



Organización de las Naciones  
Unidas para la Alimentación  
y la Agricultura



# Aplicación de ordenamiento forestal en tierras bajo administración del Ministerio de Bienes Nacionales Sector piloto Río Cajón - Región de Aysén





# Aplicación de ordenamiento forestal en tierras bajo administración del Ministerio de Bienes Nacionales

## Sector piloto Río Cajón - Región de Aysén

**Elaborado por: Sabine Müller-Using and Víctor Barrera**

**Instituto Forestal**

**Burkhard Müller-Using**

**Consultor**

**Carlos Castillo**

**Consultor**

Publicado por  
la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura  
y  
el Ministerio de Agricultura de Chile

Referencia requerida:

Müller-Using, S., Barrera, V., Müller-Using, B. y Castillo, C. 2021. *Aplicación de ordenamiento forestal en tierras bajo administración del Ministerio de Bienes Nacionales. Sector piloto Río Cajón - Región de Aysén*. FAO y MINAGRI. <https://doi.org/10.4060/cbo844es>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o el Ministerio de Agricultura de Chile (MINAGRI), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO o MINAGRI los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO o MINAGRI.

ISBN 978-92-5-133259-7 [FAO]

© FAO y MINAGRI, 2021



Algunos derechos reservados. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales.; [https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es_ES).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO o MINAGRI refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO o MINAGRI. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: "La presente traducción no es obra de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) o MINAGRI. La FAO/MINAGRI no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en español será el texto autorizado".

Toda controversia que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación aplicables serán las del Reglamento de Mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org). Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request). Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org).

Fotografía de la cubierta:  
©INFOR/Victor Barrera

# Índice

Presentación .....	XIII
Introducción .....	1
Problemática .....	3
Relacionada con el recurso .....	3
Relacionada con productores madereros .....	4
Contexto general del bosque nativo a nivel regional .....	7
Caracterización del área de estudio .....	9
Análisis del medio natural .....	9
Bosque nativo en la comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera .....	16
Metodología .....	18
Inventario forestal en bosque nativo .....	19
Mejora de base de información (cartografía mejorada) y mapas temáticos .....	21
Restricciones legales .....	23
Métodos de ordenación forestal .....	27

Resultados .....	29
Estadística descriptiva .....	29
Clase diamétrica bosque de Lengua y Coihue .....	38
Estratos del Lote 13 .....	40
Plan de Ordenación Forestal .....	41
Parámetros de rodales .....	41
Cartografía de ordenación forestal .....	45
Propuesta silvícola por Unidad de Manejo .....	55
Antecedentes .....	55
Descripción del tratamiento silvícola por Unidad de Manejo - prescripciones técnicas .....	56
Conclusiones .....	59
Recomendaciones .....	61
Agradecimientos .....	61
Referencias .....	62

## Figuras

<b>Figura 1:</b> Ubicación de la provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile .....	10
<b>Figura 2:</b> Ubicación de las comunas de Río Ibáñez y Chile Chico, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile .....	10
<b>Figura 3:</b> Ubicación del área de interés Río Cajón, comuna Río Ibáñez, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile .....	10
<b>Figura 4:</b> Plano de pendientes en porcentajes .....	11
<b>Figura 5:</b> Tipo de pendientes dentro del predio .....	11
<b>Figura 6:</b> Caracterización de las curvas de nivel (cota sobre el nivel del mar, m s. n. m.) en Lotes 13 - 14. Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile .....	12
<b>Figura 7:</b> Exposición dentro del predio .....	12
<b>Figura 8:</b> Suelos cubiertos de ceniza volcánica en las cumbres de cerros luego de la erupción del volcán Hudson en el año 1991 (2019) .....	14
<b>Figura 9:</b> Superficie de uso del suelo (ha) Región de Aysén, provincia General Carrera, comuna de Río Ibáñez .....	15
<b>Figura 10:</b> Superficie según tipo forestal en la provincia General Carrera y comuna Río Ibáñez .....	16
<b>Figura 11:</b> Uso del suelo dentro del Lote de interés forestal, Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile .....	17
<b>Figura 12:</b> Establecimiento de parcelas .....	20
<b>Figura 13:</b> Unidad de muestreo o conglomerado empleado para el inventario de bosque nativo, conformado por tres parcelas circulares .....	20

<b>Figura 14:</b> Visita al predio por parte del equipo técnico de INFOR sede Valdivia junto al gerente de INFOR sede Patagonia. Predio de don Ángel Díaz, Río Cajón, comuna de Río Ibáñez (2019) . . . . .	20
<b>Figura 15:</b> Proceso para expansión de información de terreno . . . . .	21
<b>Figura 16:</b> Esquema resumen de análisis, decisiones y objetivos del Plan de Ordenación Forestal . . . . .	26
<b>Figura 17:</b> Transformación de la estructura de un bosque al aplicar dos métodos de ordenación forestal . . . . .	28
<b>Figura 18:</b> Distribución de parcelas según estructura de bosque existente, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén . . . . .	29
<b>Figura 19:</b> Distribución de parcelas según especie dominante, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén . . . . .	30
<b>Figura 20:</b> Estado fustal delgado acompañado de fustal grueso . . . . .	33
<b>Figura 21:</b> Estado fustal delgado acompañado de fustal grueso. Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) . . . . .	33
<b>Figura 22:</b> Estado fustal delgado acompañado de fustal grueso. Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga) y <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) . . . . .	33
<b>Figura 23:</b> Estado fustal grueso acompañado de fustal delgado . . . . .	34
<b>Figura 24:</b> Estado fustal grueso acompañado de fustal delgado. Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) . . . . .	34
<b>Figura 25:</b> Estado fustal grueso acompañado de fustal delgado. Bosque de <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) . . . . .	34



<b>Figura 26:</b> Estado fustal delgado acompañado de bosque viejo .....	35
<b>Figura 27:</b> Estado fustal delgado acompañado de bosque viejo. Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	35
<b>Figura 28:</b> Estado fustal delgado acompañado de bosque viejo. Bosque de <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	35
<b>Figura 29:</b> Estado fustal grueso acompañado de bosque viejo. Bosque de <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	36
<b>Figura 30:</b> Estado fustal grueso acompañado de bosque viejo. Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	36
<b>Figura 31:</b> Estado fustal grueso acompañado de bosque viejo. Bosque de <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes) y <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	36
<b>Figura 32:</b> Individuos maduros que presentan problemas de curvatura y pudrición interna producto de la sobremadurez y otros factores de sitio. Bosque de <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	37
<b>Figura 33:</b> Individuos maduros que presentan problemas de curvatura, pudrición interna y fuerte inclinación producto de la sobremadurez y otros factores de sitio. Bosque de <i>Nothofagus betuloides</i> (Coihue de Magallanes) y <i>Nothofagus pumilio</i> (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019) .....	37

<b>Figura 34:</b> Distribución diamétrica para tres estratos del Lote 13, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén .....	39
<b>Figura 35:</b> Curvas de nivel y parcelas de inventario del Lote 13, sector Río Cajón, Región de Aysén .....	41
<b>Figura 36:</b> Distribución espacial del tipo forestal de acuerdo con la altura total del bosque nativo en el sector Río Cajón, Región de Aysén .....	42
<b>Figura 37:</b> Extrapolación de superficie por tipo forestal para dos tipos de imágenes satelitales .....	43
<b>Figura 38:</b> Disminución de la superficie del Lote 13 de acuerdo con restricciones del comité técnico .....	44
<b>Figura 39:</b> Superficie productiva por Unidad de Manejo, de acuerdo con la estructura, tipo forestal y altura del dosel. Lote 13 Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén .....	45
<b>Figura 40:</b> Distribución de Unidades de Manejo productivos en zona de interés. Lote 13, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén .....	46
<b>Figura 41:</b> Distribución diamétrica de acuerdo con el estado de desarrollo del bosque para toda la superficie productiva del Lote 13 .....	50
<b>Figura 42:</b> Distribución de fases de desarrollo de acuerdo con la superficie productiva del Lote 13. Río Cajón, comuna de Río Ibáñez Región de Aysén .....	51
<b>Figura 43:</b> Distribución del número de árboles por hectárea y área basal por cuartel del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén .....	52
<b>Figura 44:</b> Distribución del volumen por hectárea por cuartel del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén .....	52

<b>Figura 45:</b> Distribución del volumen por hectárea por tipo forestal dominante y cuartel del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén	53
<b>Figura 46:</b> Distribución del volumen por hectárea dentro de las Unidades de Manejo productivos del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén	54
<b>Figura 47:</b> Salida gráfica posible de obtener por Unidad de Manejo (3), del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén	58
<b>Figura 48:</b> Salida gráfica posible de obtener por Unidad de Manejo (16), del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén	58

## Cuadros

<b>Cuadro 1:</b> Matriz de Vester que muestra los principales problemas identificados en la producción maderera regional	5
<b>Cuadro 2:</b> Clasificación de la superficie en función del porcentaje de la pendiente	11
<b>Cuadro 3:</b> Temperatura media anual de la zona de Bahía Murta	13
<b>Cuadro 4:</b> Superficie de uso del suelo (ha) de la Región de Aysén, provincia General Carrera y comuna de Río Ibáñez	15
<b>Cuadro 5:</b> Superficie según el tipo forestal en la Región de Aysén, provincia General Carrera y comuna de Río Ibáñez	16
<b>Cuadro 6:</b> Ejemplificación de insumos requeridos como base para la planificación del inventario forestal y ordenación predial	18

<b>Cuadro 7:</b> Restricciones legales, de especie y de sensibilidad de paisaje .....	23
<b>Cuadro 8:</b> Estadística descriptiva del muestreo de 13 conglomerados por tipo forestal para las variables del área basal y número de árboles por hectárea .....	29
<b>Cuadro 9:</b> Forma de los árboles muestreados por tipo forestal .....	30
<b>Cuadro 10:</b> Posición de la copa de árboles muestreados por tipo forestal .....	31
<b>Cuadro 11:</b> Altura total de árboles muestreados por tipo forestal .....	32
<b>Cuadro 12:</b> Tipo forestal de bosque nativo y rango de pendiente sector Río Cajón .....	43
<b>Cuadro 13:</b> Superficie potencialmente productiva de bosque nativo de acuerdo con la altura, sector Río Cajón .....	44
<b>Cuadro 14:</b> Variables de estado de bosque por Unidad de Manejo, Lote 13, sector Río Cajón, provincia General Carrera .....	47
<b>Cuadro 14.1:</b> Variables de estado de bosque para Tipo Forestal Coihue de Magallanes, por Unidad de Manejo, Lote 13, sector Río Cajón, provincia General Carrera .....	48
<b>Cuadro 14.2:</b> Variables de estado de bosque para Tipo Forestal Lenga, por Unidad de Manejo, Lote 13, sector Río Cajón, provincia General Carrera .....	49
<b>Cuadro 15:</b> Esquema de manejo según fases de desarrollo en bosque de Lenga .....	52

## Abreviaturas y siglas

<b>AOI</b>	.....	Inspección óptica automatizada (IOA)
<b>BB.NN.</b>	.....	Bienes Nacionales
<b>CIREN</b>	.....	Centro de Información Recursos Naturales
<b>CONAF</b>	.....	Corporación Nacional Forestal
<b>CORFO</b>	.....	Corporación de Fomento de la Producción
<b>DAP</b>	.....	Diámetro a la altura del pecho
<b>FAO</b>	.....	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>FEDME</b>	.....	Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada
<b>FMAM</b>	.....	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
<b>IGM</b>	.....	Instituto Geográfico Militar
<b>INFOR</b>	.....	Instituto Forestal
<b>MBN</b>	.....	Ministerio de Bienes Nacionales
<b>MFS</b>	.....	Modelo Forestal Sustentable
<b>MOP</b>	.....	Ministerio de Obras Públicas
<b>SAG</b>	.....	Servicio Agrícola y Ganadero
<b>SIMEF</b>	.....	Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales Nativos
<b>UTM</b>	.....	Sistema de Coordenadas Geográficas
<b>WGS84</b>	.....	Sistema Geodésico Mundial 1984
<b>ZMC</b>	.....	Zona de Manejo de Cuenca



# Presentación

El Sistema Integrado de Monitoreo y Evaluación de los Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF) es una iniciativa impulsada por los ministerios de Agricultura y de Medio Ambiente, ejecutada por el Instituto Forestal (INFOR) y coejecutada por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Centro de Información en Recursos Naturales (CIREN). Cuenta con el apoyo y la supervisión de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Estado chileno.

Este proyecto nacional responde a la necesidad de contar con información integrada, estandarizada y actualizada sobre los ecosistemas forestales nativos de Chile, para lo cual se estableció un modelo de trabajo interinstitucional coordinado entre CONAF, CIREN e INFOR.

Su objetivo es apoyar con información actualizada para la toma de decisiones que aporten al uso sostenible de los recursos forestales nativos, y contribuir a una mejor calidad de vida de las comunidades que cohabitan con el bosque y de la sociedad en su conjunto.

A cuatro años de ejecución de la Iniciativa SIMEF, uno de los logros es haber ampliado en superficie la cobertura del Inventario Forestal Nacional, que ahora cubre más

de 14 millones de hectáreas e incorpora territorios inexplorados de las islas al sur de Chiloé. A su vez, se expandió la concepción de inventario y monitoreo, incluyendo, junto con las dimensiones biofísicas, los componentes socioeconómicos y de biodiversidad que son consustanciales a los bosques nativos.

Otros logros sustantivos fueron la actualización y mejora de la metodología de evaluación del cambio de uso de la tierra, reduciendo su ciclo de actualización de cinco a dos años, lo que permitió, entre otras materias, dar una respuesta más eficiente a los compromisos internacionales de Chile en materia de cambio climático, y al mismo tiempo elaborar protocolos y manuales consensuados.

De esta manera, SIMEF pone al país a la vanguardia del conocimiento de sus bosques y ecosistemas forestales permitiendo evaluar, entre otros, el stock de carbono, así como los cambios y proyecciones del mismo en el tiempo, materia de alta trascendencia ante la situación que afecta al planeta.

La presente publicación refleja parte de las actividades y resultados alcanzados durante estos cuatro años de trabajo del SIMEF y pretende ser un aporte para la consolidación de un sistema de monitoreo de los ecosistemas forestales nativos de Chile.





# Introducción

El sector forestal en la Región de Aysén está en una etapa de receso en cuanto a las exportaciones de madera que lideraban grandes empresas (ej. Maderas de Aysén y otras)<sup>1</sup>. Sin embargo, actualmente la producción maderera sigue en pie, pero a menor escala, encabezada por la pequeña y mediana empresa a nivel local (INFOR, 2017). Los sistemas de explotación y manejo del recurso que se han llevado a cabo y que se efectúan actualmente carecen de buenas prácticas, lo que ha provocado una degradación constante de los bosques más productivos.

En la actualidad, entidades ligadas al área silvícola, como el Instituto Forestal (INFOR), están trabajando desde la investigación para potenciar el manejo del recurso forestal a través de una operación intersectorial planificada.

En contexto, la institución decidió implementar el proyecto SIMEF en la región de Aysén (2016) como apoyo a la creación de un Modelo Forestal Sustentable (MFS) en un área fiscal para que pueda ser aplicado en otras zonas de la región y a nivel país.

INFOR y Bienes Nacionales Aysén seleccionaron un área fiscal de trabajo ubicada en la comuna de Río Ibáñez, sector Río Cajón, donde existen bosques productivos que deben ser manejados sustentablemente. En dicho lugar se llevaron a cabo un Plan de Ordenación Forestal y una propuesta de un Modelo de Gestión Forestal para una superficie de 1180 ha.

---

<sup>1</sup> Las causas de esta caída se deben a factores internacionales y locales. Así, la mayor empresa productora de madera aserrada hace unos años, "Maderas de Aysén", quebró por la crisis norteamericana de los años 2004-2005 y por dificultades de acceso a la materia prima y el cierre de la concesión fiscal por parte de Bienes Nacionales.





©Claudia Andrade

# Problemática

## Relacionada con el recurso

Los terrenos fiscales que están administrados por Bienes Nacionales en la zona de Río Cajón de la comuna de Río Ibáñez, que comprenden un total aproximado de 27 190 ha, se encuentran hoy en proceso de arriendo o concesión a productores madereros de la zona, por 5 años, en unidades que van desde las 40 ha, hacia arriba.

La explotación maderera de estos sectores se remonta a un par de décadas con la llegada y establecimiento de pobladores pioneros, para posteriormente dar paso a empresas forestales de mayor tamaño, cuyo sistema de corta y extracción del bosque se caracteriza por un esquema de extracción selectiva de los mejores individuos.

Esto no ha variado en la actualidad, y se sigue trabajando sin una planificación que les permita proyectarse en el corto, mediano y largo plazo. Por otro lado, los sistemas de explotación son básicos, ya que se invierte lo menos posible en estos, lo que ha ido generando una constante degradación del recurso y su entorno.

La regulación estatal del manejo del recurso, que está en manos de la Corporación Nacional Forestal a través de la aplicación de la Ley 20.283, ha ayudado en cierta medida a controlar la explotación del bosque dentro de la zona de interés; sin embargo, se requieren más instrumentos que permitan mejorar este proceso. A esto se suman las escasas herramientas técnicas que posee Bienes Nacionales para regular y exigir a los arrendatarios o concesionarios un mejor manejo del recurso y el cumplimiento de la normativa actual de manejo forestal y los requisitos que la entidad exige.



©Instituto Forestal/Victor Barrera

En contexto, el proyecto FMAM (*Global Environment Facility en inglés*) "Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales, SIMEF", que ejecuta el Instituto Forestal (INFOR), está focalizado en "Apoyar e influir en la definición y seguimiento de políticas públicas en el sector forestal a través de la participación de comunidades tanto a escala local como regional y nacional".

En el año 2016, se conformó el Comité Regional de Participación (CRP) para ver tanto los avances de la iniciativa a nivel institucional como las prioridades del territorio en materia del manejo del recurso forestal y las diferentes propuestas del Programa Operativo Anual (POA) en la región de Aysén. Conjuntamente, se generó un Plan de Ordenación Forestal (POF) con la finalidad de implementar a futuro una aplicación del Modelo de Gestión Forestal (MGF) en un área piloto de 1180 ha.

### **Relacionada con productores madereros**

Uno de los problemas actuales, prioritario en el rubro maderero regional, dice relación con la manera de acceder a las materias primas, ya que no se cuenta con caminos habilitados para llegar al lugar donde se encuentran los recursos, así como también con la mala calidad del bosque y, sobre todo, con el escaso conocimiento en manejo de maquinaria forestal para aprovechar toda su capacidad, aspecto este último que imposibilita que los productores utilicen de mejor manera los recursos extraídos.

Por otro lado, se debe resaltar la poca comprensión del documento técnico del Plan de Manejo Forestal, lo que sumado a la baja escolaridad de los beneficiarios, dificulta más aún su buen entendimiento. A esto hay que agregar el escaso o nulo seguimiento y acompañamiento que se hace a las intervenciones silvícolas por parte de los profesionales y entidades ligadas al rubro (ver Cuadro 1).



**Cuadro 1: Matriz de Vester que muestra los principales problemas identificados en la producción maderera regional**

Análisis de Problemas de la vinculación de actores en la cadena productiva de productores madereros de Aysén.		Lento abastecimiento de materia prima	Mala calidad del bosque	Acceso a predios para explotación maderera	Deficiencia en la planificación de la cosecha	Baja calificación de mano de obra	Lenta o casi nula renovación generacional del negocio maderero	Baja escolaridad productores madereros	Tecnología poco eficiente, con alta capacidad ociosa y fuera de punto	Infraestructura inadecuada o inexistente	Deficiente comercialización	Concentración de mercado en pocos productores	Competencia desleal	Burocracia de entes públicos	Asistencia técnica a corto plazo	Poco acceso a financiamiento (público y privado)	Incapacidad para trabajar asociativamente	INFLUENCIA
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Lento abastecimiento de materia prima	3	1	0	0	0	1	0	0	0	2	3	3	0	0	0	0	10
2	Mala calidad del bosque	3	3	0	0	0	1	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	13
3	Acceso a predios para explotación maderera	3	1	3	1	0	1	0	0	1	3	2	1	0	0	0	1	14
4	Deficiencia en la planificación de la cosecha	3	2	0	3	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	1	1	11
5	Baja calificación de mano de obra	0	3	0	3	3	2	0	3	1	1	3	2	0	0	2	2	22
6	Lenta o casi nula renovación generacional del negocio maderero	0	0	0	0	2	3	0	2	1	1	2	1	0	0	1	2	12
7	Baja escolaridad productores madereros	0	2	1	3	3	0	3	0	1	2	2	2	0	0	2	2	23
8	Tecnología poco eficiente, con alta capacidad ociosa y fuera de punto	3	1	1	1	0	0	0	3	2	1	2	3	0	0	0	0	14
9	Infraestructura inadecuada o inexistente	3	0	2	2	0	0	0	0	2	1	2	2	0	0	1	0	13
10	Deficiente comercialización	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	1	3	1	11
11	Concentración de mercado en pocos productores	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	2	0	0	1	1	8
12	Competencia desleal	2	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	0	2	3	18
13	Burocracia de entes públicos	2	0	1	1	2	0	0	2	1	1	0	2	3	3	3	0	18
14	Asistencia técnica a corto plazo	0	3	0	2	1	0	0	2	0	2	0	1	0	2	2	1	14
15	Poco acceso a financiamiento (público y privado)	1	0	1	0	0	0	0	3	3	1	3	3	0	1	3	1	17
16	Incapacidad para trabajar asociativamente	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	3	3	0	1	3	3	15
DEPENDENCIA		21	13	8	13	8	5	0	17	15	27	29	32	3	6	21	15	

Fuente: INFOR, 2017.



Respecto de los problemas críticos señalados en el Cuadro 1, estos son los más recurrentes y de mayor cuantía. Se entienden como de gran causalidad, pero a su vez son causados por la mayoría de los demás problemas. En este caso, corresponden a aquellos que afectan el pleno desarrollo de la cadena productiva en el sector forestal. Simétricamente, los tres problemas activos identificados, son: (1) Tecnología poco eficiente, (2) Competencia desleal y (3) Poco acceso a financiamiento (público y privado). Todos coinciden casi en plenitud con la priorización establecida por los propios productores.

La manifestación de los problemas activos se puede hacer en intervenciones diferenciadas. Sin embargo, considerando el grado de conocimiento que estos tienen en la cadena productiva, se sugiere diseñar un proceso de intervención que permita abordar de forma integral elementos de capacitación, asociatividad y fortalecimiento de la red público-privada.

Los problemas activos son de alta influencia sobre la mayoría de los restantes, pero no son causados por otros problemas. Se identificaron ocho problemas activos.

- Mala calidad del bosque
- Baja calificación de la mano de obra
- Falta de acceso a predios para explotación maderera
- Baja escolaridad de los productores madereros
- Infraestructura inadecuada
- Burocracia en entes públicos
- Asistencia técnica a corto plazo
- Incapacidad para trabajar asociativamente



# Contexto general del

©Instituto Forestal/Victor Barrera

# bosque nativo a nivel regional

La Región de Aysén es una de las más importantes del país en cuanto a superficie territorial, ya que representa el 14% de esta y alcanza la cifra de 10,7 millones de hectáreas. El 41% de la superficie está cubierta por bosques (4431845 ha), los que corresponden al 25% de los bosques a nivel nacional. Prácticamente, la totalidad de ellos son nativos, a excepción de 39053 ha de plantaciones de especies exóticas y 1083 ha mixtas (bosque nativo y exótico). Específicamente, la superficie de bosque nativo representa el 31% de los bosques nativos del país. Es importante destacar que el 40% del territorio de la región se encuentra dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (Snaspe), y ocupa casi 4,3 millones de hectáreas (INFOR, 2017).

En la región están presentes cuatro tipos forestales: el Siempreverde, que es el que muestra mayor superficie, equivalente al 43% del bosque nativo regional; el de Lenga, que se encuentra en segundo lugar y cuenta con una superficie del 32% del bosque nativo; el de Coihue de Magallanes, que representa el 21% de bosque nativo de la región, y el de Ciprés de las Guaitecas, que ocupa 159333 ha, equivalentes al 4% del bosque nativo regional.

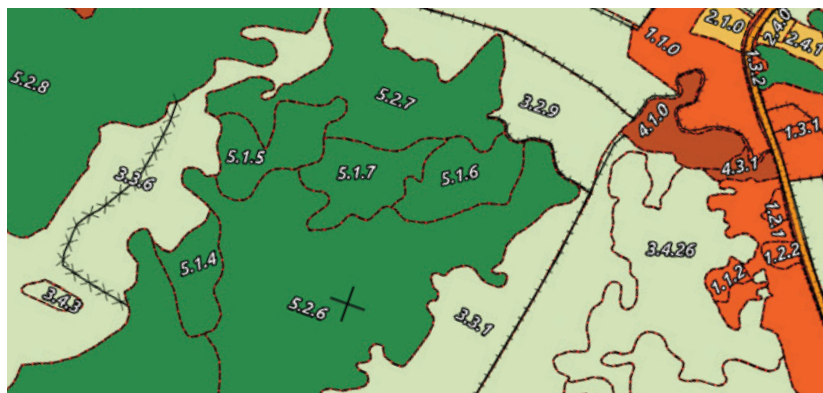
La Ley 20.283 de Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, promulgada el 11 de julio de 2008, tiene como objetivos la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos del país con el fin de asegurar la sustentabilidad forestal y la política ambiental. Para ello, se establece un fondo concursable destinado a la conservación o manejo sustentable del bosque nativo que contribuya a solventar las actividades que favorezcan la regeneración, recuperación o protección de bosques nativos de preservación para la obtención de productos forestales no madereros (PFNM) y a actividades dirigidas a manejar y recuperar bosques nativos para fines de producción maderera (PFM).

Durante el período 2010-2014, en la Región de Aysén se bonificaron ambas, pero no se desarrollaron actividades para bosques nativos con fines de preservación. La superficie de bosque nativo bonificado con fines madereros durante el período 2010-2014 fue de 339 ha, lo que da un promedio de 68 ha anuales (INFOR, 2017). A pesar del potencial forestal de bosque nativo existente

en la región, los datos muestran poca actividad de manejo de este por parte de los usuarios. A juicio de ellos, las bonificaciones son insuficientes para cubrir una parte importante de los costos de las intervenciones programadas, lo que hace poco atractiva económicamente su implementación. Por tanto, es necesario fortalecer el conocimiento técnico actual mediante un sistema de manejo certificado e incrementar los incentivos estatales que la Ley 20.283 ofrece para así mejorar la calidad de los bosques nativos y, consecuentemente, obtener recursos de calidad.

Otro problema que impide el desarrollo del sector forestal regional reside en la disponibilidad de materia prima de los bosques privados, la cual se ve afectada por la inaccesibilidad, producto de la falta de caminos. En este sentido, es imprescindible continuar el fortalecimiento de la construcción de caminos intraprediales y de penetración por parte del Estado para así poder acceder a esos sectores de bosques productivos, sin utilización económica hoy en día por parte de los productores, o a otros que están en manos de Bienes Nacionales.

Por otra parte, prácticamente el 50% del territorio regional, ya sean parques o reservas nacionales, se encuentran bajo la administración del Estado. Estos cinco millones de hectáreas poseen bosques productivos en desarrollo, principalmente en reservas nacionales, categoría que permite la intervención racional de recursos. Adoptando una política y fijando una modalidad, estos bosques se podrían incorporar al proceso de producción de madera.



© Instituto Forestal/Victor Barrera





©Jorge Morales

# Caracterización del área de estudio

## Análisis del medio natural

### Ubicación zona y área (Lotes prediales) de interés

El área de Río Cajón, enmarcada dentro del proyecto SIMEF (Plan de Ordenación Forestal y Modelo de Gestión Forestal), se ubica dentro de la comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera (Figura 1). Se sitúa a 160 km de distancia, aproximadamente, de la ciudad de Coyhaique y a unos 80 km de la localidad de Río Ibáñez (capital comunal). El pueblo más cercano es Villa Cerro Castillo, que se encuentra a 50 km de distancia, aproximadamente (Figura 2).

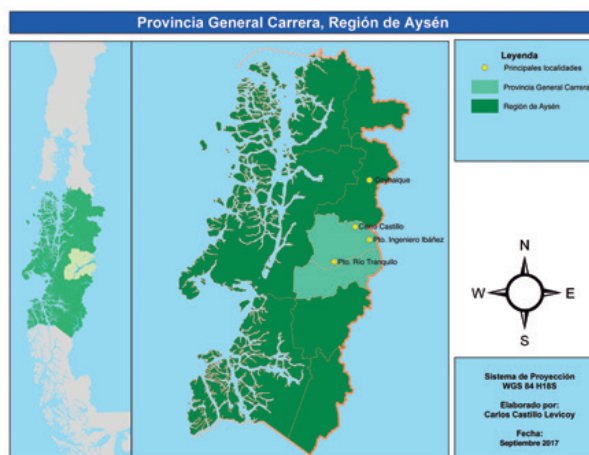
### Objetivo general

Aplicación de las herramientas de ordenación de los ecosistemas forestales disponibles en el SIMEF y trabajo interinstitucional de las tierras bajo administración del MBN, sector piloto, en la Región de Aysén.

### Objetivo específico

Desarrollar un Plan de Ordenación Forestal que permita un mejor aprovechamiento del recurso bosque nativo en la zona de Río Cajón, comuna de Río Ibáñez.

**Figura 1: Ubicación de la provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile**

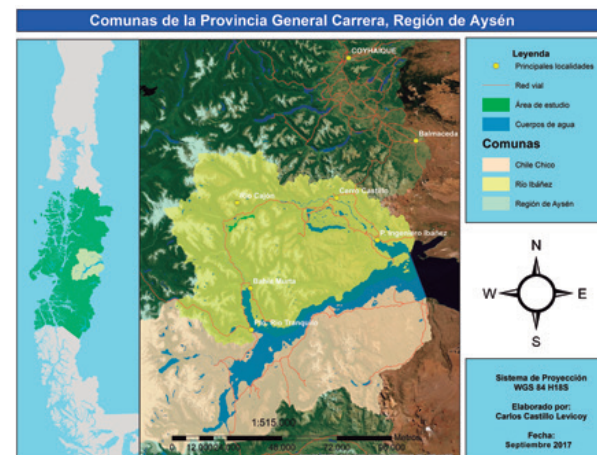


**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019.  
Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

En el área de Río Cajón existen actualmente terrenos fiscales con bosques productivos entregados en arriendo por parte de Bienes Nacionales (BB.NN.), por un período de cinco años, con posibilidad de renovación, a productores madereros (Cuadro 1), de los cuales 1184 ha, aproximadamente, son de interés para el presente programa SIMEF para un Plan de Ordenación Forestal y una propuesta de un Modelo de Gestión Forestal que se desarrollaría en el mediano plazo (Figura 3).

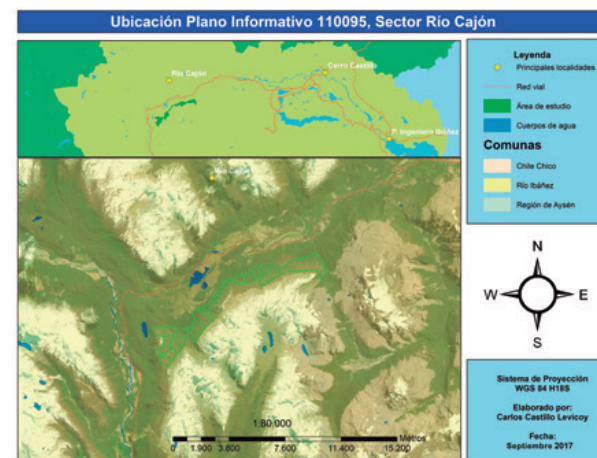
**Figura 2: Ubicación de las comunas de Río Ibáñez y Chile Chico, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile**



**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019.  
Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

**Figura 3: Ubicación del área de interés Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile**



**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019.  
Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

## Relieve

El relieve del área de concesión forma parte del subsistema “cordillera interior”, específicamente de la clase “cordillera interior grandes lagos” (MOP, 1994). Comprende el núcleo del macizo andino, desde las secciones más altas de la vertiente occidental hasta el pie transicional de la vertiente oriental, más allá del límite internacional.

Debido al sucesivo paso de los hielos, su topografía es abrupta, quebrada y con grandes desniveles ocasionados por la erosión diferencial de los distintos glaciares según su tamaño, lo cual condujo a la existencia de valles colgados, cuya diferencia de altura es salvada por estrechas gargantas o por cascadas. Las condiciones más frecuentes de topografía son: laderas (altas, medias y bajas), valles estrechos y formaciones de terraza (INFOR, 2004).

## Pendiente

La pendiente no es una restricción del sector, ya que existe formación en terrazas. Se trabajó con el modelo de elevación digital de terreno de la NASA a 30 m corregido que se presenta a continuación. En él las clases de color más claro corresponden a pendientes menores (Figuras 4-6, Cuadro 2).

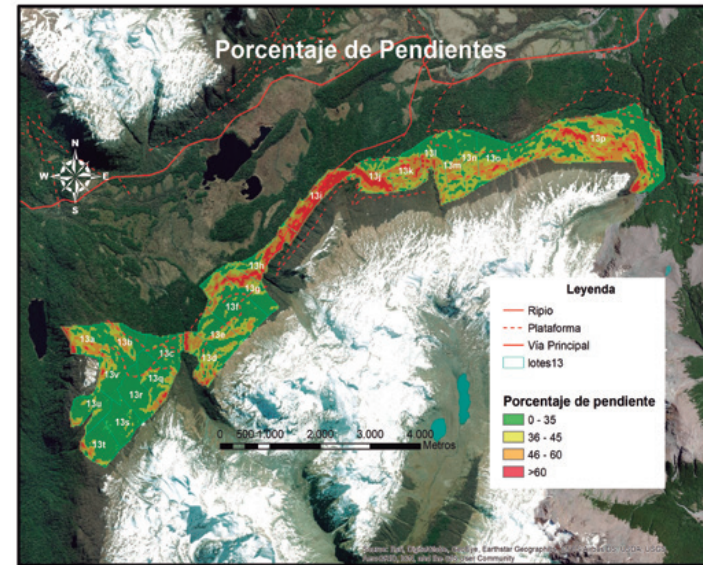
En forma tabular se encuentra la siguiente distribución de pendientes en el área concesionada (Cuadro 2).

**Cuadro 2: Clasificación de la superficie en función del porcentaje de la pendiente**

Pendiente (%)	
Clase (%)	Superficie (ha)
0-35	573
36-45	253
46-60	220
Mayor a 60	74
<b>Total</b>	<b>1.120</b>

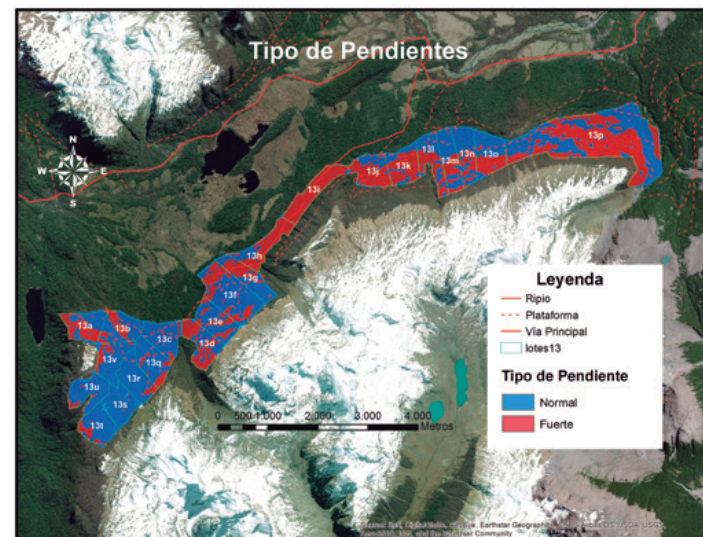
Fuente: INFOR, 2019.

**Figura 4: Plano de pendientes en porcentajes**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019. Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

**Figura 5: Tipo de pendientes dentro del predio**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019. Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.



©Vicente Fernández

A continuación se muestra un diseño de curvas de nivel que se desprende de la información anterior:

**Figura 6: Caracterización de las curvas de nivel (cota sobre el nivel del mar, m s. n. m.) en Lotes 13-14. Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile**



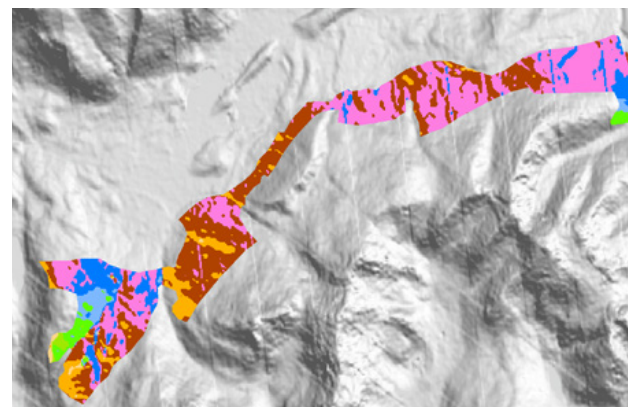
**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019.  
Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

## Exposición

Se consideraron nueve rangos de exposición: norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste, oeste, noroeste y plano. Existe relativa similitud en su distribución sobre la superficie y se destacan principalmente la exposición norte, con 446 ha (39%), y la exposición noroeste, con 128 ha (34%) (Figura 7).

**Figura 7: Exposición dentro del predio**



**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de ESRI. 2019.  
Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

## Hidrografía

La superficie de concesión se encuentra dentro de dos cuencas de gran importancia a nivel comunal y regional, como son la del Río Ibáñez y la del Río Murta. Ambas desembocan en el lago General Carrera, pero en diferentes sectores. La mayoría de los ríos afluentes que están dentro de la concesión corresponden a ríos torrentosos propios de valles montanos, y también existen en algunos encajonamientos provocados por la fuerza del río y del material rocoso del lecho.

## Clima

De acuerdo con el trazado de las isoyetas, en la cuenca de los ríos Murta e Ibáñez se producen precipitaciones superiores a los 3500 mm anuales. Estas disminuyen paulatinamente hacia el este, hasta un promedio de 2500 mm anuales, lo que está en directa relación con la altitud. Las condiciones del régimen térmico se caracterizan por una temperatura media anual que oscila entre los 4,0 y 5,0 °C (Plan de Desarrollo Comunal, 2012-2018; INFOR, 2014; Hepp y Stolpe, 2014).

Las estaciones climáticas más cercanas son Puerto Chacabuco, Puerto Aysén, El Balseo, Cerro Castillo y Bahía Murta, pero ninguna presenta las condiciones exactas del área de estudio, ya que solamente la rodean.

Según la clasificación climática de Köeppen, la concesión presenta un clima frío oceánico, con un período de crecimiento que va de 0 hasta los 4 meses, y un clima seco de hasta 2 meses en verano.

Para la caracterización ambiental del sector se recurrió a la estación de Bahía Murta, distante a unos 60 km de la concesión (Cuadro 3).

**Cuadro 3: Temperatura media anual de la zona de Bahía Murta**

Temperaturas Medias Anuales (°C)					
Año	Promedio	Máx.	Mes	Min.	Mes
2009	7,7	12,4	Marzo	4,1	Julio
2010	8,7	13,4	Marzo	3,0	Julio
2011	9,2	14,3	Enero	3,9	Julio
2012	7,9	12,1	Diciembre	2,7	Junio
2013	8,6	16,6	Enero	4,1	Junio

Fuente: INFOR, 2019.

## Suelos

En general, se considera que la concesión presenta dos tipos de suelo en su componente vertical:

- El primero corresponde a un nuevo material parental, compuesto de ceniza volcánica originada de la erupción o las erupciones del volcán Hudson en los años 1971 y 1991.
- El segundo corresponde a un suelo sumergido (por debajo de la ceniza), el cual es sostenedor del bosque. Se encuentran raíces hasta los 50 cm de profundidad.

Además, se pudo constatar la presencia de tres situaciones de suelo en el área de concesión:

- Suelos ubicados en las cumbres de los cerros, por sobre los 1000 m s. n. m. Corresponden a una zona sin vegetación o, en algunos casos, dependiendo de la ubicación y exposición, a bosque muerto en pie. En estos suelos cabe destacar que la profundidad de las cenizas es superior a los 100 cm (Figura 8).



**Figura 8:** *Suelos cubiertos de ceniza volcánica en las cumbres de cerros luego de la erupción del volcán Hudson en el año 1991 (2019)*



**Fuente:** INFOR, 2019.

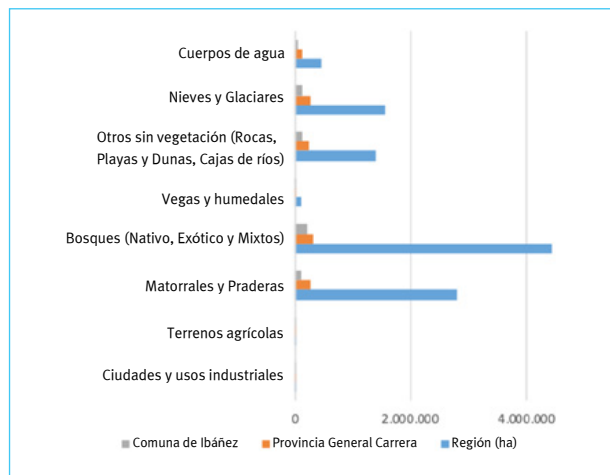
- Suelos ubicados en laderas (alta-media-baja). Corresponden a la mayor superficie del área en arriendo cubierta por vegetación. Estos suelos presentan una profundidad de ceniza que varía entre los 40-80 cm. Además, bajo esta capa se encuentra el suelo sumergido, con una capa de antiguo humus, horizontes A y B.
- Suelos ubicados en menores altitudes (menos de 400 m s. n. m.) en la parte baja de cerros y en ocasiones en los valles. Estos presentan una capa de cenizas de poca profundidad depositada sobre una antigua turbera.



## Uso del suelo

En el Cuadro 4 se detalla la superficie de uso del suelo a nivel regional, provincia General Carrera y comuna de Río Ibáñez, donde se ubica la zona de interés Río Cajón. La Figura 9 representa gráficamente lo mencionado en el Cuadro 4.

**Figura 9: Superficie de uso del suelo (ha) Región de Aysén, provincia General Carrera y comuna de Río Ibáñez**



Fuente: INFOR, 2019.

**Cuadro 4: Superficie de uso del suelo (ha) de la Región de Aysén, provincia General Carrera y comuna de Río Ibáñez**

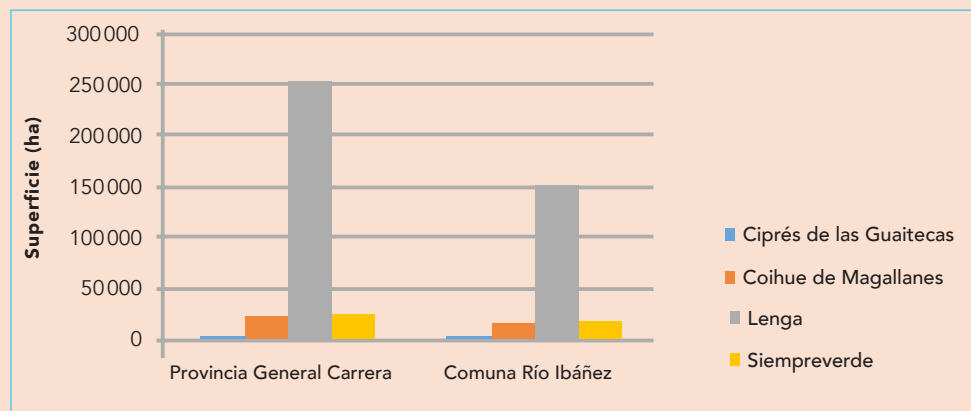
Uso del suelo	Región (ha)	Provincia General Carrera (ha)	Porcentaje de representación de la superficie comunal respecto de la superficie regional (%)	Comuna Río Ibáñez (ha)	Porcentaje de representación de la superficie comunal respecto de la superficie provincial (%)
Ciudades y usos industriales	3 119	507	16	123	24
Terrenos agrícolas	7 546	3 099	41	1 653	53
Matorrales y praderas	2 781 462	262 487	9	97 899	37
Bosques (nativo, exótico y mixto)	4 431 845	308 262	7	195 684	63
Vegas y humedales	1 078 06	8 400	8	6 979	83
Otros sin vegetación (rocas, playas y dunas, cajas de ríos)	1 391 759	224 357	16	125 224	56
Nieves y glaciares	1 559 701	249 076	16	124 819	50
Cuerpos de agua	452 819	119 600	26	47 621	40
<b>Total general</b>	<b>10 736 056</b>	<b>1 175 788</b>	<b>11</b>	<b>600 002</b>	<b>51</b>

Fuente: CONAF, 2012.

### Bosque nativo en la comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera

Con respecto a la superficie boscosa según tipo forestal, la provincia General Carrera concentra mayoritariamente el tipo forestal Lenga, con un 18% de total regional, seguido por el tipo forestal Coihue de Magallanes y el Siempreverde (Cuadro 5). A nivel comunal, Río Ibáñez concentra una superficie total de 151 996 ha del tipo forestal Lenga, seguido del tipo forestal Coihue de Magallanes y el Siempreverde (Figura 10).

Figura 10: Superficie según tipo forestal en la provincia General Carrera y comuna Río Ibáñez



Fuente: INFOR, 2019.

Cuadro 5: Superficie según el tipo forestal en la Región de Aysén, provincia General Carrera y comuna de Río Ibáñez

Tipo forestal	Región de Aysén (ha)	Provincia General Carrera (ha)	%	Comuna Río Ibáñez (ha)	%
Ciprés de las Guaitecas	159 333	100	0	100	100
Coihue de Magallanes	939 169	25 005	3	19 028	76
Lenga	1 400 378	250 652	18	151 996	61
Siempreverde	1 899 864	26 351	1	19 585	74
<b>Total general</b>	<b>10 736 056</b>	<b>1 175 788</b>	<b>11</b>	<b>600 002</b>	<b>51</b>

Fuente: CONAF, 2012.

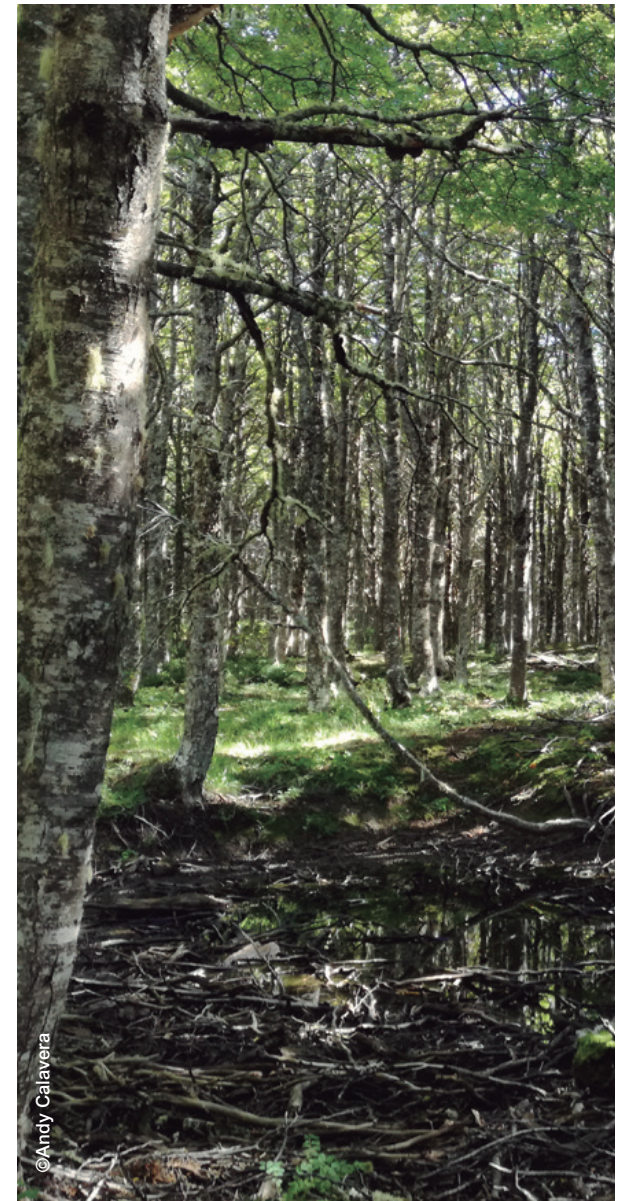
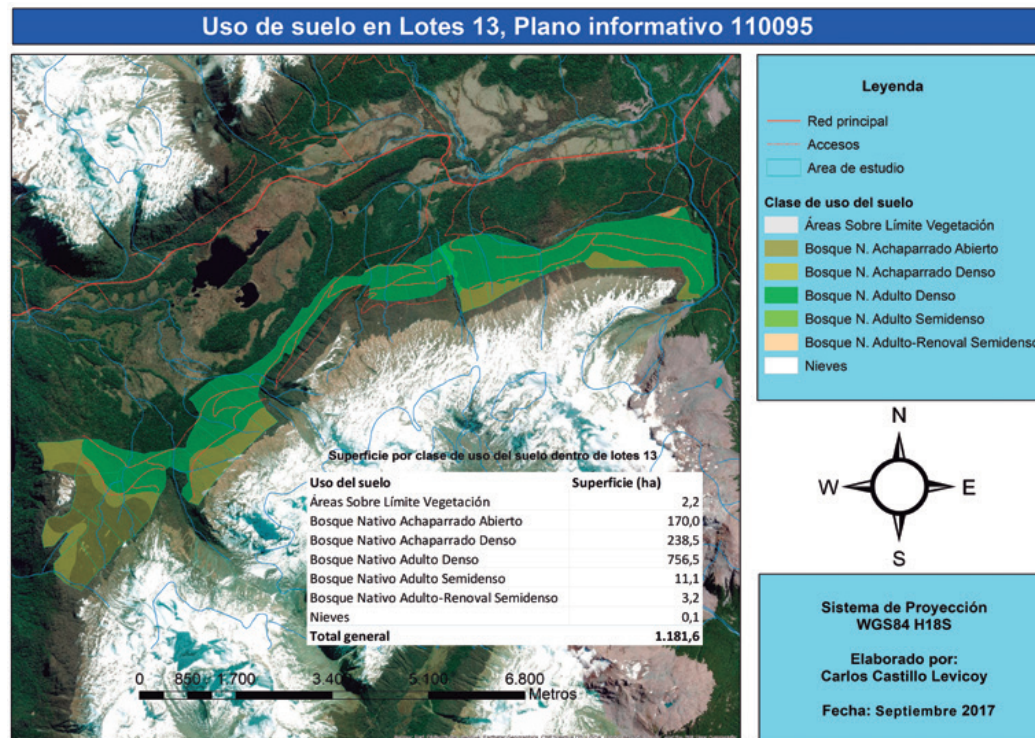


©Nelson Akvarez



Con respecto al uso de suelo dentro del Lote de 1180 ha, este posee mayoritariamente bosque nativo achaparrado denso y nativo adulto denso (Figura 11). La presencia de bosque nativo achaparrado abierto y nativo adulto semidenso es de una menor proporción. Asimismo, predominan el tipo forestal Lengua, con 747 ha, y el tipo forestal Coihue de Magallanes, con 432 ha (Figura 11).

**Figura 11: Uso del suelo dentro del Lote de interés forestal, Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, provincia General Carrera, Región de Aysén, Chile**



**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

## Metodología

### Recurso forestal

Primeramente, se recopiló información existente del área en estudio. También se reunió información que se consideró relevante, generada a través de diferentes proyectos e instituciones. Se formó un comité técnico, que sesionó durante la duración del piloto, integrado por diversos actores del sector forestal, tanto público como privado. Se seleccionó y sistematizó el material usado como base en el área continental de la Región de Aysén, así como el material cartográfico existente, con el objetivo de contar con una base de datos gráfica y organizada.

El siguiente Cuadro resume algunos de los insumos empleados como base y especifica el tipo de información:



©Instituto Forestal/Victor Barrera

**Cuadro 6: Ejemplificación de insumos requeridos como base para la planificación del inventario forestal y ordenación predial**

Información	Organismo	Tipo
Límites prediales	Bienes Nacionales	- Cobertura digital tipo <i>shapefile</i> .
Parcelas de inventario forestal continuo	INFOR	- Ubicación espacial de unidades muestrales (parcelas) establecidas durante los años 2008-2013 por tipo forestal asociado. - Cobertura digital tipo <i>shapefile</i> .
Planes de manejo concesionados dentro del predio	CONAF Regional	- Carpetas con información de planes de manejo. - Archivos digitales.
Actualización de uso del suelo de la Región de Aysén 2012	CONAF	- Cobertura digital tipo <i>shapefile</i> .
Red caminera	MOP, SAG	- Cobertura digital tipo <i>shapefile</i> .
Vías de acceso al predio	INFOR Proyecto Innova CORFO	- Cobertura digital tipo <i>shapefile</i> .
DEM NASA 30 m	NASA	- Cobertura digital tipo raster.
Ríos permanentes y temporales	INFOR Proyecto Innova CORFO	- Cobertura digital tipo <i>shapefile</i> .



# Inventario forestal en bosque nativo

**Levantamiento datos sector Río Cajón:** un equipo técnico del Instituto Forestal (INFOR) Sede Valdivia, compuesto por cuatro personas, llevó a cabo el levantamiento de datos durante el mes de enero del año 2018 para ejecutar el Plan de Ordenación Forestal, así como el Modelo de Gestión Forestal (Figura 12). La metodología se detalla a continuación (Solórzano, 2017).

**Unidades de muestreo:** se empleó la herramienta XGIS (INFOR, 2013) para efectuar una distribución y selección de los puntos de muestreo dentro de la zona de interés con la finalidad de obtener un error no mayor al 10%. Esta metodología contempla la selección de la zona de interés, la selección de puntos que se desean medir y, a través del método 3p, la selección de los puntos definitivos. Cada unidad de muestreo correspondió a un conglomerado compuesto por tres parcelas circulares concéntricas de diferente tamaño, dispuestas en forma de "L" invertida sobre el punto central (Figura 13).

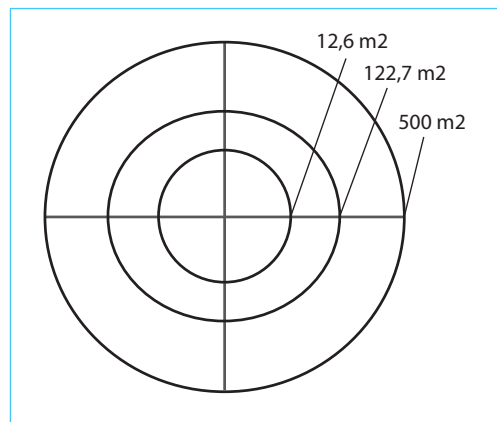
A su vez, cada parcela circular se compone de parcelas concéntricas de diferente tamaño (Figura 13):

**Parcela de 500 m<sup>2</sup>:** se midieron los árboles que tienen un tamaño superior o igual a 25 cm de DAP.

**Parcela de 122 m<sup>2</sup>:** se midieron los árboles que tienen un DAP superior o igual a 8 cm.

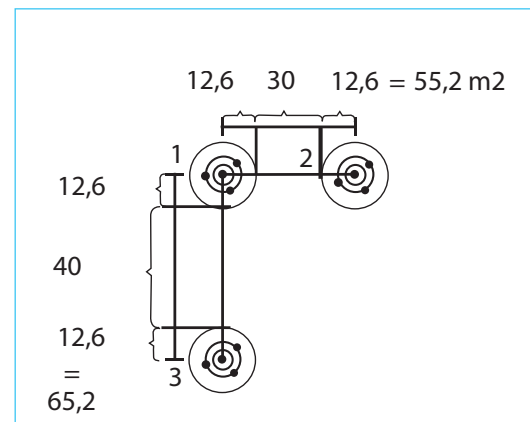
**Parcela de 12,6 m<sup>2</sup>:** se midieron los árboles superiores a 4 cm de DAP.

**Figura 12: Establecimiento de parcelas**



Fuente: INFOR, 2014.

**Figura 13: Unidad de muestreo o conglomerado empleado para el inventario de bosque nativo, conformado por tres parcelas circulares**



Fuente: INFOR, 2009.

**Figura 14: Visita al predio por parte del equipo técnico de INFOR sede Valdivia junto al gerente de INFOR sede Patagonia. Predio de don Ángel Díaz, Río Cajón, comuna de Río Ibáñez (2019)**



©Instituto Forestal/Victor Barrera

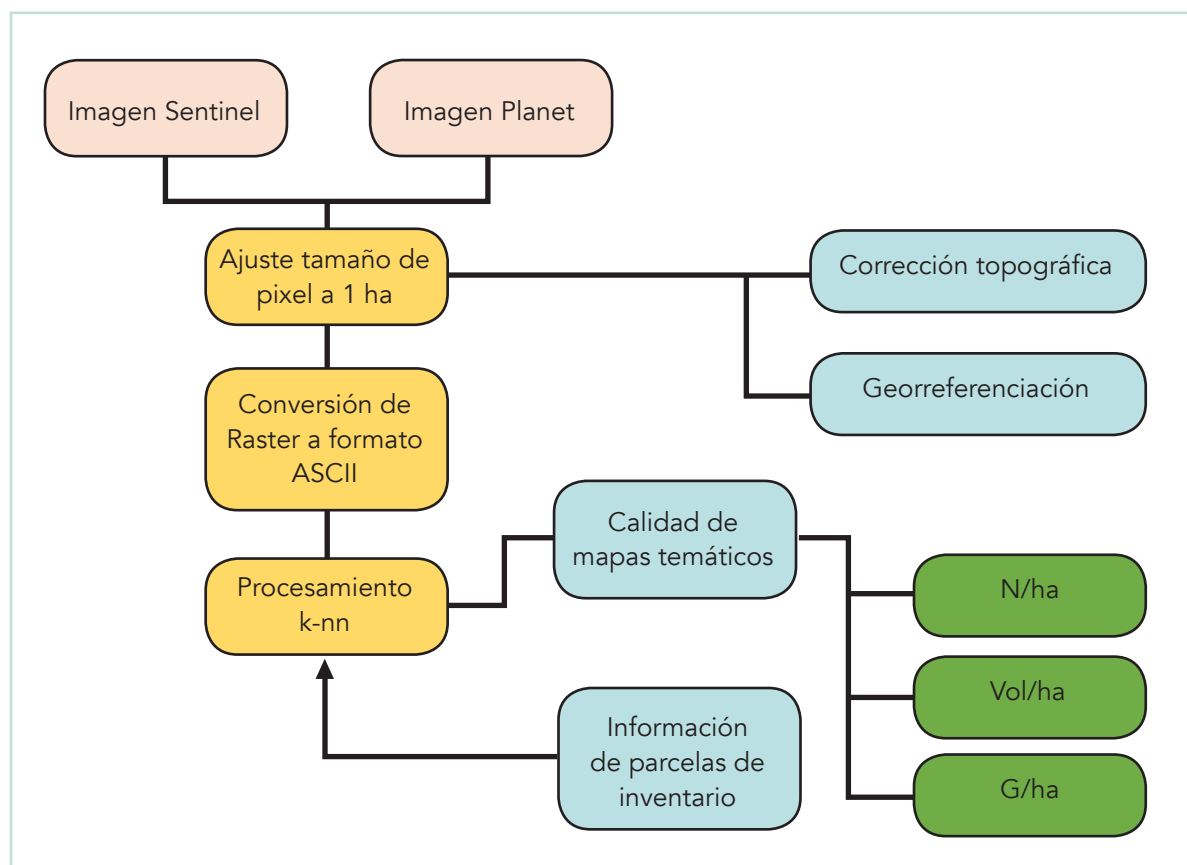
Fuente: INFOR, 2019.

## Mejora de base de información (cartografía mejorada) y mapas temáticos

Una vez capturada la información en terreno, se descargaron dos imágenes satelitales de libre acceso con la finalidad de extrapolar los datos y efectuar una comparación.

En la Figura 15 se muestran en forma resumida los pasos que se deben considerar para expandir la información de las parcelas levantadas en terreno a toda la zona cubierta por las imágenes satelitales.

**Figura 15: Proceso para expansión de información de terreno**



Fuente: INFOR, 2019.

Los siguientes pasos metodológicos comprenden las actividades mínimas necesarias para generar los mapas para cada una de las variables a nivel de pixel de una ha:

1. Identificar las áreas de interés (AOI<sup>2</sup>), que en este caso corresponden a los límites definidos para el Lote 13.
2. Seleccionar material satelital o similar que cubra las áreas de interés. Para este trabajo se adquirieron imágenes Sentinel y Planet. Las imágenes deben contar con un máximo de 10% de cobertura de nubes.
3. Solicitar las imágenes en Huso 18S, UTM WGS84 para la georreferenciación.
4. Preparar los mosaicos en zonas cubiertas por dos o más imágenes.
5. Aplicar un ajuste o *resampling* del pixel de todas las imágenes a 100 m. Esto se realiza con el propósito de eliminar el ruido que pueda existir en cada pixel que contiene información de suelo y no bosque. Además, permite relacionar la información de las parcelas a nivel de hectárea.
6. Preparar archivos de apoyo para interpolación por k-nn. La información de cada una de las parcelas de inventario que se localizan en las cinco zonas de estudio se ordenan en un archivo de patrones de terreno, en el que cada registro o fila equivale a una parcela medida en terreno. Luego se cruzan los archivos de patrones con imágenes satelitales.
7. De acuerdo con el punto anterior, y bajo el paradigma de espacios de estados, se supone que todo el conjunto de las parcelas de inventario constituye un patrón representativo de algún estado del bosque. Por tanto, es atemporal y siempre crece en información con nuevas mediciones de terreno.
8. Generar mapas temáticos por el procedimiento de interpolación por método del k-vecino más cercano para su procesamiento.



<sup>2</sup> AOI: Inspección óptica automatizada. Es una revisión visual realizada de forma automática de un amplio rango de productos.

## Ordenación predial

En el marco del proceso de ordenación predial y con el objetivo de darle una visión más integral al proceso, se conformó el Comité Técnico del Piloto Aysén, integrado por actores públicos y privados, los cuales jugaron un rol importante en la validación de información desde el punto de vista técnico y normativo.

Luego de obtener las coberturas mejoradas y los mapas temáticos, se procedió a definir el área potencialmente productiva, por lo que se consideraron las siguientes restricciones (Cuadro 7):

**Cuadro 7: Restricciones legales, de especie y de sensibilidad de paisaje**

Restricciones legales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 m de las masas de agua</li> <li>• Bosques achaparrados</li> <li>• Pendientes mayores de 60% (Cuadro 3 de Pendientes)</li> </ul>
Restricciones de especies en peligro
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al existir la presencia de una o más especies con problemas de conservación, el área debe ser excluida.</li> </ul>
Restricciones de sensibilidad del paisaje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar construcciones cerca de carreteras</li> <li>• Silvicultura debe cuidar la estructura del bosque</li> </ul>

Fuente: INFOR, 2019.

## Restricciones legales

Se consideró el establecimiento de 30 m<sup>3</sup> de protección para las masas de agua, al igual que para las zonas de turbas, vegas o mallines. Esto también se complementa con la decisión de considerar todos los cursos de agua establecidos en la cartografía del IGM como cauces de agua permanente porque no se cuenta con la información para determinar su temporalidad.

Finalmente, se restringieron los bosques achaparrados dentro del potencial productivo del predio, ya que estos se caracterizan por presentar alturas menores de 2,5 m de altura. Teóricamente, estos bosques deberían quedar fuera de aquellos que tienen un objetivo productivo, ya que no cumplirían con los requisitos de calidad y diámetro necesarios. Por lo tanto, de la norma de manejo aplicable al tipo forestal Lengua se establecen las siguientes áreas que se deben excluir de intervención (cualquier corta, y no deberán sufrir caídas de árboles) (CONAF, 2016):

- Áreas alrededor de los cursos de agua: los cursos de agua permanente tendrán en cada orilla una faja de protección de 30 m de ancho, como mínimo. Estos se medirán horizontalmente desde donde empieza la vegetación arbórea que bordea el curso. La ubicación de estos cursos y su clasificación en permanentes y no permanentes se basará en las cartas regulares escala 1:50.000 del IGM.

<sup>3</sup> Según legislación vigente CONAF 2016. Ley 20.283.

## Modificaciones

- En el caso de turbas, vegas o mallines se debe dejar una franja de protección de 10 m de ancho como mínimo. Se establecen 30 m.
- “Los cursos de agua no permanentes contarán con una faja de protección de 15 m de ancho como mínimo”. Esta restricción será considerada utilizando el concepto de Zona de Manejo de Cuenca (ZMC). Esto debido a la gran presencia de cursos de agua pequeños, en su mayoría permanentes, sin registro cartográfico, en que se dejará una protección acorde a la forma de la microcuenca, que consiste en dejar por lo menos una línea de árboles sobre el nivel de la “microladera” que cae directamente al cauce del río. Dependiendo del ángulo de apertura de la microcuenca, la protección podrá ser mayor o menor de 15 m de ancho.
- Áreas con bosques que en estado adulto no superen los 8 m de altura, lo que es un indicador de suelos delgados o sitios de mala calidad. Se consideran en forma indirecta por análisis de otras variables, como la altitud y el tipo de bosque según el catastro de bosque nativo.
- Áreas de pendiente elevada: son aquellas cuya pendiente es superior o igual a 60% por más de 30 m.

## Restricciones de pendiente

La pendiente es uno de los factores más incidentes en la fragilidad del medio, y puede provocar limitaciones frente a cualquier actividad humana que intervenga en forma abrupta las condiciones del suelo. En la consulta a expertos, la variable pendiente fue tratada de distintas maneras, pero en su gran mayoría no se considera como una restricción para realizar algunas actividades silviculturales o de intensidades de corta.

Para efectos de intensidades, tratamiento silvícola o determinación de maquinaria que se utilizará, se definió trabajar con rangos de pendiente menores de 60%. Esto fue resuelto en el comité técnico, en el que se indicó que la pendiente no es un tema restrictivo en el sector.

## Restricciones de altitud

Los efectos que pueda tener la altitud para la determinación de zonas productivas quedarán representados por dos variables distintas. La primera está referida al tipo de bosque, considerando la exclusión de faenas productivas en bosques de altura o achaparrados. En este caso no existe una multiplicidad de funciones, ya que estos bosques de altura no cumplen con el objetivo de producción.

La segunda está representada por el efecto de daño producido por la acumulación de nieve sobre los individuos. Con estas dos variables la altitud quedará representada dentro de la determinación de los criterios y restricciones de los bosques productivos.



### Restricciones en cuanto a la sensibilidad del paisaje

Este es un factor que aparece vinculado a la belleza escénica o al paisaje. Parte de la concesión es atravesada por la Carretera Austral. Esta tiene un potencial turístico importante y es el eje vial que conecta a la región. Como medida de precaución, se debe evitar la construcción de caminos, al borde de la Carretera, que sea discordante con el paisaje prístino. La silvicultura que se aplicará debe mantener la estructura y no tienen que aparecer extensiones sin árboles.

### Modelo de ordenación forestal

Con la ordenación forestal se busca ordenar un área determinada de bosque para distintos fines, los que pueden ser productivos o de conservación. Esta ordenación une las funciones desarrolladas por los bosques, a saber: mantener un determinado volumen productivo de madera en el tiempo y conservar el funcionamiento de la vida silvestre, o sea, un manejo con criterios de sustentabilidad (Saura Martínez, s. f.).

En contexto, el rendimiento sostenido o manejo sustentable debe equilibrar la tasa de utilización con el crecimiento (Cruz, 2017a), y esto requiere cuidar dos aspectos básicos: la forma de extracción y la magnitud de extracción del recurso, los que dependen de igual forma de la composición de especies dentro del bosque y de sus características de desarrollo. Por otro lado, el manejo sustentable no puede determinarse como una sola intervención en el tiempo, ni tampoco puede aplicarse a una parcialidad del bosque o a un solo rodal (Cruz, 2017ab).

Por lo tanto, debe entenderse la ordenación forestal como la proposición, bajo un sistema planificado, de una serie de intervenciones dentro de los rodales que conforman el área boscosa.

Sus objetivos principales serían:

- Un aprovechamiento extractivo de productos del bosque, como la madera.
- Una producción constante (rendimiento sostenido) para cada período planificado sin horizontes de tiempo (constante).

Algunas pautas para evaluar la decisión de aplicar ordenación forestal serían:

- La superficie boscosa es la suficiente para que existan diferentes estados de desarrollo de un mismo tipo de bosque (bosques puros de crecimiento secundario que pueden presentar zonas en monte bravo, otras en latizal y otras en fustal).
- La superficie contiene diferentes tipos de bosques (bosques puros de especies intolerantes, junto a otras zonas con bosques mixtos de estructura multietánea, por ejemplo).
- La superficie del bosque es lo suficientemente grande como para que las diferencias de sitio forestal (estación) generen superficies con crecimientos diferenciados para cada una de las especies.
- La combinación de las situaciones anteriores.

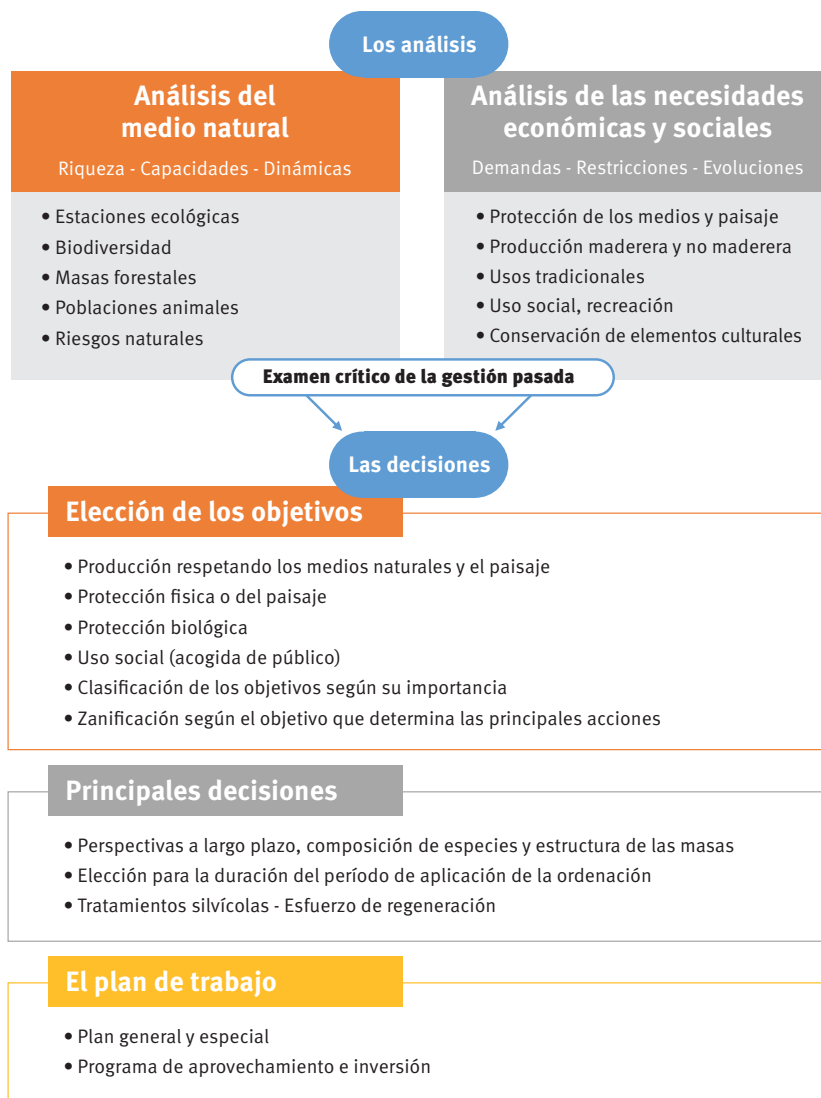
Los objetivos de la ordenación forestal se establecen a partir de una serie de criterios según la visión que tengan los actores de la zona sobre los beneficios esperados al final de la gestión. Cualesquiera sean los propósitos de los interesados, todos deben estar de acuerdo (Murcia, 2016).

Debe existir una campaña realizada en terreno que permita conocer el medio donde se efectuará el futuro Plan de Ordenación Forestal. Este trabajo recopila datos dasométricos relacionados con las necesidades de cosecha y datos del medio natural para determinar la ecología de las especies y su silvicultura. El siguiente esquema (Figura 16) resume cómo los datos y su análisis influyen en la toma de decisiones y el objetivo que orientará el plan de trabajo:



© Instituto Forestal/Victor Barrera

**Figura 16: Esquema resumen de análisis, decisiones y objetivos del Plan de Ordenación Forestal**



Fuente: INFOR, 2019.

## Métodos de ordenación forestal

A continuación se describen los principales métodos utilizados en la ordenación de bosques (Cabello Medina, 2003):

**Monte alto regular:** el rodal está formado por individuos provenientes de semillas, presenta una estructura regular o coetánea y es objeto de una serie de operaciones, según su edad de regeneración o de mejoramiento, de acuerdo con la aplicación de un método silvicultural específico. El parámetro fundamental es la edad.

**Monte alto irregular:** el rodal está formado por individuos provenientes de semillas, de edades diversas que se encuentran repartidos en bosquetes pequeños, en parquets o pie a pie. También es objeto de cortas simultáneas de regeneración y mejoramiento. Las nociones de edad y área regenerada desaparecen, estando definido el equilibrio por una estructura de diámetros.

Los criterios fundamentales son, por una parte, permitir la aparición de regeneración suficiente para sustituir los árboles muertos o cosechados de un máximo de biomasa aceptable, y, por otra, cosechar periódicamente un volumen que equilibre la producción.

Dentro de monte alto irregular se puede diferenciar entre:

- **Pie a pie:** no existe una separación superficial de las distintas edades. Las edades no se encuentran repartidas o separadas dentro del rodal.
- **En bosquetes:** existe una agrupación de las edades que abarca superficies de entre  $0,1 < a < 0,5$  ha.
- **En parquets:** existe una agrupación de las edades que abarca superficies de entre  $1 < a < 3$  ha.

En resumen:

- **Monte alto irregular (discretáneo)**
  1. El equilibrio se define por una estructura de diámetros.
  2. Cosecha periódica de un volumen.
- **Monte alto regular**
  1. Cada clase de edad cubre aproximadamente la misma área.
  2. El parámetro fundamental es la edad.
  3. Se utiliza cuando se requiere una producción regular de la madera.

$$Se = S * \frac{d}{R} \quad o \quad \frac{Se}{S} = \frac{d}{R} \quad \Rightarrow \quad \text{ecuación del monte alto regular}$$

El bosque normal se diferencia por poseer dos características:

- A escala de masa, tiene una densidad, estructura y composición específicas normales, es decir, en ella se optimizan los aprovechamientos, servicios y funciones del monte, teniendo en cuenta las limitaciones ecológico-silvícolas de la estación. A la forma que adopte esta característica en el proyecto o en el plan técnico.
- A escala de monte o cuartel, posee una distribución normal de clases de edad o equilibrio de ellas. Para esto, en la mayoría de las formas principales el equilibrio de clases de edad se obtiene en un monte o cuartel compuesto por una serie de unidades de igual productividad (aunque no necesariamente de extensión) que varían en edades, por intervalos iguales, desde la más joven a la más vieja (la correspondiente al turno de renovación de la masa). Sin embargo, en el caso de masas irregulares pie a pie, la distribución normal de clases de edad es una condición que se cumple automáticamente al tiempo que lo hace la primera característica (densidad, estructura y composición específicas normales), siempre y cuando dicha distribución sea sostenible, es decir, se perpetúe por sí misma o por la acción de la silvicultura. La distribución normal de clases de edad se consigue con una organización espacio-temporal de la regeneración que corresponde a las decisiones que se toman en la elección de características dasocráticas del plan general.

La Figura 17 demuestra el estado inicial y final de un bosque al aplicar las técnicas anteriormente descritas.

**Figura 17: Transformación de la estructura de un bosque al aplicar dos métodos de ordenación forestal**



Fuente: De la Hoz Rodríguez et al., 2004.

# Resultados

©Jorge Calderón

## Estadística descriptiva

Se estableció un total de 39 parcelas distribuidas en 13 conglomerados. De ellas, 37 se ubicaron dentro de la estructura de bosque nativo adulto denso y solamente dos parcelas se encontraron en la estructura bosque nativo adulto-renoval semidenso (de acuerdo con el catastro de Recursos Vegetacionales de la Región de Aysén, 2012) (Figura 18). A continuación, se muestra la estadística descriptiva de dos variables bajo análisis (Cuadro 8).

**Cuadro 8: Estadística descriptiva del muestreo de 13 conglomerados por tipo forestal para las variables del área basal y número de árboles por hectárea**

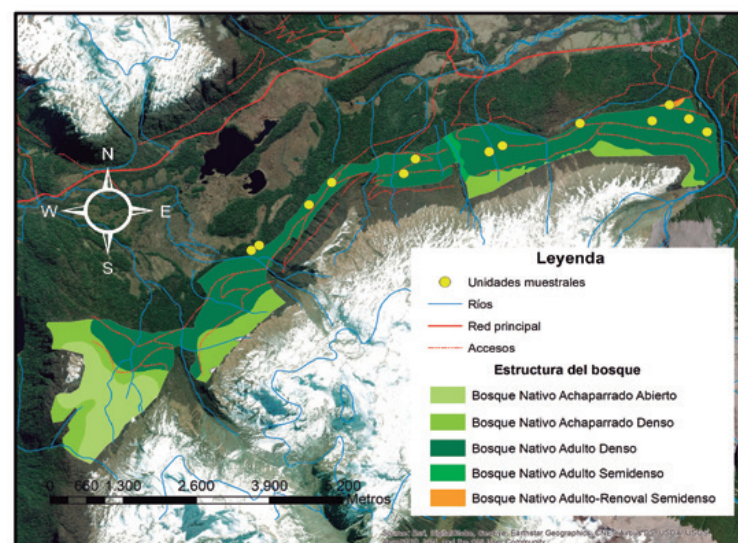
Tipo forestal	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)				Número de árboles por hectárea (N/ha)			
	X	± DS	CV (%)	E (%)	X	± DS	CV (%)	E (%)
Muestreo	57,1	12,4	21,8	12,7	1060	715	67,5	39,3
Coihue de Magallanes	57,1	7,4	13,0	10,7	1360	872	64,1	52,7
Lenga	57,1	16,9	29,5	24,3	760	388	51	42

Fuente: INFOR, 2019.

NOTA:

Donde: X Promedio muestra; ±DS, Desviación estándar; CV, Coeficiente de variación; E, Error de muestreo; N/ha., Número de árboles por hectárea.

**Figura 18: Distribución de parcelas según estructura de bosque existente, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



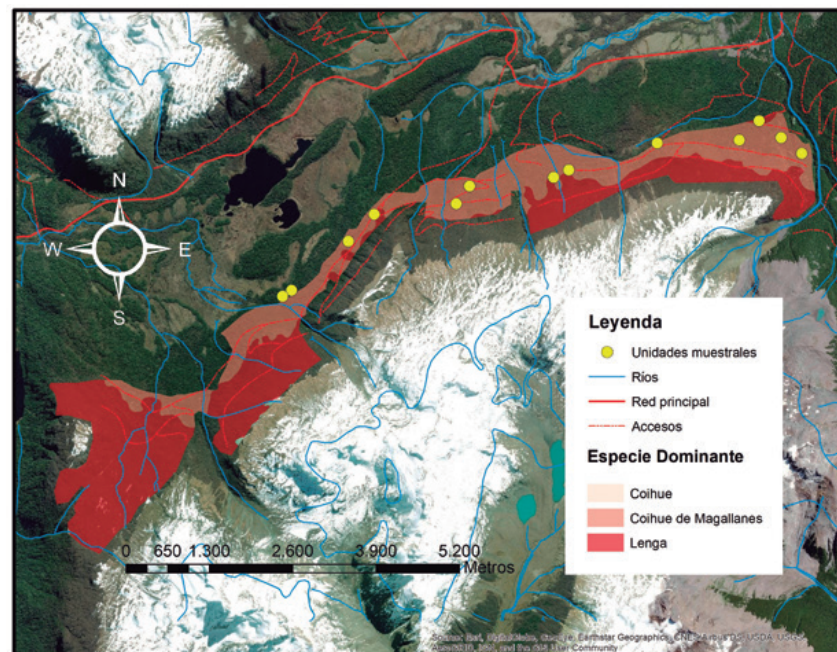
Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri, 2019. Modificado por INFOR, 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

En relación con la especie dominante de este tipo de bosque, se determinó que seis parcelas se establecieron en bosques con mayor representación de Lenga, mientras que 33 lo hicieron en bosques con dominancia de Coihue de Magallanes de acuerdo con el catastro de Recursos Vegetacionales de la Región de Aysén (Figura 19).

En el Cuadro 9 se muestra la forma de los individuos encontrados en el muestreo, en el que el 36% presentaron una forma recta, seguido por un 24% de los árboles con forma inclinada. Esta misma proporción, con dominancia de la forma recta, seguida de una forma inclinada, se mantuvo para ambos tipos forestales. En total se muestrearon 556 individuos, de los cuales 289 corresponden al tipo forestal Coihue de Magallanes y 267 individuos pertenecen al tipo forestal Lenga.

**Figura 19: Distribución de parcelas según especie dominante, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.  
Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

**Cuadro 9: Forma de los árboles muestreados por tipo forestal**

Forma del árbol	General	%	Coihue de Magallanes	%	Lenga	%
Bifurcado o multifustal	26	4,7	10	3,5	16	6,0
Curvado	82	14,7	43	14,9	39	14,6
Inclinado	135	24,3	71	24,6	64	24,0
Inclinado/Torcido	29	5,2	14	4,8	15	5,6
Multifustal > 1,3m	2	0,4	0	0	2	0,7
Recto	202	36,3	110	38,1	92	34,5
Torcido	80	14,4	41	14,2	39	14,6
<b>Total general</b>	<b>556</b>	<b>100</b>	<b>289</b>	<b>100</b>	<b>267</b>	<b>100</b>

**Fuente:** INFOR, 2019.

Con respecto a la posición de la copa de los árboles, se determinó que el 29,7% de los individuos se encuentran en una posición intermedia, seguidos de un 27,9% de ellos en una posición dominante y un 20,3% en una posición inferior (Cuadro 10). Por otro lado, las posiciones de copa codominante, dominado y árbol lobo poseen valores inferiores de representatividad, con 14,7%, 6,8% y 0,5%, respectivamente.

**Cuadro 10: Posición de la copa de árboles muestreados por tipo forestal**

Posición de la copa	General	%	Coihue de Magallanes	%	Lenga	%
Codominante	82	14,7	32	11,1	50	18,7
Dominado	38	6,8	16	5,5	22	8,2
Dominante	155	27,9	80	27,7	75	28,1
Inferior	113	20,3	63	21,8	50	18,7
Árbol lobo	3	0,5	1	0,3	2	0,7
Intermedio	165	29,7	97	33,6	68	25,5
<b>Total general</b>	<b>556</b>	<b>100</b>	<b>289</b>	<b>100</b>	<b>267</b>	<b>100</b>

Fuente: INFOR, 2019.



Lo anterior indica que existen dos estratos dentro del bosque: uno de árboles de mayor altura, con posiciones dominantes, y otro con menor altura, que representa el 20,3% de los individuos. La característica actual del estrato arbóreo se explica por los métodos de intervención silvícola aplicados en décadas pasadas por la empresa concesionaria dentro del predio (Maderas de Aysén), en los que se practicaban claros dentro del bosque tratando de simular la creación de rodales por procesos “naturales” de la especie (Proyecto MGS Lenga Aysén, 2004).

Los estratos de copa dominante e inferior mantienen su mayor representatividad para ambos tipos forestales, en que los valores para el tipo forestal Lenga son de 28,1% y 18,7%, respectivamente. Sin embargo, en el tipo forestal Coihue de Magallanes se determinó que la posición de copa de los individuos es mayoritariamente intermedia, con el 33,6% de los árboles. Con respecto al estado de desarrollo, en el Cuadro 11 se muestra la altura total de los individuos.

**Cuadro 11: *Altura total de árboles muestreados por tipo forestal***

Rango de altura	Total individuos	%	Coihue de Magallanes	%	Lenga	%
0-5	440	79,1	233	80,6	207	77,5
5-10	8	1,4	5	1,7	3	1,1
10-15	10	1,8	4	1,4	6	2,2
15-20	27	4,9	13	4,5	14	5,2
20-25	29	5,2	11	3,8	18	6,7
25-30	30	5,4	19	6,6	11	4,1
30-35	10	1,8	3	1,0	7	2,6
35-40	2	0,4	1	0,3	1	0,4
<b>Total general</b>	<b>556</b>	<b>100</b>	<b>289</b>	<b>100</b>	<b>267</b>	<b>100</b>

Fuente: INFOR, 2019.

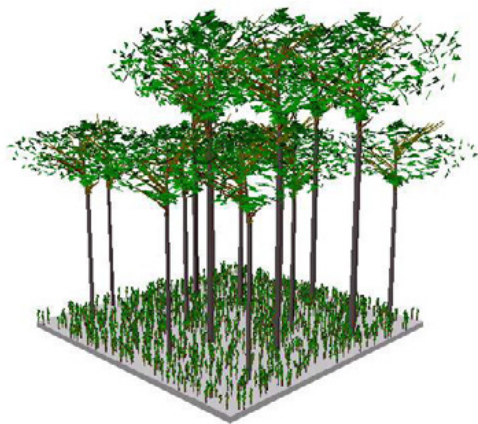


Se destaca que el 80,6% de los individuos muestreados poseen alturas de entre 0 a 5 m de altura total, por lo que la mayoría son de tamaño bajo, mientras que para el resto de rango de alturas el porcentaje de representatividad no supera el 7%.

Por lo tanto, la estructura del bosque se presenta en forma de mosaico (uno o dos estratos verticales), con un estado de desarrollo homogéneo en pequeñas superficies de no más de 5000 m<sup>2</sup>. A continuación, se muestran los principales estados de desarrollo encontrados en el área estudiada:

- **Fustal delgado acompañado de fustal grueso** (Figuras 20 a la 22): presencia mayoritaria de individuos con alturas de entre los 8 y 20 m de altura, con individuos mayores de 20 m que no han entrado en etapa de desmoronamiento. Existencia masiva de regeneración no establecida menor de 50 cm de altura.

**Figura 20: Estado fustal delgado acompañado de fustal grueso**



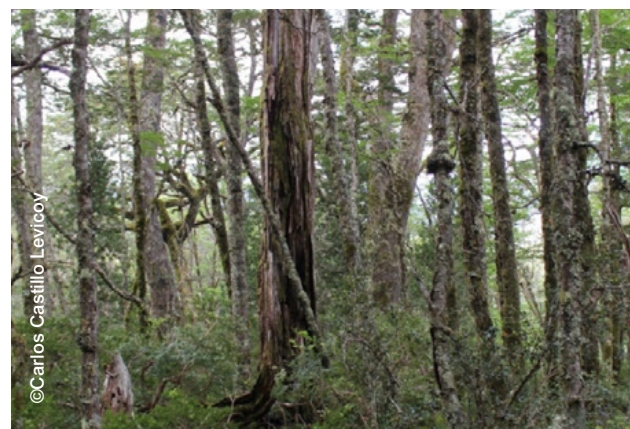
Fuente: Estudio MGS, INFOR 2002.

**Figura 21: Estado fustal delgado acompañado de fustal grueso. Bosque de Nothofagus pumilio (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**



Fuente: INFOR, 2019.

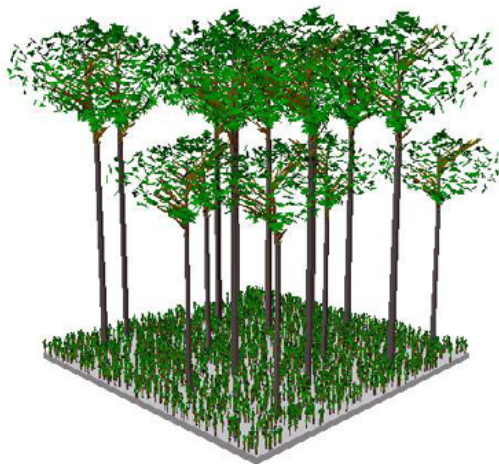
**Figura 22: Estado fustal delgado acompañado de fustal grueso. Bosque de Nothofagus pumilio (Lenga) y Nothofagus betuloides (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**



Fuente: INFOR, 2019.

- **Fustal grueso acompañado de fustal delgado** (Figuras 23 a la 25): se presenta una situación similar a la anterior, pero la proporción de individuos más altos es mayor. También existe una regeneración incipiente, menor de 50 cm de altura.

**Figura 23: Estado fustal grueso acompañado de fustal delgado**



Fuente: Estudio MGS, INFOR, 2002.

**Figura 24: Estado fustal grueso acompañado de fustal delgado. Bosque de Nothofagus pumilio (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**



Fuente: INFOR, 2019.

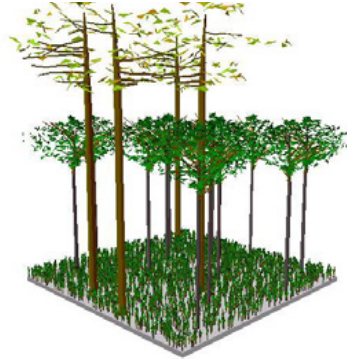
**Figura 25: Estado fustal grueso acompañado de fustal delgado. Bosque de Nothofagus betuloides (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**



Fuente: INFOR, 2019.

- **Fustal delgado con bosque viejo** (Figuras 26 a la 28): presencia mayoritaria de individuos con alturas de entre los 8 y 20 m de altura, con individuos sobre los 20 m, pero de edad muy avanzada y con signos visibles de desmoronamiento. Existencia de una regeneración muy abundante no mayor de 50 cm de altura.

**Figura 26: Estado fustal delgado acompañado de bosque viejo**



Fuente: Estudio MGS, INFOR, 2002.

**Figura 27: Estado fustal delgado acompañado de bosque viejo. Bosque de *Nothofagus pumilio* (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**



©Carlos Castillo Levicoy

Fuente: INFOR, 2019.

**Figura 28: Estado fustal delgado acompañado de bosque viejo. Bosque de *Nothofagus betuloides* (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**



©Carlos Castillo Levicoy

Fuente: INFOR, 2019.

- **Fustal grueso con bosque viejo** (Figuras 29 a la 31): son bosques con la mayoría de los individuos sobre los 20 m de altura, pero con una proporción importante en proceso de desmoronamiento. Presencia masiva de regeneración que no sobrepasa los 50 cm de altura.



**Figura 29: Estado fustal grueso acompañado de bosque viejo. Bosque de Nothofagus betuloides (Coihue de Magallanes), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**

Fuente: INFOR, 2019.



**Figura 30: Estado fustal grueso acompañado de bosque viejo. Bosque de Nothofagus pumilio (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**

Fuente: INFOR, 2019.



**Figura 31: Estado fustal grueso acompañado de bosque viejo. Bosque de Nothofagus betuloides (Coihue de Magallanes) y Nothofagus pumilio (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)**

Fuente: INFOR, 2019.

Se determinó que el 45% del total de individuos de la concesión están enfermos o presentan algún daño, y que sobre el 80% de los individuos sobremaduros muestran algún tipo de pudrición, principalmente blanca (Figuras 32 y 33).

El levantamiento de información encontró efectos evidentes en la muerte de árboles en varias hectáreas y síntomas de estrés que se traducen en problemas de sanidad asociados al ataque de patógenos debido al efecto de las cenizas del volcán Hudson, lo que debe verificarse en terreno para determinar el grado de recuperación del bosque.

El error de muestreo para la variable área basal fue de 12,7%, con un nivel de confianza del 90%. Para el caso del tipo forestal Coihue de Magallanes, este valor disminuye a 10,7%, mientras para el tipo forestal Lenga aumenta a 24,3%. El promedio de área basal para el bosque es de 57,1 m<sup>2</sup>/ha. En el caso del número de árboles por hectárea el error de muestreo aumenta a valores de entre 39,3% y 52,7%. La variable número de árboles por hectárea (n/ha) suele presentar valores de error altos, lo que tiene relación con lo explicado anteriormente en torno al estado de desarrollo del bosque.



**Figura 32:** Individuos maduros que presentan problemas de curvatura y pudrición interna producto de la sobremadurez y otros factores de sitio. Bosque de *Nothofagus pumilio* (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)

Fuente: INFOR, 2019.



**Figura 33:** Individuos maduros que presentan problemas de curvatura, pudrición interna y fuerte inclinación producto de la sobremadurez y otros factores de sitio. Bosque de *Nothofagus betuloides* (Coihue de Magallanes) y *Nothofagus pumilio* (Lenga), sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén (2019)

Fuente: INFOR, 2019.



### Clase diamétrica bosque de Lenga y Coihue

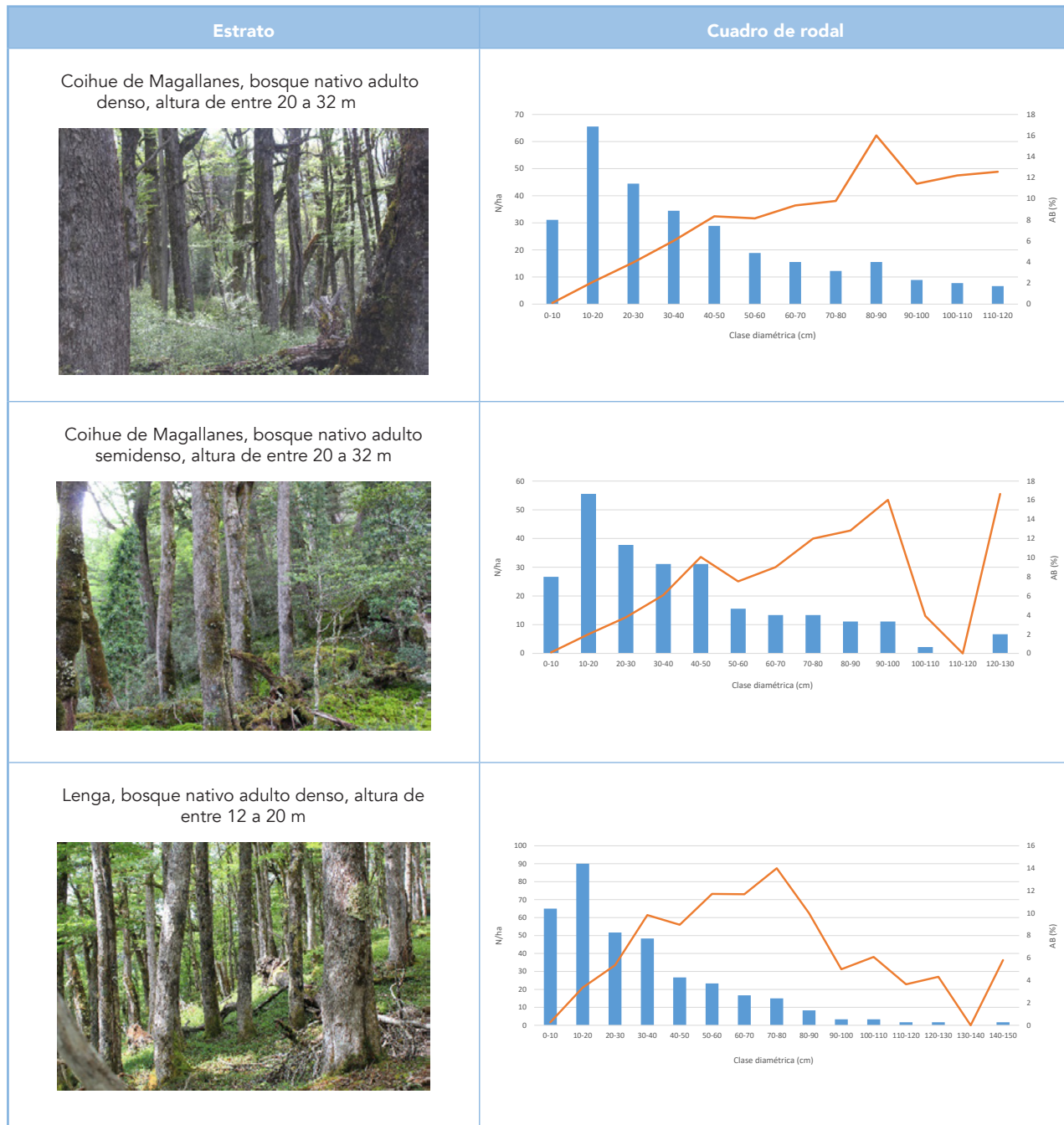
Se categorizó el bosque del Lote 13 del sector Río Cajón empleando la cobertura de recursos vegetacionales de la Región de Aysén (CONAF, 2012), mediante la cual se determina que existen tres estratos dentro del predio:

#### Variables para definir Unidades de Manejo

1. Tipo forestal Coihue de Magallanes, bosque nativo adulto denso, altura de entre 20 a 32 m.
2. Tipo forestal Coihue de Magallanes, bosque nativo adulto semidenso, altura de entre 20 a 32 m.
3. Tipo forestal Lenga, bosque nativo adulto denso, altura de entre 12 a 20 m.

A continuación se procederá a mostrar los Cuadros de rodal para cada uno de los estratos mencionados (Figura 34):

**Figura 34: Distribución diamétrica para tres estratos del Lote 13, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Fuente: INFOR, 2019.



## Estratos del Lote 13

### **Tipo forestal Coihue de Magallanes, bosque nativo adulto denso, altura de entre 20 a 32 m**

El análisis de los datos muestra que el 49% de los individuos se encuentran en un rango diamétrico inferior a los 30 cm, sin embargo, concentran menos del 10% del área basal para el estrato.

### **Tipo forestal Coihue de Magallanes, bosque nativo adulto semidenso, altura de entre 20 a 32 m**

El análisis de los datos muestra que el 47% de los individuos se encuentran en un rango diamétrico inferior a los 30 cm, sin embargo, concentran menos del 10% del área basal.

### **Tipo forestal Lenga, bosque nativo adulto denso, altura de entre 12 a 20 m**

El análisis de los datos muestra que el 58% de los individuos se encuentran en un rango diamétrico inferior a los 30 cm; sin embargo, concentran menos del 10% del área basal para el estrato. A diferencia de los estratos de tipo forestal Coihue de Magallanes, el fustal delgado de Lenga es más denso, por lo que hay mayor cantidad de individuos de dimensiones menores por hectárea, pero de igual manera más del 90% del área basal se encuentra en categorías diamétricas superiores a los 30 cm, siendo el rango de 70-80 cm, con aproximadamente un 14% del área basal para el estrato, el con mayor aporte.



# Plan de

# Ordenación Forestal

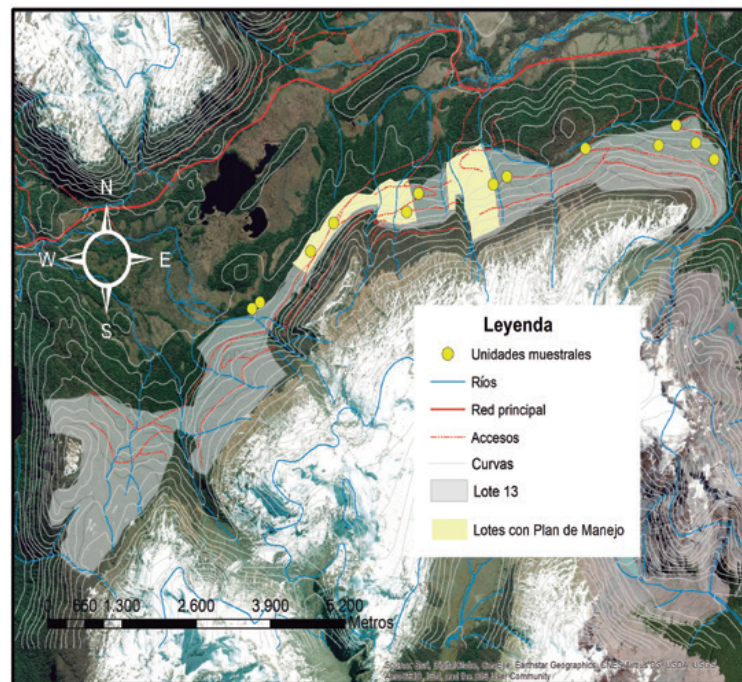
©José Antonio de Pablo

## Parámetros de rodales

Este sector se caracteriza por presentar bosque nativo de tipo forestal Lengua (*Nothofagus pumilio*), cuya formación topográfica muestra terrazas o plataformas naturales que permiten el acceso a rodales y facilitan el manejo del bosque nativo dentro del predio. En la Figura 35 se enseña una aproximación de terrazas y curvas de nivel cada 50 m. Los sectores marcados con amarillo son Lotes que poseen planes de manejo aprobados por CONAF y que se encuentran con algún grado de intervención actual (al año 2018).

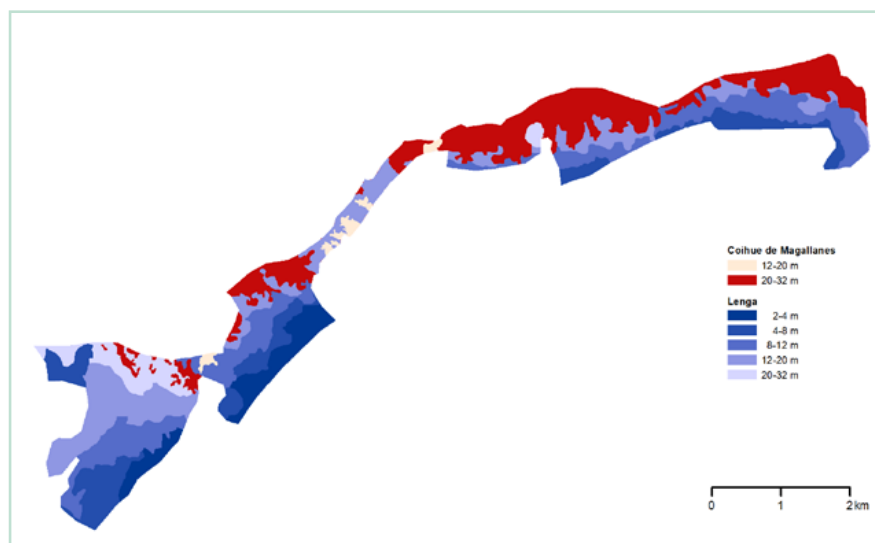
De acuerdo con la información del catastro de Recursos Vegetacionales de la Región de Aysén (2012), se muestra la Figura 36, que hace referencia a la distribución del tipo forestal según la altura promedio.

Figura 35: *Curvas de nivel y parcelas de inventario del Lote 13, sector Río Cajón, Región de Aysén*



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019. Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

**Figura 36: Distribución espacial del tipo forestal de acuerdo con la altura total del bosque nativo en el sector Río Cajón, Región de Aysén**



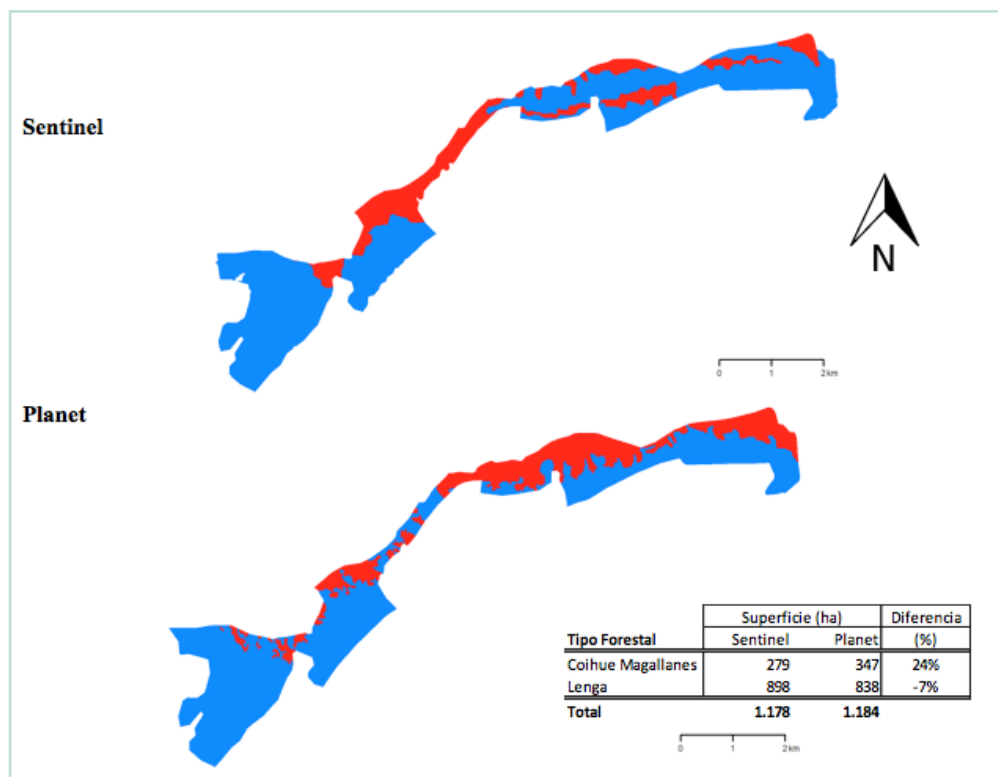
**Fuente:** Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.

Una vez obtenidos los antecedentes del sector, se procedió a efectuar un análisis con dos tipos de imágenes satelitales (Sentinel y Planet)<sup>4</sup> con la finalidad de identificar la base que permitiría realizar una extrapolación con menor grado de error. A partir de la Figura 37, es posible evidenciar que Planet identifica un 24% más de superficie para el caso del Coihue de Magallanes y un -7% para el caso de Lenga en comparación con la superficie determinada a través de Sentinel.



<sup>4</sup> Información analizada en INFOR Los Ríos por el profesional Rodrigo Sagardía y equipo.

**Figura 37: Extrapolación de superficie por tipo forestal para dos tipos de imágenes satelitales**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.

Existe un potencial productivo de 346 ha para el caso del Coihue de Magallanes, lo que representa la totalidad de su superficie en el sector. Sin embargo, para el caso de Lenga solamente el 69% posee un potencial productivo, con aproximadamente 580 ha. El Cuadro 12 expone con detalles el desglose de la superficie potencialmente productiva según el rango de pendiente.

**Cuadro 12: Tipo forestal de bosque nativo y rango de pendiente sector Río Cajón**

Tipo forestal	Pendiente (%)	Superficie (ha)	
		Total	Potencial productivo
Coihue de Magallanes	0-35%	177	177
	36-45%	73	73
	46-60%	66	66
	>60%	31	31
<b>Subtotal Coihue de Magallanes</b>		<b>346</b>	<b>346</b>
Lenga	0-35%	419	278
	36-45%	205	137
	46-60%	165	123
	>60%	49	42
<b>Subtotal Lenga</b>		<b>838</b>	<b>580</b>
<b>Total general (ha)</b>		<b>1184</b>	<b>926</b>

Fuente: INFOR, 2019.

Efectuando un cruce entre el potencial productivo según la pendiente y la altura del bosque, se concluye que de las 926 ha potencialmente aprovechables, solo 501 ha (restricción de pendiente) podrían utilizarse para efectuar un tratamiento silvícola selectivo, lo que representa el 54% de la superficie inicialmente reportada.

El siguiente Cuadro muestra el detalle según el tipo forestal y alturas promedio de acuerdo con la restricción por pendiente. Se destaca que todas las cifras exhibidas son aproximaciones.

**Cuadro 13: Superficie potencialmente productiva de bosque nativo de acuerdo con la altura, sector Río Cajón**

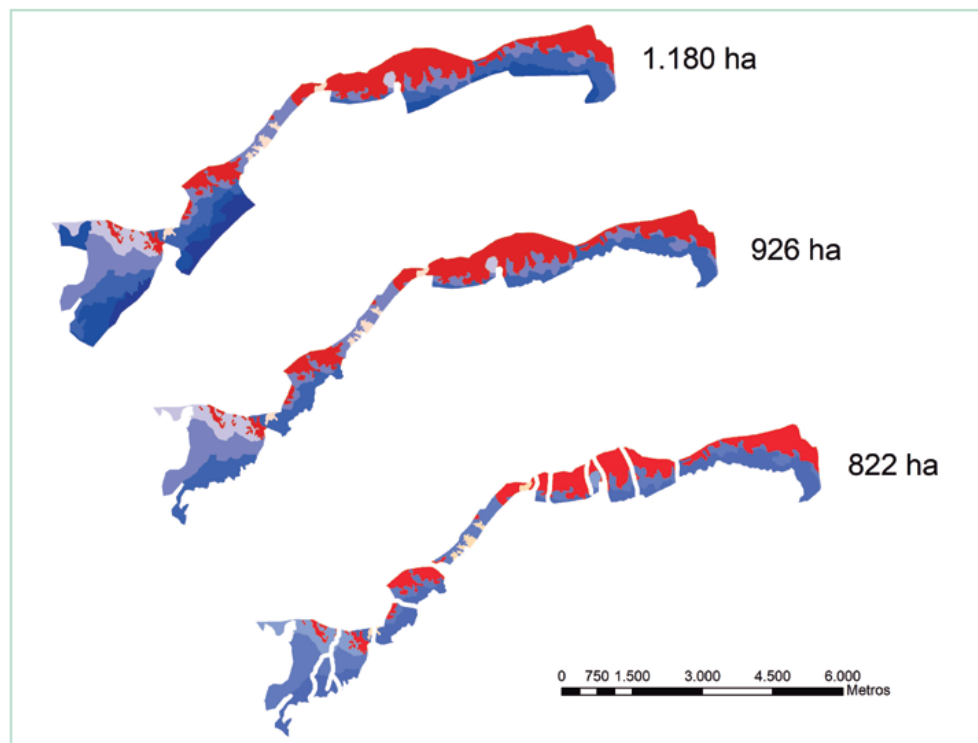
Tipo de bosque	Estructura	Altura	Superficie (ha)
Coihue de Magallanes	Bosque nativo adulto denso	20-32 m	127
	Bosque nativo adulto semidenso	20-32 m	76
<b>Subtotal Coihue de Magallanes (ha)</b>			<b>203</b>
Lenga	Bosque nativo adulto denso	12-20 m	118
		20-32 m	40
		8-12 m	139
<b>Subtotal Lenga (ha)</b>			<b>297</b>
<b>Total general (ha)</b>			<b>501</b>

Fuente: INFOR, 2019.

Sin embargo, los representantes del comité técnico indican que en la zona no existe restricción por pendiente, ya que la formación del sitio se encuentra en plataformas o mesetas, lo que facilita su manejo silvícola y operacional. Por lo tanto, la superficie que se analizó para las Unidades de Manejo solamente considera la restricción por áreas *buffer* de cursos de aguas.

Finalmente, el área con potencial productivo corresponde a 822 ha. La Figura 38 representa la superficie total del Lote 13 (1 180 ha), la disminución de acuerdo con la restricción de la altura del bosque nativo (926 ha) y el área *buffer* de ríos y quebradas (822 ha).

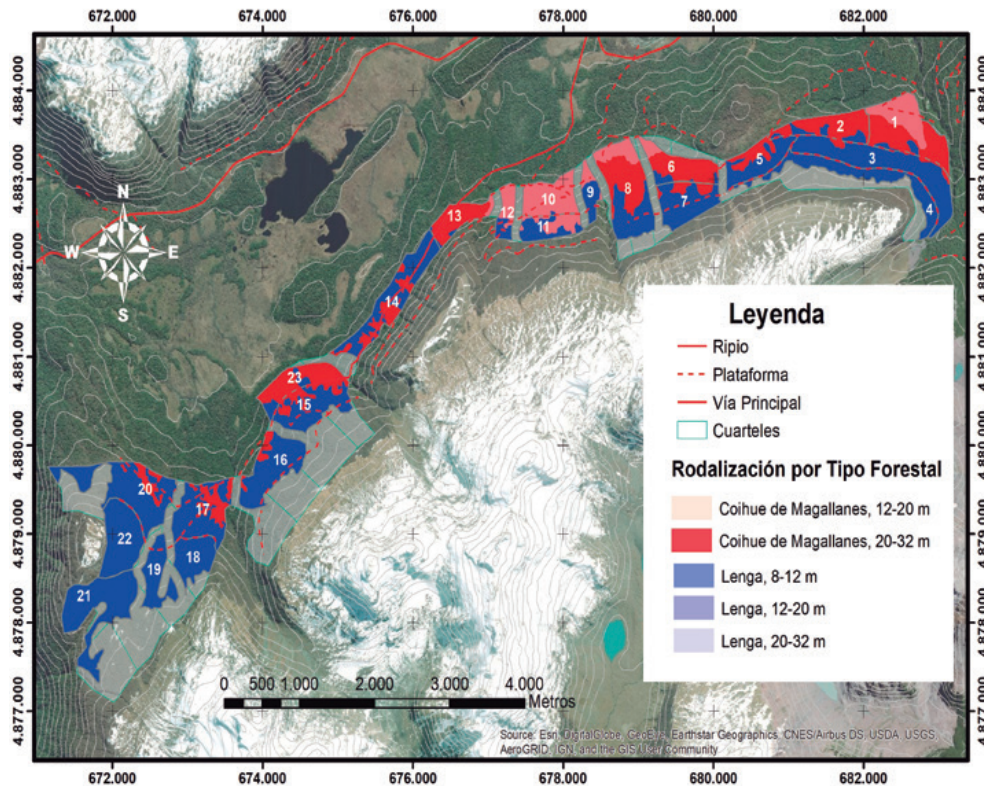
**Figura 38: Disminución de la superficie del Lote 13 de acuerdo con restricciones del comité técnico**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri, 2019. Modificado por INFOR, 2019.



**Figura 39: Superficie productiva por Unidad de Manejo, de acuerdo con la estructura, tipo forestal y altura del dosel. Lote 13 Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

## Cartografía de ordenación forestal

Una vez definido el potencial productivo de 926 ha, se procedió a dejar un margen legal de 30 m para los cursos de agua existentes dentro del área de estudio. Es importante señalar que se desconoce la temporalidad de estos y que, por lo tanto, se consideraron todos los existentes como permanentes, ante lo cual se alcanzó una superficie productiva final de 822 ha.

Finalmente, se subdividió la superficie productiva en cuarteles o unidades utilizando como criterios los caminos existentes, quebradas y el tipo forestal. Con esto se definieron un total de 23 unidades productivas. La Figura 39 muestra las Unidades de Manejo obtenidas de acuerdo a las restricciones definidas anteriormente.

## Variables de rodal por cuartel

El Lote 13 se dividió en 23 unidades productivas (cuarteles<sup>5</sup>). En el Cuadro 14 se encuentra el resumen de las variables del estado del bosque para cada

<sup>5</sup> Cuartel se refiere a un conjunto de rodales.



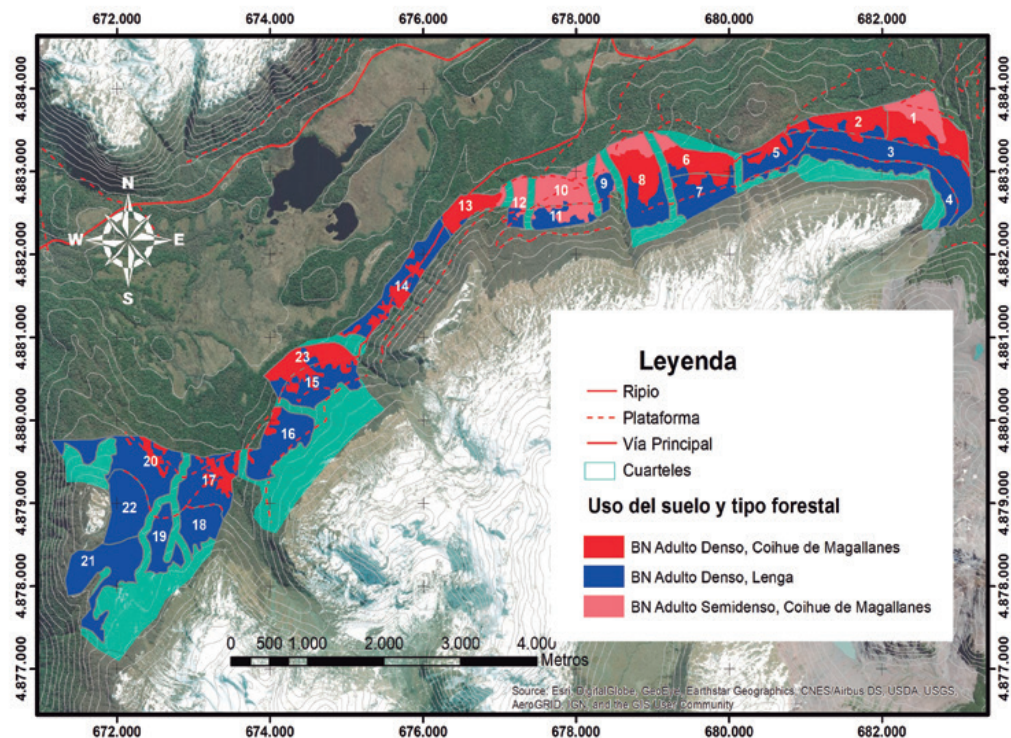
una de las Unidades de Manejo. Se determinó que en el Lote 13 existe un total de 414 134,37 m<sup>3</sup>, distribuidos en un número aproximado de 618 505 árboles. Los valores promedio por hectárea corresponden a 57,92 m<sup>2</sup>/ha para el área basal, 742 árboles/ha y un volumen promedio de 509,25 m<sup>3</sup>/ha. Estos valores son similares a los obtenidos por Cruz et al. (2001) para un bosque de Lenga en el sector de Mañihuales, con una densidad ponderada de 732 árboles/ha y un área basal de 66 m<sup>2</sup>/ha. Según Puente y Peñaloza (1979), citados por Del Fierro, en la zona del cerro La Virgen, XI Región, existen densidades de 334 n/ha y 50,7 m<sup>2</sup>/ha de área basal.

El Instituto Forestal (INFOR, 2004), en un estudio previo en la zona de Río Cajón, determinó valores promedio de 45,9 m<sup>2</sup>/ha, 380 árboles/ha y un volumen promedio de 454 m<sup>3</sup>/ha, los que son inferiores a los correspondientes al Lote 13 de propiedad de BB.NN. En la especie Lenga, para el área basal promedio corresponden 32,9 m<sup>2</sup>/ha, distribuidas en 276 árboles/ha con un volumen promedio de 329,2 m<sup>3</sup>/ha; y en la especie Coihue de Magallanes para el área basal promedio corresponden 13,2 m<sup>2</sup>/ha, 104 árboles por hectárea y 124,8 m<sup>3</sup>/ha de volumen promedio.

Cruz et al. (2001) mencionan que existe una alta variabilidad de la densidad entre estratos en los bosques de Lenga de la Reserva Mañihuales, la que va desde 313 hasta 1 868 árboles/ha. En el Lote 13 del sector Río Cajón, en cambio, la variabilidad extrapolada de la densidad va desde 652 a 897 árboles/ha.

El cuadro muestra las variables promedio para cada una de las Unidades de Manejo de acuerdo con la estructura del bosque y el tipo forestal definidos en la fase de inventario.

**Figura 40: Distribución de Unidades de Manejo productivos en zona de interés. Lote 13, sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.



**Cuadro 14: Variables de estado de bosque por Unidad de Manejo, Lote 13, sector Río Cajón, provincia General Carrera**

U. Manejo	Superficie (ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	N/ha	V (m <sup>3</sup> /ha)
1	54,1	61,84	663,24	544,28
2	30,9	56,89	683,39	500,58
3	60,8	54,52	822,94	385,12
4	37,7	54,34	791,80	374,65
5	29,5	59,97	808,60	507,99
6	31,8	65,82	713,52	626,15
7	33,0	56,81	731,37	457,87
8	58,4	62,56	663,31	588,11
9	11,7	57,33	592,12	539,22
10	28,1	61,04	729,98	588,32
11	21,1	57,72	676,46	506,94
12	12,6	63,81	647,67	604,65
13	20,8	63,72	618,82	635,32
14	48,2	51,22	761,92	497,28
15	39,8	61,34	753,26	587,37
16	41,3	61,15	676,83	592,75
17	44,2	59,26	761,67	504,01
18	23,3	48,58	902,11	364,28
19	21,9	48,34	857,37	357,67
20	56,8	51,60	762,46	413,85
21	53,6	55,61	826,94	476,39
22	37,7	53,08	879,75	404,91
23	27,7	65,51	739,15	654,97
<b>Promedio</b>	<b>35,87</b>	<b>57,92</b>	<b>741,94</b>	<b>509,25</b>

Fuente: INFOR, 2019.

**Cuadro 14.1: Variables de estado de bosque para Tipo Forestal Coihue de Magallanes, por Unidad de Manejo, Lote 13, sector Río Cajón, provincia General Carrera**

U. Manejo	Estructura	Superficie (ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	N/ha	V (m <sup>3</sup> /ha)
1	Adulto semidenso	51,36	61,65	655,15	545,95
2	Adulto denso	24,16	58,14	664,80	526,66
3	Adulto denso	3,91	51,87	785,04	382,38
5	Adulto denso	9,46	66,21	745,36	611,97
6	Adulto denso	28,33	66,71	689,69	640,81
7	Adulto denso	5,73	52,25	590,04	426,32
8	Adulto semidenso	35,68	63,80	634,09	631,77
9	Adulto semidenso	3,84	63,42	770,29	625,13
10	Adulto semidenso	27,77	60,97	729,46	587,40
11	Adulto semidenso	9,33	59,13	570,30	539,55
12	Adulto semidenso	8,16	66,70	557,98	650,49
13	Adulto semidenso	19,77	63,67	611,58	635,15
14	Adulto denso	13,04	50,60	774,86	486,74
15	Adulto denso	9,99	63,57	717,22	617,22
16	Adulto denso	4,57	62,12	895,60	620,07
17	Adulto denso	11,63	60,41	625,23	545,99
20	Adulto denso	7,08	55,24	481,90	506,84
23	Adulto denso	22,73	66,64	741,36	665,71

Fuente: INFOR, 2019.



**Cuadro 14.2: Variables de estado de bosque para Tipo Forestal Lengua, por Unidad de Manejo, Lote 13, sector Río Cajón, provincia General Carrera**

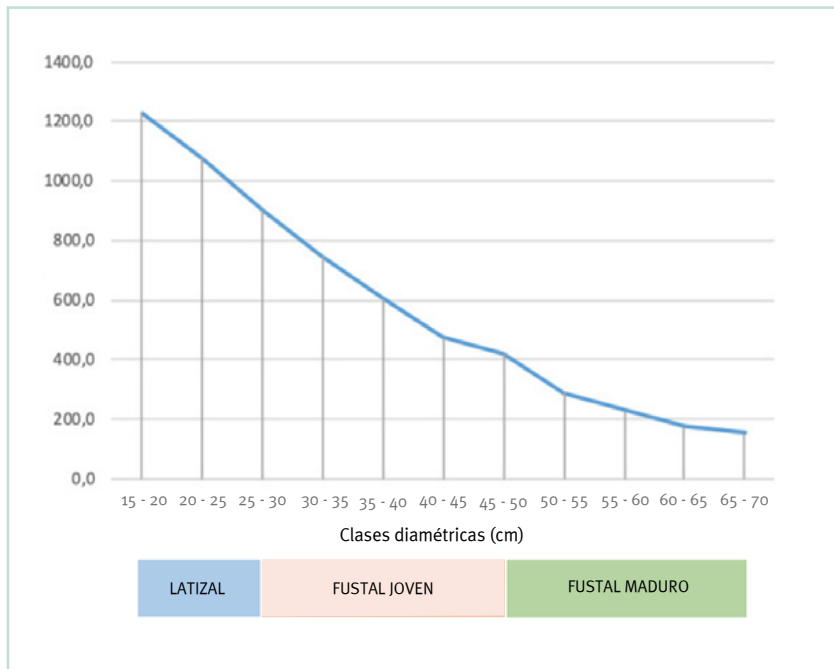
U. Manejo	Tipo Forestal	Superficie (ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)	N/ha	V (m <sup>3</sup> /ha)
1	Adulto denso	3,05	59,44	740,20	467,81
2	Adulto denso	6,75	52,39	749,93	407,26
3	Adulto denso	56,90	54,67	825,03	385,07
4	Adulto denso	37,67	54,34	791,80	374,65
5	Adulto denso	20,01	57,02	838,48	458,85
6	Adulto denso	3,48	58,54	907,26	506,93
7	Adulto denso	27,26	57,77	761,09	464,51
8	Adulto denso	22,75	60,62	709,12	519,62
9	Adulto denso	7,86	54,36	505,07	497,25
10	Adulto denso	0,30	63,50	727,18	631,53
11	Adulto denso	11,78	56,60	760,55	481,10
12	Adulto denso	4,42	58,48	813,15	520,09
13	Adulto denso	1,09	63,21	736,53	624,27
14	Adulto denso	35,19	51,45	757,12	501,19
15	Adulto denso	29,84	60,59	765,33	577,38
16	Adulto denso	36,77	61,03	649,63	589,36
17	Adulto denso	32,61	58,85	810,35	489,03
18	Adulto denso	23,25	48,58	902,11	364,28
19	Adulto denso	21,87	48,34	857,37	357,67
20	Adulto denso	49,76	51,05	802,09	400,44
21	Adulto denso	53,63	55,61	826,94	476,39
22	Adulto denso	37,72	53,08	879,75	404,91
23	Adulto denso	4,98	60,38	729,08	605,99

Fuente: INFOR, 2019.

La Figura 41 muestra la distribución de la densidad de individuos por hectárea según la distribución diamétrica.

La distribución diamétrica obtenida tiene forma de J invertida, lo que indica que la estructura del bosque de Lenga corresponde a un monte alto irregular. Esto tiene la ventaja de poder realizar una cosecha periódica de volumen, en que el equilibrio se define por una estructura de diámetros.

**Figura 41: Distribución diamétrica de acuerdo con el estado de desarrollo del bosque para toda la superficie productiva del Lote 13**



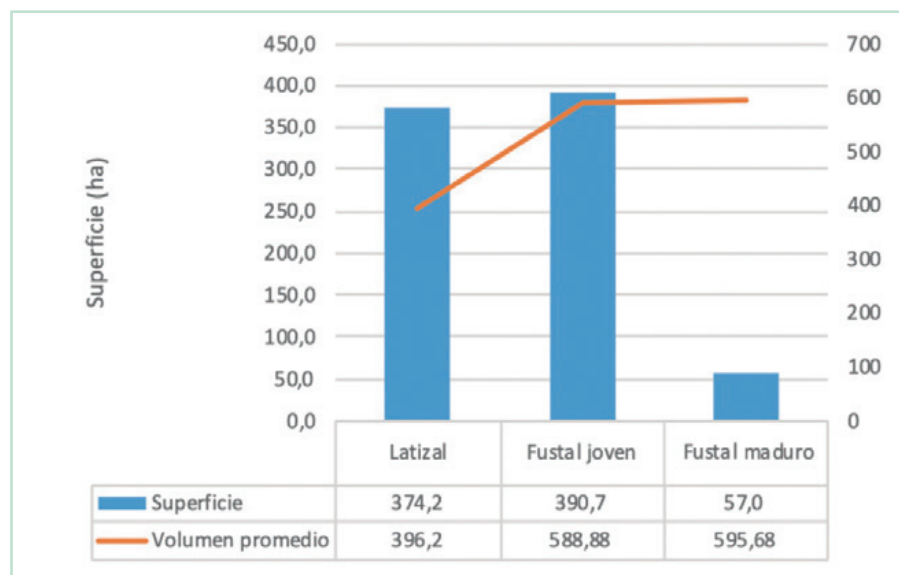
Fuente: INFOR, 2019.

En la Figura 42 se presentan las superficies por fases de desarrollo y su distribución respectiva por volumen, agrupándose en bosquetes coetáneos.

Se destaca que en la figura anterior no existen fases de desarrollo con clases diamétricas menores de 10 cm, las que corresponden a regeneración y monte bravo. Esto sucede por el muestreo, que consideró solamente la contabilización de los individuos mayores de 10 cm, por lo que no se capturó esta información. También es importante destacar que existe una regulación de la superficie en torno a las fases latizal y fustal joven, mientras que la fase de desarrollo de fustal maduro existe en 57,1 ha, lo que representa solamente un 7% del total productivo.

Este desequilibrio en la fase fustal maduro obedece a la extracción selectiva que tradicionalmente desarrollaron en este sector las concesiones de extracción forestal. Para definir un factor de equilibrio, este debe estar en función de: a) el diámetro de cosecha definido y b) la superficie deseada para cada fase de desarrollo. El factor de equilibrio para el caso en estudio equivale a 77%, y estima la magnitud del esfuerzo de ordenación que requiere el bosque.

**Figura 42: Distribución de fases de desarrollo de acuerdo con la superficie productiva del Lote 13. Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Fuente: INFOR, 2019.

No existe tampoco la representatividad de las fases de desarrollo de individuos de diámetros mayores de 70 cm, los que corresponden a la fase fustal viejo y sobremaduro, lo que señala una oportunidad, ya que las fases encontradas pueden equilibrarse con mayor facilidad y, por lo tanto, mantener una extracción periódica.

Cruz *et al.* (2005) proponen un esquema de manejo basado en las fases de desarrollo para los bosques de Lengua de la XI Región, el cual se muestra a continuación en el Cuadro 15.

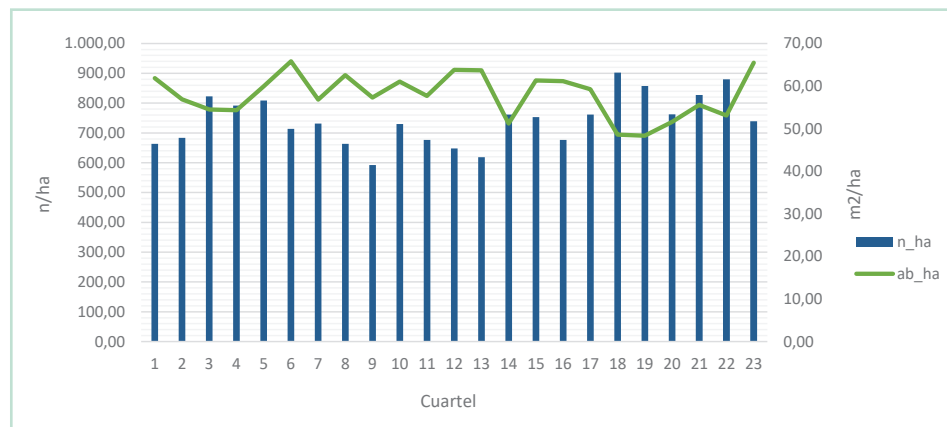
**Cuadro 15: Esquema de manejo según fases de desarrollo en bosque de Lengua**

Estados de desarrollo	DAP (cm)	Tipo de intervención
Latizal	10-30	Raleo no comercial
Fustal joven	30-50	Raleo comercial
Fustal maduro	50-70	Raleo comercial o secundario

Fuente: INFOR, 2019.

La Figura 43 muestra el número de árboles por hectárea y el área basal que existe en cada una de las Unidades de Manejo del Lote 13.

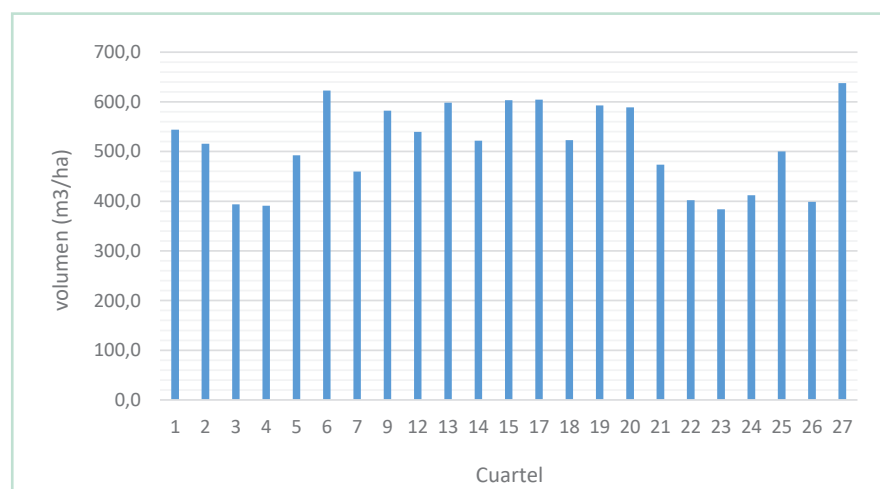
**Figura 43: Distribución del número de árboles por hectárea y área basal por cuartel del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Fuente: INFOR, 2019.

La Figura 44 muestra el volumen por hectárea que se encuentra en cada una de las 27 Unidades de Manejo identificadas.

**Figura 44: Distribución del volumen por hectárea por cuartel del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**

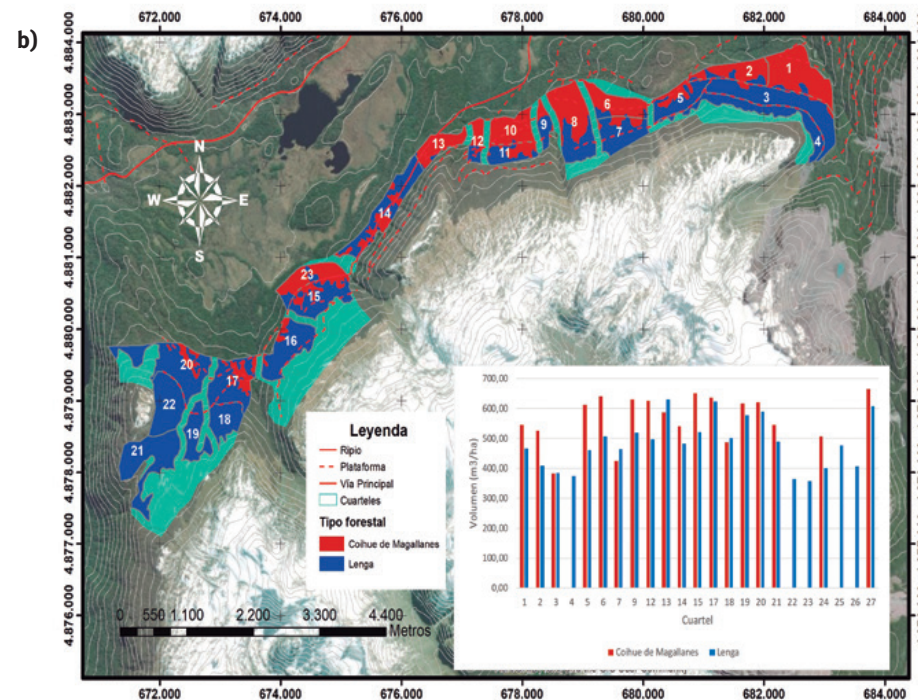
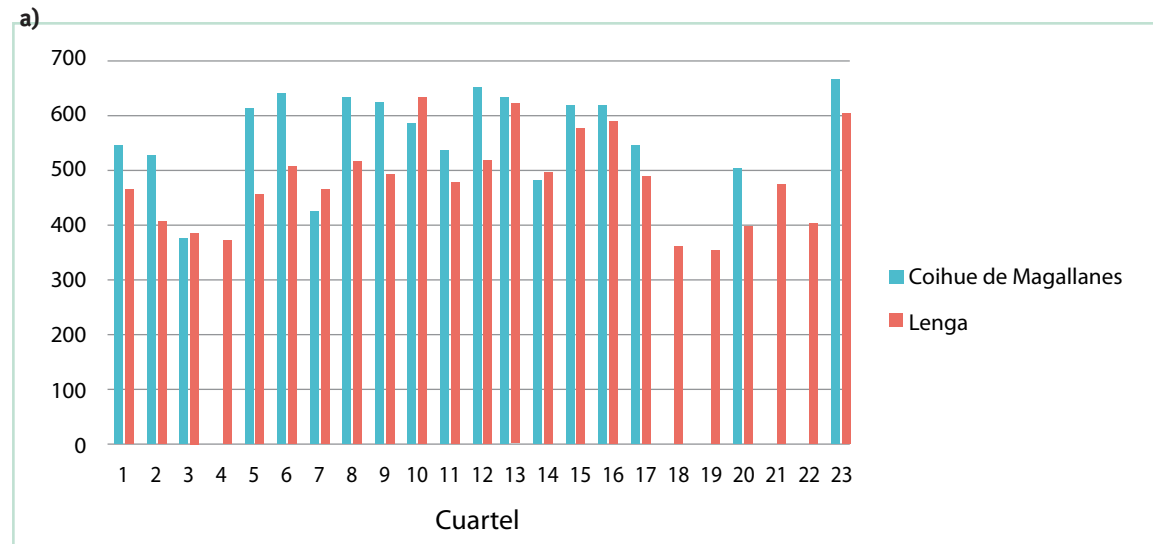


Fuente: INFOR, 2019.

**Figura 45: Distribución del volumen por hectárea por tipo forestal dominante y cuartel del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**

Las Unidades de Manejo con menor volumen por hectárea corresponden al 19, 18, 3 y 4, las cuales poseen un volumen de entre 350 - 400 m<sup>3</sup>/ha. El caso contrario corresponde a las Unidades de Manejo con mayor volumen por hectárea, que son el 12, 6, 13 y 23, las que poseen un volumen promedio de entre 600 - 660 m<sup>3</sup>/ha.

Al observar los Cuadros 14.1 y 14.2, en una comparación del volumen por tipo forestal y estructura, se obtiene la Figura 45.



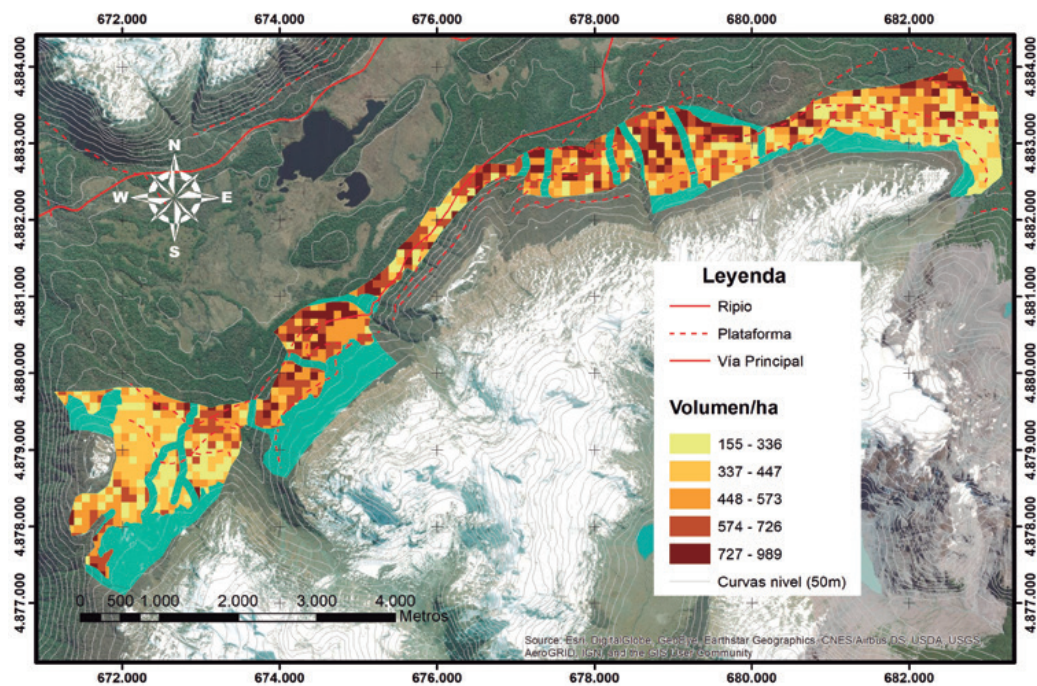
Fuente: a) INFOR, 2019. b) Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.

Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.

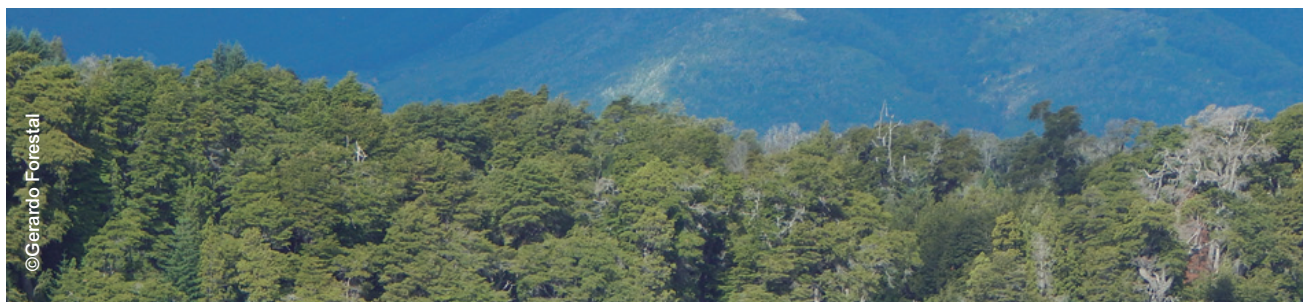
La Figura 46, entrega la salida asociada a la distribución del volumen dentro de las Unidades de Manejo productivos en diferentes rangos de volúmenes.

Esta información por cuadrantes es relevante para el proceso de validación de variables dasométricas del Lote 13, en este caso volumen, área basal, cobertura.

**Figura 46: Distribución del volumen por hectárea dentro de las Unidades de Manejo productivos del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Fuente: Imágenes del software ArcGIS® de Esri. 2019. Modificado por INFOR. 2019.  
Se ajusta a mapa oficial de Naciones Unidas, Febrero 2020.





© Instituto Forestal/Victor Barrera

# Propuesta silvícola por Unidad de Manejo

## Antecedentes

La intervención silvícola en cualquier masa boscosa debe ajustarse estrechamente a las características propias del lugar (situación de clima, suelo y la vegetación dominante), y en concordancia con una propuesta de ordenación forestal (Cruz, 2017) que lleve a una gestión de rendimiento sostenido en el tiempo. Este rendimiento es la forma de utilizar el recurso bosque renovable, de manera que su utilización debe equilibrarse con su tasa de crecimiento, lo que permite un flujo de extracción permanente (Cruz, 2017ab; Ecosoluciones, 2018). Conjuntamente, se requiere cuidar de aspectos básicos, como los siguientes: a) la forma de extracción que impediría deteriorar la capacidad productiva del recurso, y b) la magnitud de extracción en el tiempo (tasa), que debiera ser equivalente al crecimiento o renovación del recurso bosque.

El método de extracción y la magnitud para un bosque en particular van a estar dados por la configuración de composición de especies arbóreas y de sotobosque, las cuales poseen condiciones particulares en sus fases de desarrollo, y que al combinarse en el bosque generan dinámicas que a escala humana es difícil imaginar (Cruz, 2017ab). Por otro lado, la legislación forestal también tiene mucho que decir tanto en este aspecto (CONAF, 2016) como en el caso específico de las condiciones existentes en la zona de interés, como Río Cajón.

© Lin Linao



## Descripción del tratamiento silvícola por Unidad de Manejo - prescripciones técnicas

### Unidades con Lengua pura o casi pura

- **Raleos en Latizales Altos**  
(Unidades de Manejo 3; 4; 18; 19; 22)

Todos tienen un volumen en pie de entre 373 y 419 m<sup>3</sup>/ha y un área basal entre 50 y 56 m<sup>2</sup>/ha.

Intervenciones: raleos según Diagrama de Densidad INFOR, 2018, página 48, fig.27. Reducción del área basal a 35 m<sup>2</sup> y número de árboles a no menos 400 arb/ha.

- **Raleo/Cosecha en fustales multietáneos**  
(Unidades de Manejo 7; 15; 16; 20; 21)

Todos tienen un volumen en pie entre 415 y 597 m<sup>3</sup>/ha.

Corta de selección en grupos de árboles con diámetros a la altura pecho (DAP) entre 55 y 65 cm. Se cortarán < 50 árboles/ha (promedio de 2,5 m<sup>3</sup>/árbol) < 11 hoyos de luz de < 20 m de diámetro.

Raleo en las clases diamétricas DAP 25-45 cm: 25 m<sup>3</sup>/ha.

En los raleos se eliminan los competidores de los mejores.

El DAP de los remanentes, después del raleo, tiene que quedar mayor que el DAP promedio antes del raleo

### Unidades de Manejo con Coihue puro o casi puro

- **Raleo/Cosecha en fustales multietáneos**  
(Unidades de Manejo 1; 6; 12; 13).

Todos tienen un volumen en pie de entre 544 y 653 m<sup>3</sup>/ha.

Corta en hoyos de luz de los árboles de DAP > 55 cm.

Se cortarán 60 árboles/ha (promedio 3,5 m<sup>3</sup>) en 5 hoyos de 30 m de diámetro.

Raleo en las clases diamétricas DAP 25-45cm: 50 m<sup>3</sup>/ha.

- **Raleo en los fustales delgados**  
(Unidades de Manejo 10 y 23)

Se usará Diagrama de Densidad INFOR, bajando las áreas basales de > 60 m<sup>2</sup>/ha a 45 m<sup>2</sup>/ha.

En los raleos se eliminan los competidores de los mejores; el DAP de los remanentes, después del raleo tiene que quedar mayor que el DAP promedio antes del raleo.



## Unidades de Manejo en bosques mixtos Lengua/Coihue

- Cosecha en fustales heteroetáneos (Unidades de Manejo 8 y 14)

Cosecha en las partes puras de Coihue de área > de 0,2 ha o múltiples de eso: Un hoyo de luz por 0,2 ha de Coihue puro grueso. En el hoyo se cortan hasta diez árboles entre 55 y 75 cm.

En las partes puras de Lengua de área > 0,1 ha o múltiples de eso: Un hoyo de 20 m de diámetro. En ello se cortan hasta ocho árboles entre 55-65 cm.

Ejemplo: Una ha de bosque mixto tiene dos áreas puras de Coihue grueso de 0,2 ha c/una = 2 hoyos de luz, con corta de hasta 10 árboles c/u = 20 árboles. Además, existen tres áreas puras de Lengua de 0,1 ha c/u. = 3 hoyos Lengua con corta de 8 por hoyo = 24 árboles.

Quedan 0,3 ha con mezcla intensa, donde se pueden cortar 16 árboles gruesos más para completar los 60/ha permitidos. En estas partes se procede por corta pie a pie con preferencia de la eliminación de los Coihues.

Por manejar tanto las áreas puras a través de hoyos de luz como las áreas con mezcla intensa con el método pie a pie se recomienda no agregar una corta intermedia en el mismo turno por no hacer muy sofisticada la reglamentación.

- Raleo en fustales delgados mixtos (Unidades de Manejo 2; 5; 9; 11 y 17)

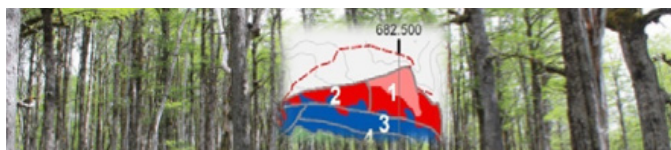
En los fustales delgados mixtos se cuenta con una área basal de entre 56 y 59 m<sup>2</sup>/ha. El raleo se refiere a las clases de diámetro entre 25 y 45 cm. Se deja un área residual de 35 m<sup>2</sup>, dando preferencia a la eliminación de Coihues que tienen la tendencia de suprimir a los árboles de Lengua. Sin embargo, donde la Lengua se encuentra malformada o sin posibilidades de emerger se elimina.

En las figuras 47 y 48 se muestran esquemáticamente las potenciales salidas que se pueden obtener con la información que pone a disposición SIMEF (base de datos, cartografía, fotografías). En primer lugar fotografía digital que hace referencia al tipo forestal y estructura de cada tipo de situación existente en el Lote 13, con la ubicación espacial y cartográfica de la Unidad de Manejo. Además, se adjunta un gráfico con rango diamétrico y número de árboles por hectárea para ver la distribución diamétrica por tipo forestal. Por último, se adjunta en un cuadro la recomendación técnica por Unidad de Manejo; en este caso la actividad y propuesta silvícola que se debe generar.

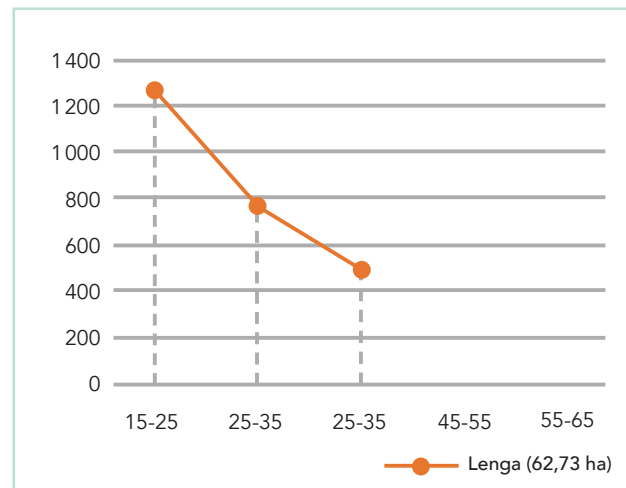


©Andy Calavera

**Figura 47: Salida gráfica posible de obtener por Unidad de Manejo (3), del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Unidad de Manejo	Tipo Forestal	Propuesta
3	Lenga	Todos tienen un volumen en pie de entre 373 y 419 m <sup>3</sup> /ha y un AB de entre 50 y 56 m <sup>2</sup> /ha.  Intervenciones: raleos según Diagrama de Densidad INFOR, 2018. Reducción del AB a 35 m <sup>2</sup> y N/árboles a no menos de 400/ha.
Actividad		
Raleo en latizales altos		

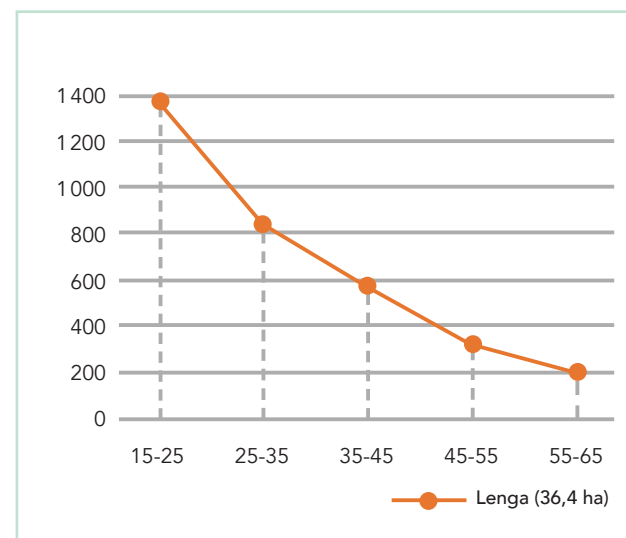


Fuente: INFOR, 2019.

**Figura 48: Salida gráfica posible de obtener por Unidad de Manejo (16), del Lote 13. Sector Río Cajón, comuna de Río Ibáñez, Región de Aysén**



Unidad de Manejo	Tipo Forestal	Propuesta
16	Lenga	Corta de selección en grupo de árboles entre DAP 55 y 65 cm. Se cortarán <50 árboles/ha (promedio de 2,5m <sup>3</sup> /árbol) <11 hoyos de luz <29m de diámetro. Raleo en las clases diamétricas DAP 25-45 cm: 25 m <sup>3</sup> /ha. En los raleos se eliminan los competidores de los mejores. El DAP de los remanentes, después del raleo, tiene que quedar mayor que el DAP promedio antes del raleo.
Actividad		
Raleo /Cosecha en fustales multietáneos		



Fuente: INFOR, 2019.



# Conclusiones

©Instituto Forestal/Victor Barrera

Sin duda, el trabajo de ordenamiento forestal en el sector Río Cajón, perteneciente a la Comuna de Río Ibáñez, en la Región de Aysén, involucró recursos tanto humanos como operacionales del proyecto SIMEF, donde el objetivo principal es dar respuesta a la necesidad de Bienes Nacionales (BB.NN.), de la Región de Aysén, que era “Obtener información agregada por sector, con el objetivo de establecer parámetros técnicos que sirvan de soporte y complemento para administración interna, en la entrega de terrenos a usuarios y/o arrendatarios en áreas fiscales”. En este sentido, fueron varios los enfoques, principalmente visualizados por el tema normativo y por el enfoque técnico operativo.

Para esto fue necesario establecer ciertos parámetros y conformar un comité técnico, compuesto por servicios públicos, privados, academia e invitados especiales en algunas sesiones, como productores madereros, consultores, entre otros.

En conjunto con Bienes Nacionales, se tomó el Lote 13 como piloto y se generaron, a partir de diferentes campañas en terreno, validación, procesamiento y análisis, las siguientes conclusiones:

La superficie total entregada para generar el Plan de Ordenamiento Forestal fue de 1180 hectáreas, de las cuales 822 se definieron con potencial productivo.

Se generó una nueva cartografía con imágenes de mayor resolución. Bajo esta nueva base se definieron y establecieron en terreno 13 conglomerados, originando un total de 39 unidades de muestreo distribuidas entre los tipos forestales Lenga y Coihue de Magallanes.

La definición de las Unidades de Manejo se hizo a partir del tipo forestal, cobertura y altura. Así también, en términos operativos, se tomó en cuenta para la definición de unidades, caminos existentes y quebradas. Se definieron para el Lote 13 un total de 23 Unidades de Manejo, con un volumen total de 414 134,37 m<sup>3</sup>.

Los valores dasométricos promedio por hectárea corresponden a 57,92 m<sup>2</sup>/ha para el área basal, 742 árboles/ha y un volumen promedio de 509,25 m<sup>3</sup>/ha. Estos valores son más bajos, pero similares a los obtenidos por Cruz *et al.* (2005) para un bosque de Lenga en el sector de Mañihuales, con una densidad ponderada de 732 árboles/ha y un área basal de 66 m<sup>2</sup>/ha.

Sin duda, la superficie de la Unidad de Manejo tiene relación con la escala operativa o productiva de cada arrendatario al cual BB.NN. haga entrega de terreno. En este sentido, la superficie promedio por Unidad de Manejo es de 35,4 ha, y si se categoriza por superficie, tenemos: 10-30 ha; 10 Unidades de Manejo; 31-50 ha: 8 Unidades de Manejo; 51-60 ha: 5 Unidades de Manejo.

La producción de madera nativa en la Región de Aysén es de 9.800 m<sup>3</sup> (INFOR, 2019). Se estima una producción anual en el sector de 5.000 m<sup>3</sup>, lo que, llevando la actual superficie potencial productiva calculada en el estudio de 822 ha, nos entrega una Tasa de Aprovechamiento (TA) de 6,08 m<sup>3</sup>/ha/año, valor similar al obtenido por Cruz *et al.* (2005) en bosques de Lenga en la Reserva Mañihuales, con una TA de 5,90 m<sup>3</sup>/ha/año.





©LBM1948

# Recomendaciones

De acuerdo con (Cruz, 2017), la intervención silvícola en cualquier masa boscosa debe ajustarse estrechamente a las características propias del lugar (situación de clima, suelo y la vegetación dominante), y en concordancia con una propuesta de ordenación forestal que lleve a una gestión de rendimiento sostenido en el tiempo. En este sentido, el Manejo Forestal Sostenible se hace presente en las propuestas silvícolas generadas, de tal manera de cambiar la forma de manejar los bosques en la Patagonia, pensando en una gestión a largo plazo y no en la necesidad económica momentánea del arrendatario y cumpliendo con el objetivo de BB.NN., que es generar propuestas que sean más eficientes en el tiempo.

Sin lugar a dudas, los servicios ecosistémicos que genera este sector son enormes, los cuales no fueron analizados en este estudio. Sin embargo, se cuenta con toda la información de inventario y biodiversidad por si se requieren hacer otros estudios, como, por ejemplo, un acercamiento a temas de captura de carbono. Toda información es valiosa pensando en nuevos escenarios actuales asociados a la planificación que se debe generar en torno al cambio climático. Es por eso que también este pulmón de la Región de Aysén debe ser manejado de manera sostenible y no solo pensando en la extracción maderera como principal rubro, sino también en la generación de servicios ecosistémicos, en el turismo basado en investigación científica, en el turismo rural sustentable, en la recreación y sobre todo en el bienestar social.



©Instituto Forestal/Victor Barrera

La propuesta o modelo de gestión o potencial gobernanza debiera ser el paso siguiente, en el que Bienes Nacionales, la Corporación Nacional Forestal, el Instituto Forestal, las universidades, la Municipalidad de Ibáñez, entre otros actores del rubro, tendrían que cumplir un rol importante desde sus competencias. Apoyados por este Plan de Ordenación Forestal podrían generar puestos de trabajo, investigación y a la vez desarrollo del sector maderero y no maderero de la Región de Aysén, enfocados en aquellos comités productivos formalizados, por ejemplo: Comité productivo Padre Antonio Ronchi de Bahía Murta, donde más de 20 familias trabajan en diversos rubros, entre ellos el maderero; Asociaciones madereras bien formalizadas o productores madereros con trayectoria maderera en la Región; Comités productivos de mujeres rurales, las cuales pueden usar este bosque como búsqueda de Productos Forestales No Madereros (PFNM), y, por último, en la generación de convenios interinstitucionales para establecer un desarrollo integrado del territorio, teniendo como objetivo el manejo sostenible de los recursos naturales, asociado a los nuevos escenarios de cambio climático y compromisos medioambientales suscritos por nuestro país.

### **Agradecimientos**

Debemos agradecer el valioso aporte de los diferentes actores que participaron en la generación de este estudio en un trabajo en conjunto para poder generar un piloto con información valiosa que será utilizada como base para el Manejo

Forestal Sostenible de los recursos forestales que posee el Ministerio de Bienes Nacionales. Tenemos que agradecer también a las ex autoridades, a Alejandro Jara, ex seremi de Bienes Nacionales, a Mauricio Schacht, profesional del servicio, quien manifestó un interés transversal en el desarrollo del estudio, y al Comité regional de participación (CRP) conformado el año 2016. En forma especial, al Comité regional de participación (CRP), de Municipalidad de Ibáñez, y a su alcalde y concejo municipal.

La visión de continuar con el estudio es fundamental para lograr los objetivos asociados a Manejo Forestal. Es por eso que se agradece al comité técnico del estudio, conformado por Daniel Soto y Carlos Zamorano, académicos de la Universidad de Aysén; Bernardo Acuña y Jaime Salinas, profesionales del Instituto Forestal; Paulo Moreno, investigador del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia; Andrés Cossio, Alfredo Mayorga, Wildo Palma y José Urrutia, profesionales de la Corporación Nacional Forestal, y Raúl Morales, consultor forestal.

Por último, nuestro agradecimiento a los profesionales que formaron parte del trabajo en terreno, procesamiento y análisis de información.

# Referencias

- Cabello, J. 2003. *Modelos de gestión sostenible para incorporar bosques de Lenga de Aysén a la producción nacional*. Informe asesoría.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2016. *Normativa Forestal. Aplicable a la Evaluación y fiscalización Forestal*. Santiago de Chile.
- Cruz, P. 2017. *Cuadernos de Ordenación Forestal. Propuestas para aplicar en bosques del Cono Sur*. Cuaderno 1 y 3. (sin publicar)
- Cruz, P., Honeyman, P., y Caballero, C. 2005. *Propuesta metodológica de ordenación forestal, aplicación a bosques de Lenga de la XI Región*. Valdivia, Chile. Revista Bosque 26 (agosto), n°2, 57-70.
- Dubourdieu, J., Prieto, A., y López, M. 1993. *Manual de ordenación de montes*. Madrid. Editorial Paraninfo.
- De la Hoz, F., Oliet, J., Abellanas, B., Cuadros, S., Fernández, P., y Zamora, R. 2004. *Manual de Ordenación de Montes de Andalucía*. Andalucía, España, coord. Consejería de Medio Ambiente y Junta de Andalucía.
- Del Fierro, P. 1998. *Experiencias silviculturales del bosque nativo chileno*. Santiago de Chile, coord. Publicaciones Lo Castillo S.A. y Corporación Nacional Forestal.
- Hepp, C., y Stolpe, N. 2014. *Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia occidental (Aysén)*. Coyhaique, Chile. Boletín Inia N° 298.
- Instituto Forestal (INFOR). 2004. *Plan de ordenación Predio Concesión Alto Río Ibáñez - Río Cajón*. Proyecto Modelos de Gestión Sostenible para Incorporar Bosques de Lenga de Aysén a la Producción Nacional. FDI-Corfo. Paulo Moreno M; Simón Moreira M, Versión Final. Coyhaique. (Reporte Técnico).
- INFOR. 2017. *Anuario Forestal*. Santiago de Chile. Boletín Estadístico N° 159. 175.
- INFOR. 2019. *Anuario Forestal*. Santiago de Chile. Boletín Estadístico N° 168. 92.

INFOR. 2014. *Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales*. Valdivia, Chile.

INFOR. 2009. *Inventario de los ecosistemas forestales. Manual de operaciones en terreno*. Valdivia, Chile.

Ilustre Municipalidad de Río Ibañez (sin fecha). *Plan de desarrollo comunal 2012-2018*, Río Ibañez, Chile.

Murcia, C. 2016. Ordenación forestal y recuperación de formaciones vegetacionales degradadas. En *Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales* (ENCCRV). Santiago, Chile, coord. CONAF.

Naranjo, J.A.; Moreno, R. y Banks, N.G. 1993. *La erupción del volcán Hudson en 1991 (46° S), region XI*. Aysen, Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín 44.

Martínez, S., Prieto, A., Díaz, L., y Saura, S. Sin fecha. *Manual para la redacción de instrumentos de gestión forestal sostenible en Castilla-La Mancha*. España. Agricultura y Medio Ambiente, España. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Dirección general de Política Forestal. Serie Forestal N° 8.

INFOR. 2017. *Herramienta para negocios sustentables en biomasa forestal Región de Aysén*. Santiago de Chile, coord. Solórzano, S. Informe Técnico N° 214.









Este documento forma parte de una serie de 21 publicaciones técnicas y refleja algunas de las actividades y resultados alcanzados durante cinco años de trabajo del proyecto Sistema Integrado de Monitoreo y Evaluación de los Ecosistemas Forestales Nativos (SIMEF), una iniciativa del Gobierno de Chile, con apoyo técnico de la FAO y financiamiento del Fondo para el Medioambiente Mundial (FMAM). La iniciativa ha implementado un inventario nacional incorporando las dimensiones biofísicas, socioeconómicas, biodiversidad y el cambio de uso de la tierra, consolidando finalmente un sistema de monitoreo y la evaluación del stock de carbono de los bosques chilenos.

Estas publicaciones se agrupan en protocolos técnicos, que sistematizan las diversas modalidades de inventario de los ecosistemas forestales nativos; informes técnicos con presentación de los resultados producto de la aplicación de estos protocolos y también se entrega un conjunto de manuales técnicos útiles para profesionales y propietarios en su trabajo de campo.

ISBN 978-92-5-133259-7



9 789251 332597

CB0844ES/1/04.21