autovalidación del modelo de volumen total sin corteza (VTSC) (m<sup>3</sup>/ha) en la provincia de Santa Cruz.

VARIABLES		N	VTSC (m <sup>3</sup> /ha)	VTSCm (m <sup>3</sup> /ha)	ERROR MEDIO	ERROR ABSOLUTO
PMH (mm.año <sup>-1</sup> )	33-51	49	27,38	25,64	1,74	25,71
	52-87	50	30,80	31,70	-0,90	24,91
	88-131	48	65,32	65,41	-0,09	60,63
PMS (mm.año <sup>-1</sup> )	11-26	51	21,05	22,89	-1,84	23,89
	27-48	49	33,53	31,50	2,04	23,54
	50-88	47	70,21	69,58	0,64	64,76
ELE (m.s.n.m)	193-597	50	68,69	54,85	13,85	53,56
	598-825	49	32,18	42,54	-10,36	34,00
	826-1283	48	20,95	24,05	-3,09	22,32
PPN (grC.m <sup>2</sup> .año <sup>-1</sup> )	29-330	49	16,40	20,49	-4,09	21,95
	332-448	50	44,78	40,16	4,26	39,54
	449-771	48	61,97	61,86	0,11	49,22
<b>TOTAL</b>		<b>147</b>	<b>40,93</b>	<b>40,69</b>	<b>0,25</b>	<b>36,84</b>

En la validación independiente para las variables medidas en el campo, el VTSC modelado presentó diferencias según las variables de estructura e impactos relevadas (Tabla 14). El VTSC modelado aumentó hacia los departamentos del centro-sur de la provincia (Lago Argentina y Guer Aike), siendo Guer Aike el departamento donde el modelo más subestimó (Error medio = 18,92). El modelo indicó que el VTSC aumenta con las clases de sitios, sin embargo presentó una gran subestimación (193,79) para clases de sitio altas y sobreestimó las clases de sitio baja (-12,29). Los valores de VTSC del modelo fueron menores para estructuras regulares (38,38) donde, los bosques en fases de crecimiento óptimo final (COF) y envejecimiento (E) presentaron los valores más altos, mientras que, fueron mayores para estructuras irregulares (50,07) donde, los bosques en fases de crecimiento óptimo final - envejecimiento (COF-E) y envejecimiento - desmoronamiento (E-D) presentaron los valores más altos, sin embargo el modelo presentó una gran subestimación (75,75) para los bosques en fases de envejecimiento - crecimiento óptimo final (E-COF), los cuales presentan el mayor VTSC.

En cuanto a las variables de impacto, el modelo presentó un aumento del VTSC con la presencia de especies exóticas. Además, las áreas con aprovechamiento forestal tuvieron los valores más altos de VTSC modelado (63,74) seguido por las áreas que presentaron los tres disturbios combinados (ganadería, incendio y aprovechamiento), mientras que las áreas con menor VTSC modelado fueron áreas con incendio y áreas con ganadería y aprovechamiento. Las áreas sin erosión del suelo presentaron un mayor VTSC modelado, siendo las áreas con algún grado de erosión sobreestimadas en el modelo. Las condiciones de ramoneo, no mostraron un patrón siendo las áreas con bajo ramoneo y alto ramoneo las que presentaron los mayores valores de VTSC modelado. Por último, el índice de degradación indicó que las áreas menos degradadas son las que presentan un mayor VTSC, siendo las áreas más degradadas sobreestimadas por el modelo.

**Tabla 14.** Validación independiente del modelo de volumen total sin corteza (VTSC) (m<sup>3</sup>/ha) usando variables discretas en la provincia de Santa Cruz.

VARIABLES		N	VTSC (m <sup>3</sup> /ha)	VTSCm (m <sup>3</sup> /ha)	ERROR MEDIO	ERROR ABSOLUTO
DEPARTAMENTO	Lago Buenos Aires	3	9,03	0,00	9,03	9,03
	Río Chico	45	14,33	19,23	-4,84	22,81
	Lago Argentino	83	52,26	53,17	-0,89	46,15
	Guer Aike	16	62,82	43,91	18,92	33,22
CLASES DE SÍTIOS	Alta	6	271,85	78,06	139,79	193,79
	Media	34	59,17	53,62	5,55	44,51
	Baja	107	22,19	34,48	-12,29	26,60
ESTRUCTURA	Irregular	29	54,28	50,07	4,21	36,13
	Regular	118	37,65	38,38	-0,73	37,01
FASES DE CRECIMIENTO	COI	21	12,13	32,86	-20,74	30,11
	COF	11	29,52	38,45	-8,94	29,66
	E	63	41,64	39,66	1,98	38,10
	D	11	17,06	24,73	-7,67	15,73
	COF-E	7	94,43	61,25	33,18	38,17
	E-COI	18	34,05	42,19	-8,13	29,72
	E-COF	8	128,51	52,76	75,75	99,53
E-D	8	40,57	60,87	-20,29	35,62	
PRODUCTIVIDAD	No productivo	124	18,05	34,91	-16,86	26,48
	Productivo	23	164,31	71,84	92,46	92,68
EXÓTICAS	0	60	46,56	38,27	8,38	41,09
	1	71	35,59	41,52	-5,92	35,56
	2	8	26,26	32,01	-5,75	22,06
	3	8	60,06	60,10	-0,03	31,11
DISTURBIOS	Sin disturbio	47	57,46	38,86	18,60	49,82
	Incendio	16	13,67	27,66	-13,99	24,31
	Ganadería-Incendio	16	23,33	39,89	-16,56	29,76
	Ganadería-Aprovechamiento	15	25,99	27,04	-1,05	17,15
	Ganadería	41	38,49	49,62	-11,13	38,15
	Ganadería-Incendio-Aprovechamiento	6	68,53	53,75	14,79	35,71
Aprovechamiento	3	91,73	63,74	20,00	28,00	
EROSIÓN	Sin erosión	35	72,33	64,16	8,17	68,31
	Leve	31	37,39	40,27	-2,88	29,95
	Srvera	81	28,72	30,70	-1,98	25,88
RAMONEO	SR	19	45,81	38,24	7,57	41,97
	0	71	52,21	44,26	7,95	37,20
	1	17	42,75	39,00	3,75	38,78
	2	26	10,43	33,71	-23,28	31,01
	3	14	31,55	40,86	-9,31	36,54
ÍNDICE DE DEGRADACIÓN	0	67	54,67	44,08	10,59	43,43
	1	39	46,82	39,77	7,05	32,51
	2	38	13,87	37,29	-23,42	31,05
	3	3	0,37	19,69	-19,32	19,32
<b>TOTAL</b>		<b>147</b>	<b>40,93</b>	<b>40,69</b>	<b>0,25</b>	<b>36,84</b>

El mapa obtenido de la modelización, indicó que, del total de la superficie de los bosques de Santa Cruz, 130.300 ha poseen menos de 30 m<sup>3</sup>/ha de VTSC, 86.311 ha de los bosques entre 30 y 62,8 m<sup>3</sup>/ha, y solo 43.425 ha poseen valores de VTSC entre 62,8 y 144 m<sup>3</sup>/ha.

La caracterización ambiental del mapa de VTSC clasificado a través de variables climáticas y topográficas presentó diferentes patrones (Tabla 15). La temperatura media anual (TMA) aumentó con el VTSC (bosque no productivo=5,15 °C y bosque muy productivo=5,45 °C), siguiendo este mismo patrón las variables ISO, TMTMH y TMTMF. Sin embargo, las otras variables de temperatura (RMD, ET, MAXMC, MINMF, RAT, TMTMS, TMTMC) disminuyeron al aumentar los valores de VTSC. La precipitación media anual (PMA) aumentó con el VTSC (651<716<957 mm/año), presentando las menores precipitaciones (530 mm/año) en los bosques no productivos (<30 m<sup>3</sup>/ha). Las otras variables relacionadas a la precipitación siguieron el mismo patrón (PMH, PMS, PTMH, PTMS, PTMC, PTMF). Sin embargo, la estacionalidad de la precipitación (EP) disminuyó al aumentar el VTSC (18,40<16,34<13,28%), siendo en los bosques no productivo el mayor valor (22,25%). Además, la evapotranspiración potencial (EVTP) disminuyó al aumentar el VTSC, mientras que el índice de aridez (IAG) presentó un comportamiento inverso siendo los bosques no productivos aquellos que se encuentran en las áreas más áridas (0,78). Finalmente, las variables topográficas presentaron un comportamiento inverso, donde el VTSC disminuye con la elevación mientras que para pendientes altas (19,49°) es mayor.

**Tabla 15.** Valores de media (desviación estándar) de variables climáticas y topográficas clasificados de acuerdo a los valores del modelo VTSC: no productivo (0-30 m<sup>3</sup>/ha), poco productivo (30-44 m<sup>3</sup>/ha), medio productivo (44-62 m<sup>3</sup>/ha) y muy productivos (62-143 m<sup>3</sup>/ha) en la provincia de Santa Cruz.

VARIABLES	0-30 m <sup>3</sup> /ha	30-44 m <sup>3</sup> /ha	44-62 m <sup>3</sup> /ha	62-143 m <sup>3</sup> /ha
TMA	5,15(1,19)	5,25(1,08)	5,05(1,14)	5,45(1,17)
RMD	9,09(0,31)	9,02(0,44)	8,97(0,49)	8,55(0,30)
ISO	46,06(0,78)	46,52(1,11)	46,91(1,11)	46,67(0,75)
ET	3,85(0,17)	3,72(0,21)	3,63(0,16)	3,49(0,13)
MAXMC	15,59(1,24)	15,50(1,21)	15,15(1,22)	15,12(1,20)
MINMF	-3,97(1,36)	-3,67(1,20)	-3,76(1,31)	-2,98(1,22)
RAT	19,18(0,92)	19,18(0,92)	18,92(0,87)	18,11(0,62)
TMTMH	4,07(1,39)	4,45(1,32)	4,50(1,27)	5,24(1,26)
TMTMS	8,89(1,58)	7,82(2,29)	6,73(2,30)	6,12(1,62)
TMTMC	9,88(1,22)	9,83(1,19)	9,52(1,22)	9,77(1,22)
TMTMF	0,06(1,23)	0,30(1,06)	0,21(1,14)	0,78(1,16)
PMA	530,14(178,58)	651,00(250,47)	715,78(260,85)	956,77(221,48)
PMH	61,47(18,14)	71,98(25,19)	77,30(25,47)	98,93(20,93)
PMS	31,01(12,26)	41,07(17,03)	46,18(18,04)	64,13(15,14)
EP	22,25(4,04)	18,40(3,97)	16,34(3,60)	13,28(2,36)
PTMH	170,52(53,35)	201,61(72,73)	217,73(74,18)	282,68(60,35)
PTMS	101,76(40,12)	132,72(56,64)	149,93(59,97)	207,86(54,88)
PTMC	107,26(43,35)	141,87(59,82)	160,91(62,82)	222,95(56,01)
PTMF	144,18(47,97)	172,30(65,58)	186,51(66,52)	244,26(53,14)
EVTP	670,55(29,12)	660,65(33,53)	647,45(31,54)	637,50(28,39)
IAG	0,78(0,28)	0,99(0,40)	1,11(0,43)	1,50(0,37)
ELE	835,78(232,52)	718,83(194,76)	680,23(200,13)	612,29(209,46)
PEN	16,23(9,17)	14,75(9,30)	16,06(9,88)	19,49(10,12)

## 4.4 / Regeneración

Se inventarió la densidad promedio de renovales (regeneración inicial con alturas inferiores a 1,3 m), que en la provincia de Santa Cruz es de 15.190 ind/ha con rangos que fluctúan entre 8.300 (lenga en Departamento Lago Buenos Aires) y 26.840 ind/ha (lenga en Departamento Río Chico) (Tabla 16). Es importante resaltar que en promedio el 21,1% de las plantas estuvieron ramoneadas con valores máximos de 42% de plantas ramoneadas relevadas en la zona del Departamento Guer Aike. El porcentaje promedio de plántulas afectadas por daños abióticos (principalmente estrés hídrico) es de 2,7%. Predomina una

distribución de la regeneración regular por bosques y el 14% de los sitios relevados poseen una escasa (<1.000 ind/ha) o nula (0 ind/ha) regeneración inicial, la cual se corresponde en varias ocasiones con cobertura completa del dosel superior o con bosques degradados. La densidad de regeneración avanzada (renovales >1,3 m de altura y <10 cm DAP) promedio de los bosques muestreados fue de 2.830 ind/ha con un rango de 850 a 8.340 ind/ha según tipo de bosque y Departamento, y una altura media de promedio de 3,6 m (Tabla 16).

**Tabla 16.** Estado de la regeneración de los bosques de lenga y mixtos de la provincia de Santa Cruz clasificados de acuerdo con el tipo de bosques y el Departamento al que pertenecen.

DEPARTAMENTO	TIPO	RI-DEN (miles ind/ha)	RI-RAM (%)	RI-DA (%)	RA-DEN (miles ind/ha)	RA-HT (m)
Guer Aike	Lenga	19,77	42,0	12,5	0,27	2,4
Lago Argentino	Lenga	23,94	21,4	1,1	1,25	2,3
	Mixto	4,56	6,2	0,0	0,85	2,8
Lago Buenos Aires	Lenga	0,83	0,0	0,0	3,43	1,4
Río Chico	Lenga	26,84	35,7	0,0	8,34	9,0
<b>PROMEDIO</b>		<b>15,19</b>	<b>21,1</b>	<b>2,7</b>	<b>2,83</b>	<b>3,6</b>

RI-DEN= densidad de regeneración inicial <1.3 m de altura; RI-RAM = plántulas ramoneadas; RI-DA= plántulas con daños abióticos; RA-DEN= densidad de renovales >1.3 m de altura y <10 cm DAP; RA-HT= altura de los renovales.



Plántulas de lenga.



Los bosques productivos de lenga poseen mayores valores promedios de densidad de regeneración inicial (46.280 ind/ha) con menor porcentaje de ramoneo (17,4% del total de plantas), y una mayor densidad y altura de la regeneración avanzada que aquellos bosques de lenga no productivos (Tabla 17). Los valores de densidad de la regeneración, la altura y el porcentaje de plantas ramoneadas en los bosques mixtos fueron inferiores a los bosques de lenga (Tabla 17).

**Tabla 17.** Estado de la regeneración de los bosques lenga y mixtos clasificados de acuerdo con su productividad y el tipo forestal.

TIPO	PRODUCTIVO	RI-DEN (miles ind/ha)	RI-RAM (%)	RI-DA (%)	RA-DEN (miles ind/ha)	RA-HT (m)
Lenga	No	20,17	30,1	2,0	3,75	5,5
	SI	46,28	17,4	1,0	2,56	6,4
Mixto	No	3,56	6,3	0,0	0,87	2,8
	SI	7,05	6,2	0,0	0,79	2,8

RI-DEN= densidad de regeneración inicial <1.3 m de altura; RI-RAM = plántulas ramoneadas; RI-DA= plántulas con daños abióticos; RA-DEN= densidad de renovales >1.3 m de altura y <10 cm DAP; RA-HT= altura de los renovales.

## 4.5 / Sotobosque

La cobertura promedios de sotobosque (incluyendo plantas inferiores como líquenes y musgos) en los tipos forestales inventariados fueron elevadas (> 40%) con valores de cobertura de mantillo superior al 30% (Tabla 18). Menos del 10% de los bosques muestreados tuvieron una cobertura del sotobosque inferior al 10%. La diversidad de especies del sotobosque de los bosques de lenga, siempreverdes y mixtos de Santa Cruz más frecuente fue de 10 especies de plantas vasculares por rodal.

Sin embargo, hubo rodales en que se relevó un máxi-

mo de 30 especies de plantas vasculares. En general, los bosques más abiertos (coberturas menores al 40%) presentaron mayor diversidad de especies en el sotobosque. El suelo desnudo fluctuó en promedio entre 2,2% para bosques mixtos a 4,0% para bosques de lenga, y la cobertura por residuos leñosos fue del orden del 14%. En promedio, la cobertura de especies del sotobosque exóticas fue de 1,2 a 2,2% (Tabla 18). Sin embargo, el 41% de los rodales muestreados no presentó presencia de especies vasculares exóticas.

**Tabla 18.** Cobertura promedio del suelo (%) y riqueza de especies del sotobosque para los tipos de bosques inventariados y el total de bosques de Santa Cruz.

TIPO	SUELO DESNUDO	ROCA	MANTILLO	RESIDUOS	SOTOBOSQUE	EXÓTICAS	RIQUEZA
Lenga	4,0	3,1	36,4	14,7	41,8	2,2	10,1
Mixto	2,2	8,8	31,2	13,7	44,1	1,2	10,2

Lenga: Incluye los bosques puros de lenga y/o mixtos con ñire; Mixto: Incluye los bosques puros o mixtos siempreverdes, y los bosques mixtos de guindo y lenga.

En los bosques de lenga hubo una tendencia de mayores coberturas de sotobosque y menor riquezas de especies y porcentaje de suelo desnudo en rodales desarrollándose en calidades de sitio alta (CS I y II) comparadas con sitios de baja calidad (CSV) (Tabla 19). En bosques mixtos, los mayores valores de la riqueza y cobertura del sotobosque ocurrieron en clases de sitio bajas.

**Tabla 19.** Cobertura promedio del suelo (%) y riqueza de especies del sotobosque para los tipos de bosques clasificados de acuerdo con la calidad del sitio.

TIPO	SITIO	SUELO DESNUDO	ROCA	MANTILLO	RESIDUOS	SOTOBOSQUE	EXÓTICAS	RIQUEZA
Lenga	Alta	1,6	2,3	33,4	18,5	44,2	1,4	9,9
	Media	4,0	2,6	30,3	13,2	49,9	3,9	8,8
	Baja	4,1	3,2	38,1	15,0	39,4	1,8	10,4
Mixto	Alta	2,8	3,6	36,6	22,0	35,1	0,0	9,3
	Media	1,8	5,5	44,0	10,0	38,8	2,5	8,9
	Baja	2,4	13,8	16,6	14,7	52,4	0,3	11,8

Alta: Clase de Sitio (CS) I y II; Media: CS III y IV; Baja: CS V.

Los censos florísticos realizados en el inventario incluyeron la detección de 244 especies de plantas vasculares en total, siendo tres de ellas gimnospermas, 164 dicotiledóneas, 72 monocotiledóneas, y cinco pteridófitas (Tablas 20 y 21). Las gimnospermas incluyeron dos familias taxonómicas y dos géneros, las dicotiledóneas 37 familias y 89 géneros, las monocotiledóneas 11 familias y 35 géneros, y las pteridófitas 4 familias y 4 géneros.

**Tabla 20.** Resumen taxonómico (familias, géneros, especies) de plantas vasculares del sotobosque para los bosques de lenga y mixto de Santa Cruz.

CLASE	CANTIDAD DE FAMILIAS	CANTIDAD DE GÉNEROS	CANTIDAD DE ESPECIES
Gimnospermas	2	2	3
Dicotiledóneas	37	89	164
Monocotiledóneas	11	35	72
Pteridófitas	4	4	5
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>130</b>	<b>244</b>

Las especies con mayor frecuencia fueron *Osmorhiza chilensis* y *Nothofagus pumilio* con ocurrencia en más de 50% de las parcelas, mientras que solo 6 especies ocurrieron en 25-50% de las parcelas, y el resto (236 especies) ocurrieron en menos del 25% de las parcelas. Las especies con mayores coberturas promedio, considerando solo las parcelas donde estuvieron presentes, fueron *Empetrum rubrum* (12%), *Vulpia bromoides* y *Gentianella magellanica* (ambas con 11%), y *Escallonia rubra* y *Festuca gracillima* (ambas con 10%). Del resto de las especies, 119 tuvieron una cobertura de entre 1 y 9%, siendo 120 las que presentaron coberturas menores al 1%. Cabe mencionar que las coberturas promedio considerando todas las parcelas de muestreo fluctuaron entre un máximo de 3,8317% y un mínimo de 0,0003%. Asimismo, 52 especies de plantas vasculares (una gimnosperma, 34 dicotiledóneas, 16 monocotiledóneas, y una pteridófitas) fueron observadas en una sola parcela en todo el muestreo, lo que correspondió a una frecuencia de ocurrencia de 0,3%. Las coberturas de dichas especies en cada parcela fluctuaron entre 8 y 0,0003%

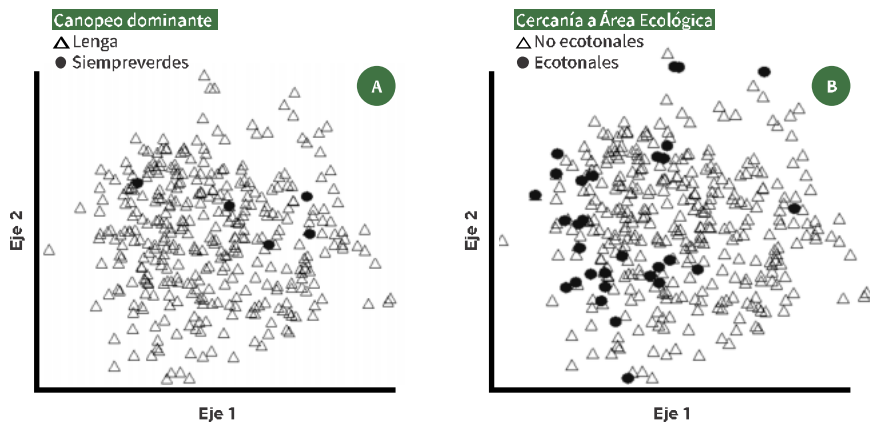
cuando estuvieron presentes, representando coberturas promedio de 0,006% para todo el muestreo. Descontando las parcelas sin plantas vasculares y las especies extremadamente raras, se construyó una matriz con la cual se realizaron análisis multivariados de NMDS y MRPP. Cabe asimismo mencionar que las parcelas cuyas especies arbóreas dominantes fueron ciprés o guindo también fueron incluidas en este análisis, ya que su sotobosque fue comparable al de las otras parcelas realizadas en bosque de lenga, lo cual quedó explícito al graficar esta información (ver clasificación por canopeo dominante) para comparar las distintas parcelas (Fig. 7A). Sin embargo, a causa del gran desbalance entre los dos grupos (uno con 367 miembros y el otro con 5), el MRPP señala la existencia de diferencias entre ellos ( $p=0,0002$ ). Por otra parte, se observó una diferenciación entre las parcelas según su condición ecotonal respecto de otras Áreas Ecológicas ( $p<0,0001$ ; Fig. 7B), formando los ecotonos con Pastizal Subandino y con Estepa Magallánica Húmeda dos grupos bien marcados y separados entre sí. Asimismo, el bosque no ecotonal (en la

Cordillera) se manifestó como un grupo muy amplio y diverso, cuya mucho mayor dispersión incluyó a todos los otros. Todas las comparaciones estadísticas por MRPP entre los centroides de los grupos correspondientes a bosques en el ecotono con otras Áreas Ecológicas y el grupo de los no ecotonales fueron significativamente diferentes entre sí ( $p < 0,01$ ), aunque algunas de estas diferencias podrían estar influenciadas por la escasa cantidad de parcelas que lo conforman.

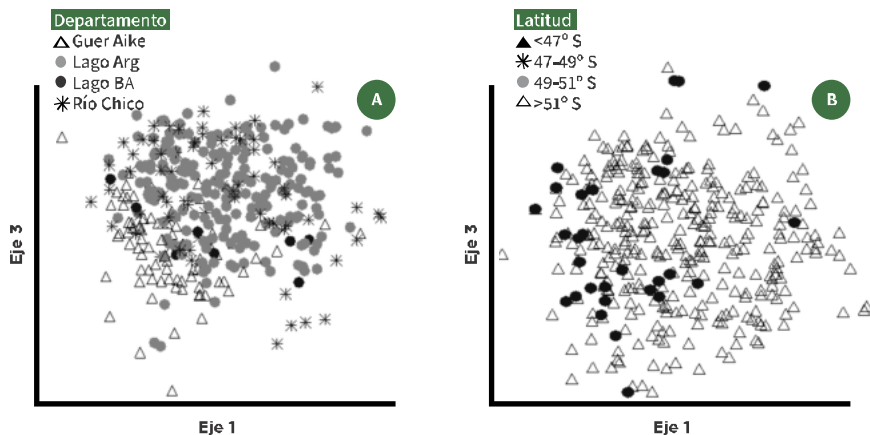
Asimismo, la combinación de ejes 1 y 3 permitió diferenciar en grupos según el Departamento, lo cual fue coincidente con su clasificación según Latitud (Fig. 8A

y 8B). En estas dispersiones, las parcelas correspondientes a Güer Aike ( $> 51^\circ$  LS) forman un conglomerado más compacto y relativamente poco mezclado con las parcelas de Río Chico y Lago Argentino ( $47-49^\circ$  LS y  $49-51^\circ$  LS, respectivamente), las cuales formaron dos grupos más próximos, y con dispersión un poco mayor en Río Chico. Mientras que las parcelas del Dto. Lago Buenos Aires ( $< 46^\circ$  LS) se dispusieron intermedias respecto de las del sur y las del norte. Todas las comparaciones estadísticas por MRPP entre los centroides de los cuatro Departamentos fueron significativamente diferentes entre sí ( $p < 0,001$ ).

**Figura 7.** (A) NMDS resaltando la integración de las parcelas cuyo canopy está dominado por especies siempreverdes (guindo o ciprés), respecto de aquellas donde domina la lenga. (B) NMDS resaltando las parcelas realizadas en bosques ecotonales respecto de las de bosques no ecotonales.



**Figura 8.** (A) NMDS con parcelas clasificadas según Departamento (Lago Buenos Aires, Río Chico, Lago Argentino y Güer Aike). (B) NMDS con parcelas clasificadas según rangos de Latitud.



Las clasificaciones de parcelas según Longitud, Elevación y Pendiente, así como las otras clasificaciones construidas con combinaciones de Latitud y Longitud, y de Latitud y Elevación, no permitieron observar ningún patrón subyacente asociado a las mismas. Sin embargo, dada la similitud climática (principalmente en temperatura) que ocurre entre grandes elevaciones y bajas latitudes, podrían existir otros patrones subyacentes que lograrán una mayor explicación de las dispersiones de puntos observadas, tal como la distancia al tree-line en cada parcela. Otros factores paisajísticos a investigar podrían ser la distancia a otros ambientes ecológicos (bosques de ñire, pastizales, matorrales), y el tamaño de los parches evaluados. Mientras que otros potenciales factores que podrían estar influyendo sobre las comunidades de plantas del sotobosque son la calidad de sitio de los bosques muestreados, su fase de desarrollo, y los impactos o disturbios a los que hayan sido sometidos (incendios, aprovechamientos forestales, uso ganadero, etc.).

Los análisis de varianza no paramétricos detectaron

diferencias significativas en Riqueza, Índice de diversidad de Shannon (H') e Índice de equidad de Pielou (J) entre los bosques ecotonales (con las distintas Áreas Ecológicas y los no ecotonales ( $K-W > 10,74$ ;  $p < 0,0132$ ), así como entre aquellos en distintos Departamentos ( $K-W > 17,38$ ;  $p < 0,0006$ ). Los bosques no ecotonales presentaron significativamente más riqueza y H' que los bosques ecotonales con el Matorral de Mata Negra, mientras que los bosques en el ecotono con la Estepa Magallánica Húmeda y el Pastizal Subandino no se diferenciaron significativamente de los dos anteriores en riqueza, pero sí en diversidad, que fue similar a la de los bosques no ecotonales. La equidad también fue similar entre los ecotonos con la Estepa y el Pastizal, y ambos fueron significativamente mayores que en los no ecotonales. En cuanto a los Departamentos, Güer Aike presentó significativamente menos riqueza y diversidad que Lago Argentino, siendo inversa la equidad. Lago Buenos Aires y Río Chico presentaron valores intermedios en todos los casos, siendo Río Chico más semejante a Güer Aike que en riqueza y diversidad, pero no en equidad.

**Tabla 21.** Listado de especies, ordenadas alfabéticamente. Se detallan su clase (D= dicotiledónea, M= monocotiledónea), familia taxonómica, código, origen (N=nativa, E= exótica), frecuencia de ocurrencia (F) y cobertura promedio (C) considerando todas las parcelas de muestreo.

CLASE	CÓDIGO	ESPECIE	ORIGEN	FAMILIA	F (%)	C (%)
D	ACAN	<i>Acaena antarctica</i>	N	Rosaceae	6.7	0.1746
D	ACMA	<i>Acaena magellanica</i>	N	Rosaceae	18.9	0.8676
D	ACOV	<i>Acaena ovalifolia</i>	N	Rosaceae	13.6	0.3207
D	ACPI	<i>Acaena pinnatifida</i>	N	Rosaceae	11.5	0.1284
D	ACPL	<i>Acaena platycantha</i>	N	Rosaceae	0.5	0.0032
D	ACPO	<i>Acaena poeppigiana</i>	N	Rosaceae	0.5	0.0200
D	ACSE	<i>Acaena sericea</i>	N	Rosaceae	0.3	0.0013
D	ACSP	<i>Acaena splendens</i>	N	Rosaceae	0.3	0.0003
D	ACMI	<i>Achillea millefolium</i>	E	Asteraceae	0.8	0.0059
D	ADCH	<i>Adenocaulon chilense</i>	N	Asteraceae	17.9	0.5963
D	ADBO	<i>Adesmia boronioides</i>	N	Apiaceae	1.9	0.0405
D	AGCO	<i>Agoseris coronopifolia</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0008
M	AGIN	<i>Agrostis inconspicua</i>	N	Poeae	4.3	0.1764
M	AGLE	<i>Agrostis leptotricha</i>	N	Poeae	3.5	0.0464
M	AGPE	<i>Agrostis perennans</i>	N	Poeae	0.3	0.0003
M	ALMA	<i>Alopecurus magellanicus</i>	N	Poeae	0.8	0.0331
D	ANAL	<i>Anagallis alternifolia</i>	N	Primulaceae	0.8	0.0069
D	ANDE	<i>Anarthrophyllum desideratum</i>	N	Fabaceae	0.3	0.0080
D	ANMU	<i>Ancmon multifida</i>	N	Ranunculaceae	6.7	0.0786
D	ANCH	<i>Antennaria chilensis</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0005
M	ARUN	<i>Arachnitis uniflora</i>	N	Corsiaceae	0.3	0.0027
D	ARMA	<i>Armeria maritima</i>	N	Plumbaginaceae	1.1	0.0145
P	ASDA	<i>Asplenium dareoides</i>	N	Aspleniaceae	1.3	0.1075
P	AUAL	<i>Austrolycopodium alboffii</i>	N	Lycopodiaceae	4.5	0.0827
P	AUMA	<i>Austrolycopodium magellanicum</i>	N	Lycopodiaceae	0.3	0.0003
M	AVFL	<i>Avenella flexuosa</i>	N	Poeae	31.7	1.1670
D	AZAN	<i>Azorella andina</i>	N	Apiaceae	0.8	0.0071
D	AZFU	<i>Azorella fuegiana</i>	N	Apiaceae	0.8	0.0043
D	AZMO	<i>Azorella monantha</i>	N	Apiaceae	0.8	0.0143
D	AZPR	<i>Azorella prolifera</i>	N	Apiaceae	3.5	0.1280
D	BAMA	<i>Baccharis magellanica</i>	N	Asteraceae	8.8	0.3510
D	BANI	<i>Baccharis nivalis</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0008
D	BAOB	<i>Baccharis obovata</i>	N	Asteraceae	1.1	0.0147

CLASE	CÓDIGO	ESPECIE	ORIGEN	FAMILIA	F (%)	C (%)
D	BEDA	<i>Berberis darwini</i>	N	Berberidaceae	4.8	0.0549
D	BEEM	<i>Berberis empetrifolia</i>	N	Berberidaceae	8.5	0.1889
D	BEIL	<i>Berberis ilicifolia</i>	N	Berberidaceae	5.9	0.0587
D	BEMI	<i>Berberis microphylla</i>	N	Berberidaceae	34.4	0.9025
P	BLPE	<i>Blechnum penna-marina</i>	N	Blechnaceae	21.3	1.2135
D	BOGU	<i>Bolax gummifera</i>	N	Apiaceae	0.8	0.0405
M	BRCT	<i>Bromus catharticus</i>	N	Poeae	0.8	0.0243
M	BRCO	<i>Bromus coloratus</i>	N	Poeae	0.5	0.0006
M	BRSE	<i>Bromus scitifolius</i>	N	Poeae	2.7	0.0670
D	CABI	<i>Calceolaria biflora</i>	N	Calceolariaceae	7.7	0.0620
D	CACR	<i>Calceolaria crenatifolia</i>	N	Calceolariaceae	0.3	0.0003
D	CAPO	<i>Calceolaria polyrrhiza</i>	N	Calceolariaceae	0.5	0.0011
D	CAUN	<i>Calceolaria uniflora</i>	N	Calceolariaceae	6.9	0.0635
D	CASA	<i>Caltha sagittata</i>	N	Ranunculaceae	0.3	0.0080
D	CABU	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	E	Brassicaceae	2.1	0.0035
D	CAGL	<i>Cardamine glacialis</i>	N	Brassicaceae	6.1	0.0536
M	CAAD	<i>Carex andina</i>	N	Cyperaceae	4.5	0.0553
M	CAAT	<i>Carex atropicta</i>	N	Cyperaceae	1.1	0.0032
M	CABA	<i>Carex banksii</i>	N	Cyperaceae	1.3	0.0050
M	CABR	<i>Carex barrosii</i>	N	Cyperaceae	0.5	0.0008
M	CAGA	<i>Carex gayana</i>	N	Cyperaceae	0.3	0.0027
M	CAMA	<i>Carex macloviana</i>	N	Cyperaceae	0.3	0.0003
M	CAMG	<i>Carex magellanica</i>	N	Cyperaceae	0.3	0.0003
D	CEAR	<i>Cerastium arvense</i>	E	Caryophyllaceae	14.9	0.1094
D	CEFO	<i>Cerastium fontanum</i>	E	Caryophyllaceae	3.2	0.0142
D	CEJU	<i>Cerastium junceum</i>	N	Caryophyllaceae	0.8	0.0026
D	CHAN	<i>Chenopodium antarcticum</i>	N	Chenopodiaceae	0.5	0.0011
D	CHDI	<i>Chilotrimum diffusum</i>	N	Asteraceae	32.5	1.2245
M	CHAL	<i>Chloraea alpina</i>	N	Orchidaceae	0.8	0.0008
M	CHMA	<i>Chloraea magellanica</i>	N	Orchidaceae	1.9	0.0107
D	CIVU	<i>Cirsium vulgare</i>	E	Asteraceae	0.8	0.0008
M	COLE	<i>Codonorchis lessonii</i>	N	Orchidaceae	7.5	0.0607
D	COIN	<i>Colliguaja integririma</i>	N	Euphorbiaceae	0.5	0.0008
D	COLY	<i>Colobanthus lycopodioides</i>	N	Caryophyllaceae	0.3	0.0027
D	COQU	<i>Colobanthus quitensis</i>	N	Caryophyllaceae	0.3	0.0003
M	COEG	<i>Cortaderia cymontiana</i>	N	Poeae	0.3	0.0027
P	CYAP	<i>Cystopteris apiformis</i>	N	Cystopteridaceae	5.1	0.1060
M	DAGL	<i>Dactylis glomerata</i>	E	Poeae	8.3	0.4657
M	DEAN	<i>Deschampsia antarctica</i>	N	Pocac	0.3	0.0053
M	DECA	<i>Deschampsia caespitosa</i>	N	Poeae	0.8	0.0019
M	DEKI	<i>Deschampsia kingii</i>	N	Poeae	1.9	0.0216
M	DEPA	<i>Deschampsia patula</i>	N	Poeae	0.3	0.0003
D	DICH	<i>Discaria chacaye</i>	N	Rhamnaceae	1.1	0.0117
D	DRMA	<i>Draba magellanica</i>	N	Brassicaceae	0.8	0.0019
D	DRWI	<i>Drimys winteri</i>	N	Winteraceae	6.1	0.1900
D	DYGL	<i>Dysopsis glechomoides</i>	N	Euphorbiaceae	0.8	0.0165
M	ECGR	<i>Echinodorus grandiflorus</i>	N	Alismataceae	0.5	0.0136
M	ELPS	<i>Eleocharis pseudoalbibracteata</i>	N	Cyperaceae	0.5	0.0005
M	ELAN	<i>Elymus angulatus</i>	N	Poeae	1.6	0.0121
D	EMCO	<i>Embothrium coccineum</i>	N	Proteaceae	8.5	0.3129
D	EMRU	<i>Empetrum rubrum</i>	N	Empetraceae	31.7	3.8317
G	EPCH	<i>Ephedra chilensis</i>	N	Ephedraceae	1.1	0.0136
G	EPOC	<i>Ephedra ochreatea</i>	N	Ephedraceae	0.3	0.0003
D	EPAU	<i>Epilobium australe</i>	N	Onagraceae	4.0	0.0607
D	EPCI	<i>Epilobium ciliatum</i>	N	Onagraceae	0.3	0.0003
D	ERCI	<i>Erigeron cinereus</i>	N	Asteraceae	0.8	0.0008
D	ERIM	<i>Erigeron imbricatus</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0003
D	ERMY	<i>Erigeron myosotis</i>	N	Asteraceae	2.7	0.0301
D	ERPA	<i>Erigeron patagonicus</i>	N	Asteraceae	0.5	0.0016
D	ERCC	<i>Erodium cicutarium</i>	E	Geraniaceae	0.3	0.0003
D	ESRU	<i>Escallonia rubra</i>	N	Escalloniaceae	18.7	1.9169

CLASE	CÓDIGO	ESPECIE	ORIGEN	FAMILIA	F (%)	C (%)
D	ESVI	<i>Escallonia virgata</i>	N	Escalloniaceae	1.6	0.1248
D	EUAN	<i>Euphrasia antarctica</i>	N	Orobanchaceae	0.5	0.0083
M	FEGR	<i>Festuca gracillima</i>	N	Poeae	2.9	0.2832
M	FEMA	<i>Festuca magellanica</i>	N	Poeae	24.3	1.0677
M	FEPF	<i>Festuca palllescens</i>	N	Pocac	8.3	0.6196
M	FEPU	<i>Festuca purpurascens</i>	N	Poeae	2.1	0.0276
M	FEFY	<i>Festuca pyroga</i>	N	Poeae	3.7	0.1042
D	FUMA	<i>Fuchsia magellanica</i>	N	Onagraceae	2.4	0.0640
D	GAAN	<i>Galium antarcticum</i>	N	Rubiaceae	1.9	0.0064
D	GAAP	<i>Galium aparine</i>	E	Rubiaceae	15.7	0.2374
D	GAFU	<i>Galium fuegianum</i>	N	Rubiaceae	0.8	0.0008
D	GAMA	<i>Galium magellanicum</i>	N	Rubiaceae	0.3	0.0003
D	GARI	<i>Galium richardianum</i>	N	Rubiaceae	0.5	0.0005
D	GACH	<i>Gamochaeta chamissonis</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0003
D	GANI	<i>Gamochaeta nivalis</i>	N	Asteraceae	2.9	0.0449
D	GASP	<i>Gamochaeta spiciformis</i>	N	Asteraceae	1.3	0.0028
D	GAMU	<i>Gaultheria mucronata</i>	N	Ericaceae	29.6	2.5072
D	GAPU	<i>Gaultheria pumila</i>	N	Ericaceae	10.4	0.6053
M	GACH	<i>Gavilea chica</i>	N	Orchidaceae	3.2	0.0232
M	GALU	<i>Gavilea lutea</i>	N	Orchidaceae	22.9	0.1333
D	GAPR	<i>Gentiana prostrata</i>	N	Gentianaceae	0.3	0.0027
D	GEMA	<i>Gentianella magellanica</i>	N	Gentianaceae	0.5	0.0577
D	GEMG	<i>Geranium magellanicum</i>	N	Geraniaceae	1.3	0.0101
D	GESE	<i>Geranium sessiliflorum</i>	N	Geraniaceae	1.6	0.0311
D	GUMG	<i>Geum magellanicum</i>	N	Rosaceae	1.6	0.0240
D	GRCH	<i>Grindelia chilensis</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0005
D	GUMA	<i>Gunnera magellanica</i>	N	Gunneraceae	11.5	0.4578
D	HAUN	<i>Halerpestes uniflora</i>	N	Ranunculaceae	0.5	0.0016
D	HADE	<i>Hamadryas delphinii</i>	N	Ranunculaceae	0.3	0.0003
D	HIAN	<i>Hieracium antarcticum</i>	N	Asteraceae	1.1	0.0042
D	HICH	<i>Hieracium chilense</i>	N	Asteraceae	2.7	0.0077
D	HIPR	<i>Hieracium praealtum</i>	E	Asteraceae	5.6	0.1243
D	HIVU	<i>Hippuris vulgaris</i>	N	Plantaginaceae	0.3	0.0006
D	HOTR	<i>Hoffmannseggia trifoliata</i>	N	Fabaceae	0.3	0.0003
M	HOLA	<i>Holcus lanatus</i>	E	Poeae	1.1	0.0238
M	HOCO	<i>Hordeum comosum</i>	N	Poeae	2.7	0.1363
M	HOPA	<i>Hordeum patagonicum</i>	N	Poeae	0.5	0.0136
M	HOPU	<i>Hordeum pubiflorum</i>	N	Poeae	0.3	0.0003
D	HYAR	<i>Hypochoeris arenaria</i>	N	Asteraceae	0.5	0.0032
M	JUBA	<i>Juncus balticus</i>	N	Juncaceae	0.5	0.0056
M	JUSC	<i>Juncus scheuchzerioides</i>	N	Juncaceae	0.3	0.0053
D	LAMA	<i>Lathyrus magellanicus var. magellanicus</i>	N	Fabaceae	4.8	0.0485
D	LANE	<i>Lathyrus nervosus</i>	N	Fabaceae	0.3	0.0003
D	LODL	<i>Lobelia oligophylla</i>	N	Campanulaceae	0.5	0.0016
M	LUAL	<i>Luzula alopecurus</i>	N	Cyperaceae	1.9	0.0339
M	LUCH	<i>Luzula chilensis</i>	N	Cyperaceae	5.9	0.0325
M	LURA	<i>Luzula racemosa var. racemosa</i>	N	Cyperaceae	2.4	0.0189
M	LUMA	<i>Luzuriaga marginata</i>	N	Alstroemeriaceae	4.5	0.1253
D	MAGR	<i>Macrachaenium gracile</i>	N	Asteraceae	2.7	0.0183
D	MABO	<i>Maytenus boaria</i>	N	Celastraceae	1.6	0.0213
D	MADI	<i>Maytenus disticha</i>	N	Celastraceae	9.6	0.4776
D	MAMA	<i>Maytenus magellanica</i>	N	Celastraceae	5.3	0.1652
D	MIGR	<i>Microsteris gracilis</i>	N	Polemoniaceae	0.3	0.0027
D	MYOB	<i>Myoschilos oblongus</i>	N	Santalaceae	9.3	0.1275
D	MYST	<i>Myosotis stricta</i>	E	Boraginaceae	0.8	0.0096
D	NAMU	<i>Nanodea muscosa</i>	N	Santalaceae	0.3	0.0003
D	NABR	<i>Nardophyllum bryoides</i>	N	Asteraceae	0.5	0.0029
D	NAAC	<i>Nassauvia aculeata</i>	N	Asteraceae	2.9	0.0331
D	NAMA	<i>Nassauvia magellanica</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0003
D	NOMA	<i>Noccaea magellanica</i>	N	Brassicaceae	2.9	0.0209
D	NOAN	<i>Nothofagus antarctica</i>	N	Nothofagaceae	1.1	0.0056

CLASE	CÓDIGO	ESPECIE	ORIGEN	FAMILIA	F (%)	C (%)
D	NOBE	<i>Nothofagus betuloides</i>	N	Nothofagaceae	2.4	0.0720
D	NOPU	<i>Nothofagus pumillo</i>	N	Nothofagaceae	60.5	3.1933
D	OCNA	<i>Ochetophila nana</i>	N	Rhamnaceae	0.5	0.0016
D	OEOD	<i>Oenothera odorata</i>	N	Onagraceae	0.8	0.0008
M	OLBI	<i>Olsynium biflorum</i>	N	Iridaceae	0.5	0.0016
M	OLJU	<i>Olsynium junceum</i>	N	Iridaceae	0.3	0.0003
M	OROB	<i>Orcobolus obtusangulus</i>	N	Cyperaceae	0.3	0.0005
D	ORGL	<i>Oreopolis glacialis</i>	N	Rubiaceae	0.5	0.0008
D	OSCH	<i>Osmorhiza chilensis</i>	N	Apiaceae	62.4	3.2742
D	OSDE	<i>Osmorhiza depauperata</i>	N	Apiaceae	2.1	0.0891
D	OURU	<i>Ourisia ruelloides</i>	N	Plantaginaceae	0.8	0.0008
D	PEPI	<i>Perezia pilifera</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0003
D	PEPR	<i>Perezia prenanthoides</i>	N	Asteraceae	0.8	0.0067
D	PERE	<i>Perezia recurvata</i>	N	Asteraceae	8.8	0.1372
D	PHCU	<i>Phacelia cumingii</i>	N	Boraginaceae	0.8	0.0011
D	PHSE	<i>Phacelia secunda</i>	N	Boraginaceae	3.2	0.0424
M	PHMA	<i>Philesia magellanica</i>	N	Philesiaceae	0.5	0.0016
M	PHAL	<i>Phleum alpinum</i>	N	Poeae	0.8	0.0043
M	PHRR	<i>Phleum pratense</i>	E	Poeae	0.8	0.0101
G	PIUV	<i>Pilgerodendrum uviferum</i>	N	Cupressaceae	1.1	0.0776
D	PLBA	<i>Plantago barbata</i>	N	Plantaginaceae	0.8	0.0037
D	PLLA	<i>Plantago lanceolata</i>	N	Plantaginaceae	1.3	0.0216
D	PLMA	<i>Plantago major</i>	N	Plantaginaceae	0.5	0.0008
D	PLUN	<i>Plantago uniglumis</i>	N	Plantaginaceae	0.3	0.0213
M	POAL	<i>Poa alopecurus</i>	N	Pocac	8.0	0.4002
M	POAN	<i>Poa annua</i>	E	Pocae	0.5	0.0040
M	POBU	<i>Poa bulbosa</i>	N	Pocae	6.1	0.2159
M	POLA	<i>Poa lanuginosa</i>	N	Pocae	1.6	0.0776
M	POLI	<i>Poa ligularis</i>	N	Pocae	0.8	0.0376
M	PONE	<i>Poa nemoralis</i>	N	Pocae	2.4	0.0541
M	POOB	<i>Poa obvallata</i>	N	Pocae	1.3	0.0024
M	POPR	<i>Poa pratensis</i>	E	Pocae	5.3	0.2495
M	POSC	<i>Poa scaberula</i>	N	Pocae	0.5	0.0005
M	POSP	<i>Poa spiciformis</i>	N	Pocac	1.9	0.0429
M	POMA	<i>Polyopogon magellanicus</i>	N	Pocae	3.7	0.0769
D	POAS	<i>Potentilla anserina</i>	N	Rosaceae	3.7	0.2292
D	POCH	<i>Potentilla chilensis</i>	N	Rosaceae	1.3	0.0293
D	PRMA	<i>Primula magellanica</i>	N	Primulaceae	0.5	0.0269
D	RABI	<i>Ranunculus biternatus</i>	N	Ranunculaceae	1.1	0.0067
D	RAPE	<i>Ranunculus peduncularis</i>	N	Ranunculaceae	2.4	0.0456
D	REPA	<i>Retanilla patagonica</i>	N	Rhamnaceae	0.3	0.0005
D	RICU	<i>Ribes cucullatum</i>	N	Grossulariaceae	3.5	0.1234
D	RIMA	<i>Ribes magellanicum</i>	N	Grossulariaceae	18.7	0.3238
M	ROMA	<i>Rostkovia magellanica</i>	N	Juncaceae	0.3	0.0003
D	RUGE	<i>Rubus geoides</i>	N	Rosaceae	6.7	0.1709
D	RUAC	<i>Rumex acetosella</i>	E	Polygonaceae	10.4	0.1966
M	RWVI	<i>Rytidosperma virescens</i>	N	Pocae	1.1	0.0177
D	SAMA	<i>Saxifraga magellanica</i>	N	Saxifragaceae	2.4	0.0082
D	SEAC	<i>Senecio acanthifolius</i>	N	Asteraceae	1.1	0.0435
D	SECH	<i>Senecio chrysanthemum</i>	N	Asteraceae	1.6	0.0045
D	SEFI	<i>Senecio filaginoides</i>	N	Asteraceae	11.7	0.3109
D	SEHI	<i>Senecio hieronymi</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0003
D	SEKI	<i>Senecio kingii</i>	N	Asteraceae	0.8	0.0080
D	SELA	<i>Senecio lasquei</i>	N	Asteraceae	1.3	0.0331
D	SEMA	<i>Senecio magellanicus</i>	N	Asteraceae	5.9	0.3611
D	SEMI	<i>Senecio miser</i>	N	Asteraceae	0.8	0.0099
D	SENE	<i>Senecio neaei</i>	N	Asteraceae	5.3	0.1654
D	SEPA	<i>Senecio patagonicus</i>	N	Asteraceae	1.1	0.0083
D	SESR	<i>Senecio sericeonitens</i>	N	Asteraceae	2.4	0.0866
D	SESK	<i>Senecio skottsbergii</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0003
D	SESM	<i>Senecio smithii</i>	N	Asteraceae	0.3	0.0093

CLASE	CÓDIGO	ESPECIE	ORIGEN	FAMILIA	F (%)	C (%)
D	SETR	<i>Senecio tricuspoidatus</i>	N	Asteraceae	4.5	0.0946
M	SIAR	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	N	Iridaceae	0.3	0.0003
M	SICH	<i>Sisyrinchium chilense</i>	N	Iridaceae	0.8	0.0008
M	SIPA	<i>Sisyrinchium patagonicum</i>	N	Iridaceae	1.9	0.0135
D	STME	<i>Stellaria media</i>	E	Caryophyllaceae	1.6	0.0128
D	SYVA	<i>Symphotrichum vahlii</i>	N	Asteraceae	1.6	0.0040
D	TAGI	<i>Taraxacum gilliesii</i>	N	Asteraceae	4.0	0.0634
D	TAOF	<i>Taraxacum officinale</i>	E	Asteraceae	18.9	0.5450
D	TRPR	<i>Trifolium pratense</i>	E	Fabaceae	1.1	0.0313
D	TRRE	<i>Trifolium repens</i>	E	Fabaceae	4.8	0.1731
M	TRPA	<i>Triglochin palustris</i>	N	Juncaginaceae	1.1	0.0035
M	TRSP	<i>Trisetum spicatum</i>	N	Pocae	0.3	0.0005
M	TRNI	<i>Tristagma nivale</i>	N	Amaryllidaceae	0.3	0.0016
M	UNLE	<i>Uncinia lechleriana</i>	N	Cyperaceae	0.8	0.0016
D	VACA	<i>Valeriana carnosa</i>	N	Caprifoliaceae	3.7	0.0953
D	VACL	<i>Valeriana clarioneifolia</i>	N	Caprifoliaceae	0.3	0.0003
D	VALA	<i>Valeriana lapathifolia</i>	N	Caprifoliaceae	2.1	0.0073
D	VAMO	<i>Valeriana moyanoi</i>	N	Caprifoliaceae	0.3	0.0005
D	VEPE	<i>Veronica pergrina</i>	N	Plantaginaceae	0.5	0.0210
D	VESE	<i>Veronica serpyllifolia</i>	E	Plantaginaceae	2.7	0.0069
D	VIBI	<i>Vicia bijuga</i>	N	Fabaceae	0.3	0.0003
D	VIMA	<i>Vicia magellanica</i>	N	Fabaceae	10.1	0.1334
D	VIVI	<i>Vicia villosa</i>	N	Fabaceae	2.7	0.0297
D	VIMC	<i>Viola maculata</i>	N	Violaceae	2.7	0.0192
D	VIMG	<i>Viola magellanica</i>	N	Violaceae	47.5	1.6066
D	VIRE	<i>Viola reichei</i>	N	Violaceae	1.1	0.0163
D	VISA	<i>Viola sacculus</i>	N	Violaceae	0.3	0.0003
M	VUBR	<i>Vulpia bromoides</i>	N	Pocae	0.5	0.0594

Se pudo observar como rareza, en bosques muy húmedos del Parque Nacional Los Glaciares la planta *Saprófita Arachnitis uniflora* única especie monocotiledónea de la familia Corsiaceae. Por otra parte, la principal especie exótica detectada en bosques correspondió a *Hieracium praealtum* invadiendo

fuertemente la zona de Río Turbio. 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 el desarrollo de la regeneración al ocupar físicamente la superficie del bosque.



Chaura (*Gaultheria mucronata*) es un arbusto que puede alcanzar 2 m de altura y de frutos comestibles.



Planta saprófita *Arachnitis uniflora* única especie monocotiledónea de la familia Corsiaceae.



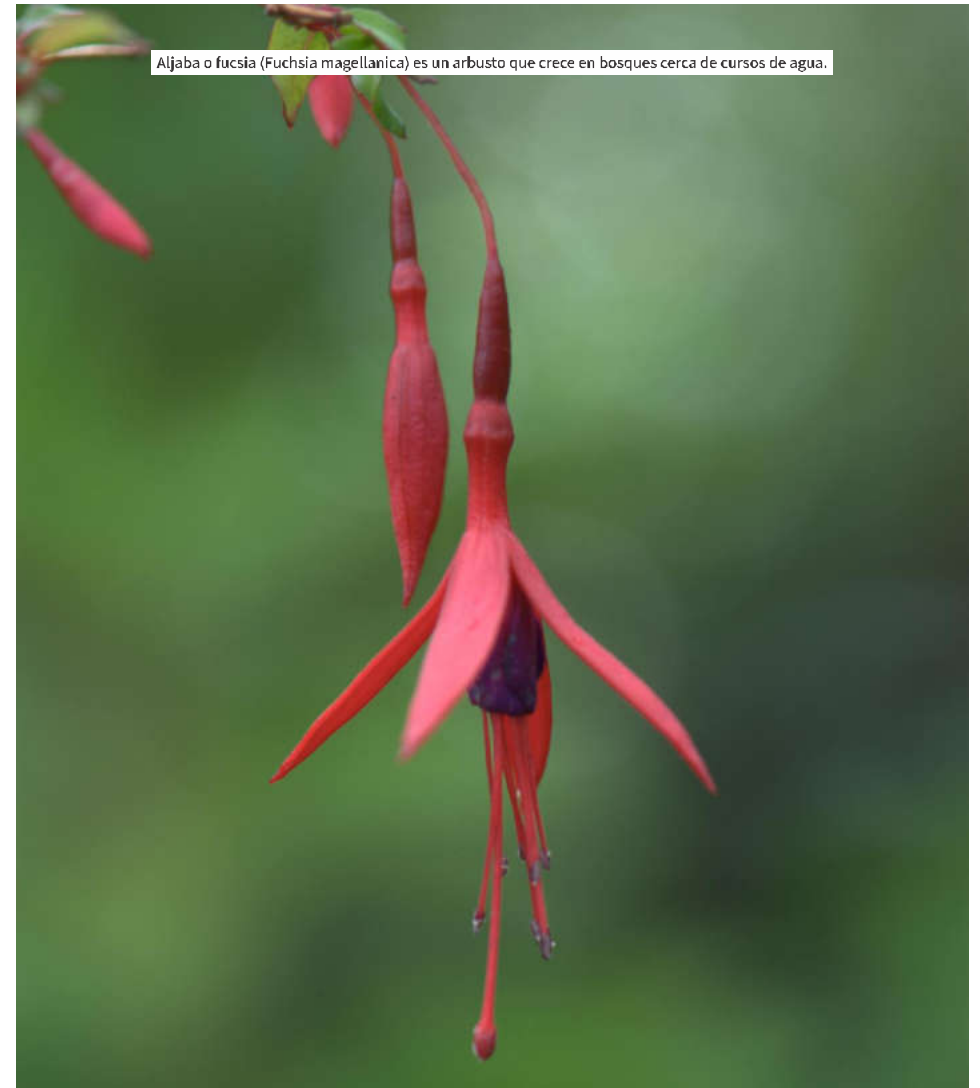
Notro (*Embothrium coccineum*) es un pequeño árbol perennifolio y muy frecuentemente aparece en sitios abiertos del bosque (por ejemplo en post-incendios) con suelos húmedos, especialmente en bosques secundarios



*Baccharis magellanica* es un arbusto rastrero que crece en bosques de lenga en lugares secos, abiertos y expuestos al frío.



*Chloraca magellanica* es una especie de orquídea de hábito terrestre.



Aljaba o fucsia (*Fuchsia magellanica*) es un arbusto que crece en bosques cerca de cursos de agua.

#### 4.5 / Especies epifitas

Es interesante observar cómo se distribuye la afectación con el líquen *Usnea* sp. (principalmente *Usnea barbata*), ya que el porcentaje de ocupación en las copas de los árboles de lenga y guindo varió desde 1 a 90% dependiendo del vigor de los árboles, siendo más abundante el porcentaje de ocupación en los menos vigorosos, hasta en una proporción casi del doble a la de los vigorosos. Sin embargo, en el 14% de los rodales muestreados

los árboles no tenían *Usnea*. Con respecto a la afectación por *Misodendrum* sp. (principalmente *Misodendrum punctulatum*), basado en el porcentaje de individuos afectados en los rodales de lenga y mixtos inventariados, el comportamiento fue similar en cuanto a las tendencias generales que a la afectación con *Usnea*. En el 38% de los rodales muestreados, los árboles no tenían *Misodendrum*.



# Uso productivo y conservación

## 5.1 / Propuesta silvícola en bosques productivos de lenga

Para el aprovechamiento de los bosques de lenga de Santa Cruz destinados a la producción forestal debe realizarse un Plan General de Ordenación, de modo de lograr un suministro continuo y sustentable de madera rolliza para aquellos aserraderos que poseen permisos de aprovechamiento en bosques fiscales o bien para el manejo de los bosques propios pertenecientes a empresas privadas. Para ello, se debe contar con modelos fehacientes que brinden información adecuada para generar la base de dicha planificación. En el caso de la lenga se puede afirmar que es la especie nativa mejor estudiada, habiéndose desarrollado la suficiente información sobre ecología, biometría y silvicultura como para definir sistemas de predicción y manejo que ayuden a la planificación y la ordenación forestal.

La silvicultura es una ciencia que trata del cuidado de los bosques e involucra las técnicas o herramientas (tratamientos silvícolas) que se aplican a los rodales para poder obtener de ellas una producción prolongada y sostenible de bienes y servicios ecosistémicos demandados por la sociedad. Esto se logra a través del establecimiento de individuos en un rodal y el posterior control de la composición, estructura y crecimiento del mismo. La silvicultura contempla varias disciplinas tales como la fisiología, la autoecología, la biometría y la economía, y tiene en cuenta la complejidad del sitio y la escala, el desarrollo y la dinámica de los rodales, y la naturaleza de la regeneración en relación a los principales disturbios (Ashton y Kelty 2018). Independientemente de los objetivos perseguidos y los bienes y servicios demandados, la silvicultura debería imitar lo más posible los procesos de la naturaleza y mantener y proteger la productividad inherente del sitio forestal.

Un sistema silvícola es un proceso mediante el cual se guiará un bosque, existente o no, hacia un estado final para cumplir con uno o más objetivos. Es un programa que incluye todos los tratamientos que se aplicarán a lo largo de la vida de la masa, para establecerlo, conducirlo, cosecharlo y reproducirlo para iniciar un nuevo ciclo. En un sistema silvícola se determinan la accesibilidad al rodal, la planificación y construcción de las vías de saca, el tipo de maquinaria u otros equipos que se utilizarán, las técnicas, la organización del trabajo y los recursos humanos, así como la consideración del costo de las operaciones y de la inversión. Los sistemas silvícolas en bosque nativo deben elaborarse como respuesta a la necesidad práctica de equilibrar los

requisitos comerciales, socioeconómicos, el entorno institucional, el marco normativo y aspectos ecológicos de forma técnicamente viable. En este contexto, el inventario forestal, representa la base de diagnóstico de partida, ya que son fundamentales para la toma de decisiones, la definición del sistema silvícola y realizar los pronósticos productivos y económicos. Un ejemplo de un sistema silvícola es el Método de cortas de protección o cortas por aclareos sucesivos que se propone para bosques de lenga en Patagonia (denominado localmente Sistema de Cortas Sucesivas de Protección, SICOSUP). Este sistema busca conseguir una masa regular o coetánea realizando durante el ciclo forestal cortas en etapa reproductora o fases maduras del bosque (corta preparatoria, corta diseminatoria y corta final) con el objetivo de aprovechar madera y se establezca la regeneración y sucesivos raleos durante las fases juveniles del nuevo rodal para favorecer el crecimiento de árboles seleccionados, mejorar su calidad y acortar turnos de corta.

Los tratamientos o prácticas silvícolas son herramientas de intervención de las masas boscosas que permiten por un lado obtener los beneficios esperados (madera, conservación de fauna, productos forestales no madereros, etc.) y al mismo tiempo lograr la permanencia y sustentabilidad del recurso. Para la aplicación de un tratamiento silvícola se requiere del conocimiento de la dinámica natural del bosque y la ecología de las comunidades y poblaciones vegetales. Asimismo, respecto a la estructura existen en general los rodales regulares o coetáneos, cuyos árboles mayormente se localizan en una clase o rango de edades y los irregulares o disetáneos, cuyos árboles comprenden diversas clases o rangos de edades. Entonces, en un determinado rodal sus características estructurales y estado de desarrollo, y los objetivos que se establezcan, guiarán la selección de un tratamiento silvícola. Por lo tanto, para la efectividad de la elección y aplicación de un tratamiento silvícola, el bosque debe dividirse en rodales, que constituyen superficies continuas de bosque con características estructurales uniformes.

Los tratamientos silvícolas pueden diferenciarse según la fase de desarrollo en que se encuentra los rodales en: (i) tratamientos iniciales aplicados durante el establecimiento del bosque, (ii) tratamientos intermedios para conducirlo hacia un estado final y (iii) tratamientos finales que incluyen la reproducción o renovación del bosque y su consecuente cosecha final.

## Método de reproducción: Cosecha y regeneración.

El objetivo del tratamiento de regeneración es favorecer o mejorar la regeneración de las especies arbóreas deseables en el rodal futuro y realizar un aprovechamiento de productos madereros en el rodal actual. Se ha ensayado la transformación de rodales primarios en bosques altos regulares, a partir de talas rasas (Mutarelli y Orfila 1973) y, más recientemente, con la aplicación de cortas de protección o cortas por aclareos sucesivos (Schmidt y Urzúa 1982, Martínez Pastur et al. 2000).

Cuando se intenta conducir el bosque en forma de rodales regulares, la cosecha de la madera de calidad (en general árboles sanos de diámetros intermedios) se realiza generalmente en la primera corta. Los métodos han variado con el tiempo, siendo las cortas de protección el método más difundido en la actualidad para la cosecha inicial de bosques primarios de lenga (Martínez Pastur et al. 2000). Las cortas de protección

(Fig. 9) abren el dosel dejando un remanente (15-30 m<sup>2</sup>/ha) durante el tiempo necesario (10 a 20 años) para lograr la instalación (al menos 20-30 mil plantas ha<sup>-1</sup>) y el crecimiento de la regeneración natural hasta una altura media de 50-75 cm. Posteriormente, la corta final remueve el dosel de protección remanente, seguido de tratamientos intermedios (raleos y podas) (Martínez Pastur et al. 2001). Estos tratamientos estimulan el crecimiento individual de los árboles, priorizando calidad y cantidad de madera para el aserrado, hasta llegar a un tamaño comercial donde se reanuda el ciclo de cortas. Las plántulas de lenga tienen una extraordinaria capacidad de adaptación a cambios en el medio ambiente (Lencinas et al. 2007; Martínez Pastur et al. 2007, 2011a; Peri et al. 2009a) permitiendo la recuperación de la estructura forestal de los rodales frente a todas las propuestas silvícolas ensayadas.

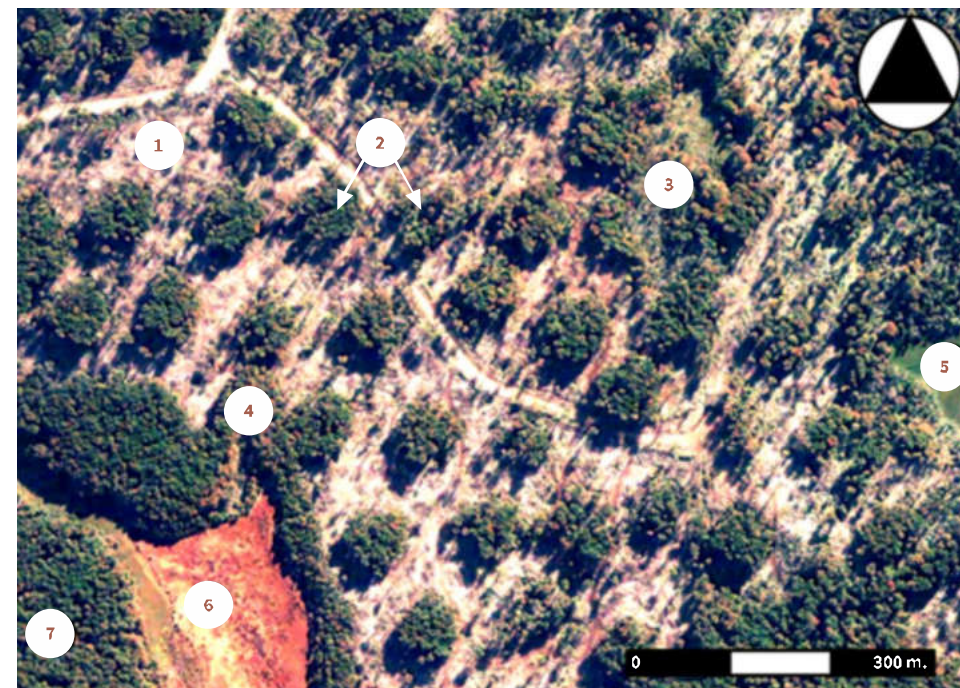
Figura 9. Propuesta de manejo silvícola para bosques de lenga: (A) rodal en fase de desmoronamiento, (B) rodal en fase de desmoronamiento con regeneración avanzada, (C) rodal en fase de crecimiento óptimo, (D) rodal en fase de envejecimiento, (E) rodal con cortas de protección, (F) rodal regenerado mediante cortas de protección, (G) rodal secundario con raleo y poda, y (H) rodal manejado con cobertura de árboles secundarios. (Fuente: Martínez Pastur et al. 2012).



El tratamiento silvícola de cortas en agregados (parques) o retención agrupada también es utilizado en masas maduras de bosque nativo (Franklin et al. 1997). Otra propuesta silvícola que ha sido implementada para la lenga en Patagonia Sur se denomina retención variable (Martínez Pastur et al. 2009) e incluye (Fig. 10): (i) la retención de parte del bosque original en forma de agregados circulares sistemáticos (uno por hectárea de 30 m de radio) manteniendo el suelo y sotobosque sin impacto de caminos ni maquinarias, (ii) la retención dispersa de árboles vivos entre los agregados (10-15 m<sup>2</sup>/ha), (iii) la madera muerta y los restos de la cosecha distribuidos homogéneamente en las áreas de cosecha, así como los tocones y sistemas radiculares. Los diferentes grados de retención incrementan la heterogeneidad de los rodales manejados, generando un gradiente que va

desde condiciones similares al bosque primario dentro de los agregados hasta los sectores más alejados de los mismos en la retención dispersa (Fig. 10). Estos cambios en la estructura forestal (ej. área basal y cobertura) (Martínez Pastur et al. 2009) modifican las variables abióticas del bosque (micro-clima y ciclos de nutrientes) (Martínez Pastur et al. 2011b), provocando la pérdida de especies propias del bosque primario y favoreciendo el ingreso de otras (ej. plantas, aves e insectos) (Lencinas et al. 2008, 2009, 2011). Los cambios y los impactos son menores dentro de los agregados de retención y se incrementan a medida que se alejan de los mismos dentro de la retención dispersa. Estos estudios evidencian que la variedad de micro-ambientes que se generan en los bosques manejados favorece la conservación in-situ de una mayor diversidad de especies.

Figura 10. Imagen del tratamiento silvícola de retención variable: (1) áreas de cosecha con retención dispersa, (2) agregados de retención, (3) humedales, (4) bordes de protección, (5) pastizales, (6) turbales y (7) bosques primarios sin intervención. Ejemplo aplicado en Tierra del Fuego. (Fuente: Martínez Pastur et al. 2012).





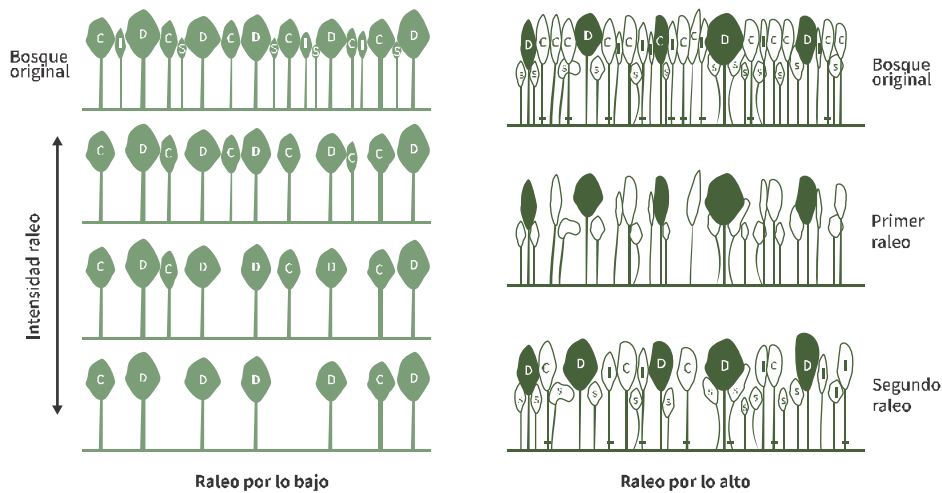
## Tratamientos intermedios: Raleos.

El raleo tiene como objetivo principal redistribuir el crecimiento al aumentar la tasa de crecimiento en los árboles remanentes y acortar la rotación en relación al diámetro final deseado. El raleo se aplica normalmente a rodales con árboles jóvenes de especies deseables (latizales y fustales). En estas fases tempranas se produce una diferenciación en clases de copa basada en el vigor del árbol, dimensiones de su copa y posición en el dosel general (dominante, codominante, intermedio o suprimido). El raleo es una alternativa silvícola con el fin de: (i) favorecer el crecimiento de los mejores individuos, (ii) cosechar el volumen que de no intervenir se perdería por mortalidad (obtención de retornos económicos intermedios), (iii) eliminación de individuos de calidad indeseable, (iv) regular mezcla de especies en rodal final, (v) favorecer la sanidad del rodal y (vi) mantener el vigor del rodal (que resulta de todas las anteriores).

Los raleos pueden ser por lo bajo, por lo alto, de selección y sistemático. En el raleo por lo bajo se extraen

principalmente árboles de posiciones subordinadas o clases de copa inferiores (Fig. 11). Este raleo presenta la ventaja de requerir un mínimo de habilidad y conocimiento, y la desventaja de extraer usualmente árboles de reducidas dimensiones, de escaso o nulo valor económico. En el raleo por lo alto (o de copa) se extraen árboles de clases de diámetro y de copa intermedias y superiores, y se abre el dosel para favorecer árboles más promisorios de clases de copa superiores (Fig. 11). En el raleo de selección (o de dominantes) se eliminan los árboles dominantes que son removidos para estimular el crecimiento de árboles de clases de copa inferiores. Su aplicación se limita a situaciones especiales (por ejemplo, producción de árboles de tamaño medio para pulpa, postes, etc.). El raleo sistemático o mecánico se aplica generalmente en rodales jóvenes, densos, altamente uniformes sin una clara diferenciación en clases de copa. Puede ser por distanciamiento preestablecido (ej. cada tres árboles) o por fajas..

**Figura 11.** Esquemas de los tipos de raleo por lo bajo y por lo alto en bosques coetáneos. Las letras indican la clase de copa (D= dominante, C= codominante, I= intermedio, S= suprimido). El área sombreada de copas en el esquema de raleo por lo alto corresponde a los árboles futuros seleccionados (adaptado de Smith et al., 1997).



Hasta el presente no se han llevado a cabo cortas intermedias (raleos) a escala industrial en Patagonia Sur, pero se han establecido una gran variedad de ensayos que cubren el rango de calidades de sitio, incluyendo diferentes edades de intervención y tratamientos, con parcelas de estudio a largo plazo, modelos biométricos y alternativas económicas para su implementación (ej. Martínez Pastur et al. 2001, Peri et al. 2002). Por ejemplo, la red de parcelas instalada incluye ensayos de raleo en bosques de lenga con: (i) diferentes intensidades bajo diferentes coberturas de árboles padres remanentes en bosques de baja calidad de sitio (Estancia Stag River, Santa Cruz, instalado en el año 1997) (Peri et al. 2013b) con incrementos de 5,1, 6,3 y 5,6 m<sup>3</sup>/ha para 1111 árboles/ha en edades de 40-52 años bajo coberturas de árboles padres de 0%, 12% y 33%, respectivamente; (ii) intervenciones de alta estabilidad en rodales de alta calidad de sitio (San Justo, Tierra del Fuego, instalado en el año 1997) con incrementos promedios de 8,5-13,6 m<sup>3</sup>/ha para 489-800 árboles/ha en edades de 67-96 años; (iii) intervenciones múltiples bajo diferentes esquemas de raleo y alternativas económicas en rodales de calidad de sitio media-alta (Aguas Blancas, Tierra del Fuego, instalado en el año 1965) con incrementos promedios de 15,9 m<sup>3</sup>/ha para un promedio de 6000 árboles/ha en edades de 39-50 años.

Esta información ha permitido elaborar precisos modelos con líneas de densidad de manejo que cubren el rango de diámetros y que puede implementarse en todo el rango de calidades de sitio en bosques de lenga (Martínez Pastur et al. 2002).

La experiencia obtenida hasta el presente sugiere el siguiente esquema de tratamientos intermedios: (i) intervenciones tempranas sistemáticas sobre la regeneración establecida luego de la implementación de las cortas finales (<2 m altura y >30 mil árboles/ha) mediante fajas alternas de 2 m ancho y/o daderos (remoción 50-75% área); (ii) liberación de individuos futuros mediante cortas de liberación sucesivas hasta alcanzar 1/3 de la altura total potencial del sitio; (iii) raleos fuertes hasta llegar a los niveles sugeridos por los modelos de densidad y manejo; y (iv) podas sucesivas en todas las etapas hasta alcanzar un fuste libre de 6-7 m de altura y sin afectar más de 1/3 de la copa viva.

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.



Raleo en bosques de lenga en Ea. Stag River (zona de Río Turbio).

La cosecha modifica la estructura forestal lo que implican cambios en la disponibilidad de recursos abióticos (ej. luz y humedad del suelo) (Martínez Pastur et al. 2011b) impulsando cambios en los componentes bióticos del bosque. Los principales impactos se vinculan a la homogeneización de la estructura forestal (ej. conversión de bosques disetáneos a coetáneos), la remoción de elementos de alto valor de conservación (ej. huecos en árboles maduros) y la pérdida de microambientes dentro del bosque (ej. gaps naturales) favoreciendo: (i) el ingreso de especies nativas desde ambientes asociados que modifican el ensamble original de especies, (ii) la pérdida de

especies del bosque primario que no se encuentran en bosques manejados, en especial insectos, (iii) el ingreso de especies exóticas que permanecen en el bosque secundario y que compiten con las nativas, y (iv) un incremento del uso del bosque por parte de herbívoros durante la etapa de regeneración. En su diseño las cortas de protección priorizan variables económicas (costos y rendimientos de cosecha) con una rápida recuperación de los árboles con interés comercial futuro. Sin embargo, producen una pérdida significativa de la biodiversidad, siendo necesario incluir estrategias de manejo para mejorar el valor de conservación de los rodales cosechados.

## 5.2 / Pautas para la conservación del bosque de lenga y mixto

La conservación de los bosques de lenga y mixtos de Santa Cruz, como en toda su área de distribución, depende no solo del mantenimiento de su capacidad de regeneración, sino también de la preservación de los procesos y funciones que en ellos se llevan a cabo. Estos dependen de la subsistencia de otras especies (de plantas, insectos, aves, etc.) que los habitan además de las especies arbóreas, así como también, del mantenimiento de los micrositios, el microclima y las estructuras paisajísticas (de árboles muertos en pie, troncos o ramas en el suelo en distintos estados de descomposición, roquedales, aperturas del dosel, depresiones, etc), también llamados “legados” de los bosques de viejo crecimiento. El aprovechamiento forestal, así como los disturbios naturales o antrópicos, alteran la estructura forestal del bosque, sus procesos y funciones, dependiendo de la intensidad de las cortas y de la periodicidad de las intervenciones que cada sistema implica. La corta de protección, a nivel de rodal, tiende a homogeneizar la estructura forestal de los bosques de lenga de Patagonia Sur (Martínez Pastur et al. 2000; 2002) considerando los árboles remanentes y el bosque secundario, principalmente cuando está conformado por gran cantidad de árboles sobremaduros, de distintas edades y bajo dinámica natural por largos períodos de tiempo (más de 500 años), con aperturas de distintos tamaños, abundante madera en el suelo en descomposición, y variados micrositios favorables para biodiversidad muy especializada. La distribución espacial horizontal regular y homogénea de los árboles padres y de la regeneración genera un uso homogéneo de recursos y factores dentro del bosque, lo cual influye negativamente sobre algunos organismos. Algo similar ocurre cuando se aplican tratamientos secundarios como los raleos. Mientras que, en bosques mixtos, las intervenciones pueden favorecer a algunas especies (por ejemplo, heliófilas), comprometiendo la regeneración de otras (por ejemplo, umbrófilas). Por lo tanto, todas aquellas prácticas que tiendan a conservar

“legados” o a favorecer la preservación de los mismos, así como de las condiciones apropiadas para el crecimiento de todas las especies, son reconocidas como favorables para el mantenimiento de la biodiversidad específica asociada a los mismos. Además, si un determinado aprovechamiento o raleo se aplica en forma simultánea y exclusiva en grandes masas continuas, puede conducir a la homogeneización de grandes superficies, pudiendo impactar negativamente no solo a nivel de rodal, sino también a escalas de paisaje y hasta regional. Desde este punto de vista, la planificación de los aprovechamientos o raleos debería realizarse evitando la inmediata continuidad de un tipo o tiempo de corta, para generar heterogeneidad a nivel regional o de paisaje. De esta manera, las especies sensibles o más afectadas en algunos sitios, tendrían oportunidad de crecer y/o reproducirse en otros, y con el tiempo, volver a colonizar las áreas donde temporalmente desaparecieron.

Respecto del impacto causado por el uso de maquinaria forestal dentro del bosque, que pueda afectar la disponibilidad de micrositios por la remoción del suelo, la pérdida de los horizontes orgánicos superficiales y la compactación afectando aproximadamente un 15% de las superficies aprovechadas (Martínez Pastur et al. 2014), debería minimizarse. El uso de neumáticos adecuados al tipo de suelo (turbosos, gredosos), o de técnicas alternativas de extracción (desde bueyes a cables), puede minimizar algunos de estos impactos. También se debe evaluar atentamente la época del año y el clima cotidiano al momento de realizar determinadas actividades, evitando el tránsito intenso en deshielo o con fuertes lluvias. Por otra parte, es importante evitar al máximo el daño de raíces o de las bases de los árboles remanentes cuando se realiza el arrastre de trozas y fustes por las vías de saca, ya que esos daños debilitan a la masa remanente y la vuelven más susceptible a los volteos por

viento (Martínez Pastur et al. 2000).

Dentro de los predios deben considerarse áreas de conservación, lo cual está definido en el Ordenamiento Territorial de Bosques de la provincia de Santa Cruz. 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 de tronco deberán dejarse individuos enfermos y muertos; y mayores a 40 cm de diámetro para el anidamiento de aves

como el carpintero magallánico (*Campephilus magellanicus*) o la lechuza ñacurutú (*Bubo virginianus*). Debido a que los procesos que ocurren en los bosques son de largo plazo, resulta imprescindible monitorear los efectos de las intervenciones en el bosque, como ser el impacto en la producción, la biodiversidad, la calidad de agua y la estabilidad del rodal respecto al viento.

A mediano y largo plazo se necesitaría evaluar el efecto de la aplicación de tratamientos silvícolas a través de la instalación de parcelas permanentes de muestreo.

Estas mediciones no solo contribuirán con información para mitigar los posibles efectos negativos, sino que permitirán elaborar protocolos de manejo que faciliten su sustentabilidad. Uno de los principales indicadores empleado para evaluar la efectividad de los sistemas silvícolas es la regeneración. Herramientas de este tipo son demandadas por los organismos provinciales o nacionales de fiscalización y control.



### 5.3 / Restauración de los bosques degradados con pérdida de cobertura

Los bosques primarios degradados se están convirtiendo en un tipo de bosque predominante en varias regiones del país y se requiere por presión social que desempeñen cada vez más funciones productivas y ambientales de los bosques primarios. Por lo general, los bosques primarios degradados requieren intervenciones silvícolas para restaurar la funcionalidad del ecosistema en múltiples aspectos que apunten a recuperar el potencial de provisión de bienes y servicios demandados por la sociedad, incluyendo la productividad del sitio. Por lo general, son el primer paso para mejorar la productividad del recurso y su capacidad para alcanzar objetivos comerciales, sociales y culturales.

En el presente inventario se detectaron 33.812 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 podrían desarrollar acciones de restauración activa.

La restauración 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), 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), 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. 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. Por lo tanto, la restauración de las áreas degradadas de bosque nativo 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 2003b; Urretavizcaya et al. 2018), se recomienda la restauración activa, donde técnicas de manejo (plantaciones, control de malezas, protección contra liebre), son aplicadas para restablecer una estructura, composición de especies y biodiversidad deseada. Para esto, se propone para la restauración la conformación de “agregados o bosquetes de recolonización” (Peri 2003b). 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 recuperación de la superficie afectada a largo plazo, 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” 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 agregado 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 agregado 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 (2x2 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 activa varía de 350 a 690 árboles/ha. 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 20-30 cm, un diámetro a la altura del cuello de 3-5 mm y una buena cabellera radicular.



## 5.4 Principales desafíos para el manejo de bosques de Patagonia Sur

Entre los retos fundamentales del manejo forestal a escala de paisaje están la planificación regional (ya sea municipal, predial, cuencas, reservas) y de largo plazo para la producción sostenible de madera así como de bienes no madereros, la identificación regional de funciones y servicios ambientales prioritarios y sus estrategias de manejo, la comprensión de interacciones económicas entre diversos sistemas productivos del paisaje, la definición de estrategias de conservación de los ecosistemas y sus funciones (que integren los diversos usos de la tierra en el paisaje), y la definición de estrategias de gobernanza para que los actores sociales que habitan y administran el paisaje realicen el manejo sostenible de sus recursos. Los bosques suministran una amplia gama de servicios ambientales, pero los encargados de la planificación silvícola han de conocer qué servicios se demandan y si se deben suministrar a través de la gestión integrada de una superficie forestal o mediante su zonificación de conformidad con los objetivos primarios de gestión. La planificación silvícola incluirá la identificación de zonas o estructuras vulnerables, por ejemplo, para evitar un impacto ulterior en la calidad del suelo y el agua. Tal vez sea necesario adaptar los ciclos de corta y utilizar el apeo direccional. Puede que haya que gestionar las intervenciones silvícolas de manera que tengan en cuenta el ecoturismo. Por ejemplo, un objetivo puede ser garantizar que los rodales y los territorios se mantienen en condiciones óptimas para la biodiversidad y desde el punto de vista paisajístico (los daños visibles de la extracción de madera, por ejemplo, no podrán ser compatibles con el ecoturismo). En este contexto, se requiere una visión y conocimiento amplios del rol de los ecosistemas forestales (funciones, bienes, servicios, actores) en procesos regionales de desarrollo, lo cual, a su vez, conlleva el trabajo en equipos interdisciplinarios, no solo para la comprensión

y el manejo de los bosques, sino para manejar los diferentes componentes de los paisajes, ya sean estos forestales, agropecuarios o urbanos. Uno de los enfoques que lleva años generando herramientas de análisis con una aplicación a escala de paisaje ha sido el manejo integrado de cuencas hidrográficas, que a su vez ha evolucionado hacia estrategias de participación y gobernanza en relación con el manejo de los recursos naturales.

También se empieza a plantear que los tratamientos de silvicultura a escala del rodal son más efectivos cuando se conciben y se aplican en el contexto del paisaje ya que los factores de estrés relacionados con el clima (cambio climático) se producen a escalas del rodal y del paisaje (Millar et al. 2007). Para tener un mayor impacto de adaptación, la silvicultura debe practicarse estratégicamente para enfocarse mejor en las amenazas y respuestas que se producen a diferentes escalas espaciales y temporales. Es decir, se debe comprender cómo funcionan las vulnerabilidades y las amenazas a varias escalas para poder ser más efectivos al utilizar recursos de adaptación limitados.

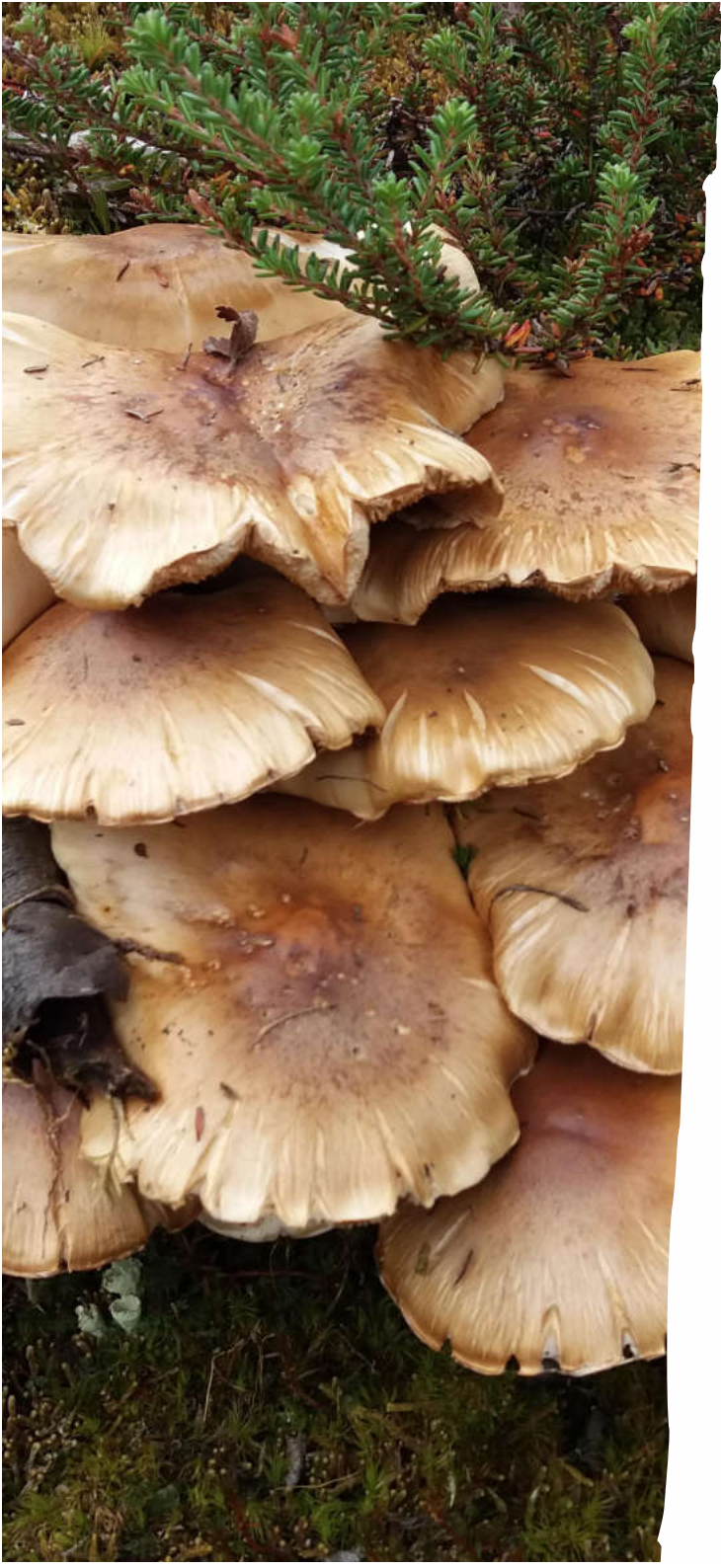
Por otro lado, se necesita ampliar los estudios sobre: (i) ecología, manejo y conservación en bosques de *Nothofagus betuloides* y bosques mixtos, cubriendo todos los gradientes ambientales, a fin de establecer líneas de base para la toma de decisiones; (ii) biodiversidad en los bosques de la provincia de Santa Cruz principalmente la micro-diversidad (insectos, musgos, hongos) y el impacto de las especies exóticas sobre la biodiversidad de especies nativas; (iii) el ensamble de la biodiversidad a nivel de paisaje, identificando la vulnerabilidad de las especies, la existencia de áreas con alto valor de conservación y evaluar qué porcentaje de la biodiversidad se encuentra representada efectivamente dentro de la red de áreas protegidas de Santa Cruz.

## Conclusiones

La clasificación obtenida del bosque de lenga, guindo y mixtos de Santa Cruz permite estimar el estado del bosque en categorías espacialmente especificadas, las que responden en gran medida a condiciones de sitio (geografía, clima, suelo) y los disturbios antrópicos reflejados en la historia de utilización (maderero, ganadero) de estos bosques y eventos de incendios. 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 (principalmente establecimientos ganaderos en el ecotono), los caminos principales y los asentamientos urbanos (principalmente en Río Turbio, 28 de Noviembre, El Calafate y El Chaltén).

Es importante resaltar que del resultado de este inventario provincial se definió una clasificación del bosque según su uso potencial: bosque de producción (maderero), bosque de protección (relacionado a pendientes, altitud, cursos de agua, fauna, áreas de alto valor de la conservación como los relictos y fauna nativa como el huemul) y bosques de recreación y turismo. Además, se pudo estimar a escala provincial la situación de los lengales en variables de estructura y ambientales de gran importancia, como ser el estado de la regeneración y la diversidad de especies del sotobosque.

Con la información resultante de este inventario, la información generada de los trabajos sobre ecología y manejo del bosque de lenga, 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 bosques de lenga, guindo y mixtos, incluyendo la posibilidad de recuperar ecosistemas degradados a través de planes de restauración activa. En este sentido, es de gran importancia ejecutar Planes de Manejo a nivel predial, y enmarcados en una ordenación de bosques a nivel provincial, que tiendan a mantener o aumentar en el tiempo los niveles productivos del ecosistema, y que contemplen aspectos de sustentabilidad. Por último, el manejo de los bosques se puede enmarcar dentro del manejo adaptativo, el cual consiste en un proceso formal que continuamente mejora las prácticas de manejo al incorporar los resultados de la implementación o experimentación de los manejos propuestos.



# Agradecimientos

Agradecemos a las Instituciones y personas que colaboraron para la realización del Inventario Provincial de lenga de Santa Cruz: Consejo Agrario Provincial (CAP), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) del CONICET, Administración de Parques Nacionales (APN), Gendarmería Nacional Argentina (GNA), Prefectura Naval Argentina (PNA), Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA), Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAYF) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP).

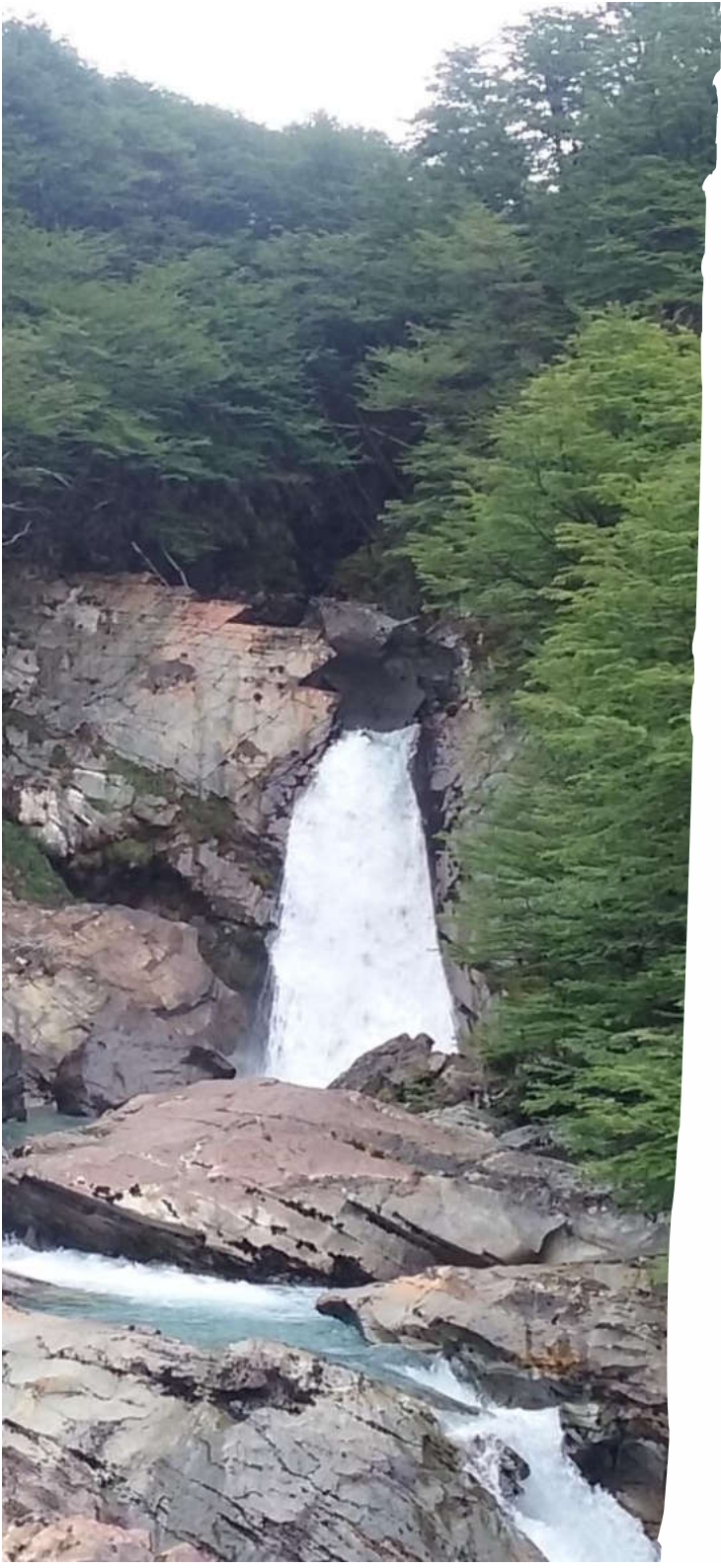
A Javier De Urquiza (Presidente de Consejo Agrario Provincial) y Gabriela Mayorga (Administradora del Consejo Agrario Provincial) por la gestión de recursos a través de la Ley de Bosques 26.331

Por desarrollo de la cartografía a Luciana Heitzmann del sistemas de información geográfica (SIG) del CIEFAP y Diego Mohr-Bell del CIEFAP-Nodo Regional Bosque Andino Patagónico (BAP) de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

En la toma de datos a campo agradecemos a Enzo Fasioli (Agencia de extensión rural de Puerto Deseado, INTA); Juan Carlos Ruiz (Delegación del CAP en Río Turbio); Jeff Bouson y Sam Ebright (Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA); Juan Pablo Mayo (Unidad Académica Río Turbio-UNPA); Eduardo Sepúlveda y Franco Gomez (Delegación CAP de Los Antiguos,); Sandra Duarte (Doctorando de la UNPA-Universidad Científica del Sur de Lima, Perú); German Seeber (Docente del Centro educativo Joven Labrador de El Calafate); Evangelina Vetesse (Becaria CONICET/CIT Santa Cruz); Rodrigo Clark (Municipalidad de El Chaltén); Micaela Mazas (Estudiante de Licenciatura en Biología, UNLP); Carlos Velarde (Delegación CAP en El Chaltén); Fernando Marcelo Eugenio (Club Hispano Americano de Río Gallegos); Cecilia Monserrat (Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Santa Cruz); Santiago Toledo (Doctorando beca del Conicet-CIT Santa Cruz); Marcelo Gauna, Florencia Chávez y Rocio Monterubbianesi alumnos de la FCAYF-UNLP; Juan Manuel Cellini. (Docente e investigador de la FCAYF-UNLP); Micael y Joel Zambrano (Guardaparques del Parque Nacional Perito Moreno-APN).

Agradecemos también la colaboración en la logística para realización de las campañas a Analia Ghirlanda (Administración de Ea. Turística Nibepo Aike); José Molina (Patrón de embarcación en la zona de Lago Argentino Brazo Sur); Ignacio Esteban (Guardaparques a cargo de la Seccional Lago Roca del Parque Nacional Los Glaciares-APN); Melina González (Guardaparques a cargo de la Seccional Lago Roca del PN Los Glaciares-APN); Melisa Giménez (Profesional del Inventario Nacional de Glaciares, IANIGLA-CONICET); Mariano Moroni (Guardaparque de la Seccional Punta Bandera-APN); Servando Rovere (Guardaparques en el Glaciar Perito Moreno-APN); Sabrina Carreras (Guardaparques en el Glaciar Perito Moreno-APN); Silvina Sturzembau (Departamento de Conservación y Manejo – APN); Boris Dietz (Guardaparque, Parque Nacional Los Glaciares-APN); Carlos Corvalán (Responsable del Área Conservación, Guardaparque de la Seccional Moyano e Intendente del Parque Nacional Los Glaciares-APN) por la colaboración desinteresada y ágil en trámites de autorización y apoyo en la organización y planificación de campañas de verano-2016 en bosques de jurisdicción nacional; Adrián Falcone, Mariano Spisso y Paula Novacovsky (Guardaparque del Parque Nacional Perito Moreno-APN); Dotación del Guardacostas “Lago San Martín” GC124: Oficial Principal Ricardo Gomez, Ayudante de Segunda Jorge González, Ayudante de Segunda Javier Mañarey, Ayudante de Segunda Damián Fernández, Ayudante de Tercera Edgar Rupayan, Cabo Primero Mario Leguiza, Cabo Primero Ariel Bazani, Jefe Prefecto Principal Horacio Forneris (Jefe del Destacamento Punta Soberana, en El Calafate) y Prefecto Mayor José María Bustos (Jefatura de Prefectura de Zona Mar Argentino Sur, en Río Gallegos), por todo el apoyo logístico en traslados y de seguridad para la campaña de inventario de verano-2016 en el sector de canales lacustres del del Lago Argentino.

Agradecimientos por los permisos y hospitalidad de los establecimientos Agropecuarios Ea. Maipú, Ea. Cóndor, Ea. Lago Roca, Ea. Cancha Carrera, Ea. El Chacay, Ea. Stag River; Juan Bitsch y Omar Guineo (Propietario y administrador respectivamente de Ea. La Usina en Península Magallanes) por el apoyo logístico y autorizaciones de tránsito en Península Magallanes durante las campañas de inventario de verano-2016; Pablo Fones (Administración de Ea. Helsingford, por el apoyo durante la campaña de verano-2017 en Lago Viedma); Ricardo Sánchez de Ea. Río Toro. Por último, queremos agradecer a Marisa Suppa, Gerencia en El Calafate de la Empresa Turística Ea. Cristina, por el apoyo logístico y traslados en canales lacustres del Lago Argentino como parte de las campañas de verano-2016, al Lodge Aguas Arribas en el Lago del Desierto que nos trasladaron en una de sus lachas desde la mitad del lago hasta la margen sur para llegar a parcelas.



# Bibliografía

- Aschero C.A., Goñi R., Civalero M.T., Molinari R., Espinosa S.L., Guráieb G., Bellelli C. (2005) Holocenic Park: arqueología del Parque Nacional Perito Moreno (PNPM). *Anales de la Administración de Parques Nacionales* 17: 71-119.
- Ashton M.S., Kelly M.J. (2018) *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*, Tenth Edition, Wiley, New York, 776 p.
- Belardi J.B., Barrientos G., Bamonte F., Espinosa S., Goñi R. (2013) Paleoambientes y cronología de las ocupaciones cazadoras recolectoras de las cuencas de los lagos Tar y San Martín (provincia de Santa Cruz). *Intersecciones en Antropología* 14: 459-475.
- Belardi J.B., Carballo Marina F. (2014) La señal arqueológica del interior del bosque en la margen sur del lago San Martín (provincia de Santa Cruz). *Comechingonia* 18: 181-202.
- Braun-Blanquet J. (1979) *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume Ediciones, Madrid.
- Cellini J.M., Spagarino C., Martínez Pastur G., Peri P.L., Vukasovic R. (1998) Rendimiento de distintos sistemas de aprovechamiento en la corta de protección de un bosque de Lengua. *Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Tema 5 (13): Productos Forestales*. Valdivia, Chile. 22-28 de Noviembre de 1998.
- Charlín J., Borrero L.A., Pallo M.C. (2011) Ocupaciones humanas en el área noroccidental del río Gallegos (Prov. Santa Cruz, Argentina). En: Borrero L.A., Borrazzo K. (Eds.) *Bosques, Montañas y Cazadores: Investigaciones Arqueológicas en Patagonia*, pp. 179-210. Buenos Aires, Editorial Dunken.
- Clarke R. (1986) *The Handbook of Ecological Monitoring*. Clarendon Press, Oxford.
- 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.
- Correa M.N. (1969-1998) *Flora Patagónica. Colección Científica INTA Tomo 8. Partes I, II, III, IVa, IVb, V, VI y VII*. Buenos Aires, Argentina.
- Cordone V.J., Bava J. (1997) Aplicación de la clasificación de madera en rollo de lenga. *CIEFAP. Publicación técnica (26)* 32 pp.
- De Agostini A.M. (1945) *Andes Patagónicos: Viajes de Exploración a la cordillera Patagónica Austral*. Segunda edición aumentada y corregida, Buenos Aires, Talleres Gráficos de Guillermo Kraft, 445 pp.
- Díaz B., Peri P.L., Martínez Pastur G. (1998) Crecimiento diamétrico en bosques de lenga en sitios de calidad IV de Patagonia Sur. *CD de Actas Primer Congreso Latinoamericano de IUFRO. Valdivia (Chile)*, 22-28 noviembre.
- Díaz M. (2013) Los incendios forestales en Santa Cruz. En: *Actas II Jornadas Forestales de Patagonia Sur – 2º Congreso Internacional Agroforestal Patagónico* (Ed. Peri P.L.), pp. 25. El Calafate, Santa Cruz, 16-17 mayo 2013.
- 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.
- Donoso Z.C. (1995) *Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 484 pp.
- Espinosa S. (2002). *Estrategias tecnológicas líticas y uso del espacio en momentos tardíos en el Parque Nacional Perito Moreno* (Santa Cruz). Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- ESRI (2011) *ArcGIS Desktop: Release 10*. Environmental Systems Research Institute Inc, Redlands, 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.
- Farr T.G., Rosen P.A., Caro E., Crippen R., Duren R., Hensley S., Kobrick M., Paller M., Rodriguez E., Roth, L., Seal D., Shaffer S., Shimada J., Umland J., Werner M., Oskin M., Burbank D., Alsdorf D. (2007) The shuttle radar topography mission. *Rev. Geophys.* 45: RG2004.
- Fernandez C., Martínez Pastur G., Peri P.L., Vukasovic R. (1997) Thinning schedules for *Nothofagus pumilio* forest in Patagonia, Argentina. *CD de Actas del XI Congreso Forestal Mundial. Volumen 3: D. Función productiva de los bosques*. Antalya (Turquía). 13-22 octubre.
- Franklin J., Berg D., Thornburgh D., Tappeiner, J. (1997) Alternative silvicultural approaches to timber harvesting: Variable retention harvest systems. En: *Creating a Forestry for the 21st Century: The Science of Ecosystem Management* (Kohm, K., Franklin, J., Eds.). Island Press. pp 111-140.
- Gastaldi B., Gonzalez S., Mattenet F.J., Monelos L., Peri P.L. (2015) Determinación de la actividad antioxidante en infusiones de *Nothofagus antarctica* (ñire) bajo uso silvopastoril. *Actas VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales y III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles* (Ed. Peri, P.L.), pp. 8. Ediciones INTA. Iguazú, Misiones, 7-9 Mayo 2015.
- González S.B., Gastaldi B., Mattenet F.J., Peri P.L., Van Baren C., Di Leo P. Lira, Retta D., Bandoni A. L. (2016) Aceites esenciales en partes aéreas de *Nothofagus antarctica* (g. Forst.) Oerst. de diferentes sitios de la Patagonia. *Actas V Jornadas Nacionales de Plantas Aromáticas Nativas y sus Aceites Esenciales - I Jornadas Nacionales de Plantas Medicinales Nativas*, pp. 90-91. Esquel, Chubut. 24 y 25 de Noviembre de 2016.

- Halvorsen P. (1997) Entre el río de las Vueltas y los Hielos Continentales. 224 pp. Editorial Vinciguerra, Buenos Aires.
- Hijmans R.J., Cameron S.E., Parra J.L., Jones P.G., Jarvis A. (2005): Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climat.* 25: 1965-1978.
- IFONA, Instituto Forestal Nacional (1987) Pre-Carta Forestal. Provincia de Santa Cruz. 17 p.
- Jenness J. (2007): Some thoughts on analyzing topographic habitat characteristics. Jenness Enterprises Ed. USA.
- Jobbágy E.G., Paruelo J.M., León R.J.C. (1995) Estimación del régimen de precipitación a partir de la distancia a la cordillera en el noroeste de la Patagonia. *Ecología Austral* 5: 47-53.
- Kent M., Coker P. (1992) Vegetation description and analysis: a practical approach. CRC Press-Belhaven Press, London, United Kingdom. 363 pp.
- Lanly J. (2003) Deforestation and forest degradation factors. Proceedings XII World Forestry Congress, Quebec City, Canada.
- 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., Moretto A., Gallo E., Soler R. (2007) Productividad diferencial de plántulas de *Nothofagus pumilio* bajo gradientes de luz y humedad del suelo. *Bosque* 28(3): 241-248.
- Lencinas M.V., Martínez Pastur G., Solán R., Gallo E., Cellini J.M. (2008) Forest management with variable retention impact over moss communities of *Nothofagus pumilio* understory. *Forstarchiv* 79: 77-82.
- Lencinas M.V., Martínez Pastur G., Gallo E., Cellini J.M. (2009) Alternative silvicultural practices with variable retention improve bird conservation in managed South Patagonian forests. *For. Ecol. Manage.* 258: 472-480.
- Lencinas M.V., Martínez Pastur G., Gallo E., Cellini J.M. (2011) Alternative silvicultural practices with variable retention to improve understory plant diversity conservation in southern Patagonian forests. *For. Ecol. Manage.* 262: 1236-1250.
- Lista R. (1891). Viaje a los Andes Australes: diario de la expedición de 1890. *Confluencia*. p. 123.
- Madsen A. (1952) Patagonia Vieja. Editorial Artes Gráficas Bartolomé Chiesino, Ciordia y Rodríguez, Buenos Aires, 221 pp.
- Marina Carballo F., Belardi J.B., Borrero L.A. (2016) Nuevos datos para la discusión arqueológica de corredores en el bosque del suroeste de la provincia de Santa Cruz, Argentina: el caso del arroyo Los Loros. *Magallania* 44: 209-217.
- Martínez Pastur G., Peri P.L., Vukasovic R., Vaccaro S., Piriz Carillo V. (1997a) Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. *Phyton* 6 (1/2): 55-60.
- Martínez Pastur G., Peri P.L., Vukasovic R., Cellini J.M., Spagarino C., Sharpe D. (1997b) Funciones de rendimiento volumétrico para un bosque de *Nothofagus pumilio* de calidad III y un aserradero mediano en Tierra del Fuego. *Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Tomo Industria y Comercio. 123-132 p. Posadas. 13-15 Agosto.
- Martínez Pastur G., Cellini J.M., Peri P.L., Vukasovic R., Fernandez C. (2000) Timber production of *Nothofagus pumilio* forests by a shelterwood system in Tierra del Fuego (Argentina). *Journal of Forest Ecology and Management* 134 (1-2): 153-162.
- Martínez Pastur G., Lencinas V. (2000) Crecimiento del bosque de lenga: análisis de la calidad de sitio, la fase del bosque, la clase social y los efectos de la silvicultura en Tierra del Fuego. Informe de Avance presentado a la consultora "Servicios Forestales. LPPV- CADIC- CONICET. 49 p. 26 de noviembre.
- Martínez Pastur G., Cellini J.M., Lencinas M.V., Vukasovic R., Vicente R., Bertolami F., Giunchi J. (2001) Modificación del crecimiento y de la calidad de fustes en un raleo fuerte de un rodal en fase de crecimiento óptimo inicial de *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser. *Ecología Austral* 11: 95-104.
- Martínez Pastur G., Lencinas M.V., Cellini J.M., Díaz B., Peri P.L., Vukasovic R. (2002) Herramientas disponibles para la construcción de un modelo de producción para la lenga (*Nothofagus pumilio*) bajo manejo en un gradiente de calidades de sitio. *Bosques* 23(2): 69-80.
- Martínez Pastur G., Lencinas M.V., Peri P.L., Arena M. (2007) Photosynthetic plasticity of *Nothofagus pumilio* seedlings to light intensity and soil moisture. *For. Ecol. Manage.* 243(2): 274-282.
- Martínez Pastur G., Lencinas M.V., Cellini J.M., Peri P.L., Soler Esteban R. (2009) Timber management with variable retention in *Nothofagus pumilio* forests of Southern Patagonia. *For. Ecol. Manage.* 258: 436-443.
- Martínez Pastur G., Peri P.L., Cellini J.M., Lencinas M.V., Barrera M., Ivancich H. (2011a) Canopy structure analysis for estimating forest regeneration dynamics and growth in *Nothofagus pumilio* forests. *Ann. For. Sci.* 68: 587-594.
- Martínez Pastur G., Cellini J.M., Lencinas M.V., Barrera M., Peri P.L. (2011b) Environmental variables influencing regeneration of *Nothofagus pumilio* in a system with combined aggregated and dispersed retention. *For. Ecol. Manage.* 261: 178-186.
- 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.
- Martínez Pastur G., Soler R., Cellini J.M., Lencinas M.V., Peri P.L., Neyland M.G. (2014) Survival and growth of *Nothofagus pumilio* seedlings under several microenvironments after variable retention harvesting in southern Patagonian forests. *Annals of Forest Science* 71: 349-362.
- Martínez Pastur G., Cellini J.M., Lencinas M.V., Soler R., Bahamonde H., Peri P.L. (2015) Monitoreo de la evolución las copas empleando fotos hemisféricas en raleos de bosques de *Nothofagus antarctica* en Tierra del Fuego. *Actas VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales y III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles* (Ed. Peri, P.L.), pp. 492-496. Ediciones INTA. Iguazú, Misiones, 7-9 Mayo 2015.
- Mattenet F., Goyhenex M., Peri P.L. (2015) Tintes Naturales de Plantas Nativas: Colores de la Patagonia. 64 pp. Ediciones INTA-Secretaría de Agricultura Familia-Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Buenos Aires.
- Mattenet F.J., Monelos L., Peri P.L. (2016a) Uso y agregado de valor de madera de ñire en un esquema de uso integral de bosques bajo sistema silvopastoril en Santa Cruz. Pp. 376-381. *Actas Jornadas Forestales Patagónicas*. Esquel, 9-12 Noviembre 2016.
- Mattenet F.J., Monelos L., Peri P.L. (2016b) Agregado de valor en sistemas silvopastoriles de ñire ¿utopía o realidad?. *Actas III Congreso Internacional Agroforestal Patagónico – I Congreso Internacional Forestal Patagónico*. Puerto Natales, Chile, 14-16 Diciembre 2016.
- McCarter J., Long J. (1986) A lodgepole pine density management diagram. *Western Journal of Applied Forestry* 1: 6-11.
- Millar C.J., Stephenson N.L., Stephens S.L. (2007) Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecological Applications* 17: 2145-2151.
- Moore D.M. (1983) Flora of Tierra del Fuego. Anthony Nelson, England – Missouri Botanical Garden, USA.
- Moreno P.I., Francois J.P., Villa-Martínez R., Moy M.C. (2009) Millennial-scale variability in Southern Hemisphere westerly wind activity over the last 5000 years in SW Patagonia. *Quaternary Science Reviews* 28: 25-38.
- Moy C.M., Moreno P.I., Dunbar R.B., Kaplan M.R., Francois J.P., Villalba R., Haberzettl T. (2009) Climate Change in Southern South America during the Last Two Millennia. En: Vimeux F., Sylvestre F., Khodri M. (Eds.) *Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions*, pp. 353-394. París, Francia, Springer.
- Musters G.C. (1964) Vida entre los Patagones. Un año de excursiones por tierras no frecuentadas desde el estrecho de Magallanes hasta el río Negro. Solar/ Hachette, Buenos Aires.
- Mutarelli E., Orfila E. (1973) Algunos resultados de las investigaciones de manejo silvicultural que se realizan en los bosques Andino-Patagónicos de Argentina. *Revista Forestal Argentina* 17(3): 69-75.
- ORNL DAAC (2008): MODIS Collection 5 Land Products Global Subsetting and Visualization Tool. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA.
- Pallo M.C., Borrero L.A. (2015) Arqueología de corredores boscosos en Patagonia Meridional: el caso del río Guillermo (SO de la provincia de Santa Cruz, Argentina). *Intersecciones en Antropología* 16: 313-326.
- Payandeh B., Wang Y. (1994) Modified site index equations for major Canadian timber species. *Forest Ecology and Management* 64: 97-101.
- Peri P.L., Martínez Pastur G. (1996) Crecimiento diamétrico de *Nothofagus pumilio* para dos condiciones de copa en un sitio de calidad media en Santa Cruz, Argentina. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 5 (2): 201-212.
- Peri P.L., Martínez Pastur G., Díaz B., Fucaraccio F. (1997) Uso del índice de sitio para la construcción de ecuaciones estándar de volumen total de fuste para lenga (*Nothofagus pumilio*) en Patagonia Austral. *Actas II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*. Tomo Bosques Nativos y Protección Ambiental. 309-316 p. Posadas. 13-15 Agosto.
- Peri P.L., Martínez Pastur G., Vukasovic R., Díaz B., Lencinas M.V., Cellini J.M. (2002) Thinning schedules to reduce risk of windthrow in *Nothofagus pumilio* forests of Patagonia, Argentina. *Bosque* 23(2): 19-28.
- Peri P.L. (2003a) Planificación de Uso del bosque nativo de *Nothofagus perteneciente* al ejido de la Municipalidad de Río Turbio. 9 mapas temáticos (escala 1:10.000) de zonificación por rodales (Mapas de ubicación del sitio en imagen satelital Landsat TM y de uso y vegetación; Mapas de rodales basados en el volumen total, área basal, regeneración pre-instalada, Clases de Sitio, Fases de desarrollo, y, Silvicultura). *Publicación Técnica Forestal N° 21 Convenio UNPA-EEA Santa Cruz*. Julio 2003. 49 pp.
- Peri P.L. (2003b) 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.
- Peri P.L., Martínez Pastur G., Lencinas M.V. (2009a) Photosynthetic response to different light intensities and water status of two main *Nothofagus* species of southern Patagonian forest, Argentina. *Journal of Forest Science* 55(3): 101-111.
- Peri P.L., Heinz E., Ferro M., Rial P., Salazar L. (2009b) 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., Ormaechea S., Monelos L., Paz F., Gargaglione V., Bahamonde H., Alvarado C., Gaitán F., Beroiz M., Mattenet F., Mayo J.P., Pesin C. (2012) Reserva provincial de Punta Gruesa, Santa Cruz: base para su conservación y manejo. Informe Final del Proyecto para la Conservación y Manejo de los Bosques Nativos "Manejo integral de la reserva provincial Punta Gruesa (Santa Cruz) del Programa Nacional de Protección de los Bosques Nativos- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable- Resolución S.AyDS 256/2009. 93 pp, Río Gallegos, Santa Cruz.
- Peri P.L., Ormaechea S. (2013) Relevamiento de los bosques nativos de ñire (*Nothofagus antarctica*) en Santa Cruz: base para su conservación y manejo, 88 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires.
- Peri P.L., Bahamonde H., Wardell-Johnson G.W. (2013a) Características de suelos en relictos de *Pilgerodendron uviferum* en Santa Cruz, Argentina. Actas II Jornadas Forestales de Patagonia Sur y 2do Congreso Internacional Agroforestal Patagónico (Ed. Peri, P.L.), pp. 38. INTA-Instituto Forestal de Chile-UNPA-CONICET. El Calafate, Santa Cruz, 16 al 18 de Mayo de 2013.
- Peri P.L., Martínez Pastur G., Monelos L. (2013b) Natural dynamics and thinning response of young lenga (*Nothofagus pumilio*) trees in secondary forests of Southern Patagonia. *Bosque* 34(3): 273-279.
- Peri P.L., Quevedo C., De Urquiza J. (2016) Segundo Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos de la provincia de Santa Cruz. 20 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.
- Pielou E.C. (1975) *Mathematical Ecology*. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Piriz Carrillo V., Vaccaro S., Martínez Pastur G. (1996) Informe técnico: Funciones de volumen total y crecimiento diamétrico para bosques de segundo crecimiento de *Nothofagus pumilio* en Tierra del Fuego. LPPV-CADIC. 13p.
- Potschin M., Haines-Young R. (2011) Ecosystem services: exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography* 35: 575-594.
- Reineke L. (1933) Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *Journal of Agricultural Research* 16 (7): 627-638.
- Rosas Y.M., Peri P.L., Huertas Herrera A., Pastore H., Martínez Pastur G. (2017) Modelling of potential habitat suitability of *Hippocamelus bisulcus* in Southern Patagonia: How much protect the Natural Reserve network of Argentina? *Ecological Processes* 6:28, DOI10.1186/s13717-017-0096-2
- Schlatter J.E. (1994) Requerimientos de sitio para la lenga, *Nothofagus pumilio* (Poep. et Endl.) Krasser. *Bosque* 15(2): 3-10.
- Schmidt H., Urzúa A. (1982) Transformación y Manejo de los Bosques de lenga en Magallanes. Universidad de Chile. Ciencias Agrícolas N° 11, 62 pp.
- Schmidt H., Caldenty J. (1994) Apuntes del tercer curso de silvicultura de los bosques de lenga. CONAF-CORMA-Universidad de Chile, Valdivia (Chile). 109 pp.
- Schmidt H., Caldenty J., Donoso S. (1995) Informe: Investigación sobre el manejo de la lenga, XII Región. Universidad de Chile-CONAF. 40 p.
- Smith D.A., Larson B.C., Kelly M.J., Ashton P.M.S. (1997) *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*. John Wiley & Son, Inc. New York, USA. 537 pp.
- Urrutavizcaya M.F., Peri P.L., Monelos L., Arriola H., Oyharcabal M.F., Contardi L.T., Muñoz M., Sepúlveda E., Defossé G.E. (2018) Condiciones de suelo y vegetación en tres bosques quemados de *Nothofagus pumilio* en Argentina y experiencias para su restauración activa. *Ecología Austral* 28: 383-399.
- Veblen T.T., Ashton D.H., Schlegel F.M., Veblen A.T. (1977) Plant succession in a timberline depressed by vulcanism in south-central Chile. *J. of Biogeography* 4: 275-294.
- Veblen T.T., Donoso Z., C., Kitzberger T., Rebertus A.J. (1996) Ecology of southern Chilean and Argentinian *Nothofagus* forests. En: Veblen T.T., Hill R.S., Read J. (Eds.), *The Ecology and Biogeography of Nothofagus Forests*. Yale University Press, London, pp. 293-353.
- Vera J. (1991) Uso Alimentario de Recursos Vegetales entre cazadores-recolectores de Bahía Laredo, Cabo Negro (Magallanes). *Anales del Instituto de la Patagonia* 20: 155-168.
- Zhao M., Running S.W. (2010): Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000 through 2009. *Science* 329: 940-943.
- Zomer R.J., Trabucco A., Bossio D.A., Van Straaten O., Verchot L.V. (2008): Climate change mitigation: A spatial analysis of global land suitability for clean development mechanism afforestation and reforestation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 126: 67-80.