



LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE

INFORME FINAL

INVENTARIO CONTINUO DE BOSQUES NATIVOS Y ACTUALIZACION DE PLANTACIONES FORESTALES

Diciembre 2019

Reconocimiento

El Instituto Forestal (INFOR) tiene dentro de su misión el mandato de llevar a cabo los inventarios de los recursos comprendidos en los bosques del país, misión que ha sido cubierta por parte de sus profesionales y técnicos desde su fundación en 1961. Esta tarea ha sido comprendida en forma visionaria y ejemplar en su relevancia nacional e internacional por parte del Ministerio de Agricultura (MINAGRI), Ministerio que ha apoyado no solo en lo financiero a INFOR en el diseño, desarrollo tecnológico, implementación y ejecución del Inventario Continuo de Ecosistemas Forestales de Chile, sino que también, en orientar el tipo de datos e información que el país requiere para cumplir con sus objetivos y necesidades internas y sus compromisos internacionales.

Así, el Inventario Continuo es una herramienta ministerial estadística-matemática que posibilita el levantamiento de datos e información respecto del estado y condición de nuestros bosques desde una perspectiva ecosistémica en la búsqueda de un desarrollo sustentable.

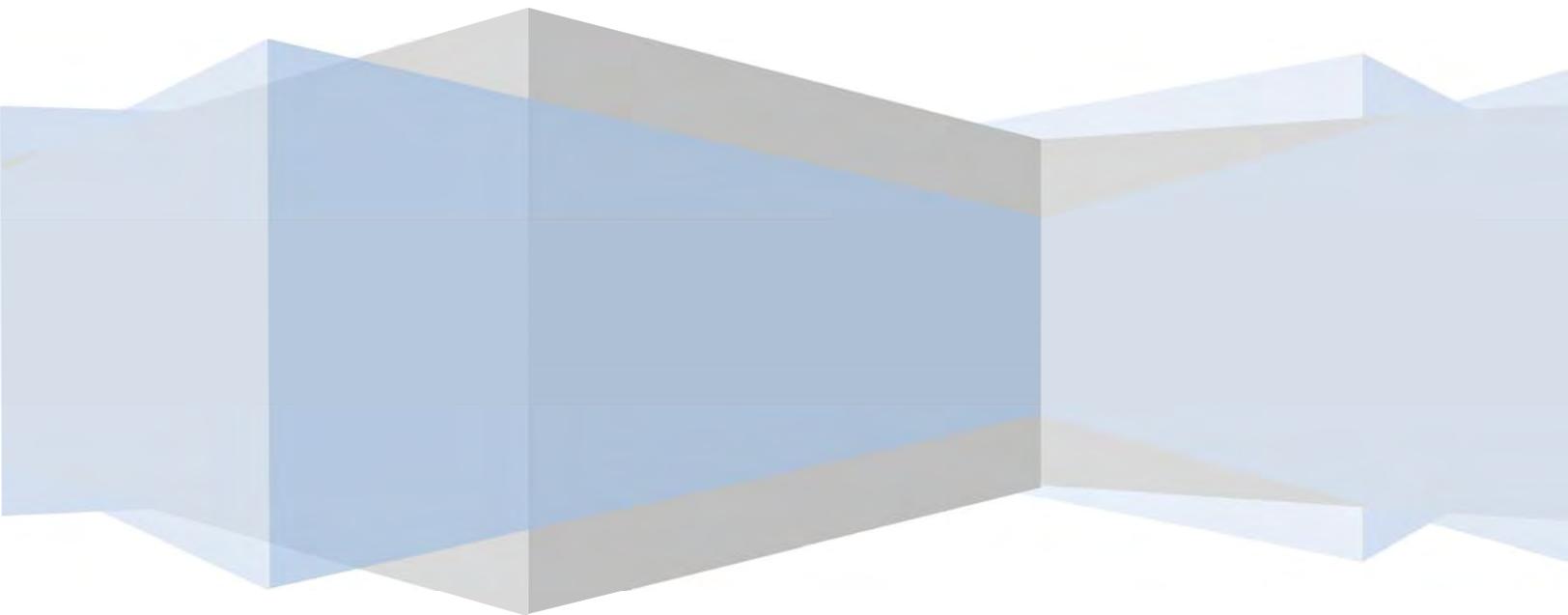
Se hace extensivo este reconocimiento a las autoridades de INFOR por su constante apoyo y sugerencias para mejorar tecnológicamente y metodológicamente el Inventario Continuo asegurando su vigencia y uso de las partes interesadas.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

ASPECTOS METODÓLOGICOS

CAPITULO I

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

ASPECTOS METODÓLOGICOS	1
Introducción	1
Aspectos metodológicos del Inventario de Ecosistemas Forestales	1
Aspectos teóricos relativos a los inventarios	1
Aplicación del concepto de Inventario Continuo	4
El inventario Continuo de Ecosistemas Forestales	5
Muestra de Individuos	5
Muestra de parcela	6
Muestras a nivel del Conglomerado	7
Variables medidas en el inventario	8
Variables del Entorno	8
Variables de la parcela	9
Variables del suelo	11
Variables de regeneración	11
Variables asociadas a árboles individuales	12
Variables de mortalidad	13
Variables socioeconómicas y culturales	14
Procesamiento de los datos y generación de resultados	14
Procesamiento a nivel de árboles	14
Procesamiento a nivel de Parcelas	16
Procesamiento a nivel de Conglomerados	23
Procesamiento a nivel de la población	28
Estimación desde unidades muestrales a la población total	28
Resultados tabulares de variables cuantitativas-tablas de existencias	30
Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono	31
Biomasa sobre el suelo	32
Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos	34
Contenido de Carbono y CO ₂ eq	36
Método de actualización del Inventario Continuo en Bosque Nativo	36
Método de actualización. Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP)	37
Elaboración de coberturas cartográficas digitales	39
Determinación de error e intervalos de confianza	39
Clasificación orientada a objetos como apoyo a labores de fotointerpretación	41
Propuesta operacional de clasificación orientada a objetos para detección de plantaciones jóvenes	43
Referencias y Bibliografía	47

Introducción

El presente documento resume los aspectos técnicos del procesamiento de los datos de terreno levantados en el marco del Inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales de Chile. El Inventario Continuo de Ecosistemas forestales se enmarca dentro del Programa de Monitoreo de Sustentabilidad de los Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR) y constituye la herramienta estadística que provee de datos e información respecto del estado y condición del recurso comprendido en nuestros ecosistemas forestales.

Este inventario constituye una iniciativa única en su género del Ministerio de Agricultura a través del diseño, implementación y operación del Instituto Forestal y, comprende un diseño estadístico orientado a cubrir las necesidades de datos e información asociadas a los diversos procesos internacionales que monitorean las acciones de los países hacia un desarrollo sustentable. Alternativamente, este inventario se basa en una conceptualización jerárquica del ecosistema y su diseño corresponde a un enfoque multifuente, multinivel y multirecursos cubriendo así un amplio espectro de interrogantes respecto de nuestros ecosistemas.

Se entregan en este documento datos resúmenes que pretenden describir el estado y condición de los recursos comprendidos en los ecosistemas forestales. Estos datos constituyen una parte muy básica de la información contenida en base de datos, la cual es por su parte una fuente de información de enorme potencial de análisis.

Aspectos metodológicos del Inventario de Ecosistemas Forestales

Aspectos teóricos relativos a los inventarios

La necesidad de incorporar a los procesos productivos los recursos naturales renovables en diversos países proviene de la búsqueda de fuentes de bienes y servicios en beneficio de la sociedad toda. Normalmente, los recursos forestales en diversas regiones del mundo alcanzan grandes extensiones de terreno, involucrando gran cantidad de superficies, particularidad que las hace difíciles de medir dado los niveles de costo involucrados. En este sentido, muchas disciplinas entre ellas la forestal han recurrido a la teoría de muestreo la cual sustenta un conjunto de esquemas destinados a estimar parámetros de la población completa sobre la base de visitar una porción de la población (Loetsch y Haller 1964).

Uno de los primeros pasos ante cualquier caracterización de algún fenómeno de interés, corresponde a la definición de la población, la cual debe para ser reconocida como tal, contener individuos de la misma clase, y sus diferencias entre ellos ser manifiestas por la variación de alguna variable en particular, (por ejemplo, volumen). Una población puede comprender como individuos a los árboles, o puede ser definida como una cierta área de terreno con un valor de atributo asociado (por ejemplo, volumen/ha).

Los esquemas de muestreo los cuales proveen la forma en la cual la muestra va a ser recolectada desde la población, se dividen en 4 esquemas básicos:

1. Distribución de la muestra en forma completamente aleatoria sobre los límites definidos de la población.
2. Distribución de la muestra en subpoblaciones definidas para la población objetivo (muestra estratificada).
3. Distribución de la muestra en conglomerados
4. Distribución de la muestra en forma sistemática

En general estos esquemas de selección de muestra se asumen dependiendo de las características asociadas a la población y de los objetivos del inventario. Así, para aquellos casos como los inventarios de carácter operativo, los cuales involucran rodales que deben ser cuantificados, recurren generalmente a esquemas de selección de la muestra por métodos de aleatorización o aleatorios restringidos a estratos de la población, esta decisión se hace en forma informada respecto a las características propias del sector que contiene los recursos, como son topografía (pendientes, altitud) y accesos la cual determina o elimina a priori ciertos esquemas muestrales, favoreciendo otros.

Los aspectos anteriores definen un elemento clave dentro del diseño muestral y que dice relación con el uso de información auxiliar en apoyo al proceso de definición de la muestra y del muestreo.

Si bien los esquemas de muestreo 1 y 2 son los más recomendables desde el punto de vista de darle probabilidad de aparecer a todas las unidades por igual, estos esquemas no se prestan adecuadamente a la hora de plantear inventarios que pretenden caracterizar grandes áreas, dado que el aspecto de localización aleatoria puede jugar en contra de los aspectos de costo y eficiencia de los recursos. En este sentido en grandes áreas de millones de hectáreas, se recurre a esquemas que permiten concretamente aprovechar el diseño geométrico de localización de muestras en forma tal, que se puedan prever los costos asociados en la mejor forma posible, así la distribución de la muestra en la población en forma sistemática suele ser el enfoque más apropiado para asegurar la eficiencia del presupuesto asignado.

El sentido de uso eficiente del presupuesto dice relación tanto de los aspectos de mejorar la planificación en terreno, como también los aspectos de aporte de nueva información al inventario. En este contexto se suelen desarrollar estudios de autocorrelación o autocovarianza entre unidades muestrales de forma de definir los distanciamientos más apropiados entre unidades muestrales para evitar el medir en una unidad muestral valores redundantes ya informados por otra unidad cercana. Este efecto es más riesgoso en esquemas muestrales completamente aleatorios ya que permiten que una unidad muestral este muy cerca de la otra, lo cual supone aumentar la probabilidad de redundar en información.

Los estudios de autocovarianza o autocorrelación son relativamente nuevos en el contexto de los inventarios forestales. Matern B. (1947,1960) fue el primer investigador forestal que aplicó análisis de estadística espacial para la definición de esquemas muestrales, tomando en consideración en especial aquellos tópicos relativos a la forma óptima de la unidad muestral en particular, esto es, ¿debe ser la unidad muestral que define la población cuadrada, rectangular, circular, hexagonal u otra? Interrogantes como estas asociadas al tema de cuáles son las

distancias óptimas de localización de una muestra en terreno bajo un esquema de distribución sistemática es definido por medio de los análisis de autocovarianza para una determinada variable de estado de rodal (generalmente Volumen/ha). Bahamóndez C. y Martín M (1995) determinaron para bosques de renovales de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus alpina*, que la distancia óptima para evitar autocorrelación en las estimaciones de inventario corresponde a 5 km en el sentido Este-Oeste y 7 km en el sentido Norte-Sur. A este objeto, utilizaron apoyo de material satelital y parcelas de terreno inventariadas por INFOR-JICA en 1992 y apoyo de nuevas parcelas levantadas en 1994-95. El extrapolar estas distancias a otros tipos forestales cuya variabilidad es mucho más alta que los renovales, permite asegurar que una malla sistemática de estas características en otros tipos forestales es segura y eficiente.

Otro de los aspectos críticos en los diseños de los inventarios dice relación con la definición de la unidad muestral, unidades fijas o variables, de cierta forma y tamaño, combinadas o simples, suelen ser algunas de las variadas opciones disponibles. El diseño de la unidad muestral depende principalmente del objetivo del inventario, así cuando la meta es cuantitativa propiamente tal (típico muestreo con objetivos meramente madereros) una muestra de radio variable resulta apropiada ya sea combinada o simple, ya que esta alternativa pondera más los individuos de acuerdo a su tamaño (Probabilidad proporcional al tamaño) Sin embargo, las necesidades de inventario de hoy en día difieren del esquema clásico de contestar solo preguntas de existencias madereras, y en este sentido las parcelas o unidades muestrales de área fija son más relevantes porque le dan oportunidad de aparecer en el muestreo a todos los individuos independiente de su tamaño (Scheuder H.,P. Geissler 1998). Muestras de área fija, son lamentablemente difíciles de levantar en terreno y los rendimientos dependen marcadamente del tipo de bosque que se muestrea y sus características de tránsito y acceso, por otra parte la forma de la parcela tiene influencia en el planteamiento en terreno y sus posibilidades de incluir errores en las mediciones. En este respecto se ha demostrado que la mejor forma teórica para una parcela muestral es la forma circular de un cierto radio (Matern B. 1947), En bosques nativos como los de Chile, este tipo de parcelas no ha sido ampliamente utilizado, debido a los aspectos topográficos, la dificultad de tránsito en su instalación y medición y corrección, en especial en pendientes fuertes, ya que un círculo en pendiente se comporta con radios variables generando una forma elipsoidal más que circular. Este problema, sin embargo ha sido solucionado por la vía de generar círculos cuya área es equivalente a aquella de la elipse que la pendiente produciría.

En nuestro país ha sido tradicional el uso de parcelas de muestreo en formas cuadradas y rectangulares, acumulando una superficie de 1000 m², en una unidad simple o en conglomerados de unidades rectangulares de 20 x 50 m.

Nuestro país ha experimentado intentos de aplicación de inventarios permanentes de sus bosques desde la década del 80, aunque un importante esfuerzo pionero en este tema lo dio la Corporación de Fomento de la Producción en 1944-45 al financiar en cooperación con el Forest Service del USDA de Estados Unidos el "Forest resources of Chile, as a base for industrial expansion", también conocida como la Misión Haig. Este inventario fue el primero en su clase en Chile y Latinoamérica, y fue el primero en utilizar material fotográfico aéreo en este tipo de actividad. Sus resultados arrojaron cifras de 16 millones de hectáreas de superficies de bosques nativos en Chile. Lamentablemente, esta iniciativa no fue objeto de seguimiento en el sentido de mantener el inventario en el tiempo permitiendo bajo esquema de inventario continuo monitorear el recurso y sus tendencias. Como resultado de esto, el recurso fue degradado y sobrexplotado sin que necesariamente la comunidad nacional, se diera cuenta de ello, produciendo daños en la calidad y estructura de productos que vemos hoy en día en nuestros bosques. En 1980, Cox F. y otros proponen un esquema de inventario continuo para los

bosques nativos chilenos en un sistema de dos fases sobre malla sistemática, con unidades muestrales rectangulares de 20 x 50 m dispuesta en el sentido de Norte a Sur en su lado más largo y separadas por 20 metros entre sus extremos. Esta iniciativa fue financiada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD en su etapa de propuesta, y nunca fue implementada. En 1991-92 el Instituto Forestal propone un Inventario en Bosque Nativo orientado a proveer información para el manejo forestal a fondos concursables FONDEF de CONYCIT, sin lograr financiamiento. En 1995-96 el Instituto Forestal con apoyo del Instituto de Investigaciones Forestales de Finlandia (Metsätutkimuslaitos, METLA) y el Servicio Forestal de la British Columbia, Canadá, proponen ante la CORFO a fondos concursables FONSIP, el proyecto "Inventario Forestal Permanente e Indicadores de Sustentabilidad", sin lograr financiamiento, el diseño propuesto es la base del actual diseño muestral definido por el proyecto "Caracterización productiva de los recursos forestales nativos de las regiones IX y X".

Por último en 1996 la Corporación Nacional Forestal CONAF y la CONAMA, ejecutan en el marco del proyecto Catastro un inventario extensivo, el cual tuvo como objetivo el estimar las existencias a nivel de país de los recursos forestales nativos, y ser base para el establecimiento del inventario forestal continuo en Chile. Este inventario fue ejecutado por personal de la Universidad Austral de Chile, y sus resultados no han sido editados al público, su diseño es similar al propuesto por Cox en 1980, con variaciones en aspectos de forma y número de unidades de parcelas del conglomerado.

Hoy el inventario en Chile comprende el concepto de inventario continuo bajo un diseño estadístico bi-etápico en conglomerados de tres parcelas circulares concéntricas de área equivalentes de 500 m² cada una, distribuidos en malla sistemática de 5 x 7 km., se asume una población infinita en las dos etapas y el carácter del inventario es de multifuente, multirecursos y multinivel.

Aplicación del concepto de Inventario Continuo

El concepto de Inventario Continuo involucra no solo las variables de estado del bosque como volumen, área basal, densidad etc, sino también incluye el factor tiempo, esto supone determinar cambios en los bosques que afectan la calidad y distribución de productos del bosque, esto supone determinar el período de tiempo en el que estamos interesados de reflejar la nueva información respecto del bosque. Así, cuando estamos interesados en las tendencias del cambio de nuestros recursos boscosos, el diseño de muestreo debe ser capaz de adaptarse a esta de forma eficiente y sólida. Con este objetivo, lo usual es a objeto de lograr estas mediciones repetidas es utilizar parcelas de muestreo permanentes, las que, dada esta característica, aseguran que la estimación del cambio sea comparables en forma directa. Esta característica a su vez permite el uso de regresiones entre datos de sucesivas mediciones y se aplica el concepto de muestreo en ocasiones sucesivas.

En concreto el inventario continuo de ecosistemas forestales actualmente utilizado se basa en:

- Generación de primer ciclo de mediciones (línea base) de puntos geográficamente permanentes de muestreo la que alcanza hoy a cubrir 9,38 millones de ha de bosques nativos comprendidos entre las regiones de Coquimbo a Magallanes completados en periodo 2001- 2010.

- Inicio del segundo ciclo de mediciones de base anual bajo el sistema de reemplazo parcial con apoyo de proyección de crecimiento, el ciclo de mediciones y proyección se hace agrupando áreas de ~3,36 millones de ha por año en ciclos de 4 años.

El tratamiento estadístico de estas muestras corresponde a la combinación de Muestreo con Reemplazo Parcial y proyección de crecimiento basado en matrices de transición por tipo forestal en combinación con filtro de Kalman, para detalles metodológicos ver punto *Métodos de Actualización del Inventario Continuo*.

El inventario Continuo de Ecosistemas Forestales

El diseño asociado al levantamiento de datos en terreno se detalla a continuación.

Muestra de Individuos

Los árboles, de acuerdo a su tamaño tienen una probabilidad de ser seleccionados. De esta forma los árboles que tienen un tamaño mayor o igual a 25 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho (1,3 m)) se miden en las parcelas de 500 m², los árboles de DAP mayor o igual a 8 cm se miden dentro de las parcelas de 122 m², y los árboles mayores a 4 cm en DAP se miden dentro de parcelas de 12,6 m². Todas estas parcelas son organizadas en forma concéntrica como se muestra en la Figura N°1.

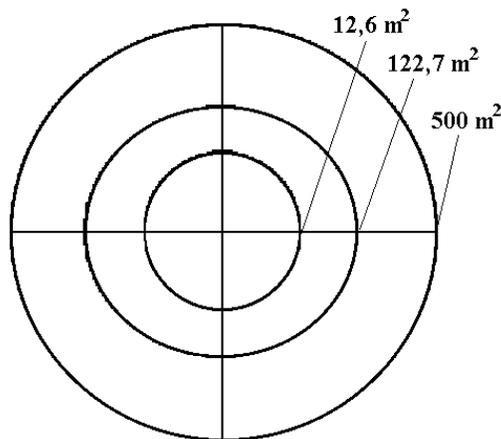


Figura N°1: Parcela circular concéntrica de área equivalente

A todos los árboles se le identifica la especie, se mide su DAP, espesor de corteza y diámetro de copa. Se estima su estado sanitario, y se reconocen los posibles tipos de daños

o enfermedades y agentes causantes. Cada árbol es posicionado dentro de un croquis, estimando su ubicación relativa. Cada árbol es observado en busca de la presencia de nidos o madrigueras. Se describe su vigor de acuerdo a la apariencia de su copa.

De todos los árboles contenidos en las respectivas parcelas se selecciona una submuestra de donde se obtienen mediciones más detalladas que incluyen la medición de la altura total del árbol, altura donde se inicia la copa, la altura del tocón y la altura a un tercio de la altura total, diámetro del árbol al inicio de su copa y el diámetro al tercio de la altura total. A algunos árboles se les extrae un tarugo a 1,3 metros del suelo, para la estimación del crecimiento, a través del conteo del número de anillos.

Muestra de parcela

Dentro de cada parcela del conglomerado se sitúan 3 subparcelas de 1 m² cada una cuyo objetivo es medir toda la vegetación presente, así como la regeneración de los árboles, según se muestra, en verde, en la siguiente figura.

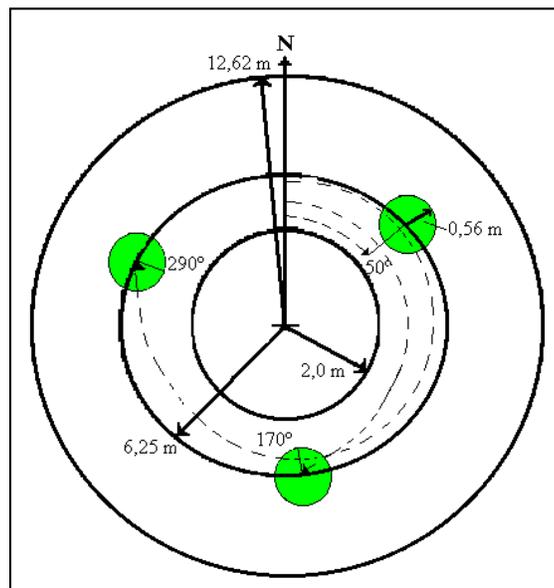


Figura N°2. Muestras de Regeneración y Vegetación

En cada parcela se establece un muestreo en transectos para cuantificar los residuos leñosos gruesos (T1) y los residuos leñosos finos (T2) como se presentan en la siguiente figura en color rojo. Los residuos gruesos se miden en todo el trayecto entre unidades circulares concéntricas como se destaca en figura 3.

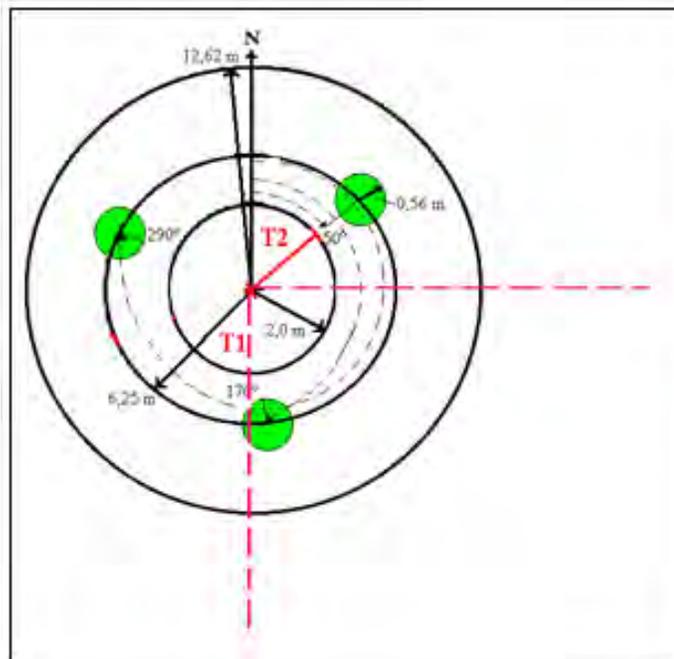


Figura N°3. Transectos de residuos leñosos y Mortalidad

La medición de los residuos, así como, también la de los árboles muertos se relaciona con el hábitat que éste representa para la fauna y microfauna, como también, con la cantidad de combustible presente en el bosque y el ciclo de los nutrientes. Los residuos gruesos se refieren a ramas y troncos de árboles y arbustos que tengan un diámetro de intersección con el transecto mayor o igual a 10 cm.

A nivel de parcela se registra también la descripción del manejo, si es que procede (tipo, intensidad), estado de desarrollo, forma de establecimiento. Se incluyen variables topográficas como pendiente, forma de la pendiente y la exposición. Signos de pastoreo, presencia de agua, presencia de erosión y características del drenaje. Presencia de Flora en peligro de extinción y presencia de fauna. Si existen obras civiles también se detalla su descripción.

Muestras a nivel del Conglomerado

A nivel de conglomerado se hace la muestra de suelo, que se toma en la parcela N°1 del conglomerado. Las variables de suelo consideradas incluyen el color, el pH, profundidad de suelo (si es menor que un mínimo), profundidad de humus y de hojarasca. Textura, estructura, pedregosidad y condición de humedad, presencia de moteados, presencia de lombrices y raíces y también de micorrizas. Todas estas observaciones se detallan a nivel de observaciones de campo.

Para cada conglomerado se realizan descripciones generales reflejando lo observado en cada una de las 3 parcelas establecidas como también lo observado en el trayecto a las parcelas, éstas dicen relación con el grado de intervención antrópica, la presencia de obras civiles, la degradación y, el estado evolutivo. También se observa la presencia de agua en

los alrededores, así también fauna, o flora en peligro de extinción que esté fuera de las parcelas.

Variables medidas en el inventario

Las siguientes variables son medidas en terreno a partir de las unidades muestrales antes detalladas, estas se organizan por niveles jerárquicos de mayor a menor en términos de escala espacial.

Variables del Entorno

Corresponden a variables que caracterizan el entorno general del conglomerado:

Variable	Descripción
<i>Degradación</i>	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista productivo, a definirse durante el transcurso del proyecto.
<i>Estado Evolutivo</i>	Se describirá el estado evolutivo dominante del rodal incluido en la muestra, de acuerdo a clasificación a proponerse durante la ejecución del proyecto.
<i>Grado de Intervención Antrópica</i>	Se describirán los efectos visibles de la intervención del hombre sobre el recurso, cualquiera que ésta sea: Manejo, Pastoreo, Incendios, Producción de carbón o leña etc.
<i>Obras Civiles</i>	Se describirán la presencia y clase de obras civiles incluidas en y en las inmediaciones al punto de muestra.
<i>Visibilidad</i>	Se clasificará la visibilidad desde el punto de vista de la belleza escénica.
<i>Agua</i>	Se describirá la presencia de cuerpos de agua en la parcela su origen y clase si es posible.
<i>Flora</i>	La observación de la flora en el entorno estará enfocada a la presencia de especies clasificadas como vulnerables, raras o en peligro de extinción según Conaf (1989).
<i>Fauna</i>	Se describirán por medio de presencia/ausencia la fauna existente en el punto de muestra, si es posible una identificación se deberá registrar. Observación indirecta como presencia de fecas, rastros, o sonidos serán utilizados también como fuente de apoyo al registro.

Variables de la parcela

Las variables observadas o medidas en este nivel se observan y miden al interior del área definida como parcela.

Variable	Descripción
<i>Identificación de La Unidad</i>	Identificar el número de la parcela, el número del conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
<i>Accesibilidad</i>	Definir la ruta de llegada al punto mediante parámetros de Distancia, Tiempo, Altitud
<i>Pendiente</i>	El cálculo de la pendiente permite establecer con precisión la parcela. Para ello se debe identificar en el terreno y sobre el punto centro de la parcela la dirección en que la pendiente es más fuerte (dirección de la pendiente predominante). La estimación de la pendiente es en porcentaje
<i>Coordenadas</i>	Corresponde a las coordenadas de referencia geográfica en UTM Huso 18, Elipsoide Internacional de 1924.
<i>Manejo</i>	Tipo Raleo a Desecho Raleo Comercial Tala Rasa Arbol semillero Preparación de suelo Corta en Faja Arbol Futuro Control de malezas Fertilización Intensidad del Manejo Sin Manejo Ligero Moderado Fuerte Tipo De Monte Monte Alto Monte Bajo Monte Medio.
<i>Establecimiento</i>	Determina el origen del bosque en su mecanismo de establecimiento.
<i>Estado De Desarrollo</i>	Brinzal Monte Bravo Bajo Monte Bravo Alto Latizal Fustal
<i>Exposición</i>	Descripción de la ladera de exposición de la parcela
<i>Forma de la Pendiente</i>	Cóncava, plana o convexa
<i>Relieve</i>	
<i>Tipos de Caminos de Acceso</i>	Temporal, ripiado, asfalto, carretera

Continuación Variables de la Parcela

Variables	Descripción
<i>Erosión</i>	Tipo De Erosión No evidente Laminar De Deslizamiento Cárcavas en "V". De Zanjas Grado De Erosión Ligera Moderada Severa Extrema
<i>Tipo de Ganado</i>	Descripción del tipo de ganado que suele pastorear en el área de la parcela
<i>Intensidad Del Pastoreo</i>	No evidente, Ligera, Moderada, Severa.
<i>Flora</i>	La flora en la parcela se evalúa a nivel del sotobosque, a nivel de la cobertura del suelo y a nivel de la presencia de especies raras, vulnerables o en peligro de extinción.
<i>Tipo De Sotobosque</i>	El sotobosque se considera a todos aquellos arbustos o matorrales por debajo del dosel arbóreo. El cual puede ser Leñoso o No Leñoso.
<i>Densidad Del Sotobosque</i>	Estimar cuanto porcentaje del suelo de la parcela está cubierto por sotobosque.
<i>Flora Del Suelo</i>	Observar si el piso de la parcela presenta hierbas, pasto, helechos o enredaderas o bien está desnudo.
<i>Densidad de Flora del Suelo</i>	Qué porcentaje del piso de la parcela está cubierto por la flora del suelo.
<i>Agua</i>	Caudal Estero Canal de Regadío Riachuelo Río Vertiente Embalse Tranque Laguna y lagos Frecuencia Permanente Temporal
<i>Fauna</i>	Tipo y Frecuencia Registro del tipo de fauna, su especie y cantidad.
<i>Obras Civiles</i>	Si existen obras civiles al interior de la parcela deberá identificarse y describirse.

Variables del suelo

Variable	Descripción
<i>Profundidad del Suelo:</i>	Sólo Horizonte A mezcla de material orgánico y mineral
<i>Profundidad de Hojarasca:</i>	La parte de la Hojarasca (litera o mantillo) del Horizonte orgánico del material que ha caído recientemente y donde aún se pueden identificar los órganos (Horizonte Aoo).
<i>Profundidad del Humus :</i>	Este horizonte, del horizonte orgánico, es aquel de material totalmente descompuesto, donde toman lugar los procesos de humificación. Es de color café a café oscuro, constituido por sustancias amorfas más o menos resistentes, originada por la descomposición de los restos vegetales y animales (Horizonte O).
<i>pH o Reacción del Suelo:</i>	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ión hidrógeno.
<i>Grado de Cobertura de Copas</i>	El grado o porcentaje de cobertura de Copas corresponde a la proporción del suelo cubierta por la copa de los árboles.
<i>Color</i>	Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Croma.
<i>Textura</i>	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa, Franca, Limosa y combinaciones de las mismas.
<i>Estructura</i>	Sin estructura Laminar Prismática En bloques Granular
<i>Condición de Humedad</i>	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable, Seco, Húmedo y Saturado dependiendo de las condiciones iniciales de medición.
<i>Fauna del Suelo</i>	Determinar la presencia o ausencia de Lombrices (principalmente) ya que ellos cumplen importantes funciones trasladando los residuos vegetales hacia el interior del suelo o incorporándolos a él. Se aplicará en forma de variables binaria como: Presencia / Ausencia y adicionalmente, conteo por unidad de área.

Variables de regeneración

La regeneración o las variables asociadas a la parcela de Regeneración, permite estimar cual será la composición y calidad de los bosques futuros. La regeneración se mide por conteo dentro de la parcela de área 1 m². En ella se distinguen 4 estratos según altura:

- Estrato 1: 0 – 0,5 m
- Estrato 2: 0,51 – 1,0 m
- Estrato 3: >1,01 m y < 1,3m
- Estrato 4: >1,3 y DAP <4.0 cm

En cada estrato se debe identificar por Especie, el número de plantas que están contenidas en la parcela.

Variables asociadas a árboles individuales

Estas variables corresponden a las que se miden u observen sobre cada individuo seleccionado dentro de las parcelas para aquellos individuos con DAP mayor o igual a 8 cm.

Variables	Descripción
<i>Especie</i>	Se deberá registrar la especie a la que pertenece el árbol
<i>DAP</i>	Diámetro a la altura del pecho (a 1.3 m)
<i>Diámetro al tocón.</i>	Diámetro al nivel del tocón (0,3 a 0,5 m)
<i>Diámetro a 1/3 de la altura total</i>	Diámetro del fuste a 1/3 de la altura total orientado a cálculo del volumen si no tiene función de volumen.
<i>Diámetro al inicio de Copa.</i>	Medición del diámetro a la altura del inicio de la copa viva.
<i>Diámetro de Copa.</i>	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes Norte – Sur y Este – Oeste.
<i>Espesor corteza 1 y espesor corteza 2</i>	Dos mediciones de espesor de corteza a la altura del DAP.
<i>Altura comercial</i>	Altura a un índice de utilización definido durante el proyecto.
<i>Altura total</i>	Medición de la altura total del árbol hasta el ápice de la copa.
<i>Calidad</i>	Clasificación de calidad del árbol desde el punto de vista de su estado general, sanidad y forma. (3 clases)
<i>Forma,</i>	Recta, Bifurcada, Curvada, Torcida, Multifustal. Inclinado,
<i>Arbol Nido</i>	Variable binaria de presencia/ausencia de nidos asociados a fauna.
<i>Posición en el dosel</i>	Descripción en clases respecto a su posición en el estrato de altura.
<i>Crecimiento</i>	Tarugos de incremento para adelantar el crecimiento de los últimos 6 años en una submuestra de árboles.

Continuación Variables asociadas a árboles individuales

Variables	Descripción
<i>Variables de copa</i>	Clasificación respecto de la apariencia de la copa (Normal, Angosta, Ancha, Asimétrica, simétrica, incompleta) y su estado sanitario (Sana, Atacada, Dañada).
<i>Estado Sanitario</i>	Sano Enfermo Dañado
<i>Agente Causante</i>	Insecto Taladrador, Defoliador, Minador, Agallas, Fuego, Viento, Sequía, Heladas, Cancros, Ganado, Personas, Hongos, Anegamiento, Otros
<i>Zona y Tipo de Daño o Enfermedad</i>	Ninguna, General, Fuste, Raíces, Follaje, Brotes, Quebraduras, Quemadura, Marchitez, Manchas, Muerte apical, Perforaciones, Resinosis, Clorosis, Lanosidad, Otros,
<i>Intensidad</i>	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el árbol o por la zona dañada del árbol. Estos son: No evidente, Ligero, Moderado, Severo, Muerte, Masivo.

Variables de mortalidad

La medición de los árboles muertos en la parcela permite la estimación del volumen total producido en el sitio la calidad y cantidad del mismo por unidad de superficie y tipo de producto. Permite calcular el crecimiento al momento del monitoreo. Para esos efectos es importante evaluar tanto en términos del volumen, como del área basal y del número de árboles el valor de la mortalidad en la parcela. Con ese objetivo sobre los árboles muertos se identifica, en la medida que sea posible:

Variables	Descripción
<i>Especie</i>	Identificar la especie
<i>Causa</i>	Identificación de la causa de muerte
<i>DAP</i>	Medición de tamaño para estimación de volumen. Se mide a 1,3 metros de largo si el árbol está caído
<i>Diámetro al Tocón</i>	Tamaño al diámetro del tocón o al diámetro superior visible
<i>Diámetro sección superior y altura</i>	Diámetro a la altura o largo superior para propósitos e cubicación
<i>Diámetro de intersección</i>	Medición del diámetro de intersección de árbol caído con línea de muestreo
<i>Largo</i>	Medición de largo del árbol caído en metros
<i>Forma</i>	Estimación de la forma original del individuo en lo posible

Variables socioeconómicas y culturales

(se considerarán en segundo ciclo 2011-2020)

Variables	Descripción
<i>Área de relevancia religiosa</i>	Comprende una descripción e identificación de un área bajo muestreo que presenta una importancia religiosa para comunidades locales u otras
<i>Tenencia de la tierra</i>	Tipo de tenencia de la tierra.
<i>Grupo familiar asociado al recurso</i>	Identifica o relaciona el grupo beneficiario de los recursos comprendidos en la muestra
<i>Número de personas dependientes del bosque o recurso asociado al bosque</i>	Cuantificación de las personas directamente relacionadas a algún producto del bosque o usufructo del espacio del mismo (hongos, bayas, ganado, etc.)
<i>Área de importancia cultural y recreacional</i>	Área que por sus características presenta relevancia en la cultura local. (ej. Áreas de reuniones, deportivas etc.)
<i>Rango de ingreso del grupo familiar</i>	Caracterización del ingreso económico del grupo familiar
<i>Actividad económica principal del grupo familiar</i>	Identificación de la actividad principal del grupo familiar, indica grado de dependencia del bosque
<i>Presencia de plantaciones forestales cercanas</i>	Define si existen en las cercanías plantaciones forestales.
<i>Otras</i>	Otras a definir según énfasis del estudio

Procesamiento de los datos y generación de resultados

Procesamiento a nivel de árboles

Una vez que los datos básicos del inventario se encuentran en Base de Datos debidamente validados y corregidos, se inicia el siguiente conjunto de cálculos por individuo.

- CALCULO DE RELACIÓN DAP-ALTURA

Para aquella sub-muestra definida en la parcela de acuerdo al procedimiento descrito en el Manual de Operaciones en Terreno, se debe estimar la relación DAP-Altura total a objeto de completar con estimaciones de esta a aquellos individuos que no fueron medidos en

terreno. La relación se ajusta por Mínimos Cuadrados a algunos de los modelos siguientes o variaciones de los mismos:

$$H = a + bDAP + cDAP^2$$

$$H = a + b \frac{1}{DAP}$$

$$\ln H = a + b \frac{1}{DAP}$$

con,

- H :Altura total (m)
DAP :Diámetro a la altura del Pecho (cm)
a,b :coeficientes

- CALCULO DE VOLUMEN CUBICO INDIVIDUAL BRUTO

Una vez determinadas las alturas estimadas para aquellos individuos no medidos en terreno, se procede a estimar el volumen cúbico por individuo en m³s.s.c. a partir de algunas de las funciones de volumen descritas en la literatura, u otra tabla de volumen local disponible. Se utiliza en lo posible una función de volumen por especie.

No obstante lo anterior, se ha implementado un sistema de validación de funciones de forma de asegurar que las estimaciones sean adecuadas, según el procedimiento descrito por Martin M. (1999). Este procedimiento consiste en utilizar las lecturas de Diámetro a 1/3 de la altura total, el Diámetro al Inicio de Copa y altura al Inicio de la Copa, para por la vía de la estimación de B-Splines calcular un volumen estimado según la integral numérica del B-Spline definido, este método ha permitido utilizar funciones de volumen de otras especies en aquellos individuos de aquellas especies que carecen de funciones o presentan funciones cuya población de origen no corresponde con la población definida por los datos medidos.

- CALCULO DEL VOLUMEN CUBICO INDIVIDUAL NETO

El cálculo del volumen neto individual comprende a la simple asignación de volumen neto para aquel individuo que cumpla con los requisitos de calidad de forma, sanidad y daño especificados como tipo 1 en el Manual de Operaciones de Terreno y descritos como atributos en la Base de Datos.

- CALCULO DEL VOLUMEN CUBICO INDIVIDUAL DE DESECHOS

Para aquellos individuos muertos o porciones de individuos yacentes en el suelo o aún en pié, se evalúa el volumen de desecho de acuerdo a la aproximación de Smalian o estimación directa para muestreo en línea para los individuos sobre el suelo, y según

estimación por función de volumen definida para la especie y conglomerado para aquellos individuos aún en pie.

- CALCULO DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO INDIVIDUAL

El método de estimación para el incremento anual periódico individual (Husch 1982) utilizado, consiste en la regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios por parcela de los incrementos reales contra el Diámetro a la Altura del Pecho de los individuos con submuestra de acuerdo al modelo general o variaciones de este:

$$\text{incremento}_{ij} = a_i + b_i DAP_{ij} + \text{error}_i$$

donde,

a_i, b_i : Coeficientes de regresión para la parcela i.
 DAP_{ij} : Diámetro a la Altura del Pecho c/c del árbol i de la submuestra en parcela j.
 incremento_{ij} : Incremento medio en Diámetro a la altura del Pecho c/c para el árbol i de la parcela j.

Resultados para cada una de la j regresiones se aplican a cada individuo de la muestra que carece de medición de incremento.

Procesamiento a nivel de Parcelas

Al completar las estimaciones de árboles individuales, se utilizan aquellas variables que tienen relevancia para la estimación de las existencias, a partir de las parcelas que componen el conglomerado.

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES TOTALES POR HECTÁREA

Para estimar el Número de árboles total por hectárea definido por cada parcela, se aplica el factor de expansión relativo al tamaño de cada círculo concéntrico dentro de la parcela por la siguiente fórmula:

$$Narb / ha = f_{12.62} * n_{12.62} + f_{6.25} * n_{6.25} + f_{2.0} * n_{2.0} + f_{0.56} * n_{0.56}$$

Donde, el subíndice representa el radio de la parcela concéntrica, f el factor de expansión y n el número de individuos contabilizados en esa parcela concéntrica. Para el caso de árboles cubicables se consideran en esas clases y formulas con los factores $f_{2.0}$ y $f_{0.56}$ iguales a cero.

- POR ESPECIE

Para el caso del cálculo del número de árboles totales por hectárea por especie, estimados a partir de las parcelas concéntricas, se aplica la misma fórmula desagregando n de la parcela concéntrica en las diversas especies como:

$$Narb / ha_{especie} = f_{12.62} * (n_{sp,12.62}) + f_{6.25} * (n_{sp,6.25}) + f_{2.0} * (n_{sp,2.0}) + f_{0.56} * (n_{sp,0.56})$$

con,

$$\sum_{especie} Narb / ha_{especie} = Narb / ha$$

- POR CLASE DE CALIDAD

Para el cálculo del número de árboles por ha por clase de calidad similarmente la desagregación de n por clases de calidad se aplica:

$$Narb / ha_{calidad} = f_{12.62} (n_{cal,12.62}) + f_{6.25} (n_{cal,6.25})$$

con,

$$\sum_{calidad} Narb / ha_{calidad} = f_{12.62} * (n_{12.62}) + f_{6.25} * (n_{6.25})$$

La suma de árboles por clase de calidad es igual al total de árboles por ha., mayores a 8.0 cm de DAP.

- POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El Número de árboles por hectárea que presentan daño o ataque de enfermedades según clasificación descrita en el Manual de Operaciones en Terreno, se calcula según:

$$Narb / ha_{daño} = f_{12.62} * (n_{daño,12.62}) + f_{6.25} * (n_{daño,6.25})$$

con,

$$\sum_{daño} Narb / ha_{daño} = f_{12.62} * (n_{12.62}) + f_{6.25} * (n_{6.25})$$

La suma de árboles por tipo de daño es igual al total de árboles por hectárea mayores a 8.0 cm de DAP.

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA

La estimación del área basal/ha a nivel de parcela se calcula como:

$$AreaBasal / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_i$$

Donde,

n_k :Número de árboles en la parcela concéntrica de radio k ,
 g_i :Área Basal del árbol individual
 ($g = \Pi/4*(DAP^2)$)

- POR ESPECIE

La estimación del área basal por especie por ha a nivel de parcela es:

$$AreaBasal / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} g_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} g_{sp,i}$$

Con,

$$\sum_{especie} Areabasal / ha_{especie} = Areabasal / ha$$

- POR CLASE DE CALIDAD

$$AreaBasal / ha_{calidad} = f_{12,62} \sum_{i=1}^{n12,62} g_{cal,i} + f_{6,25} \sum_{i=1}^{n6,25} g_{cal,i}$$

Con,

$$\sum_{calidad} Areabasal / ha_{calidad} = Areabasal / ha$$

- POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

$$AreaBasal / ha_{daño} = f_{daño,12,62} \sum_{i=1}^{n12,62} g_{daño,i} + f_{sp,6,25} \sum_{i=1}^{n6,25} g_{daño,i}$$

Con,

$$\sum_{daño} Areabasal / ha_{daño} = Areabasal / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR PARCELA

A objeto de estimar los volúmenes cúbicos brutos por hectárea a nivel de las parcelas se aplican las siguientes expresiones:

$$VolB / ha = f_{12,62} \sum_{i=1}^{n12,62} v_i + f_{6,25} \sum_{i=1}^{n6,25} v_i$$

donde

v_i :Volumen de árbol individual en m³s.s.c. de acuerdo a función de volumen sólido para árboles cubicables y para la especie.

- POR ESPECIE

$$VolB / ha_{especie} = f_{sp,12,62} \sum_{i=1}^{n12,62} v_{sp,i} + f_{sp,6,25} \sum_{i=1}^{n6,25} v_{sp,i}$$

con,

$$\sum_{especie} VolB / ha_{especie} = VolB / ha$$

- POR CLASE DE CALIDAD

$$VolB / ha_{calidad} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{cal,i} + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{cal,i}$$

con,

$$\sum_{calidad} VolB / ha_{calidad} = VolB / ha$$

- POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

$$VolB / ha_{daño} = f_{daño,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} v_{daño,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} v_{daño,i}$$

Con,

$$\sum_{daño} VolB / ha_{daño} = VolB / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA

El volumen cúbico neto por hectárea en pie, comprende la suma de los volúmenes individuales descontados de las pérdidas por calidad y sanidad de acuerdo a factores de perdidas fp definido por especie o grupos de especies o por zona geográfica.

$$VolN / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} fp * v_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} fp * v_s$$

- POR ESPECIE

$$VolN / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} fp * v_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} fp * v_{sp,i}$$

con,

$$\sum_{\text{especie}} VolN / ha_{\text{especie}} = VolN / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE VALOR POR HECTÁREA

El volumen de material de valor por hectárea en pie a nivel de la parcela, se estima como volumen neto de aquellos individuos mayores a 25 cm. en DAP.

$$VolAS / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} vas_{i,1} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} vas_{i,1}$$

donde,

$vas_{i,1}$:Volumen de valor del individuo i de calidad 1 y sanidad 1, de acuerdo a Manual de Operaciones de Terreno.

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE VALOR POR ESPECIE POR HECTÁREA

El volumen de valor por hectárea por especie en pie a nivel de la parcela se estima como:

$$VolAS / ha_{\text{especie}} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n_{12.62}} vas_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n_{6.25}} vas_{sp,i}$$

con,

$$\sum_{\text{especie}} VolAS / ha_{\text{especie}} = VolAS / ha$$

- ESTIMACIÓN DE LA ALTURA MEDIA

La estimación de la altura media de la parcela se realiza por medio de la aplicación de la media ponderada de las alturas estimadas por los factores de expansión correspondientes a los diámetros de las alturas determinadas para cada árbol de la parcela.

$$HTMedia = \frac{1}{\sum_k N_k} \{ f_{12.62} * \sum_i (HT_{12.62,i}) + f_{6.25} * \sum_i (HT_{6.25,i}) \}$$

donde,

$HT_{k,i}$:Altura del individuo i en la parcela concéntrica de radio k

N_k

:Número de individuos/ha asociados a parcela concéntrica de radio k

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIODICO POR HECTÁREA

Para la estimación del crecimiento se recurre al procedimiento de extracción de tarugos por medio de taladros de incremento según lo descrito en el Manual de Operaciones en Terreno y el cálculo de las relaciones funcionales lineales descritas en punto anterior (Ver Cálculo del Crecimiento Periódico individual).

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO PERIODICO EN CLASES DE DIÁMETRO

$$CAP_{claseDAP} = \frac{\sum_{i=1}^{nclaseDAP} cap_i}{nclaseDAP}$$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO EN AREA BASAL POR HECTÁREA EN UN PERÍODO “P”

El cálculo del crecimiento anual periódico en Área Basal por hectárea se estima como:

$$CAB/ha_P = \frac{1}{P} \frac{\pi}{4} f_{12.62} \left\{ - \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i,claseDAP})^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\} +$$
$$\frac{1}{P} \frac{\pi}{4} f_{6.25} \left\{ - \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (DAP_{i,p} - P * CAP_{i,claseDAP})^2 \right] + \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (DAP_{i,p0})^2 \right] \right\}$$

donde,

P : período en años
 P_0 : inicio del período

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN VOLUMEN BRUTO POR HECTÁREA

Para la estimación del crecimiento en volumen se requiere de la concurrencia de tablas de volumen local por especie. En caso de no contar con dichas funciones se calcula el volumen individual al tiempo $p_0 = t-p$, utilizando las funciones de volumen generales a un $p \leq 4$ años, a objeto de aplicar de esta forma las relaciones DAP - $Altura$ estimadas a partir del inventario para cada parcela/conglomerado/especie. Una vez estimados estos volúmenes se estima el crecimiento anual periódico por ha en volumen bruto como:

$$CAPVOL / ha_p = \frac{1}{P} f_{12.62} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n_{12.62}} (v_{i,p}) \right] - \left[\sum_{i=1}^{n_{12.62}} (v_{i,p0}) \right] \right\} + f_{6.25} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n_{6.25}} (v_{i,p})^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^{n_{6.25}} (v_{i,p0}) \right] \right\}$$

Procesamiento a nivel de Conglomerados

La estimación de las diversas variables por Conglomerado se realiza por medio de la aplicación de promedios para aquellas unidades que caen en terrenos forestales.

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA

El número de árboles por hectárea que caracteriza al conglomerado es:

$$NarbCong / ha = \sum_j Narb_j / J$$

con,

j :índice de parcela en terrenos forestales.

J :Número total de parcelas del conglomerado que pertenece a terreno forestal

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR ESPECIE

A nivel de conglomerado el valor medio de número de árboles por ha por especie es:

$$NarbCong / ha_{especie} = \sum_j Narb_{especie,j} / J$$

donde,

$$\sum_j NarbCong / ha_{especie} = NarbCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

A nivel de conglomerado el número de árboles por clase de calidad se estima de acuerdo a:

$$NarbCong / ha_{calidad} = \sum_j Nab_{calidad,j} / J$$

donde,

$$\sum Nab_{calidad} / ha_{calidad} = Nab_{calidad} / ha$$

- ESTIMACIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El número de árboles por grado de ataque o daño por hectárea se calcula como:

$$NarbCong / ha_{daño} = \sum_j Nab_{daño,j} / J$$

donde,

$$\sum Nab_{daño} / ha_{daño} = Nab_{daño} / ha$$

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA

La estimación del área basal por hectárea a nivel del conglomerado se calcula como:

$$ABCong / ha = \sum_j AB_j / J$$

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR ESPECIE

La estimación del área basal por especie por conglomerado se da por la expresión siguiente:

$$ABCong / ha_{especie} = \sum_j AB_{especie,j} / J$$

donde,

$$\sum ABCong / ha_{especie} = ABCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

La estimación por clase de calidad por conglomerado en área basal se calcula por:

$$ABCong / ha_{calidad} = \sum_j AB_{calidad,j} / J$$

donde,

$$\sum ABCong / ha_{calidad} = ABCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

El área basal por conglomerado de daño por hectárea se calcula como:

$$ABCong / ha_{daño} = \sum_j AB_{daño,j} / J$$

donde,

$$\sum ABCong / ha_{daño} = ABCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA

La estimación del Volumen bruto sólido sin corteza que caracteriza al conglomerado se calcula como:

$$VCong / ha = \sum_j V_j / J$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR ESPECIE

$$VCong / ha_{especie} = \sum_j V_{especie,j} / J$$

donde,

$$\sum VCong / ha_{especie} = VCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR CLASE DE CALIDAD

$$VCong / ha_{calidad} = \sum_j V_{calidad,j} / J$$

donde,

$$\sum VCong / ha_{calidad} = VCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO BRUTO POR HECTÁREA POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

$$VCong / ha_{daño} = \sum_j V_{daño,j} / J$$

donde,

$$\sum VCong / ha_{daño} = VCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA

El Volumen cúbico neto en cada conglomerado se estima como:

$$VNCong / ha = \sum_j VolN_j / J$$

- ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CÚBICO NETO POR HECTÁREA POR ESPECIE

$$VNCong / ha_{especie} = \sum_j VolN_{especie,j} / J$$

donde,

$$\sum VNCong / ha_{especie} = VNCong / ha$$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN CLASES DE DIÁMETRO

El cálculo del crecimiento anual periódico en clases de diámetro a nivel de conglomerado se realiza según la siguiente expresión:

$$CAPCong_{claseDAP} = \frac{\sum_{j=1}^J cap_{j,claseDap}}{J}$$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIÓDICO EN AREA BASAL POR HECTÁREA

El cálculo del crecimiento anual periódico en área basal por ha en el conglomerado se calcula por medio de:

$$CABCong = \frac{\sum_{j=1}^J CAB_j}{J}$$

- ESTIMACIÓN DEL CRECIMIENTO ANUAL PERIODICO EN VOLUMEN POR HECTÁREA

$$CVOLCong = \frac{\sum_{j=1}^J CAPVol_j}{J}$$

- ESTIMACIÓN DE LAS EXISTENCIAS VOLUMÉTRICAS EN RESIDUOS GRUESOS POR HECTÁREA

$$T = \frac{1,2331}{L} \sum_i D_i^2$$

Con,

- T : Volumen (m³/ha)
- L : Largo transecto con pendiente corregida (m)
- D : Diámetro de intersección (cm)

Procesamiento a nivel de la población

Estimación desde unidades muestrales a la población total

A partir de las unidades muestrales definidas en el diseño muestral y del número definitivo medido en la toma de datos de terreno, se procede a calcular algunos estadígrafos que reflejan la calidad de la estimación por la vía de describir la incertidumbre estadística asociada a los estimados.

Así los estimados de las existencias volumétricas en m³s.s.c. de la población definida según los párrafos anteriores son:

- CALCULO DE LA MEDIA TOTAL Y EXISTENCIAS TOTALES

$$\mu = \frac{\sum_{mn} V_{ij}}{MN}$$

donde,

μ : Media total estimada en m³s.s.c por hectárea
 V_j : Volumen cúbico sólido en pié de la parcela i ($i=1,N$) del conglomerado $j=\{1,M\}$

- CALCULO DE LA VARIANZA DE LA MEDIA TOTAL

La varianza muestral de la media total se estima como un muestreo clásico en dos etapas para una población infinita de acuerdo a:

$$Var(\mu) = \frac{\sum_j^M n_j (v_j - \mu)^2}{\left(\sum_j^M n_j\right)(m-1)}$$

donde,

v_i : Volumen medio por hectárea del conglomerado j en m^3 s.s.c.
 μ : Volumen medio total del área de estudio ambas regiones
 n_j : Número de parcelas secundarias del conglomerado j
 m : Número total de unidades primarias

con,

$$\sum_j^M n_j : m n_j$$

- CALCULO DEL ERROR ASOCIADO A LA MEDIA TOTAL

El cálculo del error de la media total y por ende de las existencias estimadas se calcula como:

$$Error(\mu) = t_g \hat{S}$$

con,

$Error(\mu)$:Error absoluto de la media total en m^3 s.s.c.
 \hat{S} :Desviación estándar de la media en m^3 s.s.c.

De forma similar, las expresiones anteriores se aplican para esquemas más desagregados de estimación como cálculo de las existencias a nivel regional, provincial, por tipo forestal por ejemplo, y sus respectivos errores muestrales.

Resultados tabulares de variables cuantitativas-tablas de existencias

Una de las expresiones más útiles para describir el estado y condición cuantitativa de los bosques es la tabla de existencia, la cual describe las diversas variables de estado de rodal desglosándola en valores por clase diamétrica. Estas tablas representan para cada clase de diámetro sus respectivos:

- Número de árboles medio por hectárea por clase de diámetro
- Volumen medio por hectárea por clase de diámetro
- Altura media por clase de diámetro
- Crecimiento anual periódico medio por clase de diámetro

El procedimiento de cálculo para la elaboración de estas tablas se basa en las siguientes expresiones:

- NÚMERO DE ÁRBOLES MEDIO POR HECTÁREA POR CLASE DE DIÁMETRO

$$N / ha_{clasedap} = \sum_{clasedap} N / ha_{clasedap,i,j} / j$$

con,

$N/ha_{clasedap,i,j}$:Número de árboles i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J :Número de conglomerados totales.

- VOLUMEN MEDIO POR HECTÁREA EN M³S.S.C. POR CLASE DE DIÁMETRO

$$V / ha_{clasedap} = \sum_{clasedap} V / ha_{clasedap,i,j} / j$$

con,

$V/ha_{clasedap,i,j}$:Volumen i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J :Número de conglomerados totales.

- ALTURA MEDIA EN METROS POR CLASE DE DIÁMETRO

$$HT_{clasedap} = \sum_{clasedap} HT_{clasedap,i,j} / j$$

con,

$HT_{clasedap,i,j}$:Altura i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J :Número de conglomerados totales.

- CRECIMIENTO ANUAL PERIÓDICO MEDIO POR HECTÁREA EN VOLUMEN SÓLIDO (M3S.S.C)

$$CAPVol_{clasedap} = \frac{\sum_{clasedap} CAPVol_{clasedap,i,j}}{j}$$

con,

$CAPVol_{clasedap,i,j}$:Crecimiento anual periódico i en la clase de diámetro $clasedap$ en el conglomerado j
 J :Número de conglomerados totales.

Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono

El carbono se acumula en la biomasa del ecosistema forestal y la biomasa es definida como el peso, o estimación equivalente, de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal. Se reconocen cinco diferentes depósitos donde se acumula el carbono en el ecosistema forestal (IPCC 1996):

- En la Biomasa sobre el suelo, que considera los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea.
- En la Biomasa bajo el suelo, que se refiere a las raíces de la vegetación del ecosistema estudiado, tanto de los árboles como del sotobosque.
- En la Hojarasca, que es la capa de material orgánico (hojas, ramillas, semillas, etc.) no descompuesto y cuyas formas se pueden reconocer a simple vista.
- Árboles muertos en pie, y troncos los caídos
- En el suelo, el cual es considerado por el IPCC (1996) hasta una profundidad de 30 cm, debido a que el cambio de uso de la tierra tiene un mayor efecto en los estratos superiores.

En el inventario se consideran los componentes:

- Biomasa viva sobre el suelo
- Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos sobre el suelo

Los otros componentes no son estimados para determinar la biomasa y el contenido de carbono, en algunos casos por ser de difícil estimación (caso del Suelo) y en otros por ser de baja influencia en el total (caso hojarasca, ramillas). Para el caso de raíces se estima por factores de biomasa publicados en literatura (Gayoso et al, op.cit.)

Biomasa sobre el suelo

La biomasa sobre el suelo se calculó considerando dos métodos, según el nivel de información existente.

- Con funciones de biomasa

Se utilizaron funciones de biomasa total individuales para especies nativas de acuerdo al trabajo desarrollado por Gayoso *et al.* (2002) (Cuadro N°1). Estas funciones de biomasa se aplicaron a nivel de árbol individual.

Cuadro N°1. Funciones de biomasa por especie (Gayoso *et al.*, 2002).

Modelo	Especie	DAP	Parámetros		
			A	b	c
a + EXP (b + c * DAP)	Canelo (DW)	52 > DAP > 6	-5,73651	3,25257	0,07943
	Coigüe (ND)	105 > DAP > 6	-577,329	6,11716	0,02752
	Coigüe Chiloé (NN)	47 > DAP > 12	-146,927	4,76702	0,05591
	Tineo (WT)	91 > DAP > 6	-170,119	5,23563	0,03876
	Raúlí (NA)	66 > DAP > 5	-441,440	5,84538	0,03211
EXP (a + b * LN (DAP))	Ulmo (EC)	95 > DAP > 5	-1,44454	2,23634	
		70 > DAP > 5	-1,45875	2,23536	
	Avellano (GA)	27 > DAP > 6	-1,84774	2,23221	
	Tepa (LP)	74 > DAP > 6	-0,88067	2,00017	
	Mañío macho (PN)	55 > DAP > 5	-0,49120	1,90639	
Mañío hembra (SC)	54 > DAP > 7	-0,2277	1,77378		
a + b * DAP ²	Roble (NO)	72 > DAP > 5	-27,8703	0,59063	
EXP (a + b * DAP)	Luma (AL)	22 > DAP > 5	2,15765	0,16039	

- Biomasa a partir del volumen

Al carecer de funciones de biomasa, la biomasa se calculó a partir del volumen bruto fustal y después se expandió este valor para considerar toda la biomasa aérea. De tal forma que:

$$\text{Biomasa aérea (t/ha)} = \text{VC} * \text{D} * \text{FEB}$$

Donde :

VC : Volumen bruto fustal (m³/ha) de árboles con DAP ≥ 4 cm
D : Densidad básica de la madera (Contenido humedad 12 %) (t/m³)
FEB: Factor de expansión de biomasa (biomasa aérea seca/biomasa aérea comercial)

Para la determinación del volumen bruto se consideraron los árboles con DAP mayores a 4 cm y las densidades básicas de acuerdo al Cuadro N°2. En aquellos casos donde no fue posible identificar la especie se usó una densidad básica de 0,5 ton/m³, según lo describe IPCC (1996).

El factor de expansión utilizado para la estimación de la biomasa total aérea fue 1,75 de acuerdo a la metodología propuesta por IPCC (1996).

Cuadro N°2. Densidades básicas por especie (Gayoso et al., 2002).

Espece	Nombre común	Densidad básica (kg/m ³)	n	Fuente
<i>Araucaria araucana</i>	Araucaria	483,0		Pérez (1983)
<i>Gevuina avellana</i>	Avellano	506,7	90	FONDEF (2002)
<i>Drimys winteri</i>	Canelo	431,2	48	FONDEF (2002)
<i>Nothofagus dombeyi</i>	Coigue	504,2	316	FONDEF (2002)
<i>Laurelia sempervirens</i>	Laurel	447,2	12	FONDEF (2002)
<i>Persea lingue</i>	Lingue	464,3	20	FONDEF (2002)
<i>Saxegothea conspicua</i>	Mañío hembra	547,0	11	FONDEF (2002)
<i>Citronella mucronata</i>	Naranjillo	460,1		FONDEF (PI)* (2002)
<i>Embotrium coccineum</i>	Notro	474,4		FONDEF (Ga) (2002)
<i>Aextoxicon punctatum</i>	Olivillo	487,9	12	FONDEF (2002)
<i>Sophora microphylla</i>	Pelú	488,0		FONDEF (Ap) (2002)
<i>Cryptocarya alba</i>	Peumo	460,1		FONDEF (PI) (2002)
<i>Lomatia hirsuta</i>	Radal	474,4		FONDEF (Ga) (2002)
<i>Nothofagus alpina</i>	Raulí	507,6	68	FONDEF (2002)
<i>Nothofagus obliqua</i>	Roble	461,4	259	FONDEF (2002)
<i>Laureliopsis philippiana</i>	Tepa	438,2	273	FONDEF (2002)
<i>Weinmannia trichosperma</i>	Tineo	540,8	146	FONDEF (2002)
<i>Dasyphyllum diacanthoides</i>	Trevo	652,7	12	FONDEF (2002)
<i>Eucryphia cordifolia</i>	Ulmo	546,9	379	FONDEF (2002)
<i>Lomatia dentata</i>	Avellanillo	474,4		FONDEF (Ga) (2002)
<i>Nothofagus antártica</i>	Ñirre	464,0		Pérez (1983) (Np)
<i>Luma apiculata</i>	Arrayán	799,1		FONDEF (AI) (2002)
<i>Amomyrtus luma</i>	Luma	764,5	12	FONDEF (2002)
<i>Rhaphithamnus spinosus</i>	Arrayán macho	435,8		FONDEF (Dw) (2002)
<i>Mirceugenia exsucca</i>	Pitra	799,1		FONDEF (AI) (2002)
<i>Caldcluvia paniculata</i>	Tiaca	555,0		Pérez (1983) (Wt)
<i>Aristotelia chilensis</i>	Maqui	331,0		Pérez (1983) (Alamo)
<i>Maitenus boaria</i>	Maitén	474,4		FONDEF (Ga) (2002)
<i>Tepualia stipularis</i>	Tepú	799,1		FONDEF (AI) (2002)
<i>Amomyrtus meli</i>	Meli	799,1		FONDEF (AI) (2002)
	Escallonia sp	710,0		Pérez (1983) Prosopsis chilensis
<i>Ovidia pillo-pillo</i>	Pillo pillo	331,0		Pérez (1983) (Alamo)
<i>Lomatia ferruginea</i>		474,4		FONDEF (Ga) (2002)
<i>Podocarpus nubigena</i>	Mañío macho	513,2	54	FONDEF (2002)
<i>Azara integrifolia</i>		474,4		FONDEF (Ga) (2002)

<i>Fitzroya cupressoides</i>	Alerce	405,0	Pérez (1983)
<i>Austrocedrus chilensis</i>	Ciprés de la cordillera	424,0	Pérez (1983)
<i>Blepharocalyz cruckshanksii</i>	Temu	799,1	FONDEF (Al) (2002)
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	Ciprés de las gaitecas	405,0	Pérez (Fc)
<i>Crinodendron hookerianum</i>	Chaquihue, polizón	435,8	FONDEF (Dw) (2002)
<i>Fuchsia magellanica</i>	Chilco	710,0	Pérez (1983) Prosopsis chilensis
<i>Maytenus magellanica</i>	Leña dura	799,1	FONDEF (Al) (2002)
<i>Mirceugenia planipes</i>	Picha-Picha	799,1	FONDEF (Al) (2002)

* Iniciales de nombre científico de especie que se asemeja.

Biomasa de árboles muertos en pie y residuos gruesos

- Árboles muertos en pie

Para la determinación de la biomasa de los árboles muertos en pie se consideró el volumen y densidad de la especie, según la fórmula:

$$\text{Biomasa árbol muerto en pie (ton/ha)} = V * D$$

donde:

V: Volumen según Smalian (m³/ha)

D: Densidad aparente (ton/m³)

Para los valores de densidad se consideraron los del Cuadro N°2, al no reconocer la especie se utilizó una densidad aparente de 0,5 ton/ha según lo recomendado por IPCC.

- Residuos gruesos

Los residuos gruesos se definen como todos los residuos con diámetros ≥ 10 cm. Para la determinación de la biomasa de los residuos gruesos se utilizó el volumen y la densidad y se consideró un factor de descuento según el grado de descomposición del residuo.

$$\text{Biomasa de residuos gruesos (ton/ha)} = V * D * FD$$

donde:

V: Volumen según fórmula de Smalian (m³/ha)

D: Densidad básica (ton/m³)

FD: Factor de descuento por descomposición

La densidad básica se obtuvo del Cuadro N°2 cuando fue posible identificar la especie, al carecer de dicha identificación se consideró una densidad promedio de 0,5 ton/m³ (IPCC, 1996).

Para el factor de descuento de descomposición, se consideró la información generada por el proyecto FONDEF D9811076, donde en un estudio de residuos de bosque nativo se

establecieron 3 categorías de descomposición. Por otra parte, el Inventario utiliza 5 categorías de descomposición (Cuadro 3a) para rescate en terreno, y para poder utilizar la información del proyecto FONDEF se asimilaron en las tres categorías como aparece en el Cuadro N°3b.

Cuadro 3a. Clases de descomposición de residuos gruesos

Clase	Integridad Estructural	Textura porciones degradadas	Color madera	Raíces invasoras	Ramas y ramillas
1	Troza sana intacta y reciente	Intacta, sin degradación sin cuerpos frutales visibles de hongos	Color original	Ausentes	Existen ramas y ramillas presentes aun en troza, corteza aun firme y pegada
2	Sana	Mayoritariamente intacta, medula parcialmente blanda, inicio de degradación, pero no puede arrancarse a mano desnuda	Color original	Ausente	Existen ramas y muchas de las ramillas ya no existen, corteza pelada en algunas porciones
3	Xilema sano (troza capaz de soportar su propio peso)	La medula se encuentra ausente o se puede arrancar vía manual	Color original a café rojizo	Solo xilema	Las ramas no se sueltan a nivel del cuello
4	Xilema descompuesto troza no soporta su propio peso pero mantiene su forma	Piezas en forma de bloque, blandas, su puede hundir un pieza metálica	Café claro a rojizo	Presencia total de raíces	Las ramas se sueltan solas
5	Ninguna pieza mantiene su forma	Blanda, polvorienta cuando esta seca	Café Rojizo a café oscuro	Presencia total de raíces	Uniones de ramas degradadas

Cuadro N°3b
Categorías de descomposición y porcentaje de descuento de densidad básica (Proyecto FONDEF D98I 1076).

Categoría descomposición (Proyecto FONDEF D98I1076)	Descomposición	Densidad básica (ton/m ³)	% de densidad básica	Categoría descomposición Inventario
1	Baja degradación	0,49 - 0,52	100 %	1 a 2
2	Degradación Media	0,28 - 0,37	65 %	3
3	Alta degradación	0,14 - 0,26	40 %	4 a 5

Contenido de Carbono y CO₂ eq

Después de determinar la biomasa de los árboles vivos y la biomasa de árboles muertos y residuos gruesos, se calculó la cantidad de carbono almacenado.

Para esto se utilizó como base el trabajo realizado por el proyecto FONDEF, el cual determinó el contenido de carbono considerando especies del tipo forestal Siempreverde y Roble-Raulí-Coihue, se utilizó el valor promedio de contenido total de carbono que fue 49,64 % (Gayoso y Guerra, 2002). Las respectivas biomásas se multiplicaron por este factor obteniéndose el contenido de carbono.

$$\text{Carbono de biomasa (t/ha)} = \text{Biomasa (ton/ha)} * 0,4964$$

En el caso de la representación del contenido de Carbono en CO₂ eq se corrige la expresión anterior por 44/12.

Método de actualización del Inventario Continuo en Bosque Nativo

A objeto de actualizar el inventario se recurre a la remediación parcial en combinación con la información del crecimiento de los bosques haciendo uso de la aproximación conocida como Kalman Filter según propuesta de Dixon y Howitt (1979) y basado en la aplicación de matrices transición, de acuerdo con lo siguiente:

Sea,

$$X_{t+1} = AX_t + Bu_t + e_t \quad [1]$$

Con $e_t \sim N(0, \Omega)$

A :matriz de transición
X_t :variable de estado de interés
B :magnitud de la acción de control
u_t :vector de control

De acuerdo con Kangas (1990) si la variable observada difiere de la variable de estado, el modelo puede aproximar la media según una variable auxiliar 'y' con:

$$y_t = CX_t + v_t$$

Con **C** matriz de diseño y $v_t \sim N(0, \Theta)$

De acuerdo a [1] la media condicional de predicción del Kalman Filter es

$$X_{t+1|t} = AX_t + Bu_t$$

Con matriz condicional de la media como:

$$P_{t+1|t} = AP_tA' + \Omega$$

Donde $P_1 = \Theta$

Dado el muestreo los residuos corresponden a la siguiente expresión $\eta_{t+1} = y_{t+1} - Cx_{t+1|t}$, permitiendo completar el ciclo del Kalman Filter en la parte de actualización como:

$$X_{t+1|t+1} = X_{t+1|t} + K_{t+1}\eta_{t+1}$$

y,

$$K_{t+1} = (P_{t+1|t}^{-1} + C\Theta_{t+1}C)^{-1}C\Theta_{t+1}^{-1}$$

Así, la covarianza condicional del estimador es:

$$P_{t+1|t+1} = (P_{t+1|t}^{-1} + C\Theta_{t+1}C)^{-1}$$

Método de actualización. Programa de Inventario de Plantaciones Forestales - Pequeños y Medianos Propietarios (PYMP)

El Instituto Forestal (INFOR) ha venido realizando desde los años 80 la labor de actualización de plantaciones de especies exóticas de las diversas regiones en nuestro país. Como producto principal de estas actualizaciones se entrega tradicionalmente una cartografía de base 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar con los polígonos de rodales de las diversas especies exóticas forestales, principalmente Pino radiata (*Pinus radiata* D.Don), y Eucalipto (*Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*) con atributos en base de datos abarcando superficie en hectáreas por rodal, edad de plantación y eventualmente algunos atributos dasométricos como área basal, número de árboles por hectárea y alturas. Se entiende como rodal de plantación aquella formación boscosa que se caracteriza por una cobertura de más del 75% del suelo cuyos individuos obedecen a un sistema de establecimiento por plantación o regeneración vegetativa bajo manejo y que comparten una misma edad o rango de edad de no más de 2 temporadas (cubriendo casos de replante) y un espaciamiento regular. Toda esta información es manejada y administrada en un sistema geográfico de información (SIG) institucional y su resolución espacial alcanza 5 ha.

Desde sus inicios (1980) la metodología de actualización de INFOR se ha basado en el análisis exhaustivo de las carpetas prediales originadas y administradas por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) quien es el ente encargado de las regulaciones asociadas a las actividades forestales en el territorio nacional. Adicionalmente, la metodología involucra una componente de fotointerpretación en material diverso de acuerdo a disponibilidad de recursos principalmente financieros, desde fotografías de escala grande (1:20.000, 1:30.000 con costos actualmente de decenas de millones de pesos) a imágenes satelitales de resolución espacial media y fina (tamaño de píxel de 30x30 m a 5x5 m), y también una componente de visitas a terreno de corrección y validación de los puntos dudosos arrojados por la fotointerpretación del material.

El presente informe detalla la metodología actualmente en uso con énfasis en la incorporación de nuevas técnicas tendientes a facilitar las labores de fotointerpretación, específicamente en lo que respecta a la detección de plantaciones jóvenes, con edades de plantación inferiores a los tres años a partir de imágenes satelitales de alta resolución.

El objetivo general del Programa de Inventario de Plantaciones Forestales es el de crear y mantener en forma continua información sobre el estado y condición de los recursos de plantaciones forestales, por la vía del procesamiento y análisis de datos recolectados en forma periódica.

En el caso específico de este informe, el objetivo es documentar el método de actualización utilizado por INFOR, con énfasis en la incorporación de nuevas técnicas orientadas a objetos para la clasificación semi automatizada de imágenes. El propósito subyacente es el de generar nuevos esquemas piloto que guíen y faciliten la etapa de fotointerpretación de imágenes que tradicionalmente ha realizado INFOR como parte de la actualización de plantaciones de especies exóticas pertenecientes a pequeños y medianos propietarios.

Elaboración de coberturas cartográficas digitales

La metodología utilizada por INFOR para la actualización de superficies de plantaciones forestales pertenecientes a pequeños y medianos propietarios involucra un desarrollo en varias etapas donde se suman fuentes de información de distintos orígenes y escalas para generar cartografía y valores estimados de superficie de plantaciones presentes por cada región, los cuales van asociados a medidas de error en su estimación.

Por un lado, se realiza una recopilación de información a nivel regional partiendo de las carpetas prediales que mantiene CONAF, cuya cartografía en papel es luego georeferenciada y llevada a un marco común. Esta información se digitaliza para su incorporación en un sistema de información geográfico, donde se incorporan todos los polígonos de superficies reportadas; al momento del orden de las decenas de cientos para todo el país.

Además de la digitalización de información de las carpetas prediales, se realiza como complemento un trabajo de fotointerpretación de imágenes provenientes de capturas de sensores satelitales y/o fotografías aéreas a distintas escalas, requiriendo para ello de personal altamente calificado con años de experiencia en el rubro. Las imágenes utilizadas en esta labor están supeditadas a disponibilidad y limitaciones de tipo presupuestario, haciendo necesario priorizar las adquisiciones. Ello redundará en la necesidad de cuidar la asignación de recurso, dando preferencia a aquellas zonas con mayor probabilidad de cambios o para las que no se hubiese contado con información en períodos anteriores.

Determinación de error e intervalos de confianza

Debido a la dificultad de contar con imágenes cubriendo la totalidad de las áreas de interés donde se ubican las plantaciones de pequeños y medianos propietarios, se hace relevante el poder contar con una estimación de las superficies de plantaciones, así como del error de la estimación y los intervalos de confianza asociados a este. Con este fin se recurre a la aplicación e implementación de un esquema de muestreo en cuadrantes aleatorizados restringidos; sustentado en los siguientes supuestos:

1. Los errores definidos en superficies se distribuyen como Poisson con media y varianza λA , donde λ es la intensidad de los errores por unidad de superficie y A el área de estudio.
2. Se asume que los errores tienen igual probabilidad de aparecer en toda la región y que son generados por el proceso estocástico dominado por λ ; este supuesto, puede variar si se reconoce en los datos una tendencia espacial de los errores.
3. Si la unidad muestral utilizada para la determinación de los errores es definida bajo un mecanismo de aleatorización, los estimadores resultantes pueden ser considerados como representativos de toda la población.

Donde el estimador del error y sus variables componentes corresponden a:

y_i : Superficie de diferencias del cuadrante "i"

z_i : Superficie efectiva/estimada del cuadrante "i"
 R : Tasa promedio de error por unidad de área,

con

$$R = \frac{\sum_{i=1,n} y_i}{\sum_{i=1,n} z_i}$$

Según esta expresión, se considera que la estimación insesgada del error en superficie asociado al método empleado por INFOR es igual a: $R \cdot A$ donde A corresponde a la superficie total de terceros estimada según método de INFOR.

Es importante considerar el estimador de la varianza del error total de la estimación. Para ello, se asume que los errores tienden a presentarse más bien agregados que completamente aleatorios en su distribución espacial, por ello el estimador aproximado de la varianza de las diferencias totales es:

$$\text{var}(RA) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 + R^2 \sum_{i=1}^n z_i^2 - 2R \sum_{i=1}^n z_i y_i \right)$$

con:

y_i : Superficie diferencia del cuadrante "i"
 z_i : Superficie efectiva o estimada del cuadrante "i"
 R : Tasa promedio de error por unidad de área,
 A : Superficie total de terceros según INFOR

Así el intervalo de confianza del estimado total se puede aproximar como:

$$\text{Intervalo Confianza estimador total} : R \pm t_n \frac{\text{var}(RA)}{\sqrt{n}} \text{ ha.}$$

Deducible de esta expresión, se encuentra el error del muestreo o confiabilidad estadística del estimado poblacional debido a la aplicación del muestreo.

El esquema general del proceso de actualización de plantaciones para PYMP descrito se puede apreciar en la Figura N°4.

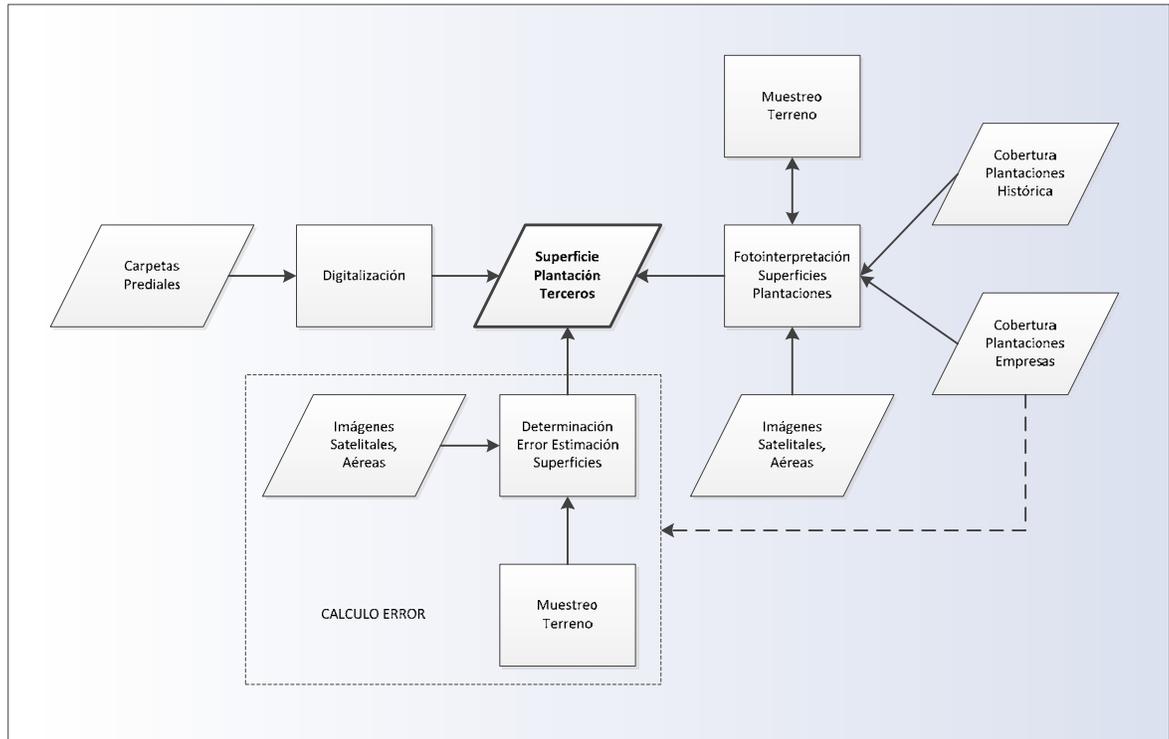


Figura N°4. Método de actualización superficie plantaciones PYMP

Clasificación orientada a objetos como apoyo a labores de fotointerpretación

Como se mencionó, INFOR recurre a imágenes de sensores remotos de diversas fuentes para apoyar el trabajo de detección de plantaciones en manos de terceros. Las imágenes utilizadas con mayor frecuencia han sido las provenientes de los instrumentos OLI, ETM+ y TM a bordo de plataformas LANDSAT, los satélites SENTINEL-2, ASTER, a bordo del satélite ALOS (10m) de la agencia espacial japonesa, así como imágenes de alta resolución de proveedores comerciales de información geoespacial (RapidEye, SPOT, WorldView, Geoeeye, FASAT-C, etc).

El uso de material satelital y el incremento de su resolución tiene ventajas; una de ellas relativa a la potencial detección más temprana de plantaciones jóvenes y una delimitación más precisa de las superficies. Empero, este aumento a su vez ha significado un incremento en la carga de trabajo de fotointerpretación, si se consideran superficies de procesamiento equivalentes. Ello hace necesario el empleo de otras técnicas de apoyo que ayuden a automatizar partes del proceso utilizado a la fecha.

El uso de técnicas tradicionales de clasificación supervisadas, que podrían ayudar a resolver este problema, es normalmente insuficiente. Ello porque el incremento en resolución espacial de los sensores remotos normalmente va asociado a una menor

disponibilidad de bandas espectrales, de las cuales dependen estrechamente estos clasificadores para su funcionamiento. A esto se agrega una mayor varianza en los valores de las bandas espectrales disponibles (**CITA**). Ambos factores mencionados hacen que los niveles de error obtenidos con este tipo de aproximación no sean los ideales; por lo que se hace necesario recurrir a otras fuentes de información y hacer uso de conocimiento sobre aspectos que nos permitan una mejor diferenciación de nuestras áreas de interés.

En este sentido la clasificación de imágenes orientada a objetos se ve como una alternativa interesante para facilitar el procesamiento de imágenes, al posibilitar la incorporación de información desde fuentes con resoluciones o escalas diversas, así como al permitir el trabajo con capas de tipo no sólo raster sino también vectoriales e información temática. Sin embargo, la característica más importante de este tipo de clasificación consiste en un cambio de paradigma (Kumar, 2007), donde en vez de trabajar con píxeles se trabaja con grupos de ellos en forma de objetos, los que presentan distintos atributos aparte de los espectrales y operan en un contexto jerarquizado (Figura N°5).

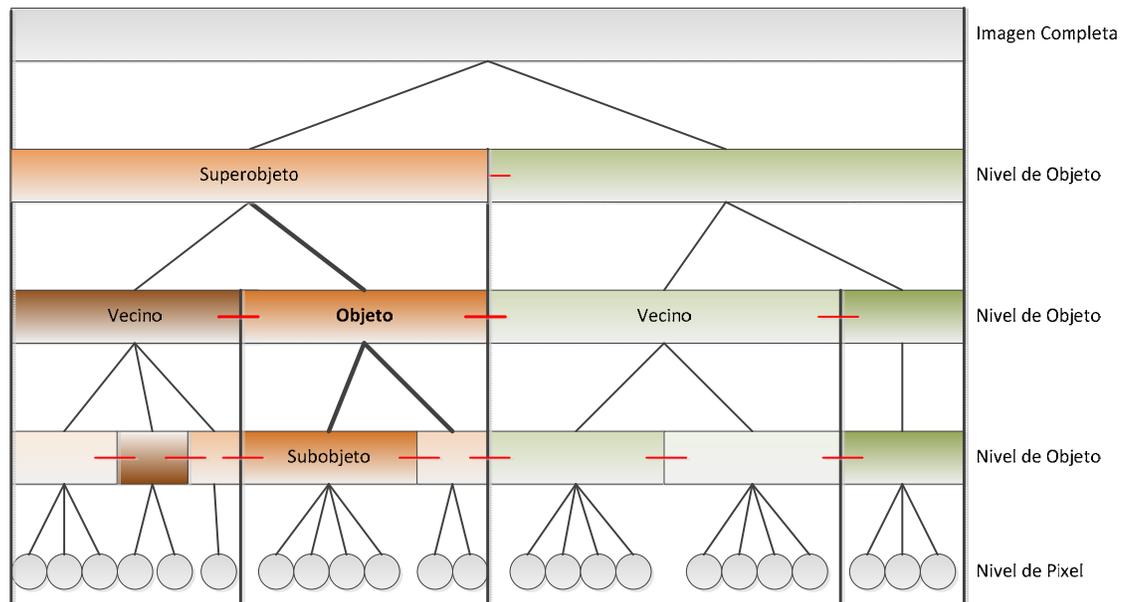


Figura N°5. Jerarquía de objetos de imagen y vínculos entre objetos (Reproducida desde Definiens, 2008)

- Ventajas y desventajas de la clasificación orientada a objetos

En líneas generales, las ventajas de un enfoque orientado a objeto serían las siguientes (Kumar, N., 2007):

- Aprovecha todas las dimensiones de la detección remota, incluyendo la:
 - Espectral
 - Espacial (área, longitud, dirección)
 - Morfológica (parámetros de forma, textura)
 - *Contextual* (relación respecto de los vecinos)
 - Temporal

- Incorpora técnicas y métodos probados en el campo del análisis de imágenes; como clasificadores supervisados, lógica difusa (fuzzy logic) y clasificaciones basadas en reglas
- Incorpora parte de la funcionalidad de sistemas de información geográficos respecto de clasificaciones temáticas, como el uso de información auxiliar, mediciones de distancia, etc.
- Es capaz de extraer elementos de la misma imagen a escalas diferentes (Kampouraki, M. et al, 2008; Kumar, N.,2007)

Resumiendo, este tipo de clasificación permite la incorporación de **conocimiento** desde diversas fuentes de datos e información, aplicada a objetos situados en distintos niveles, manteniendo conexiones jerárquicas entre los distintos niveles y relaciones entre objetos.

Como cualquier técnica, el enfoque orientado a objetos tiene también desventajas, entre las que se pueden contar las siguientes:

- identificar objetos de imagen y no objetos reales, así como fusionar objetos reales debido a confusión espectral (Kampouraki, M. et al, 2008)
- requerir idealmente de un conocimiento profundo de los elementos que se desean clasificar y su problemática
- ser usualmente más dispendiosa en términos de tiempo requerido para llegar a resultados satisfactorios
- requerir de mucha visión y experiencia para la elaboración de reglas fácilmente adaptables a situaciones y escenarios variables
- ser potencialmente menos transferible y replicable, por ende menos transparente

Propuesta operacional de clasificación orientada a objetos para detección de plantaciones jóvenes

Durante la fotointerpretación de imágenes para determinación de plantaciones forestales de exóticas pertenecientes a terceros, una de las dificultades es la detección temprana de estas superficies. Plantaciones inferiores a los tres años de edad usualmente son difíciles de discernir ya que por sus características tienden a confundirse con zonas de uso agrícola o de regeneración natural de especies nativas tras cosecha.

La detección, individualización y clasificación de estas zonas ambiguas, ralentizan el trabajo de interpretación. Por ello, es deseable contar con técnicas de clasificación parcial o totalmente automatizadas que permitan preseleccionar estas zonas de duda para su posterior evaluación por operadores expertos y eventual marcación para verificación en terreno.

A continuación se describe una propuesta preliminar para la detección de estas zonas, incorporando no sólo información espectral sino de conocimiento de los elementos que se desea detectar y cuyo diagrama de flujo general se puede apreciar en la Figura N°6 .

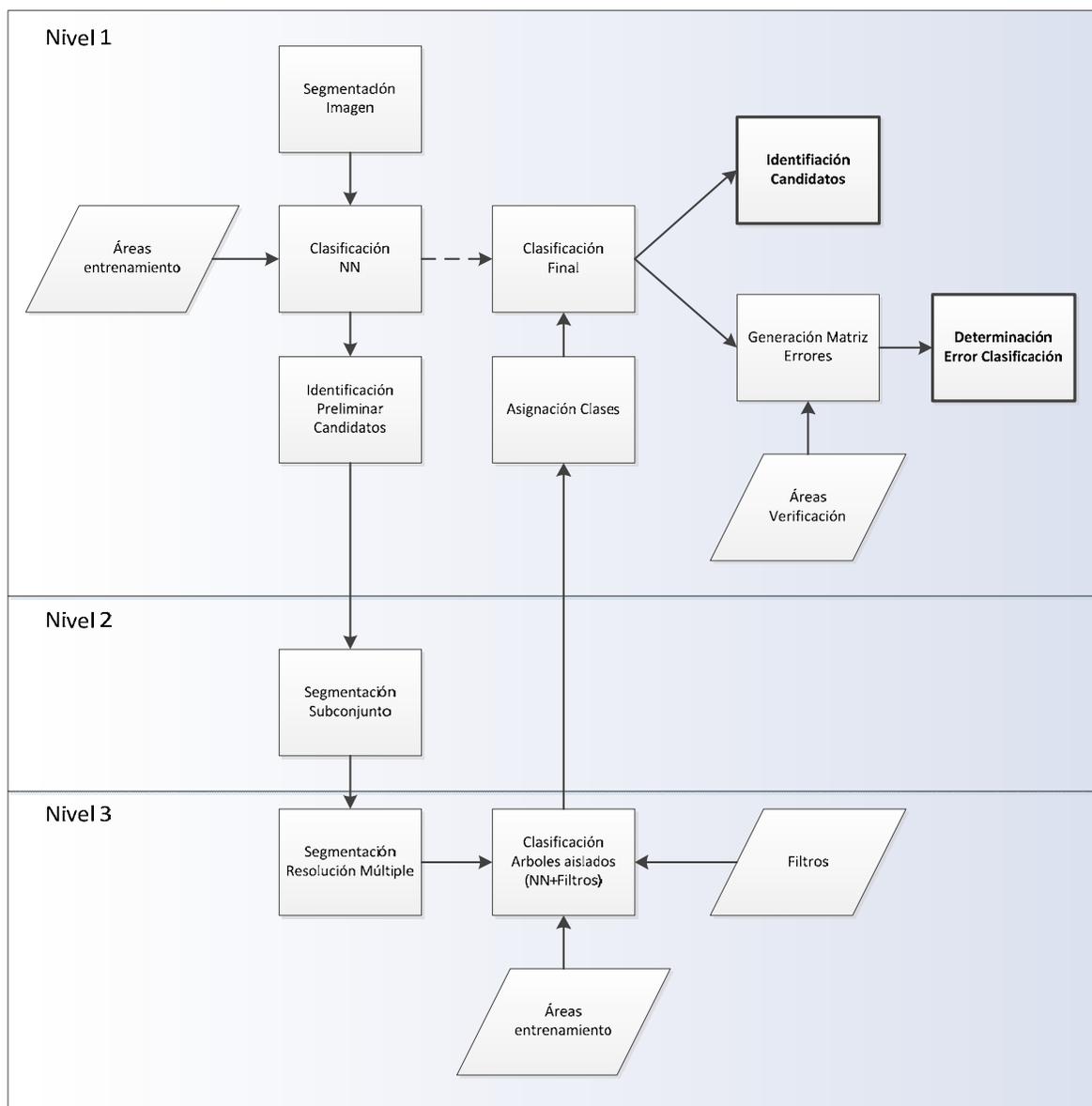


Figura N°6. Diagrama de flujo para identificación candidatos plantación joven

- Segmentación Inicial de Imágenes

El procedimiento de clasificación orientada a objetos partió por la segmentación de imágenes satelitales utilizando un algoritmo de resolución múltiple, donde en base a información espectral de las imágenes, junto a factores de forma y compacidad se originaron polígonos, dividiendo las escenas en áreas o zonas más o menos homogéneas. Los parámetros aquí utilizados se generaron a partir de pruebas de segmentación sobre múltiples imágenes, empleando un esquema iterativo de prueba y error hasta dar con valores satisfactorios para la escala de clasificación requerida.

Los valores de entrada utilizados en la segmentación son específicos, dependiendo de factores como: tipo de sensor utilizado, número de bandas espectrales disponibles, resolución espectral, resolución espacial y contexto en que se realiza la segmentación.

Así por ejemplo, los parámetros antes mencionados no serán aplicables a imágenes provenientes de sensores con resolución espacial divergente; o incluso en el caso del mismo sensor, para regiones que cuenten con tamaño y forma de los elementos a identificar que ostenten características muy diferentes.

- Clasificación con Técnica de Vecino Más Cercano

Una vez realizada la primera segmentación de las escenas, se procedió a clasificar las imágenes en ocho clases generales (agrícola, bosque nativo, candidato a plantación joven, cuerpo de agua, nube, plantación forestal, zona edificada y sin clasificación) utilizando para ello un algoritmo de vecino más cercano (Richards, J., Jia, X., 2006; Liu, J.G., Mason, P., 2009). Con este propósito se seleccionaron mediante técnicas de fotointerpretación zonas de entrenamiento para todas las clases, con excepción de las candidatas a plantación joven. Para fines prácticos, estas muestras fueron consideradas como verdad de campo.

Para el caso de las zonas candidatas a plantación joven en cambio, se tomaron polígonos para los que efectivamente se tenía registro de pertenecer a esta categoría y este conjunto fue dividido en dos partes. Una porción se destinó al entrenamiento del algoritmo de clasificación, en tanto que los remanentes fueron reservados para la verificación de los resultados de la clasificación final. Se optó por esta vía al no disponer de tiempo suficiente como para realizar una campaña de terreno con este objetivo.

La clasificación utilizó entonces elementos provenientes de la lógica difusa para definir umbrales de pertenencia. Ellos a la postre definen la asignación de una superficie u objeto a las clases respectivas. Para la presente clasificación, este umbral fue establecido en un 60%. Así, todos los objetos cuyo valor de pertenencia a la clase fuesen menores a este umbral, automáticamente fueron asignados a la clase "sin clasificación".

- Identificación Candidatos y Segmentación Subconjunto Clasificación

A partir de la clasificación antes mencionada, se identificaron las superficies preliminares candidatas a tener plantaciones forestales jóvenes, con edades menores a tres años. Sobre este subconjunto se aplicó otra segmentación análoga a la inicial pero más detallada, orientada a la detección y extracción de características adicionales. Ello se hizo con miras a la posterior eliminación de errores de clasificación e incremento subsecuente en la confiabilidad de la clasificación a servir de guía para los fotointérpretes.

- Reclasificación Candidatos en Base a Conocimiento

Los objetos obtenidos de la segmentación del paso anterior fueron utilizados en el proceso de detección de árboles aislados, uno de los indicadores característicos de zonas con tipo de uso agrícola-ganadero. Con este fin se empleó nuevamente una clasificación de tipo vecino más cercano, esta vez con un umbral de clasificación de 70%. Dicha clasificación fue complementada mediante la inclusión de otras variables como área de copa de árbol

individual, índice de forma y otras variables relativas a la forma típica de los elementos a detectar.

Para el establecimiento de valores umbral de las variables, se optó por realizar una muestra de imágenes de referencia que sirvieron para acotar dichos parámetros; proceso que contempló la revisión y ajuste iterativo de los mismos. Finalmente con ambos elementos, clasificador por vecino más cercano y parámetros morfológicos y espaciales, se detectó la presencia de árboles aislados.

Una vez obtenido los números de árboles presentes a nivel de superobjeto (polígono base de clasificación), se reasignaron las clases de las áreas potenciales de contener plantaciones jóvenes a tres categorías: agrícola, candidato a plantación joven y áreas sin clasificar. Este resultado fue incorporado en la clasificación ya existente para el nivel 1, donde efectivamente se sobrescribió la clase original de candidatos a plantación joven. Con esto no sólo se esperó reducir errores de clasificación, sino también reducir el número total de polígonos necesarios de evaluar durante la fase de fotointerpretación tradicional utilizada por el método INFOR.

- Identificación Final de Candidatos y fotointerpretación asistida, Determinación de Errores de Clasificación

Finalmente el resultado de la clasificación fue exportado a shapefile para servir de guía en el proceso de fotointerpretación, a la vez que se realizó una determinación de los errores de clasificación utilizando una matriz de confusión, de manera de tener una indicación general del comportamiento de la clasificación. Una vez verificadas en terreno las áreas bien clasificadas se procede a verificar aquellas áreas que resultaron mal clasificadas y se les asigna clase por operador de fotointerpretación.

Referencias y Bibliografía

Definiens AG, 2008. Definiens Developer 7 - User Guide. Definiens AG. 536 pp.

Dixon, B. & Howitt R. 1979. Continuous Forest inventory using a linear filter. Forest Science 25:675-698.

Gayoso, J., Guerra J. y D. Alarcón. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF D9811076. Universidad Austral de Chile. 50 p.

Haig I.T. 1946. Forest Resources of Chile, As a Basis for Industrial Expansion.

IPCC. 1996. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. Intergovernmental Panel on Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 3. Revised Version. London.

Kangas A.,1991. Updated measurement data as prior information in forest Inventory. Silva Fennica 1991, Vol 25 N°3:180-191

Kampouraki, M., Wood, G.A., Brewer, T.R., 2008. "Opportunities and limitations of object-based image analysis for detecting urban impervious and vegetated surfaces using true-colour aerial photography" en Object Based Image Analysis. Springer. Pp 555-569.

Kumar, N., 2007. Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm. CRC Press. 206pp.

Liu, J.G., Mason, P., 2009. Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing. Wiley Blackwell. 462pp.

Loetsch-Haller 1964. Forest Inventory. BLV

Matern B.1960. Spatial Variation. Stochastic models and their application to some problems in forest survey and other sampling investigations

Scheuder H.T. et al 1998. Plot Designs for Ecological Monitoring of Forest and Range. North American Science Symposium, Mexico.

Scheuder H.T., T.Gregoire, G.Wood 1993. Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory.

Proyecto FONDEF D9911076. 2002. Inventario de Biomasa y Contabilidad de Carbono. Informe Técnico. Universidad Austral de Chile. 35 p.

Proyecto FONDEF D9911076.2000. Métodos de Medición y Funciones de Biomasa Forestal. 38p. Universidad Austral de Chile.

Proyecto FONDEF D9911076. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. 15 p. Universidad Austral de Chile.

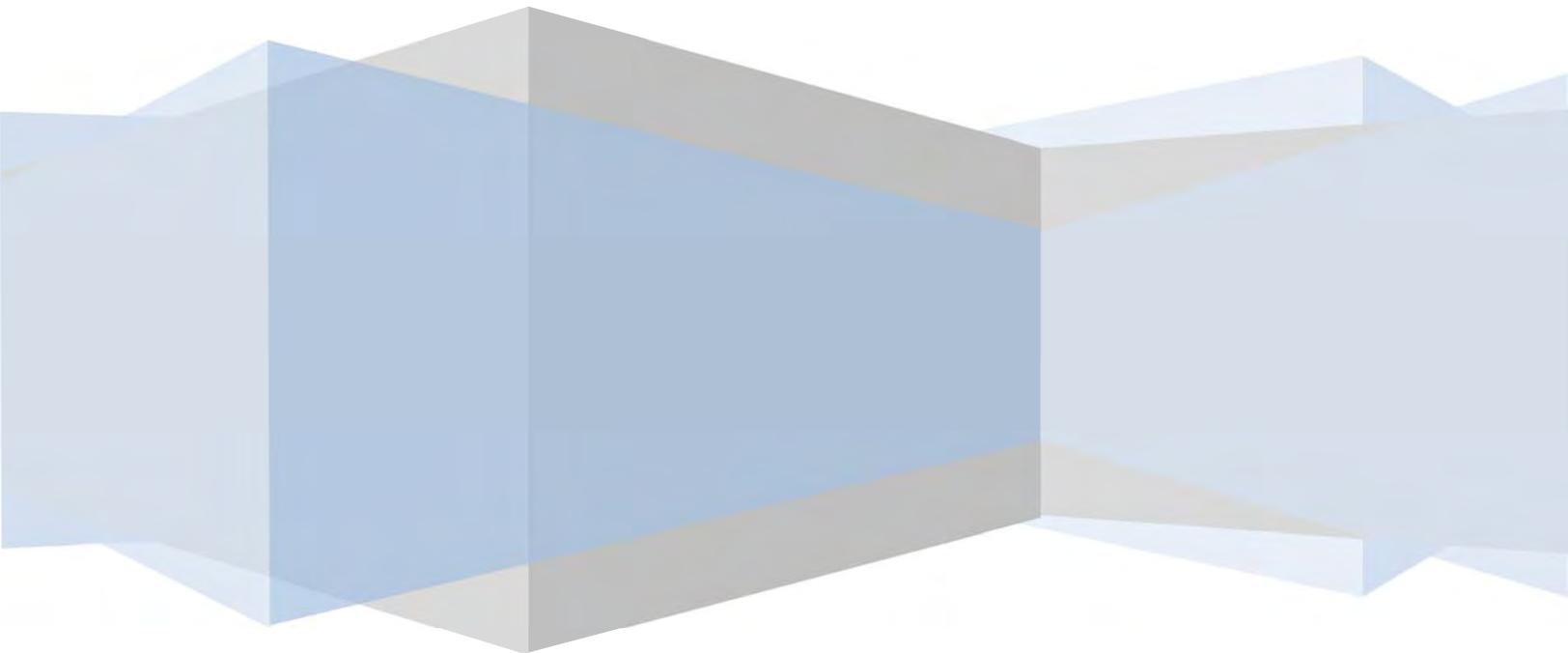
Richards, J., Jia, X., 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction. 4th Ed. Springer Verlag. 455pp.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES

CAPITULO II

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

ACTUALIZACIÓN DE PLANTACIONES FORESTALES	1
Los recursos forestales de plantaciones en Chile	1
Programa de actualización de plantaciones forestales	1
Inventario dasométrico-ambiental de las plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad forestal (PYMP)	2
Resultados	5
El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones	7
Región de Coquimbo	7
Región de Valparaíso	9
Región Metropolitana	11
Región de O'Higgins	13
Región del Maule	15
Región de Ñuble	17
Región del Bío Bío	19
Región de La Araucanía	21
Región de Los Ríos	23
Región de Los Lagos	25
Región de Aysén	27
Inventario Dasométrico en Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad (PYMP)	29

Índice de Figuras y Cuadros

Figura 1. Esquema de trabajo actualización de plantaciones forestales.....	2
Cuadro 1. Clases de Edad para <i>Pinus radiata</i> de PYMP.....	3
Cuadro 2. Clases de Edad para <i>Eucalyptus</i> de PYMP.....	3
Figura 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial)	3
Figura 3. Subparcelas de vegetación	4
Cuadro 3. Superficie (ha) de Plantaciones Forestales según Especie y Región. Diciembre 2018.....	5
Cuadro 4. Superficie (ha) de Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> y <i>Eucalyptus</i> por Región y Tipo de Propietario. Diciembre 2018	6
Cuadro 5. Superficie (ha) por Especie y Tipo de Propietario. Últimos seis Años.....	6
Cuadro 6. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Coquimbo.....	7
Cuadro 7. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Coquimbo.....	8
Cuadro 8. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Valparaíso	9
Cuadro 9. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Valparaíso	10
Cuadro 10. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región Metropolitana.....	11
Cuadro 11. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región Metropolitana	12
Cuadro 12. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de O'Higgins.....	13
Cuadro 13. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de O'Higgins	14
Cuadro 14. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Maule	15
Cuadro 15. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Maule	16
Cuadro 16. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Ñuble.....	17
Cuadro 17. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Ñuble.....	18
Cuadro 18. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Bío Bío	19
Cuadro 19. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Bío Bío	20
Cuadro 20. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de La Araucanía.....	21
Cuadro 21. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de La Araucanía.....	22
Cuadro 22. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Ríos	23
Cuadro 23. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Ríos	24
Cuadro 24. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Lagos.....	25
Cuadro 25. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Lagos	26
Cuadro 26. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Aysén	27
Cuadro 27. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Aysén.....	27
Cuadro 28. Volumen por especie región del Maule	29
Cuadro 29. Volumen por especie región del BíoBío.....	29
Cuadro 30. Volumen por especie región de la Araucanía	29
Cuadro 31. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule.....	30
Cuadro 32. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule	30
Cuadro 33. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule.....	30
Cuadro 34. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule	31
Cuadro 35. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule.....	31
Cuadro 36. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule	31
Cuadro 37. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule	31
Cuadro 38. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule.....	32
Cuadro 39. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del BíoBío.....	32
Cuadro 40. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío	32
Cuadro 41. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío.....	32
Cuadro 42. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío	33
Cuadro 43. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío.....	33
Cuadro 44. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío	33
Cuadro 45. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío.....	33
Cuadro 46. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío.....	34
Cuadro 47. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía	34
Cuadro 48. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía.....	34
Cuadro 49. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía.....	34
Cuadro 50. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía	35

Cuadro 51. Volumen *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía 35
Cuadro 52. Densidad *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía..... 35
Cuadro 53. Área basal *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía..... 35
Cuadro 54. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía 35
Cuadro 55. Volumen *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía 36
Cuadro 56. Densidad *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía 36
Cuadro 57. Área basal *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía..... 36
Cuadro 58. Altura dominante *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía 36

Los recursos forestales de plantaciones en Chile

Dentro del marco de trabajo del Programa de Monitoreo de Sustentabilidad de los Ecosistemas Forestales del Instituto Forestal (INFOR), se encuentra el Inventario Forestal Continuo. Bajo este concepto y herramienta estadística, se ubica el Programa de Actualización Permanente de Plantaciones Forestales de INFOR el cual es uno de los proyectos más antiguos del Instituto y cuyos orígenes se remontan al año 1979-80.

Este programa, se sustenta en dos pilares fundamentales: el seguimiento de la cobertura de plantaciones forestales (actualización) del país y, el inventario dasométrico-ambiental de las plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad forestal (PYMP).

Programa de actualización de plantaciones forestales

La actualización de superficies de plantaciones en pie a diciembre de 2018 incluyó las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, Bío Bío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén.

Una de las entradas de información del programa se produce a través del convenio de colaboración firmado por INFOR con empresas forestales asociadas a la Corporación Chilena de la Madera (CORMA). Estas empresas aportan información patrimonial de plantaciones en formato acordado en conjunto con INFOR; constituyendo una fuente de alta importancia, al proveer información directa sobre el patrimonio y terrenos bajo administración de las empresas forestales más relevantes del país, las que concentran y explican la mayor participación de la superficie de plantaciones a nivel nacional. Las siguientes empresas forestales participaron en el proceso de actualización 2018:

Forestal Arauco S.A.
Forestal Mininco S.A.
MASISA S.A.
Agrícola y Forestal Agua Buena I Ltda.
Agrícola y Forestal Agua Buena III Ltda.
Agrícola y Forestal Lincoyán I Ltda.
Agrícola y Forestal Lincoyán III Ltda.
Forestal El Astillero Ltda.
Forestal Aurora SpA.

La información de MASISA S.A. incluye las plantaciones de la empresa Hancock SpA, y Lago Lanalhue SpA (ex Forestal Tierra Chilena).

Las empresas Agrícola y Forestal Agua Buena I Ltda., Agrícola y Forestal Agua Buena III Ltda., Agrícola y Forestal Lincoyán I Ltda., Agrícola y Forestal Lincoyán III Ltda., Forestal El Astillero Ltda., Forestal Aurora SpA.; son administradas por Cambium S.A.

Otra entrada importante de información al programa es aquella correspondiente a los Pequeños y Medianos Propietarios forestales (PYMP), grupo conformado tanto por personas naturales, como por aquellas empresas que no están en convenio; y cuya información es compilada y procesada por INFOR.

En la actualización de plantaciones de PYMP, INFOR utiliza múltiples fuentes de datos e información, como son: bases de datos de plantaciones de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), imágenes satelitales, muestreo de verificación de terreno e información histórica.

En el caso particular de las plantaciones del año 2018 de PYMP, se realizaron muestreos regionales para comprobar el nivel de cumplimiento de las intenciones de plantación expresadas en información provista por CONAF (forestaciones y reforestaciones). Cabe destacar que las forestaciones aportan una superficie muy reducida, por lo tanto, el área plantada durante el 2018 proviene mayoritariamente de reforestaciones.

Las imágenes multiespectrales que se utilizaron como base en el período para este propósito corresponden al sensor OLI del satélite Landsat 8, cuyas bandas espectrales fueron realizadas a una resolución espacial de 15 x 15 metros haciendo uso de su banda pancromática. Estas imágenes fueron procesadas para detectar los cambios temporales ocurridos en las plantaciones forestales de PYMP; así se analizan las ganancias, es decir desarrollo de cobertura forestal en sectores originalmente desprovistos de cobertura arbórea y las pérdidas, que corresponden a la pérdida de cobertura arbórea producida por cosechas, incendios u otros factores. De forma complementaria a las imágenes Landsat, se recurrió a material satelital de alta resolución para asistir en la comprobación de superficies cubiertas por plantaciones jóvenes; más difíciles de detectar con material de resolución media.

La información es estructurada en una base de datos común, tanto para empresas como para pequeños y medianos propietarios forestales, tal como se muestra en la figura N° 1 a continuación.

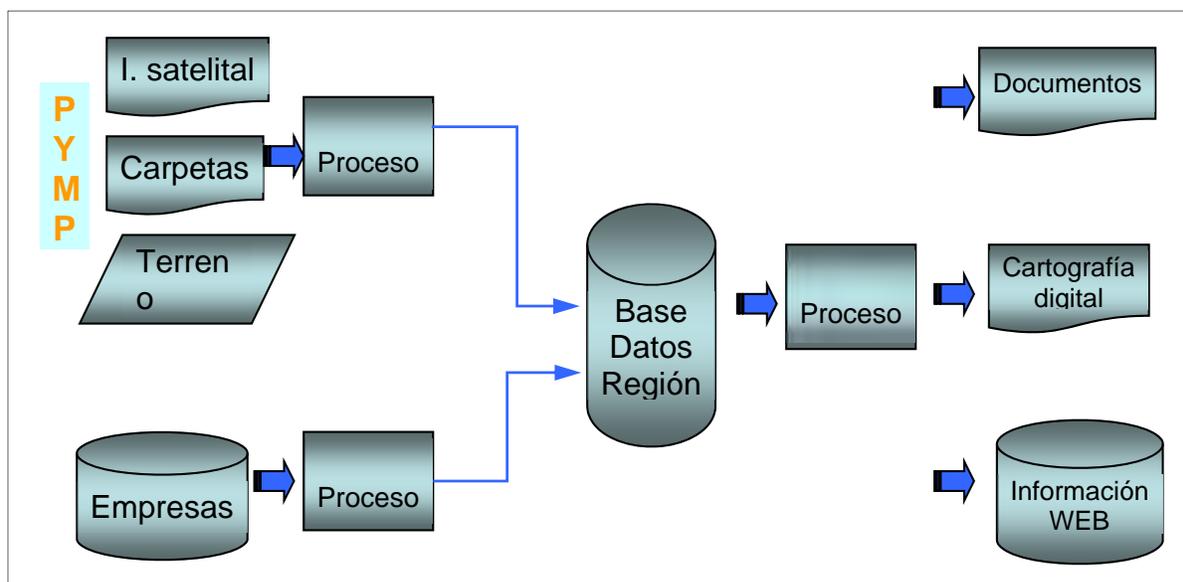


Figura 1. Esquema de trabajo actualización de plantaciones forestales

Finalmente, los resultados obtenidos se traducen en documentos, cartografía de plantaciones actualizada e información publicada en la WEB institucional.

Inventario dasométrico-ambiental de las plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad forestal (PYMP)

Además de la información de superficie de plantaciones, durante los años 2010 y 2011, se realizó un inventario a las plantaciones de *Pinus radiata* de PYMP, en la región del Bío Bío; y se repasaron algunos puntos de muestreo de las regiones del Bío Bío y Araucanía, correspondientes principalmente al género *Eucalyptus*; esto, para conocer las existencias volumétricas de las principales especies plantadas en el país de parte de este segmento de propietarios (PYMP). Las plantaciones de pino fueron estratificadas por edad en clases cada cinco años, en tanto para *Eucalyptus* las clases utilizadas fueron cada tres años (Cuadros 1 y 2 respectivamente). En ambos casos, la primera clase de edad no fue considerada en el inventario.

Cuadro 1. Clases de Edad para *Pinus radiata* de PYMP

ESPECIE	CÓDIGO CLASE	CLASE EDAD
Pinus radiata	2	6-10
	3	11-15
	4	16-20
	5	>= 21

Cuadro 2. Clases de Edad para *Eucalyptus* de PYMP

ESPECIE	CÓDIGO CLASE	CLASE EDAD
Eucalyptus	7	4-6
	8	7-9
	9	>= 10

Se levantaron datos de 70 unidades muestrales durante el año 2017, asociadas a la región del Maule y BíoBío. Estas unidades muestrales se distribuyeron en forma proporcional al tamaño del estrato, y fueron seleccionadas al azar. Cada punto muestral corresponde según diseño a un conglomerado de tres parcelas de radio variable donde este arreglo de tres parcelas se considera una unidad de registro y no una unidad estadística. El método de radio variable se utiliza aquí, en combinación con el método punto planta, geoméricamente distribuidas en forma de V, con una distancia de 30 m entre centros de parcelas, tal como se aprecia en la figura N° 2.

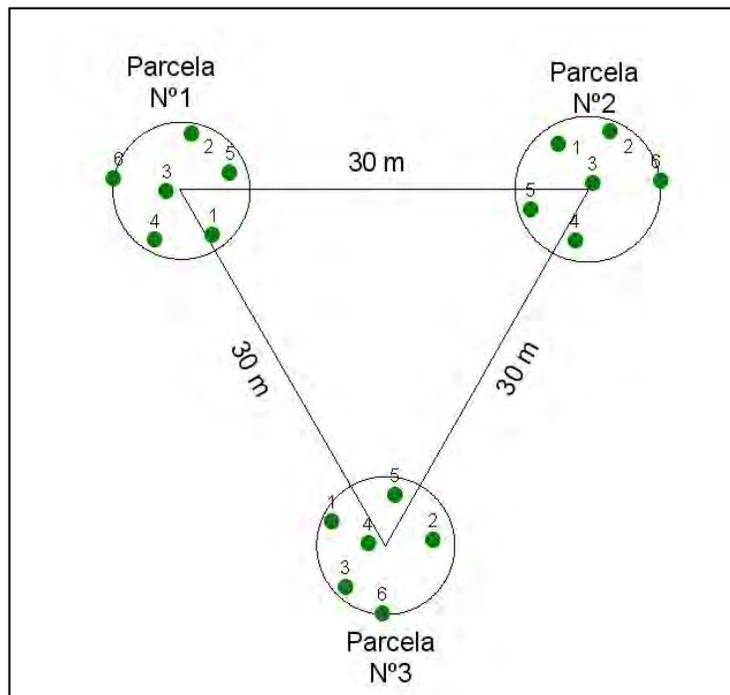


Figura 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial)

Las parcelas son de radio variable (Bitterlich), donde la submuestra de altura se selecciona por el esquema muestral punto-planta de sexto orden, es decir, se midió la distancia al sexto árbol más cercano del centro de la parcela y posteriormente se midieron las variables DAP-Altura en los seis árboles más cercanos.

En la parcela N° 1 se establecieron 3 subparcelas de vegetación de 1 m², 2 m² y 3 m², su distribución se muestra en la siguiente figura 3.

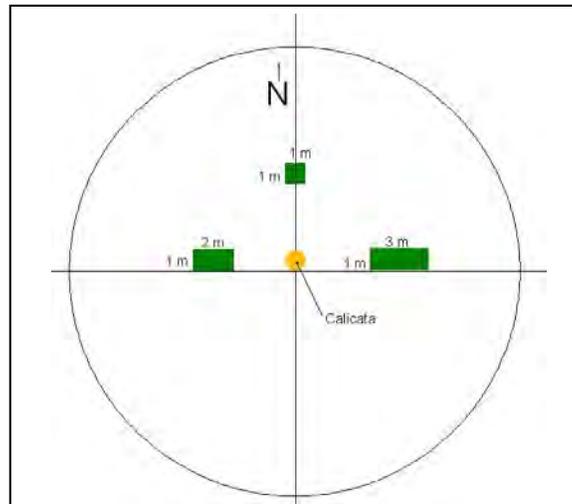


Figura 3. Subparcelas de vegetación

En la primera parcela del conglomerado, se realiza también una calicata de 50 cm. de profundidad, para la descripción del suelo, considerando aspectos de estructura, textura, color, pH, erosión, entre otras variables.

La planificación del inventario consideró un sorteo aleatorio restringido con al menos tres puntos de reemplazo, para cada unidad muestral seleccionada; los criterios utilizados para la ubicación de estos puntos de reemplazo fueron los siguientes: que correspondan a la misma especie, también que sea de igual clase de edad, y en lo posible esté ubicado a menos de 8 km. del punto originalmente seleccionado.

Dentro de los materiales relevantes utilizados en el inventario destaca el uso de capturadores de datos, hipsómetros Vertex (medición de alturas), GPS, huinchas diamétricas, dendrómetros digitales, calibrador de corteza, entre otros.

Resultados

Los cuadros detallados a continuación describen las existencias en superficie de la cobertura de las plantaciones forestales del país a diciembre del 2018. Las plantaciones forestales del país alcanzaron 2,303 millones de hectáreas, lo que implica un incremento en la superficie de plantaciones en pie de 14.361 ha, respecto del año anterior.

En cuanto a las tres especies más plantadas en Chile, *Pinus radiata* presenta un aumento de superficie de 8.559 ha, en comparación con el año 2017. *Eucalyptus globulus* disminuyó 5.030 ha; en cambio *Eucalyptus nitens* incrementó su superficie en 2.966 ha respecto del año anterior.

El detalle de estas plantaciones por región y las principales especies se desglosa en el cuadro 3 presentado a continuación.

Cuadro 3. Superficie (ha) de Plantaciones Forestales según Especie y Región. Diciembre 2018

Región	ESPECIE							TOTAL
	<i>Atriplex spp</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Otras	
Coquimbo	54.659	2.732	0	0	0	0	17.582	74.973
Valparaíso	0	36.825	0	0	6.592	0	1.190	44.606
Metropolitana	0	5.527	0	0	17	0	442	5.986
O'Higgins	0	48.564	14	0	65.017	0	1.747	115.341
Maule	0	50.160	2.639	0	327.857	94	3.940	384.690
Ñuble	0	69.172	15.409	0	181.361	48	5.700	271.690
Bío Bío	0	172.765	91.689	399	350.203	205	15.308	630.569
Araucanía	0	153.166	68.531	2.514	249.200	8.087	6.653	488.152
Los Ríos	0	20.535	61.535	3	90.912	3.812	6.777	183.574
Los Lagos	0	24.068	33.219	237	14.482	781	1.543	74.329
Aysén	0	0	7	18.712	0	3.456	7.800	29.976
Total ha	54.659	583.514	273.043	21.865	1.285.640	16.483	68.682	2.303.886

En el caso de las plantaciones de la especie *Pinus radiata*, y del género *Eucalyptus* (incluyendo todas las especies pertenecientes a este género), las superficies por tipo de propietario definidos en este estudio (Empresas en convenio y PYMP), y por regiones se describen en cuadro 4, presentado a continuación. En este se aprecia que las plantaciones de *Pinus radiata* están concentradas en las Empresas en convenio (71,5%). En tanto para el género *Eucalyptus* la situación es inversa, perteneciendo la mayoría a pequeños y medianos propietarios forestales (62,6%).

Cuadro 4. Superficie (ha) de Plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* por Región y Tipo de Propietario. Diciembre 2018

Región	<i>Pinus radiata</i>		<i>Eucalyptus</i>	
	E. convenio	PYMP	E. convenio	PYMP
Coquimbo	0,0	0,4	0,0	2.820,5
Valparaíso	0,0	6.591,6	0,0	37.274,3
Metropolitana	0,0	16,6	0,0	5.612,5
O'Higgins	4.776,1	60.240,7	39,0	48.561,8
Maule	206.187,4	121.669,2	10.512,2	42.602,1
Ñuble	134.626,8	46.734,3	28.333,7	61.086,0
Bío Bío	293.230,4	56.972,7	169.913,3	107.511,9
Araucanía	187.972,8	61.227,1	71.665,7	154.351,6
Los Ríos	83.063,6	7.848,9	37.215,2	49.212,8
Los Lagos	8.824,4	5.657,1	13.087,0	45.505,9
Aysén	0,0	0,0	2,9	5,0
Total (ha)	918.681,4	366.958,8	330.768,8	554.544,4

Respecto de las superficies plantadas en los últimos seis años por tipo de propietario, especie, y que se encontraban en pie a diciembre de 2018 (los incendios afectaron a los años 2016 y anteriores), se aprecia un fuerte incremento de Pino en los últimos dos años, en las empresas en convenio; y en 2018 los PYMP. En *Eucalyptus globulus* hay una ligera baja de la superficie plantada en los últimos años por parte de las empresas en convenio, en tanto los PYMP presentan un leve incremento el último año; la superficie plantada por PYMP con esta especie dobla a la de empresas en convenio. La superficie plantada con *Eucalyptus nitens* presenta comportamiento uniforme en lo referente a empresas en convenio, con el doble de superficie que la plantada por PYMP; tal como se detalla en cuadro 5.

Cuadro 5. Superficie (ha) por Especie y Tipo de Propietario. Últimos seis Años

Año	<i>Pinus radiata</i>		<i>Eucalyptus globulus</i>		<i>Eucalyptus nitens</i>		Total
	E. conv.	PYMP	E. conv.	PYMP	E. conv.	PYMP	
2013	34.912,2	10.491,4	11.846,5	17.821,5	10.995,4	7.065,5	93.132,6
2014	33.598,8	8.895,0	12.888,9	18.668,1	10.961,2	3.790,5	88.802,4
2015	36.555,1	8.829,6	11.857,0	23.878,6	11.031,6	5.366,8	97.518,7
2016	39.103,3	8.974,4	10.095,4	20.982,7	9.683,2	4.226,9	93.065,8
2017	48.186,9	11.596,8	8.863,3	19.127,6	9.913,7	5.130,7	102.819,1
2018	57.391,0	18.686,3	9.034,8	22.197,6	10.880,4	4.405,4	122.595,5
Total (ha)	249.747,3	67.473,5	64.585,8	122.676,2	63.465,5	29.985,8	597.934,1

El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones

Los cuadros presentados a continuación comprenden el resumen de resultados generado a partir de la actualización de superficies a Diciembre de 2018, por región administrativa.

Región de Coquimbo

La región de Coquimbo contabiliza un total de 74.973 ha de plantaciones, con predominancia de los géneros *Atriplex* y *Acacia*.

Cuadro 6. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Coquimbo

Comuna	<i>Atriplex spp.</i>	<i>Acacia saligna</i>	<i>E.globulus</i>	Otras	Total
La Serena	7,0	379,3	431,6	704,4	1.522,3
La Higuera	38,9	337,1	19,5	13,1	408,5
Coquimbo	13.760,1	3.897,1	281,8	452,2	18.391,2
Andacollo	442,1	6,8	8,4	36,0	493,3
Vicuña	4,2	4,2	46,3	39,9	94,6
Paiguano	0,0	0,8	0,0	2,6	3,4
Prov. Elqui	14.252,3	4.625,4	787,6	1.248,1	20.913,4
Ovalle	13.324,4	4.665,1	850,1	551,8	19.391,4
Monte Patria	1.040,5	0,0	141,8	624,3	1.806,6
Punitaqui	924,0	430,0	110,3	154,3	1.618,6
Combarbalá	229,4	113,2	8,7	185,4	536,7
Río Hurtado	60,5	54,4	31,4	54,2	200,5
Prov. Limarí	15.578,8	5.262,7	1.142,3	1.570,1	23.553,9
Illapel	1.970,3	627,4	172,0	294,6	3.064,4
Salamanca	1,4	58,9	33,3	123,5	217,0
Los Vilos	9.155,9	615,0	498,1	135,1	10.404,1
Canela	13.700,5	2.271,7	98,5	749,7	16.820,5
Prov. Choapa	24.828,1	3.573,0	801,9	1.303,0	30.506,0
Total (ha)	54.659,1	13.461,1	2.731,9	4.121,2	74.973,3

Las plantaciones de *Atriplex* corresponden al 73% de la superficie de plantaciones, en la región de Coquimbo. *Acacia saligna* (18%) y *Eucalyptus globulus* (3%) son las otras especies que destacan en esta región.

La distribución de años de plantación por especies se detalla en cuadro 7 a continuación.

Cuadro 7. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Coquimbo

Año	<i>Atriplex spp.</i>	<i>Acacia saligna</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
S/I*	223,2	0,0	9,8	0,0	233,1
<1998	40.337,0	1.107,9	1.349,5	1.574,1	44.368,6
1998	2,8	26,8	94,3	30,6	154,5
1999	1.478,1	85,4	61,5	87,2	1.712,3
2000	2.795,0	79,9	46,2	84,3	3.005,3
2001	1.844,7	398,5	84,9	152,3	2.480,5
2002	2.221,0	2.146,6	86,0	196,5	4.650,2
2003	1.528,4	1.983,3	21,3	147,3	3.680,2
2004	1.229,5	2.343,5	54,5	620,8	4.248,3
2005	393,0	2.336,3	35,5	615,4	3.380,2
2006	529,0	2.097,1	64,3	110,1	2.800,5
2007	28,8	684,8	59,5	295,4	1.068,5
2008	529,3	150,9	62,3	137,9	880,4
2009	378,2	20,1	217,2	55,6	671,1
2010	937,6	0,0	160,6	0,0	1.098,2
2011	203,4	0,0	29,6	3,5	236,5
2012	0,0	0,0	75,7	0,0	75,7
2013	0,0	0,0	52,4	0,0	52,4
2014	0,0	0,0	2,6	0,0	2,6
2015	0,0	0,0	58,8	10,1	68,9
2016	0,0	0,0	53,5	0,0	53,5
2017	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0
2018	0,0	0,0	1,7	0,0	1,7
Total (ha)	54.659,1	13.461,1	2.731,9	4.121,2	74.973,3

(*)S/I: Sin Información de año de plantación

El inventario de la región se muestra muy irregular, sólo aparecen superficies de la especie *Eucalyptus globulus* con edades jóvenes, correspondientes a cosechas y retoñación de estas plantaciones.

Región de Valparaíso

La región de Valparaíso contabiliza 44.606 hectáreas de plantaciones forestales a diciembre de 2018, 1.641 ha menos que el año anterior.

Cuadro 8. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Valparaíso

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
La Ligua	266,9	866,2	415,7	1.548,8
Cabildo	0,0	9,1	0,0	9,1
Zapallar	24,1	630,8	19,0	673,9
Papudo	84,4	180,8	620,1	885,3
Prov. Petorca	375,4	1.686,9	1.054,8	3.117,1
Valparaíso	1.942,2	5.111,7	43,5	7.097,4
Viña del Mar	64,6	174,3	0,0	238,9
Casablanca	2.338,5	7.336,3	0,0	9.674,8
Quintero	28,2	675,0	2,1	705,3
Puchuncaví	146,1	1.885,2	0,0	2.031,3
Concón	65,1	347,9	2,2	415,1
Prov. Valparaíso	4.584,8	15.530,3	47,8	20.162,9
Villa Alemana	0,0	33,3	0,0	33,3
Quilpué	15,7	1.055,0	0,0	1.070,7
Limache	0,0	1.350,3	0,0	1.350,3
Olmué	0,0	82,3	8,6	91,0
Prov. Marga Marga	15,7	2.520,9	8,6	2.545,3
San Antonio	245,5	3.575,4	0,0	3.821,0
Santo Domingo	466,8	4.702,7	22,9	5.192,4
Cartagena	43,7	3.025,4	0,0	3.069,0
El Tabo	139,7	3.278,8	0,0	3.418,5
El Quisco	358,0	913,2	0,0	1.271,2
Algarrobo	355,6	1.302,0	47,8	1.705,4
Prov. San Antonio	1.609,3	16.797,5	70,7	18.477,5
Quillota	2,8	59,4	0,0	62,2
Nogales	0,0	27,0	0,0	27,0
Hijuelas	3,7	62,2	0,0	65,9
La Calera	0,0	2,7	0,0	2,7
Prov. Quillota	6,5	151,4	0,0	157,8
Panquehue	0,0	41,8	0,0	41,8
Catemu	0,0	61,4	0,0	61,4
Llaillay	0,0	19,7	0,0	19,7
Prov. San Felipe	0,0	122,9	0,0	122,9
Calle Larga	0,0	14,5	0,0	14,5
San Esteban	0,0	0,0	8,3	8,3
Prov. Los Andes	0,0	14,5	8,3	22,8
Total (ha)	6.591,6	36.824,5	1.190,2	44.606,4

En la región predominan las plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus*, representan el 83% de la superficie regional en pie.

Cuadro 9. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Valparaíso

Año	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
<1998	3.470,3	2.020,9	312,0	5.803,2
1998	460,5	195,7	0,0	656,3
1999	140,8	448,4	323,4	912,6
2000	452,3	1.580,4	37,8	2.070,5
2001	302,5	1.424,6	9,7	1.736,8
2002	219,2	990,0	20,0	1.229,2
2003	213,6	1.365,3	77,8	1.656,8
2004	113,5	2.665,5	113,6	2.892,6
2005	132,8	2.194,3	133,2	2.460,2
2006	73,2	2.337,1	0,0	2.410,3
2007	263,5	1.849,0	0,0	2.112,5
2008	57,8	1.053,0	18,0	1.128,8
2009	102,1	1.843,9	0,0	1.946,0
2010	126,6	3.581,3	43,0	3.751,0
2011	90,4	2.845,8	63,3	2.999,5
2012	54,9	2.808,4	25,1	2.888,5
2013	92,3	1.099,2	0,0	1.191,4
2014	19,1	1.537,7	0,0	1.556,8
2015	116,4	1.302,8	0,0	1.419,2
2016	64,6	1.681,0	0,0	1.745,5
2017	22,4	1.369,0	13,2	1.404,7
2018	2,8	631,2	0,0	633,9
Total (ha)	6.591,6	36.824,5	1.190,2	44.606,4

La superficie de edades jóvenes corresponde principalmente a reforestaciones con la especie *Eucalyptus globulus* (monte bajo).

Se detectaron 155 ha que corresponden a cambio de uso del suelo, principalmente a uso urbano (parcelas).

Región Metropolitana

Esta región acumula 5.986 hectáreas de plantaciones forestales. La provincia de Melipilla concentra el 71% de éstas.

Cuadro 10. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región Metropolitana

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
Recoleta	0,0	287,3	0,0	287,3
Vitacura	0,0	10,5	0,0	10,5
Pudahuel	0,0	35,4	115,3	150,7
Prov. Santiago	0,0	333,2	115,3	448,5
Colina	0,0	157,4	4,2	161,6
Lampa	0,0	9,3	0,0	9,3
Tiltil	0,0	452,5	116,5	569,0
Prov. Chacabuco	0,0	619,2	120,7	739,9
Puente Alto	0,0	19,8	0,0	19,8
San José de Maipo	12,6	17,6	0,0	30,3
Pirque	0,0	60,0	0,0	60,0
Prov. Cordillera	12,6	97,5	0,0	110,2
Buin	0,0	7,4	0,0	7,4
Paine	0,0	51,0	5,5	56,4
Prov. Maipo	0,0	58,3	5,5	63,8
Melipilla	0,0	358,8	15,2	374,1
María Pinto	0,0	16,9	0,0	16,9
Curacaví	0,0	115,8	0,0	115,8
Alhué	0,0	51,5	116,2	167,7
San Pedro	4,0	3.677,7	69,3	3.750,9
Prov. Melipilla	4,0	4.220,7	200,8	4.425,5
Talagante	0,0	78,1	0,0	78,1
Isla de Maipo	0,0	87,4	0,0	87,4
El Monte	0,0	32,3	0,0	32,3
Prov. Talagante	0,0	197,8	0,0	197,8
Total (ha)	16,6	5.526,8	442,3	5.985,6

Eucalyptus globulus, es la principal especie plantada en la región Metropolitana (92%).

Cuadro 11. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región Metropolitana

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E.globulus</i>	Otras	Total
<1998	16,6	426,0	10,7	453,3
1998	0,0	60,7	3,2	63,9
1999	0,0	10,7	0,0	10,7
2000	0,0	106,5	0,0	106,5
2001	0,0	114,7	0,0	114,7
2002	0,0	124,7	26,6	151,4
2003	0,0	141,6	4,2	145,8
2004	0,0	128,4	14,1	142,6
2005	0,0	184,8	23,4	208,2
2006	0,0	191,3	0,0	191,3
2007	0,0	226,4	102,5	328,9
2008	0,0	752,5	162,3	914,9
2009	0,0	279,7	55,6	335,3
2010	0,0	206,6	39,4	246,0
2011	0,0	430,1	0,0	430,1
2012	0,0	368,7	0,0	368,7
2013	0,0	254,4	0,0	254,4
2014	0,0	264,8	0,0	264,8
2015	0,0	461,7	0,0	461,7
2016	0,0	483,8	0,0	483,8
2017	0,0	225,5	0,0	225,5
2018	0,0	83,3	0,0	83,3
Total (ha)	16,6	5.526,8	442,3	5.985,6

En la región, se registraron 51 hectáreas que cambiaron a otros usos del suelo.

Región de O'Higgins

La región de O'Higgins presentó un total regional de 115.341 hectáreas de plantaciones forestales; 4.415 menos que el año anterior.

Cuadro 12. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de O'Higgins

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Machalí	0,0	122,4	0,0	0,0	122,4
Graneros	0,0	12,6	0,0	0,0	12,6
Mostazal	0,0	581,6	0,0	17,1	598,7
Doñihue	0,0	29,3	0,0	36,4	65,6
Coltauco	0,0	53,1	0,0	696,0	749,2
Codegua	0,0	180,7	0,0	0,0	180,7
Peumo	0,0	23,4	0,0	3,4	26,8
Las Cabras	92,6	512,8	0,0	25,9	631,3
San Vicente	0,0	54,0	0,0	13,0	67,0
Pichidegua	0,0	35,2	0,0	0,0	35,2
Rengo	0,0	240,5	0,0	5,7	246,2
Requinoa	0,0	386,8	0,0	42,3	429,1
Olivar	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5
Malloa	0,0	34,1	0,0	28,5	62,6
Coinco	0,0	22,6	0,0	535,5	558,0
Quinta Tilcoco	0,0	12,5	0,0	16,4	28,8
Prov. Cachapoal	92,6	2.301,5	0,0	1.420,8	3.814,9
San Fernando	1.906,1	246,6	13,6	1,5	2.167,9
Chimbarongo	0,0	163,7	0,0	0,0	163,7
Nancagua	1,3	8,1	0,0	0,0	9,4
Placilla	2,5	40,0	0,0	0,0	42,5
Santa Cruz	1.443,9	594,7	0,0	0,0	2.038,6
Lolol	5.108,3	3.467,7	0,0	38,2	8.614,1
Palmilla	0,0	25,2	0,0	0,0	25,2
Peralillo	135,8	437,0	0,0	0,0	572,8
Chépica	3.121,6	195,3	0,0	29,1	3.346,0
Pumanque	4.469,6	3.989,4	0,0	1,0	8.460,0
Prov. Colchagua	16.189,1	9.167,7	13,6	69,8	25.440,3
Pichilemu	20.493,6	11.784,7	0,0	140,4	32.418,7
Navidad	1.007,3	3.426,9	0,0	0,0	4.434,2
Litueche	5.425,6	5.987,3	0,0	61,0	11.473,9
La Estrella	639,8	1.728,7	0,0	9,9	2.378,3
Marchigüe	6.766,4	5.698,7	0,0	12,8	12.477,9
Paredones	14.402,4	8.468,3	0,0	32,1	22.902,8
Prov. Cardenal Caro	48.735,1	37.094,5	0,0	256,1	86.085,8
Total (ha)	65.016,8	48.563,7	13,6	1.746,7	115.340,9

El cuadro a continuación describe el inventario de plantaciones por año de plantación y especie.

Cuadro 13. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de O'Higgins

Año	Pinus radiata	E. globulus	E. nitens	Otras	Total
<1998	10.166,5	1.678,9	0,0	255,3	12.100,7
1998	5.013,3	831,9	0,0	3,5	5.848,6
1999	3.033,6	189,5	13,6	2,5	3.239,3
2000	5.207,6	2.264,0	0,0	104,1	7.575,7
2001	2.918,1	687,5	0,0	19,5	3.625,2
2002	1.948,6	1.810,3	0,0	48,7	3.807,5
2003	2.698,3	2.250,3	0,0	0,0	4.948,6
2004	2.385,2	2.553,9	0,0	53,0	4.992,1
2005	2.983,9	4.073,6	0,0	115,8	7.173,3
2006	1.130,7	2.196,4	0,0	48,4	3.375,5
2007	1.123,7	2.905,1	0,0	90,8	4.119,6
2008	1.701,8	3.831,4	0,0	269,1	5.802,2
2009	2.379,0	4.153,7	0,0	216,2	6.749,0
2010	4.332,2	3.485,2	0,0	317,4	8.134,8
2011	2.213,1	2.359,2	0,0	72,0	4.644,3
2012	2.667,7	2.810,1	0,0	39,7	5.517,5
2013	2.967,6	2.102,9	0,0	56,2	5.126,7
2014	1.504,6	2.056,2	0,0	27,3	3.588,0
2015	738,9	1.011,6	0,0	5,1	1.755,6
2016	1.351,4	1.264,0	0,0	0,0	2.615,5
2017	3.247,2	1.496,9	0,0	0,8	4.744,9
2018	3.303,7	2.551,1	0,0	1,5	5.856,3
Total (ha)	65.016,8	48.563,7	13,6	1.746,7	115.340,9

Se detectaron 102 hectáreas que cambiaron del uso plantaciones forestales, principalmente al uso agrícola.

Región del Maule

La región del Maule presentó 384.690 hectáreas de plantaciones a Diciembre del 2018, 24.620 hectáreas más que el período anterior.

Cuadro 14. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Maule

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Curicó	2.133,0	336,4	0,0	0,0	2.469,4
Teno	181,5	206,3	0,0	0,0	387,8
Romeral	2.327,0	212,5	19,3	0,0	2.558,8
Rauco	448,2	70,0	0,0	0,0	518,2
Licantén	8.209,4	1.095,4	0,0	0,0	9.304,8
Vichuquén	10.633,7	4.022,9	0,0	94,8	14.751,3
Hualañé	11.119,7	1.044,0	0,0	11,4	12.175,1
Molina	4.734,0	610,1	293,2	82,2	5.719,4
Sag. Familia	6.385,5	359,5	0,0	22,8	6.767,9
Prov. Curicó	46.171,9	7.957,2	312,4	211,2	54.652,7
Talca	36,1	109,5	0,0	16,2	161,8
San Clemente	12.911,3	906,6	1.109,9	34,9	14.962,7
Pelarco	2.734,5	536,5	245,4	2,5	3.518,9
Río Claro	3.074,8	573,2	205,0	18,5	3.871,6
Pencahue	24.330,3	1.097,9	5,6	17,1	25.450,9
Maule	853,5	113,1	0,0	0,0	966,6
Curepto	31.625,8	1.528,5	49,1	35,3	33.238,7
Constitución	46.202,5	6.320,9	0,0	564,0	53.087,4
Empedrado	17.536,3	374,9	0,0	277,4	18.188,5
San Rafael	309,4	282,0	230,9	1,0	823,3
Prov. Talca	139.614,5	11.843,0	1.845,9	966,9	154.270,3
Linares	5.522,8	1.060,0	0,0	6,8	6.589,6
Yerbas Buenas	141,6	338,1	0,0	0,7	480,4
Colbún	3.404,5	1.053,1	122,2	306,5	4.886,3
Longaví	15.781,5	539,0	181,4	24,9	16.526,9
Parral	16.847,4	1.135,9	107,5	123,1	18.213,9
Retiro	3.211,3	3.345,4	32,8	2.059,0	8.648,5
Villa Alegre	0,9	168,1	0,0	13,9	182,9
San Javier	22.458,6	1.827,7	0,0	140,1	24.426,5
Prov. Linares	67.368,6	9.467,4	444,0	2.675,0	79.955,0
Cauquenes	48.564,5	14.261,8	36,2	111,0	62.973,5
Pelluhue	9.215,6	3.684,7	0,0	40,8	12.941,1
Chanco	16.921,5	2.946,1	0,0	29,6	19.897,2
Prov. Cauquenes	74.701,6	20.892,6	36,2	181,4	95.811,8
Total (ha)	327.856,6	50.160,1	2.638,6	4.034,5	384.689,8

La provincia de Talca aumentó en 16 mil hectáreas su superficie de plantaciones forestales, respecto del año anterior.

Cuadro 15. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Maule

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1998	48.003,1	2.239,5	175,8	996,4	51.414,9
1998	8.920,6	187,0	0,0	198,3	9.305,9
1999	13.803,7	97,1	0,0	77,0	13.977,9
2000	10.365,5	491,6	0,0	102,7	10.959,8
2001	10.618,6	866,3	0,0	182,2	11.667,0
2002	11.648,6	1.136,0	22,0	49,3	12.856,0
2003	10.860,6	1.659,1	0,0	170,3	12.690,1
2004	16.100,6	2.239,1	63,0	277,1	18.679,8
2005	15.518,0	5.719,6	1,1	120,8	21.359,6
2006	17.119,1	3.616,3	105,5	337,1	21.178,0
2007	13.451,6	4.115,7	191,5	39,4	17.798,1
2008	10.944,3	2.464,3	32,8	114,9	13.556,3
2009	10.892,1	2.879,8	34,7	9,7	13.816,4
2010	9.903,8	1.618,0	238,9	131,0	11.891,7
2011	9.204,3	2.257,7	364,0	120,7	11.946,7
2012	9.014,0	3.327,0	357,5	28,9	12.727,4
2013	9.036,0	1.397,6	291,2	66,2	10.790,9
2014	11.684,3	2.906,6	646,2	275,3	15.512,3
2015	10.872,6	2.045,9	0,0	163,9	13.082,4
2016	12.141,7	1.997,7	0,0	265,6	14.404,9
2017	23.852,0	3.365,8	114,2	256,3	27.588,3
2018	33.901,4	3.532,5	0,0	51,2	37.485,1
Total (ha)	327.856,6	50.160,1	2.638,6	4.034,5	384.689,8

Las plantaciones de *Pinus radiata* se incrementaron en 21.900 hectáreas respecto del año 2017. Se registraron 508 ha que cambiaron a otros usos del suelo (urbano, agrícola).

Región de Ñuble

La región de Ñuble totalizó 271.690 ha de plantaciones forestales, 1.456 menos que al año anterior.

Cuadro 16. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Ñuble

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Chillán	4.181,3	2.121,8	6,8	295,7	6.605,7
Pinto	2.983,2	786,0	704,6	62,1	4.535,9
Bulnes	1.894,4	3.094,7	120,7	20,6	5.130,4
San Ignacio	2.568,6	753,9	259,5	57,3	3.639,3
Quillón	4.412,3	5.138,1	0,3	6,4	9.557,2
Yungay	19.190,4	212,7	3.769,2	558,5	23.730,8
Pemuco	19.517,3	1.034,7	831,8	681,5	22.065,3
El Carmen	6.549,5	601,0	1.221,1	53,2	8.424,8
Chillán Viejo	4.094,8	4.075,2	5,0	4,4	8.179,5
Prov. Diguillín	65.391,9	17.818,2	6.919,0	1.739,8	91.868,9
Quirihue	18.690,8	7.089,3	30,5	196,3	26.006,8
Ninhue	10.435,3	6.341,7	0,0	0,0	16.777,0
Portezuelo	6.883,0	2.279,6	2,8	56,5	9.221,8
Cobquecura	13.919,3	9.291,0	293,1	622,6	24.125,9
Trehuaco	6.510,8	3.407,2	67,9	279,9	10.265,8
Ranquil	5.651,6	2.521,8	52,5	48,5	8.274,4
Coelemu	8.052,8	4.647,5	414,8	854,7	13.969,9
Prov. Itata	70.143,5	35.578,1	861,6	2.058,4	108.641,7
Coihueco	24.520,4	1.621,7	4.494,2	1.010,2	31.646,5
San Carlos	5.230,2	3.808,2	302,3	50,1	9.390,8
Ñiquén	3.785,1	1.983,0	611,8	368,6	6.748,4
San Fabián	5.861,5	237,9	2.046,7	514,8	8.660,8
San Nicolás	6.428,5	8.125,1	173,5	5,7	14.732,8
Prov. Punilla	45.825,7	15.775,9	7.628,4	1.949,3	71.179,3
Total (ha)	181.361,1	69.172,2	15.409,0	5.747,5	271.689,8

La provincia del Itata es la acumula mayor superficie de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* en la región de Ñuble. Mientras que en las provincias de Punilla y Diguillín, se concentran las plantaciones con *Eucalyptus nitens*.

El cuadro a continuación describe la distribución de superficies por año de plantación.

Cuadro 17. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Ñuble

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1998	21.675,4	1.065,3	32,1	263,5	23.036,3
1998	6.167,8	83,2	9,3	76,5	6.336,7
1999	4.448,7	242,8	16,3	31,6	4.739,4
2000	6.900,7	418,7	26,5	77,1	7.422,9
2001	4.733,6	1.346,6	159,3	10,4	6.249,8
2002	7.180,5	1.150,5	64,4	45,3	8.440,7
2003	7.372,3	1.975,5	128,6	24,9	9.501,3
2004	7.570,3	4.841,5	295,5	56,7	12.764,0
2005	8.368,7	6.475,4	285,3	56,1	15.185,7
2006	8.680,0	6.810,5	795,5	90,1	16.376,1
2007	8.362,2	5.859,5	602,8	2,9	14.827,4
2008	8.819,2	2.161,9	874,5	15,2	11.870,8
2009	8.934,9	5.007,0	1.089,4	33,6	15.064,9
2010	10.108,1	2.728,4	1.249,3	183,1	14.268,9
2011	6.636,5	3.545,4	1.736,4	32,6	11.950,9
2012	10.506,4	3.942,1	1.907,1	27,9	16.383,6
2013	8.797,6	4.768,8	1.896,1	126,1	15.588,6
2014	5.416,9	2.902,0	1.417,0	62,7	9.798,5
2015	7.172,8	4.913,0	1.219,7	574,6	13.880,0
2016	6.161,6	4.923,9	562,9	1.037,5	12.685,9
2017	6.771,1	1.939,9	487,7	1.182,3	10.381,0
2018	10.575,8	2.070,4	553,3	1.736,8	14.936,3
Total (ha)	181.361,1	69.172,2	15.409,0	5.747,5	271.689,8

Respecto del año anterior, la superficie en pie de *Pinus radiata* se incrementó en 1.268 ha, mientras que la de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* disminuyeron, 1.933 y 508 ha respectivamente.

En cuanto al cambio de uso, 84 ha dejaron de ser plantaciones forestales, para cambiar mayoritariamente a usos agrícolas.

Región del Bío Bío

La región del Bío Bío concentra mayor superficie de plantaciones a nivel nacional, con 630.569 hectáreas; lo que implica un incremento en 8.067 ha respecto del año 2017.

Cuadro 18. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Bío Bío

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Concepción	2.880,2	2.645,7	23,8	237,9	5.787,7
Penco	1.338,9	2.599,8	49,2	38,1	4.026,0
Hualqui	10.798,8	5.668,1	713,4	268,8	17.449,0
Florida	7.008,5	7.904,3	99,0	891,2	15.902,9
Tomé	6.761,8	11.458,8	250,4	1.328,7	19.799,7
Talcahuano	348,2	782,2	0,0	0,0	1.130,4
Coronel	5.603,9	4.641,4	104,9	152,6	10.502,8
Lota	2.615,1	3.896,0	784,6	150,9	7.446,7
Santa Juana	15.666,2	9.410,1	8.516,2	450,4	34.042,9
Chiguayante	235,1	836,3	19,5	2,7	1.093,5
San Pedro de la Paz	2.634,1	938,4	0,0	51,2	3.623,7
Hualpen	59,3	361,3	0,0	0,0	420,6
Prov. Concepción	55.950,0	51.142,4	10.561,0	3.572,4	121.225,9
Arauco	12.593,7	20.720,4	2.450,7	708,7	36.473,5
Curanilahue	30.612,7	12.766,1	7.201,5	2.235,7	52.816,0
Lebu	8.548,3	13.741,6	2.412,8	315,7	25.018,4
Los Álamos	12.997,4	6.702,5	189,6	437,8	20.327,3
Cañete	18.933,1	8.865,7	2.209,8	48,2	30.056,8
Contulmo	10.508,9	12.951,1	342,4	40,1	23.842,5
Tirúa	10.871,3	6.639,6	195,6	9,1	17.715,7
Prov. Arauco	105.065,3	82.387,0	15.002,4	3.795,4	206.250,1
Los Ángeles	32.771,1	3.170,6	1.585,4	370,2	37.897,3
Sta. Bárbara	13.336,3	594,0	13.766,2	323,5	28.020,0
Laja	9.672,6	3.187,0	536,1	518,5	13.914,3
Quilleco	29.799,2	1.234,5	8.002,9	277,4	39.314,0
Nacimiento	12.284,2	12.290,9	8.000,9	1.891,5	34.467,4
Negrete	426,2	1.034,2	360,0	39,5	1.859,9
Mulchén	29.387,5	11.652,1	19.784,8	4.222,0	65.046,3
Quilaco	7.790,5	823,1	4.701,1	43,2	13.358,0
Yumbel	16.785,7	3.349,0	178,4	153,2	20.466,4
Cabrero	23.043,2	1.103,6	482,2	145,3	24.774,3
San Rosendo	3.608,1	494,3	30,6	17,0	4.150,1
Tucapel	8.959,3	205,2	7.774,9	330,5	17.269,8
Antuco	891,6	92,1	873,3	196,6	2.053,6
Alto Bío Bío	432,1	5,0	48,6	16,2	501,9
Prov. Bío Bío	189.187,7	39.235,5	66.125,5	8.544,6	303.093,4
Total (ha)	350.203,1	172.765,0	91.688,9	15.912,4	630.569,4

La provincia del Bío Bío destaca como la de mayor superficie plantada en la región (48%), y también donde se concentran plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus nitens*. Las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, se concentran en la provincia de Arauco.

El cuadro a continuación describe la distribución de superficies por año de plantación.

Cuadro 19. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Bío Bío

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1998	50.247,2	7.368,5	3.554,1	2.488,8	63.658,7
1998	15.069,1	1.676,3	655,0	175,1	17.575,6
1999	14.875,2	2.560,7	370,2	77,4	17.883,5
2000	14.398,3	3.776,5	749,5	109,6	19.033,8
2001	10.867,3	4.390,6	343,2	2,5	15.603,6
2002	11.989,2	4.954,3	788,4	38,8	17.770,7
2003	18.488,2	5.738,2	1.070,2	95,8	25.392,5
2004	16.712,8	5.171,7	747,2	92,6	22.724,2
2005	17.612,0	6.227,6	1.618,3	169,7	25.627,7
2006	16.692,8	7.595,3	2.974,0	141,1	27.403,2
2007	17.588,4	9.345,4	4.264,0	115,5	31.313,4
2008	17.712,2	6.836,5	9.593,1	293,2	34.434,9
2009	14.546,6	7.554,4	9.082,9	187,7	31.371,6
2010	12.899,7	7.293,8	6.746,7	99,2	27.039,5
2011	12.421,6	9.070,9	7.936,8	217,3	29.646,6
2012	9.642,1	11.426,9	7.867,9	134,2	29.071,1
2013	11.167,8	11.001,7	6.930,5	157,3	29.257,3
2014	10.937,3	13.651,7	5.209,1	213,4	30.011,5
2015	12.293,7	12.406,5	5.473,7	624,8	30.798,7
2016	14.407,7	10.128,0	5.204,8	1.072,2	30.812,7
2017	12.263,1	11.308,9	5.989,3	3.565,2	33.126,5
2018	17.370,5	13.280,5	4.520,1	5.841,1	41.012,2
Total (ha)	350.203,1	172.765,0	91.688,9	15.912,4	630.569,4

Las tres especies más importantes, Pino radiata, E. globulus y E. nitens concentran las mayores superficies plantadas a nivel nacional, en esta región.

Se detectaron 262 ha que cambiaron a otros usos del suelo, en la región del Bío Bío.

Región de La Araucanía

Esta región contabiliza 488.152 hectáreas de plantaciones forestales al año 2018, casi nueve mil menos que el año anterior.

Cuadro 20. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de La Araucanía

Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Angol	16.122,6	19.838,8	5.412,4	955,4	42.329,2
Purén	4.071,2	7.930,6	263,3	16,3	12.281,4
Los Sauces	12.740,9	24.258,4	1.242,4	352,0	38.593,7
Renaico	1.254,7	4.288,9	2.720,4	431,6	8.695,5
Collipulli	24.797,7	8.374,3	13.523,9	2.290,8	48.986,7
Ercilla	5.774,7	3.679,0	5.152,6	21,6	14.627,9
Traiguén	9.051,5	12.755,5	760,5	263,7	22.831,3
Lumaco	32.369,5	15.086,9	209,6	118,2	47.784,2
Victoria	11.796,9	286,1	8.211,0	39,2	20.333,2
Curacautín	1.090,0	147,3	6.077,3	298,0	7.612,6
Lonquimay	2,8	15,8	0,0	2.418,4	2.437,0
Prov. Malleco	119.072,6	96.661,6	43.573,4	7.205,1	266.512,8
Temuco	5.879,4	2.314,6	379,0	100,6	8.673,5
Vilcún	6.076,8	549,6	3.052,4	1.200,5	10.879,4
Freire	1.760,7	691,0	735,9	354,8	3.542,4
Cunco	10.470,2	729,9	4.778,6	301,0	16.279,7
Lautaro	7.634,5	2.849,3	5.263,8	221,6	15.969,2
Perquenco	788,1	839,3	277,2	0,0	1.904,6
Galvarino	9.542,5	9.870,7	507,3	55,0	19.975,5
Nueva Imperial	8.521,9	7.333,6	436,6	42,9	16.335,0
Carahue	26.108,3	5.648,9	1.067,6	624,9	33.449,6
Saavedra	299,9	1.151,6	0,0	0,9	1.452,4
Pitrufquén	2.187,9	2.684,7	209,6	26,5	5.108,7
Gorbea	5.530,0	5.527,8	688,1	78,6	11.824,6
Toltén	21.463,1	4.548,4	1.631,6	476,7	28.119,7
Loncoche	12.913,3	3.649,4	3.492,6	942,3	20.997,6
Villarrica	1.163,8	328,6	666,5	5.240,2	7.399,1
Pucón	161,3	31,3	526,5	267,3	986,3
Melipeuco	3.109,3	0,0	221,6	65,8	3.396,7
Curarrehue	28,1	0,0	183,0	26,6	237,7
Teodoro Schmidt	3.712,9	1.071,9	460,1	15,6	5.260,5
Padre Las Casas	1.263,1	599,5	137,4	1,8	2.001,7
Chol Chol	1.512,2	6.084,5	242,6	5,4	7.844,7
Prov. Cautín	130.127,3	56.504,6	24.957,9	10.049,0	221.638,8
Total (ha)	249.199,9	153.166,1	68.531,4	17.254,1	488.151,6

La disminución de superficie respecto del año anterior, estuvo marcado principalmente por plantaciones de *E. globulus* y Pino radiata en la provincia de Malleco.

A continuación, se describe la distribución de superficies por año de plantación. Detalles se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de La Araucanía

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1998	49.978,3	4.145,5	3.885,9	4.868,9	62.878,6
1998	8.979,8	1.780,2	1.463,2	195,7	12.418,9
1999	7.797,8	893,3	783,1	679,1	10.153,4
2000	8.812,0	4.124,8	837,9	1.138,6	14.913,3
2001	7.035,6	2.598,6	782,7	32,4	10.449,3
2002	7.134,5	3.164,2	526,8	106,6	10.932,1
2003	7.171,4	4.316,5	1.440,1	358,9	13.286,9
2004	9.752,4	5.621,9	820,7	189,8	16.384,9
2005	11.966,6	13.652,1	2.089,1	723,3	28.431,1
2006	11.906,6	11.385,0	1.283,8	822,9	25.398,3
2007	10.759,8	7.799,2	2.190,5	692,7	21.442,2
2008	10.560,8	9.733,8	3.057,1	462,1	23.813,8
2009	8.450,0	9.951,5	6.262,7	449,9	25.114,1
2010	10.128,5	10.667,0	5.949,7	425,9	27.171,0
2011	8.614,6	7.845,8	4.908,4	279,0	21.647,8
2012	9.594,4	9.917,7	3.870,1	666,2	24.048,4
2013	9.222,1	6.805,4	4.635,7	288,6	20.951,9
2014	8.800,3	7.059,8	4.802,5	272,9	20.935,5
2015	11.891,1	10.326,3	4.804,6	392,2	27.414,3
2016	10.938,3	8.503,8	4.210,4	1.203,6	24.856,0
2017	10.356,2	5.597,9	3.516,6	1.661,7	21.132,4
2018	9.348,8	7.275,6	6.409,9	1.343,0	24.377,3
Total (ha)	249.199,9	153.166,1	68.531,4	17.254,1	488.151,6

Pinus radiata representa el 51% del total de plantaciones forestales, en la región, seguido de *Eucalyptus globulus* (31%) y *Eucalyptus nitens* (14%).

Se registraron 819 ha que cambiaron a otros usos del suelo en la región de la Araucanía.

Región de Los Ríos

Esta región cuenta con 183.574 hectáreas de plantaciones forestales.

Cuadro 22. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Ríos

Comunas	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Valdivia	13.464,9	2.614,4	5.396,5	1.036,4	22.512,2
Mariquina	18.720,5	3.722,0	8.069,2	1.962,7	32.474,3
Lanco	6.015,6	1.663,2	2.653,0	1.635,7	11.967,5
Los Lagos	13.150,5	2.011,0	10.088,0	1.232,2	26.481,7
Corral	4.064,0	2.564,3	5.425,4	287,1	12.340,7
Mafil	8.923,0	930,1	3.266,8	277,9	13.397,8
Panguipulli	1.248,9	419,7	3.111,6	2.026,0	6.806,2
Paillaco	7.660,8	1.560,2	6.877,8	405,8	16.504,5
Prov. Valdivia	73.248,0	15.484,9	44.888,3	8.863,8	142.485,0
Futrono	378,0	237,8	1.444,6	232,4	2.292,9
La Unión	17.115,4	4.637,2	11.566,7	1.422,6	34.741,9
Río Bueno	39,0	150,9	2.869,3	54,1	3.113,3
Lago Ranco	132,1	24,5	765,6	19,0	941,3
Prov. Ranco	17.664,5	5.050,5	16.646,3	1.728,1	41.089,3
Total (ha)	90.912,5	20.535,4	61.534,6	10.591,9	183.574,3

Las plantaciones de *Pinus radiata* representan el 50% de la superficie plantada en la región, en segundo lugar, las de *Eucalyptus nitens* (34%). La provincia de Valdivia, concentra el 77% de las plantaciones forestales de la región de Los Ríos. En la provincia de Ranco se destaca la comuna de La Unión, como la de mayor superficie plantada en la región.

Cuadro 23. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Ríos

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1998	28.467,7	3.785,3	3.575,1	3.452,8	39.280,9
1998	2.646,5	1.065,4	1.482,2	182,1	5.376,2
1999	2.414,3	931,9	2.318,6	229,4	5.894,1
2000	2.873,0	2.169,7	2.254,5	412,1	7.709,2
2001	1.823,0	744,1	1.701,0	182,6	4.450,7
2002	1.956,7	1.101,7	1.539,3	200,9	4.798,6
2003	2.817,5	1.096,4	1.827,8	45,2	5.786,8
2004	2.412,0	986,6	2.004,0	156,7	5.559,3
2005	2.347,5	713,9	2.920,0	119,8	6.101,3
2006	3.215,5	936,9	4.390,7	357,1	8.900,2
2007	3.430,7	507,1	3.293,4	82,1	7.313,4
2008	3.836,0	493,3	3.476,5	51,5	7.857,2
2009	4.527,4	621,5	4.024,5	148,5	9.322,0
2010	4.170,3	682,6	3.394,6	724,2	8.971,7
2011	4.463,5	304,9	2.502,3	189,5	7.460,2
2012	3.532,6	403,6	3.097,2	101,9	7.135,3
2013	3.809,7	641,9	3.123,1	274,8	7.849,5
2014	3.902,8	226,4	2.026,8	211,0	6.367,0
2015	2.119,5	1.424,9	3.275,7	124,7	6.944,8
2016	2.339,1	596,5	3.326,9	250,8	6.513,3
2017	2.447,3	566,7	3.289,8	1.178,3	7.482,0
2018	1.360,0	534,2	2.690,5	1.916,0	6.500,7
Total (ha)	90.912,5	20.535,4	61.534,6	10.591,9	183.574,3

Se detectaron 124 ha que cambiaron a otros usos del suelo.

Región de Los Lagos

La región de los Lagos presenta un total de 74.329 hectáreas de plantaciones forestales (Cuadro N°24).

Cuadro 24. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Lagos

Comuna	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Osorno	1.160,8	1.716,3	910,0	119,7	3.906,8
San Pablo	2.173,2	1.303,7	1.541,3	320,2	5.338,4
Puerto Octay	181,2	45,9	8.069,5	178,2	8.474,7
Puyehue	55,0	119,6	14,7	49,5	238,7
Río Negro	3.311,5	1.773,4	3.559,7	137,7	8.782,2
Purranque	894,4	5.460,5	3.810,3	374,5	10.539,7
San Juan	5.938,7	2.233,3	4.026,9	639,7	12.838,6
Prov. Osorno	13.714,6	12.652,6	21.932,5	1.819,5	50.119,2
Puerto Montt	5,6	69,4	967,8	59,2	1.102,0
Cochamó	0,6	7,2	6,6	2,9	17,2
Puerto Varas	0,0	81,4	728,2	258,8	1.068,4
Fresia	516,6	9.166,3	1.386,0	97,1	11.166,1
Frutillar	102,1	131,6	7,8	46,1	287,6
Llanquihue	5,3	36,5	6,4	0,0	48,2
Mauñín	65,4	524,4	1.590,9	31,1	2.211,8
Los Muermos	1,6	1.324,4	131,0	95,2	1.552,3
Calbuco	1,9	55,7	2.069,9	23,3	2.150,9
Prov. Llanquihue	699,2	11.396,9	6.894,6	613,8	19.604,4
Castro	0,0	0,0	157,8	51,8	209,6
Chonchi	6,8	1,9	257,9	1,7	268,3
Queilén	0,0	0,0	93,7	1,3	94,9
Quellón	0,0	0,5	168,5	0,0	169,1
Ancud	61,0	10,8	2.775,4	19,7	2.866,9
Quemchi	0,0	0,0	271,0	1,5	272,5
Dalcahue	0,0	3,9	667,8	51,2	722,9
Prov. Chiloé	67,7	17,3	4.392,0	127,2	4.604,2
Hualaihué	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
Prov. Palena	0,0	1,3	0,0	0,0	1,3
Total (ha)	14.481,5	24.068,0	33.219,0	2.560,5	74.329,1

Eucalyptus nitens es la especie más importante en términos de superficie (45%) en la región de Los Lagos, seguido por *Eucalyptus globulus* (32%).

La distribución de superficies por año de plantación de esta región se presenta el Cuadro N°25.

Cuadro 25. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Lagos

Año	<i>Pinus radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1998	5.320,9	922,7	1.359,2	868,8	8.471,6
1998	374,5	429,4	1.168,3	161,5	2.133,7
1999	80,7	145,0	138,9	32,6	397,2
2000	241,6	938,4	601,2	211,9	1.993,1
2001	107,4	303,6	706,9	10,2	1.128,0
2002	236,2	343,4	717,4	12,3	1.309,2
2003	549,0	326,8	571,0	3,0	1.449,7
2004	650,4	477,6	1.124,7	49,8	2.302,5
2005	694,8	610,0	1.399,8	64,4	2.769,0
2006	949,9	397,9	2.153,6	165,0	3.666,3
2007	376,7	660,4	5.262,5	14,8	6.314,4
2008	886,2	930,3	4.101,0	151,9	6.069,5
2009	839,9	2.227,3	2.580,0	50,1	5.697,3
2010	357,0	2.561,2	1.719,0	27,8	4.664,9
2011	214,1	1.959,2	1.280,9	13,9	3.468,2
2012	171,4	1.769,9	1.511,8	124,5	3.577,6
2013	310,6	1.543,8	1.184,3	19,0	3.057,7
2014	228,5	949,2	650,1	0,0	1.827,8
2015	179,7	1.784,0	1.624,6	22,3	3.610,7
2016	673,1	1.445,9	605,2	1,1	2.725,3
2017	824,5	2.070,4	1.646,8	90,3	4.632,0
2018	214,5	1.271,9	1.111,9	465,2	3.063,5
Total (ha)	14.481,5	24.068,0	33.219,0	2.560,5	74.329,1

En la región de los Lagos se detectaron 35 ha que cambiaron a otros usos del suelo.

Región de Aysén

Esta región registra 29.975 hectáreas de plantaciones forestales.

Cuadro 26. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Aysén

Comuna	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus contorta</i>	<i>P. menziesii</i>	Otras	Total
Aysén	676,2	56,1	2.324,2	17,2	3.073,6
Cisnes	0,0	0,0	75,0	8,3	83,3
Prov. Aysén	676,2	56,1	2.399,3	25,4	3.156,9
Chile Chico	957,2	198,4	77,9	246,2	1.479,7
Río Ibáñez	2.163,3	114,2	44,4	219,8	2.541,7
Prov. Gen. Carrera	3.120,4	312,6	122,3	465,9	4.021,3
Cochrane	1.528,0	880,9	1,9	548,3	2.959,1
O'Higgins	16,3	0,0	1,0	0,0	17,3
Prov. Capitán Prat	1.544,3	880,9	2,9	548,3	2.976,4
Coyhaique	12.899,4	3.777,0	848,7	1.582,6	19.107,6
Lago Verde	471,7	90,3	82,9	68,4	713,3
Prov. Coyhaique	13.371,1	3.867,3	931,6	1.651,0	19.821,0
Total (ha)	18.712,0	5.116,9	3.456,1	2.690,7	29.975,6

Pinus ponderosa es la principal especie plantada en la región de Aysén (62%). Le siguen en importancia el *Pinus contorta* (17%) y *Pseudotsuga menziesii* (12%).

La provincia de Coyhaique, es la que reúne la mayor superficie de plantaciones forestales de la región (66%). La comuna de Coyhaique es la mayor superficie plantada en Aysén.

El cuadro 27 detalla la distribución de las superficies existentes al 2018 por año de plantación en la región de Aysén.

Cuadro 27. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Aysén

Año	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus contorta</i>	<i>P. menziesii</i>	Otras	Total
S/I *	1.619,2	1.066,0	154,7	1.585,0	4.424,9
<1997	5.951,0	2.614,4	2.006,4	682,2	11.254,0
1997	917,3	45,5	13,1	215,2	1.191,2
1998	1.030,7	34,8	75,5	3,0	1.144,0
1999	418,3	154,7	354,0	9,8	936,8
2000	917,2	31,3	202,7	0,0	1.151,2
2001	1.398,5	16,6	66,5	55,4	1.537,0
2002	750,9	35,2	375,7	21,5	1.183,3
2003	933,7	160,5	169,4	0,0	1.263,6
2004	1.381,5	269,7	1,9	0,0	1.653,1
2005	505,6	0,2	10,2	39,0	555,0
2006	1.238,1	75,8	53,7	35,0	1.402,6

Año	<i>Pinus ponderosa</i>	<i>Pinus contorta</i>	<i>P. menziesii</i>	Otras	Total
2007	604,6	306,8	0,0	6,1	917,5
2008	370,2	172,9	0,0	13,0	556,0
2009	400,9	100,3	0,0	25,6	526,9
2010	183,6	32,2	0,0	0,0	215,8
2011	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2014	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2017	52,1	0,0	0,0	0,0	52,1
Total (ha)	18.680,2	5.117,1	3.483,8	2.690,7	29.971,7

(*)S/I: Sin Información de año de plantación

Esta situación está marcada principalmente por la disminución de superficie plantada en los últimos años.

Inventario Dasométrico en Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad (PYMP)

Las existencias volumétricas de las plantaciones de la PYMP se estiman como parte del programa de Actualización Permanente de Plantaciones forestales. El conocimiento de los rendimientos esperados por hectárea de estas plantaciones es un dato de alto interés en el contexto de la evaluación retrospectiva de instrumentos de política de fomento forestal desde el sector público, resultando también de interés el conocimiento de la oferta desde este sector para la industria forestal del país desde el punto de vista de la planificación estratégica del recurso.

En los cuadros siguientes (1, 2 y 3), se presentan los resultados de las existencias volumétricas (en m³) a nivel regional para las especies bajo inventario; estos resultados se basan en el volumen promedio de todos los conglomerados de la región.

Cuadro 28. Volumen por especie región del Maule

ESPECIE	VOLÚMEN MEDIO (m ³ /ha)	SUPERFICIE ha	VOLUMEN REGIÓN (m ³)
<i>Pinus radiata</i> *	132,53	113.819,3	15.084.472
<i>Eucalyptus globulus</i> *	97,64	26.555,2	2.592.850

Cuadro 29. Volumen por especie región del BíoBío

ESPECIE	VOLÚMEN MEDIO (m ³ /ha)	SUPERFICIE ha	VOLUMEN REGIÓN (m ³)
<i>Pinus radiata</i> *	181,78	84.585,7	15.375.989
<i>Eucalyptus globulus</i> *	103,42	60.245,7	6.230.610

En la región del Bío Bío, hubo sólo dos puntos seleccionados de *Eucalyptus nitens*, por lo tanto, se descartaron por ser poco representativos.

Cuadro 30. Volumen por especie región de la Araucanía

ESPECIE	VOLÚMEN MEDIO (m ³ /ha)	SUPERFICIE ha	VOLUMEN REGIÓN (m ³)
<i>Pinus radiata</i> *	254,11	43.743,6	11.115.686
<i>Eucalyptus globulus</i> *	120,03	51.561,5	6.188.927
<i>Eucalyptus nitens</i> *	268,64	8.496,8	2.282.580

* Datos actualizados durante año 2011

Los resultados que se presentan a continuación, corresponde a los valores medios de los conglomerados, por clase de edad y especie.

En el caso de la región del Maule se describen en cuadros 4 al 7, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Pinus radiata*.

Cuadro 31. Volumen *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	VOLUMEN m3/ha	SUPERFICIE ha	VOLUMEN REGIONAL m3
6-10	14,72	36.539,1	537.856
11-15	103,17	24.336,4	2.510.786
16-20	190,08	32.359,2	6.150.837
>=21	285,88	20.584,6	5.884.725
Total			15.084.204

Error de estimación volumen 27,0 %

Cuadro 32. Densidad *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ÁRBOLES/ha	SUPERFICIE ha	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
6-10	1399,18	36.539,1	51.124.778
11-15	765,15	24.336,4	18.620.996
16-20	762,19	32.359,2	24.663.858
>=21	956,41	20.584,6	19.687.317
Total			114.096.949

Cuadro 33. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ÁREA BASAL m2/ha	SUPERFICIE ha	ÁREA BASAL REGIÓN m2
6-10	12,50	36.539,1	456.739
11-15	21,11	24.336,4	513.741
16-20	22,89	32.359,2	740.702
>=21	27,22	20.584,6	560.313
Total			2.271.495

Cuadro 34. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ALTURA metros	SUPERFICIE ha
6-10	8,07	36.539,1
11-15	15,72	24.336,4
16-20	19,75	32.359,2
>=21	22,16	20.584,6

Alternativamente, para la región del Maule se describen en cuadros 8 al 11, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro 35. Volumen *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	VOLUMEN m3/ha	SUPERFICIE ha	VOLUMEN REGIONAL m3
4-6	42,77	16.287,1	696.599
7-9	109,86	4.307,4	473.211
>=10	238,76	5.960,8	1.423.201
Total			2.593.011

El error en volumen fue de 27,8 %

Cuadro 36. Densidad *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ÁRBOLES/HA	SUPERFICIE HA	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
4-6	1.193,93	16.287,1	19.445.657
7-9	1.079,91	4.307,4	4.651.604
>=10	932,66	5.960,8	5.559.400
Total			29.656.661

Cuadro 37. Área basal *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ÁREA BASAL M2/HA	SUPERFICIE HA	ÁREA BASAL REGIÓN M2
4-6	11,07	16.287,1	180.298
7-9	18,22	4.307,4	78.481
>=10	26,00	5.960,8	154.981
Total			413.760

Cuadro 38. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región del Maule

CLASE EDAD	ALTURA METROS	SUPERFICIE HA
4-6	12,99	16.287,1
7-9	19,45	4.307,4
>=10	29,39	5.960,8

Para la región del Bío Bío se describen en cuadros 12 al 15, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Pinus radiata*.

Cuadro 39. Volumen *Pinus radiata*, PYMP región del BíoBío

CLASE EDAD	VOLUMEN m3/ha	SUPERFICIE ha	VOLUMEN REGIONAL m3
6-10	65,1	22.379,5	1.457.043
11-15	147,9	25.750,1	3.809.151
16-20	243,4	18.239,3	4.438.556
>=21	311,3	18.216,8	5.671.031
Total			15.375.779

Error de estimación volumen 25,7 %

Cuadro 40. Densidad *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ÁRBOLES/ha	SUPERFICIE ha	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
6-10	1006,7	22.379,5	22.529.886
11-15	574,7	25.750,1	14.799.433
16-20	489,9	18.239,3	8.935.952
>=21	500,6	18.216,8	9.118.750
Total			55.384.021

Cuadro 41. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ÁREA BASAL m2/ha	SUPERFICIE ha	ÁREA BASAL REGIÓN m2
6-10	19,1	22.379,5	427.697
11-15	25,7	25.750,1	661.700
16-20	28,8	18.239,3	525.562
>=21	34,3	18.216,8	625.443
Total			2.240.402

Cuadro 42. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ALTURA (metros)	SUPERFICIE (ha)
6-10	12,12	22.379,5
11-15	17,94	25.750,1
16-20	24,50	18.239,3
>=21	28,20	18.216,8

También, para la región del Bío Bío, se describen en cuadros 16 al 19, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus*.

Cuadro 43. Volumen *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	VOLUMEN M3/HA	SUPERFICIE HA	VOLUMEN REGIONAL M3
4-6	46,33	33.013,0	1.529.374
7-9	76,82	13.912,5	1.068.809
>=10	272,72	13.320,2	3.632.704
Total			6.230.887

El error en volumen fue de 32,2 %

Cuadro 44. Densidad *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ÁRBOLES/HA	SUPERFICIE HA	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
4-6	1.249,18	33.013,0	41.239.106
7-9	1087,50	13.912,5	15.129.785
>=10	954,14	13.320,2	12.709.300
Total			69.078.191

Cuadro 45. Área basal *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ÁREA BASAL M2/HA	SUPERFICIE HA	ÁREA BASAL REGIÓN M2
4-6	14,11	33.013,0	465.850
7-9	16,78	13.912,5	233.421
>=10	31,44	13.320,2	418.846
Total			1.118.117

Cuadro 46. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región del Bío Bío

CLASE EDAD	ALTURA METROS	SUPERFICIE HA
4-6	10,95	33.013,0
7-9	14,11	13.912,5
>=10	27,03	13.320,2

En el caso de la región de la Araucanía se describen en cuadros 20 al 23, las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Pinus radiata*.

Cuadro 47. Volumen *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	VOLUMEN M3/HA	SUPERFICIE HA	VOLUMEN REGIONAL M3
6-10	71,0	5.193,7	368.753
11-15	184,9	12.793,8	2.365.162
16-20	287,1	14.741,1	4.231.999
>=21	376,7	11.015,1	4.149.740
Total			11.115.655

Error volumen 29,8%

Cuadro 48. Densidad *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁRBOLES/HA	SUPERFICIE HA	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
6-10	809,0	5.193,7	4.201.703
11-15	685,6	12.793,8	8.770.980
16-20	492,2	14.741,1	7.255.088
>=21	429,0	11.015,1	4.725.473
Total			24.953.245

Cuadro 49. Área basal *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁREA BASAL M2/HA	SUPERFICIE HA	ÁREA BASAL REGIÓN M2
6-10	16,3	5.193,7	84.657
11-15	31,0	12.793,8	396.608
16-20	35,6	14.741,1	524.536
>=21	39,6	11.015,1	435.707
Total			1.441.508

Cuadro 50. Altura dominante *Pinus radiata*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ALTURA METROS	SUPERFICIE HA
6-10	10,8	5.193,7
11-15	19,3	12.793,8
16-20	24,9	14.741,1
>=21	28,9	11.015,1

Para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus globulus* de la región de la Araucanía, se describen en cuadros 24 al 27, las variables de estado de rodal.

Cuadro 51. Volumen *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	VOLUMEN M3/HA	SUPERFICIE HA	VOLUMEN REGIONAL M3
4-6	44,36	23.288,5	1.033.078
7-9	93,34	12.977,1	1.211.282
>=10	257,88	15.296,0	3.944.532
Total			6.188.892

Error volumen 32,3%

Cuadro 52. Densidad *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁRBOLES/HA	SUPERFICIE HA	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
4-6	1.532,23	23.288,5	35.683.338
7-9	1.359,08	12.977,1	17.636.917
>=10	1.452,87	15.296,0	22.223.099
Total			74.182.327

Cuadro 53. Área basal *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁREA BASAL M2/HA	SUPERFICIE HA	ÁREA BASAL REGIÓN M2
4-6	12,98	23.288,5	302.285
7-9	20,38	12.977,1	264.473
>=10	32,27	15.296,0	493.602
Total			1.060.360

Cuadro 54. Altura dominante *E. globulus*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ALTURA METROS	SUPERFICIE HA
4-6	11,39	23.288,5
7-9	14,73	12.977,1
>=10	24,69	15.296,0

Los cuadros 28 al 31 presentan las variables de estado de rodal para las clases de edad seleccionadas de la especie *Eucalyptus nitens* en la región de la Araucanía.

Cuadro 55. Volumen *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	VOLUMEN M3/HA	SUPERFICIE HA	VOLUMEN REGIONAL M3
4-6 **	65,7	2.942,4	193.316
7-9	168,76	2.593,8	437.730
>=10	413,70	5.902,9	2.442.030
Total			3.073.076

Error volumen 33,1 %.

**Valor estimado

Dentro de los conglomerados medidos en terreno, no aparecieron los pertenecientes a la primera clase de edad (cuatro a seis años).

Cuadro 56. Densidad *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁRBOLES/HA	SUPERFICIE HA	NÚMERO ÁRBOLES REGIÓN
7-9	1411,56	2.593,8	3.661.304
>=10	973,04	5.902,9	5.743.758
Total			9.405.062

Cuadro 57. Área basal *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

CLASE EDAD	ÁREA BASAL M2/HA	SUPERFICIE HA	ÁREA BASAL REGIÓN M2
7-9	25,56	2.593,8	66.298
>=10	40,47	5.902,9	238.890
Total			305.188

Cuadro 58. Altura dominante *E. nitens*, PYMP región de la Araucanía

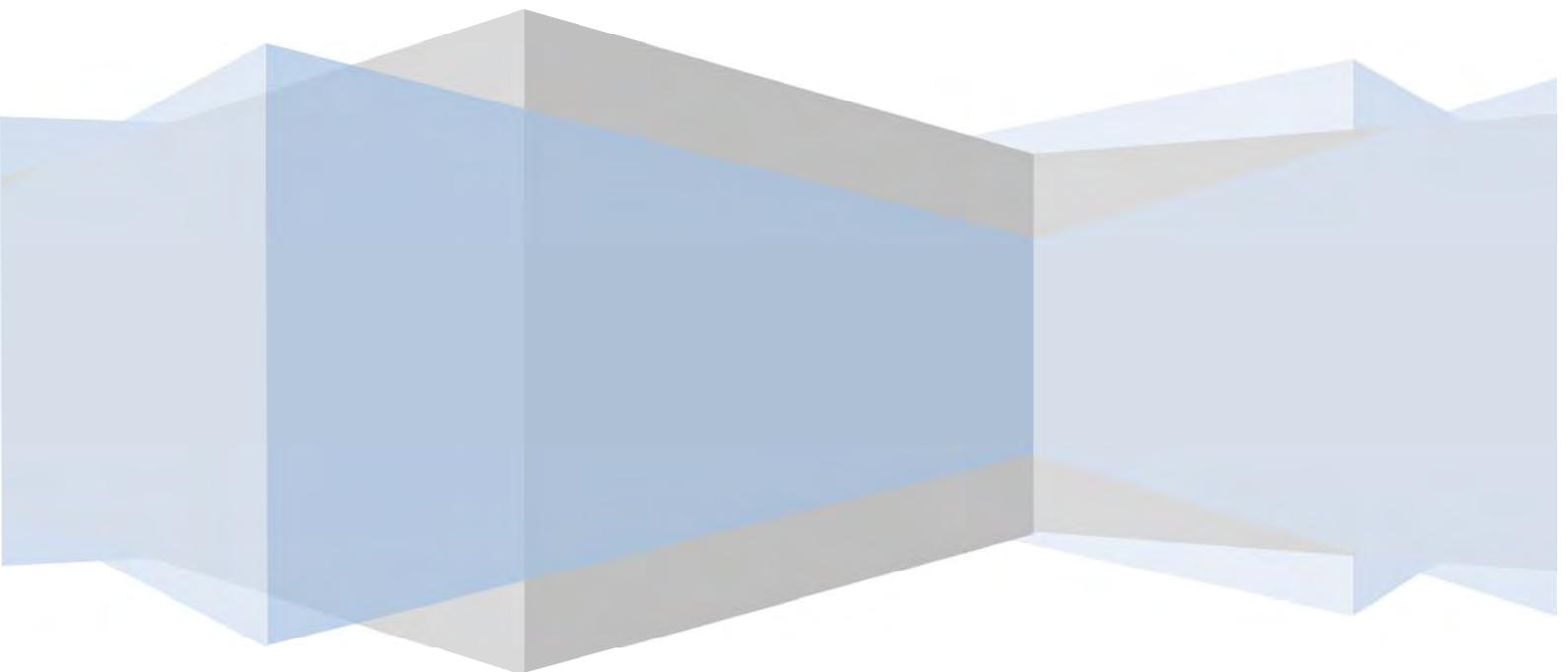
CLASE EDAD	ALTURA METROS	SUPERFICIE HA
7-9	21,03	2.593,8
>=10	31,34	5.902,9

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

INVENTARIO DE BOSQUE NATIVO

CAPITULO III

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

INVENTARIO DE BOSQUE NATIVO	1
Introducción	1
Resumen	1
Existencias totales por región	6
Macroregión Norte	6
Región de Coquimbo	6
Región de Valparaiso	6
Región Metropolitana	7
Región de O'higgins	7
Región del Maule	8
Región del Bio Bio	13
Región de La Araucanía	18
Región de Los Ríos	23
Región de Los Lagos	27
Región de Aysen	34
Región de Magallanes	41

Indice Figuras

Figura 1 Existencias A. Basal y Volumen Región del Maule.....	12
Figura 2 Existencias A. Basal y Volumen Región del Bío Bío.....	17
Figura 3 Existencias A. Basal y Volumen Región de la Araucanía	22
Figura 4 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Ríos.....	26
Figura 5 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Lagos	33
Figura 6 Existencias A. Basal y Volumen Región de Aysén	40
Figura 7 Existencias A. Basal y Volumen Región de Magallanes	46

Introducción

En este capítulo se presentan en forma detallada las existencias totales por región comprendidas en el proceso de actualización 2019, el que involucra la publicación de valores de existencias actualizados para las regiones de Aysén y Magallanes y levantamiento de datos biofísicos de inventario para las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Región Metropolitana, O'Higgins, Lagos, y Aysén.

Es importante destacar que el reporte presentado, incluye por primera vez cifras de los inventarios realizados en las islas y archipiélagos de las regiones de Aysén y Magallanes; esfuerzo habilitado gracias al apoyo del proyecto GEF Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales (GEF SIMEF). Esto permite la entrega de información más completa para el país, cubriendo millones de hectáreas de bosques situadas en zonas de difícil acceso, que previamente no estaban sujetas a inventario.

El inventario asume como población objetivo el país y las regiones. Dado su carácter de continuo y de grandes áreas, al subdividir la población en áreas más pequeñas, el número de muestras disminuye. Es por esto, que el nivel máximo de subdivisión considerado corresponde a provincias, con errores de estimación variables como se observa en los cuadros de existencias por región. Los cuadros de resultados que se presentan, consideran volúmenes sólidos fustales de los individuos sin corteza y sin deducción por defectos. Se aconseja al lector considerar en su análisis de estos datos, los valores de precisión de la media detallados en los cuadros respectivos, de forma de tener en consideración estos niveles de incertidumbre como escenarios antes de tomar decisiones.

El total de superficie bajo actualización alcanza en este período aproximadamente 3,069 millones de hectáreas, correspondientes al primer año del tercer ciclo del Inventario Forestal Nacional (IFN).

Resumen

El inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales (IFN) ejecutado por el Instituto Forestal se encuentra en operación desde el año 2000 a la fecha. El propósito de este inventario es apoyar los procesos de toma de decisión, los procesos internacionales y diferentes áreas de interés actual y futuro.

Se ha logrado completar con información aquellos bosques comprendidos entre las regiones de Coquimbo a la región de Magallanes, cubriendo el 13.4 millones de hectáreas de la superficie definida por el Catastro CONAF-MMA como bosque nativo en Chile.

En este reporte se expresan los resultados asociados a la caracterización cuantitativa de los bosques de las regiones involucradas en el presente ciclo de medición correspondiente al año 2019 equivalente a 3.069.389 ha. Las existencias brutas totales

fustales comprendidas en las regiones ya medidas alcanzan los 665,8 millones de m³ssc sobre una base cubierta con unidades de muestra de 13,424 millones de ha. A modo de resumen general la siguiente tabla describe las existencias por región, así como, las superficies bajo inventario que dieron origen a las medias estimadas.

Tabla N°1
EXISTENCIAS PARA BASE MUESTRAL ESTADÍSTICA
RESUMEN DE EXISTENCIAS POR REGION

Región	Existencias (m3ssc)	Crecimiento anual (m3ssc)	Superficie bajo inventario (ha)
De Coquimbo	413.762,5	-	3.514,0
De Valparaíso	3.382.228,3	264.428,0	95.463,0
Región Metropolitana	3.895.239,5	380.093,1	93.526,0
De O'Higgins	8.770.862,0	484.313,8	118.013,0
Del Maule	65.001.659,9	3.129.894,8	370.330,0
Del Bío Bío	223.113.280,0	8.561.195,0	786.208,0
De la Araucanía	229.040.944,0	6.568.078,0	908.501,0
De los Ríos	223.551.472,0	6.132.891,5	850.000,00
De los Lagos	649.328.384,0	23.141.600,0	2.758.873,0
De Aysén	1.722.186.812,7	31.746.736,4	4.814.066,0
De Magallanes	902.185.233,3	12.327.749,6	2.625.506,0
Total	4.030.869.878,2	92.736.980,2	13.424.000,0

Las existencias expandidas a la población total programada a la base país de 13,4 MM ha totalizan 4.030 millones de m³ssc, y se detallan a continuación en tabla 2:

Tabla N°2**EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS**

Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m3ssc/ha)	Existencias (m3ssc)
De Coquimbo	3.514,00	117,75	413.762,5
De Valparaíso	95.463,00	35,43	3.382.228,3
Región Metropolitana	93.526,00	41,68	3.895.239,5
De O'Higgins	118.013,00	74,32	8.770.862,0
Del Maule	370.330,00	175,52	65.001.659,9
Del Bío Bío	786.208,00	283,78	223.113.280,0
De la Araucanía	908.501,00	252,11	229.040.944,0
De Los Ríos	850.000,00	263,00	223.551.472,0
De los Lagos	2.758.873,00	235,36	649.328.384,0
De Aysén	4.814.066,00	357,74	1.722.186.812,7
De Magallanes	2.625.506,00	343,62	902.185.233,3
Total	13.424.000,00		4.030.869.878,2

En este respecto el detalle de las superficies comprometidas en el período 2019 se describe a continuación según superficies de base muestral y total programada:

Tabla N°3**SUPERFICIES PARA BASE MUESTRAL ESTADÍSTICA**

Región	Superficie para Base Muestral Estadística (ha)
De Coquimbo	3.514,0
De Valparaíso	95.463,0
Región Metropolitana	93.526,0
De O'Higgins	118.013,0
De los Lagos	2.758.873,0
Total	3.069.389,0

Tabla N°4

EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS Y OBTENIDAS EN 2019

Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m ³ ssc/ha)	Existencias (m ³ ssc)
De Coquimbo	3.514,0	117,75	413.762,5
De Valparaíso	95.463,0	35,43	3.382.228,3
Región Metropolitana	93.526,0	41,68	3.895.239,5
De O'Higgins	118.013,0	74,32	8.770.862,0
De los Lagos	2.758.873,0	235,36	649.328.384,0
Total	3.069.389,0		665.790.476,3

La tabla 5 a continuación describe la secuencia histórica de superficies medidas en ciclo de mediciones iniciado el año 2011.

Tabla N°5

EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES ACUMULADAS AL 2019

Ciclo	Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m ³ ssc/ha)	Existencias (m ³ ssc)
1	De Coquimbo	3.514,00	28,79	101.168,2
	De Valparaíso	95.463,00	21,16	2.019.997,1
	Región Metropolitana	93.526,00	28,21	2.638.790,5
	De O'Higgins	118.013,00	36,43	4.299.119,2
	De los Lagos	2.758.873,00	265,36	732.100.591,8
	Subtotal 2011	3.069.389,00		741.159.666,7
	Del Maule	370.330,00	161,54	59.823.108,0
	Del Bío Bío	786.208,00	172,62	135.715.225,0
	De la Araucanía	908.501,13	290,60	264.010.428,4
	De Los Ríos	850.000,00	357,43	303.815.500,0
	De Aysén	325.000,00	266,32	86.554.000,0
	Subtotal 2012	3.240.039,00		824.365.491,5
	De Aysén	3.715.532,0	266,32	989.520.482,0
	Subtotal 2013	3.715.532,0		989.520.482,0
	De Magallanes	2.625.506,0	248,17	651.571.824,0
	De Aysén	774.494,0	266,32	206.263.242,1
Subtotal 2014	3.400.000,0		857.835.066,1	
2	De Coquimbo	3.514,00	117,75	413.762,5
	De Valparaíso	95.463,00	35,43	3.382.228,3
	Región Metropolitana	93.526,00	41,68	3.895.239,5
	De O'Higgins	118.013,00	74,32	8.770.862,0
	Del Maule	210.094,00	156,27	32.831.073,3
	De los Lagos	2.758.873,00	235,36	649.328.384,0
	Subtotal 2015	3.279.483,00		698.621.549,6

Ciclo	Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m ³ ssc/ha)	Existencias (m ³ ssc)
	Del Maule	160.236,00	200,77	32.170.586,6
	Del Bío Bío	786.208,00	283,78	223.113.280,0
	De la Araucanía	908.501,00	252,11	229.040.944,0
	De los Ríos	850.000,00	263,00	223.551.472,0
	De Aysén	325.000,00	357,74 *	116.265.691,9 *
	Subtotal 2016	3.029.945,00		824.141.974,5 *
	De Aysén	3.715.532,00	357,74 *	1.329.196.611,0 *
	Subtotal 2017	3.715.532,00		1.329.196.611,0 *
	De Aysén	773.534,00	357,74 *	276.724.509,8 *
	De Magallanes	2.625.506,0	343,62 *	902.185.233,3 *
	Subtotal 2018	3.399.040		1.178.909.743,1 *
3	De Coquimbo	3.514,00	117,75	413.762,5
	De Valparaíso	95.463,00	35,43	3.382.228,3
	Región Metropolitana	93.526,00	41,68	3.895.239,5
	De O'Higgins	118.013,00	74,32	8.770.862,0
	De los Lagos	2.758.873,00	235,36	649.328.384,0
	Subtotal 2019	3.069.389,00		665.790.476,3

* valor actualizado con datos inventario archipiélagos Aysén y Magallanes

Existencias totales por región

Macroregión Norte

Las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins se agrupan dado su baja representatividad en superficie de bosques (~3%) como una macroregión. No obstante, se entregan estimados para cada región. Aquellas celdas marcadas con (*) indican alta incertidumbre (>30% en volumen).

Región de Coquimbo

La región del Coquimbo contabiliza una existencia total de 413.7 mil m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión que supera el 30%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Volumen m3ssc	3.514,00	117,75	413.762,5	*
Area Basal m2	3.514,00	35,11	123.365,4	
Nha	3.514,00	2.518,20	8.848.955,0	
Vol Neto m3ssc	3.514,00	107,77	378.693,6	*

Región de Valparaíso

La región del Valparaíso contabiliza una existencia total de 3.38 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión que supera el 30%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	95.463,00	2,77	264.428,0	*
Volumen m3ssc	95.463,00	35,43	3.382.228,3	*
Area Basal m2	95.463,00	6,84	652.513,0	
Nha	95.463,00	542,24	51.763.556,0	
Vol Neto m3ssc	95.463,00	31,63	3.019.798,5	*
Vol Neto Pulp m3ssc	95.463,00	26,63	2.542.228,0	*

Región Metropolitana

La región del Metropolitana contabiliza una existencia total de 3.90 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión sobre el 30% en volumen.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	93.463,00	4,07	380.093,1	*
Volumen m3ssc	93.463,00	41,68	3.895.239,5	*
Area Basal m2	93.463,00	8,67	810.721,6	
Nha	93.463,00	581,00	54.301.924,0	
Vol Neto m3ssc	93.463,00	38,65	3.612.725,5	*
Vol Neto Pulp m3ssc	93.463,00	30,97	2.894.382,3	*
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	93.463,00	0,53	49.320,1	*

Región de O'higgins

La región del O'Higgins contabiliza una existencia total de 8.77 millones m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión sobre el 30% en volumen.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	118.013,00	4,10	484.313,8	*
Volumen m3ssc	118.013,00	74,32	8.770.862,0	*
Area Basal m2	118.013,00	12,94	1.527.198,0	
Nha	118.013,00	757,10	89.347.200,0	
Vol Neto m3ssc	118.013,00	66,94	7.900.333,0	*
Vol Neto Pulp m3ssc	118.013,00	57,54	6.791.058,0	*
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	118.013,00	1,03	121.733,2	*

Región del Maule

La región del Maule contabiliza una existencia total de 74.4 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión de 28,6%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	370.330,00	9,26	3.429.979,2	*
Volumen m3ssc	370.330,00	200,77	74.351.165,4	28,62
Area Basal m2	370.330,00	25,71	9.520.929,0	35,6
Nha	370.330,00	960,17	355.580.596,0	*
Vol Neto m3ssc	370.330,00	178,63	66.153.427,5	32,66

Las existencias por provincias corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LINARES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	160.213,40	11,28	1.807.846,24
Volumen m3ssc	160.213,40	245,68	39.361.310,61
Area Basal m2	160.213,40	29,61	4.744.583,48
Nha	160.213,40	1.169,65	187.394.137,35
Vol Neto m3ssc	160.213,40	218,47	35.002.296,20

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CURICO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	105.896,10	8,10	857.481,0
Volumen m3ssc	105.896,10	115,95	12.278.597,4
Area Basal m2	105.896,10	11,76	1.245.832,0
Nha	105.896,10	840,15	88.968.431,9
Vol Neto m3ssc	105.896,10	108,89	11.531.251,4

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE TALCA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	90.420,30	8,56	773.821,2
Volumen m3ssc	90.420,30	303,05	27.401.455,7
Area Basal m2	90.420,30	47,74	4.316.786,4
Nha	90.420,30	886,00	80.112.235,1
Vol Neto m3ssc	90.420,30	258,36	23.360.813,3

Las existencias por tipo forestal presente en la región corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-HUALO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	148.182,00	15,94	2.362.548,31
Volumen m3ssc	148.182,00	329,58	48.838.493,56
Area Basal m2	148.182,00	39,87	5.908.535,51
Nha	148.182,00	1.652,99	244.943.364,18
Vol Neto m3ssc	148.182,00	292,53	43.348.248,15

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	159.916,00	7,91	1.264.749,42
Volumen m3ssc	159.916,00	221,49	35.420.302,54
Area Basal m2	159.916,00	30,97	4.952.263,03
Nha	159.916,00	819,28	131.016.300,31
Vol Neto m3ssc	159.916,00	193,63	30.963.758,23

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLEROFILO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	41.195,00	8,96	369.250,23
Volumen m3ssc	41.195,00	115,25	4.747.774,09
Area Basal m2	41.195,00	11,27	464.305,66
Nha	41.195,00	930,22	38.320.412,90
Vol Neto m3ssc	41.195,00	100,33	4.133.102,44

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

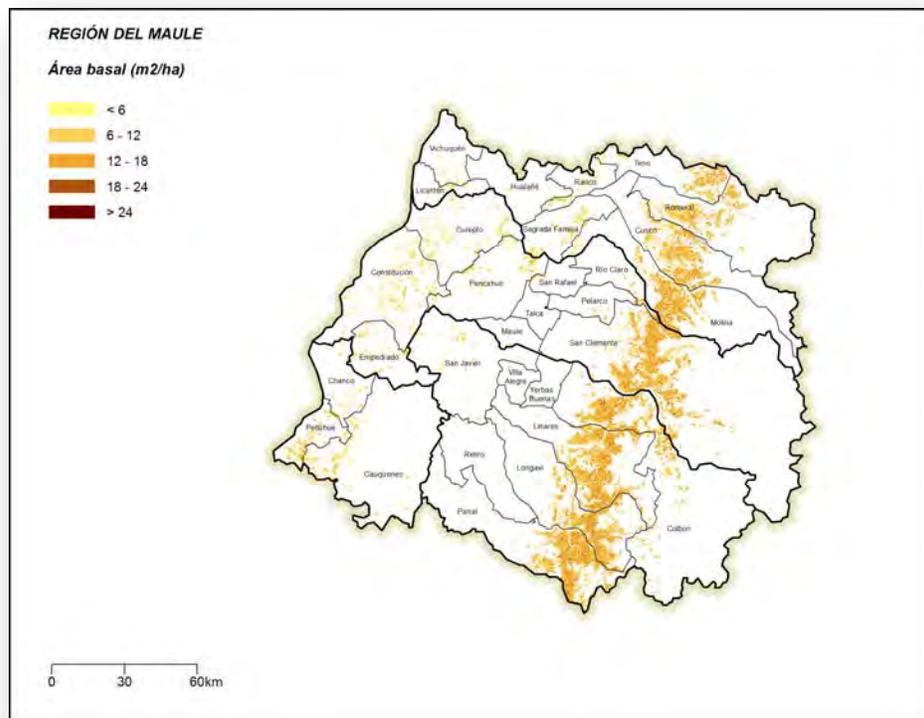
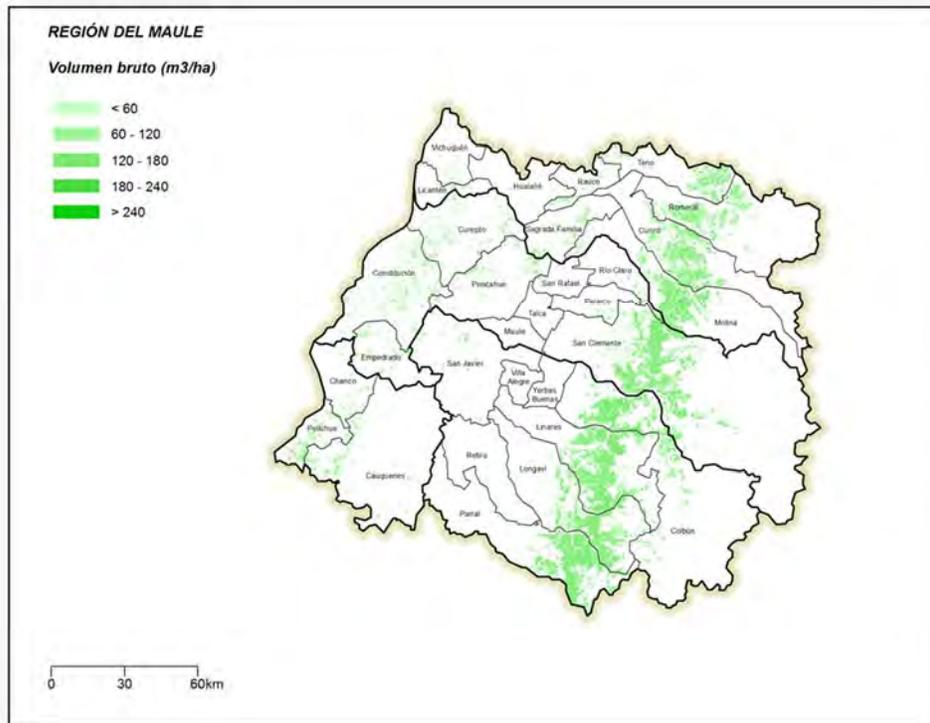


Figura 1 Existencias en área basal y volumen. Región del Maule

Región del Bío Bío

La región del Bío Bío contabiliza una existencia total de 223,1 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm con una precisión de 15,72%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	786.208	10,89	8.561.195,0	21,61
Volumen m3ssc	786.208	283,78	223.113.280,0	15,72
Area Basal m2	786.208	38,01	29.883.906,0	16,68
Nha	786.208	1.128,27	887.052.608,0	21,64
Vol Neto m3ssc	786.208	217,20	170.766.496,0	16,46

Las existencias por provincia corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE ARAUCO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	92.713,5	10,35	959.662,05
Volumen m3ssc	92.713,5	270,43	25.072.200,46
Area Basal m2	92.713,5	38,97	3.612.770,27
Nha	92.713,5	1.072,69	99.452.986,95
Vol Neto m3ssc	92.713,5	224,78	20.839.905,69

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE BIO BIO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	436.586,6	11,65	5.085.924,2
Volumen m3ssc	436.586,6	313,65	136.933.580,1
Area Basal m2	436.586,6	42,31	18.471.587,5
Nha	436.586,6	1.206,89	526.911.264,6
Vol Neto m3ssc	436.586,6	226,40	98.842.829,1

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE ÑUBLE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	231.020,7	9,28	2.143.649,5
Volumen m3ssc	231.020,7	217,36	50.213.611,7
Area Basal m2	231.020,7	27,28	6.301.590,3
Nha	231.020,7	961,66	222.163.871,7
Vol Neto m3ssc	231.020,7	192,00	44.355.161,5

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ARAUCARIA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	43.609,2	-	-
Volumen m3ssc	43.609,2	429,94	18.749.394,37
Area Basal m2	43.609,2	75,37	3.286.736,27
Nha	43.609,2	776,60	33.866.904,72
Vol Neto m3ssc	43.609,2	-	-

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL CIPRES DE LA CORDILLERA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	18.852,4	10,84	204.291,0
Volumen m3ssc	18.852,4	259,25	4.887.515,2
Area Basal m2	18.852,4	33,38	629.241,9
Nha	18.852,4	1.123,07	21.172.494,2
Vol Neto m3ssc	18.852,4	190,28	3.587.314,6

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-HUALO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS. TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	14.666,1	8,23	120.668,0
Volumen m3ssc	14.666,1	256,26	3.758.317,0
Area Basal m2	14.666,1	34,96	512.709,3
Nha	14.666,1	851,92	12.494.343,9
Vol Neto m3ssc	14.666,1	235,65	3.456.139,8

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS. TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	480.667,3	11,45	5.503.979,56
Volumen m3ssc	480.667,3	284,86	136.925.020,70
Area Basal m2	480.667,3	36,87	17.724.422,24
Nha	480.667,3	1.186,56	570.338.412,46
Vol Neto m3ssc	480.667,3	217,49	104.539.120,94

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	9.061,7	9,74	88.284,57
Volumen m3ssc	9.061,7	183,59	1.663.598,77
Area Basal m2	9.061,7	20,75	188.014,74
Nha	9.061,7	1.010,22	9.154.310,57
Vol Neto m3ssc	9.061,7	173,21	1.569.592,92

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	143.642	7,43	1.067.320,88
Volumen m3ssc	143.642	257,07	36.925.764,19
Area Basal m2	143.642	37,05	5.321.926,17
Nha	143.642	769,04	110.465.805,27
Vol Neto m3ssc	143.642	227,36	32.658.511,71

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

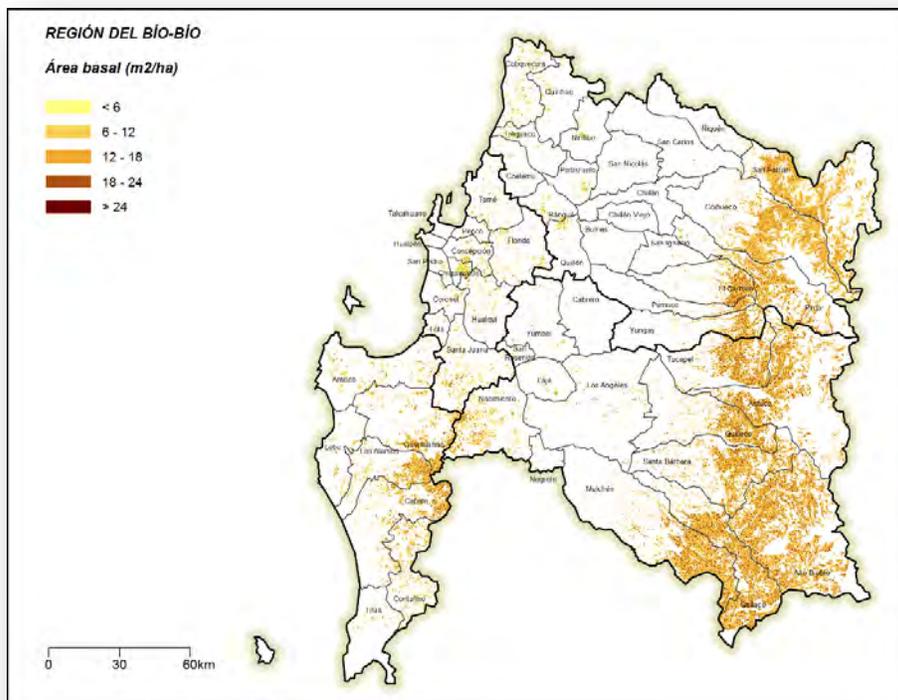
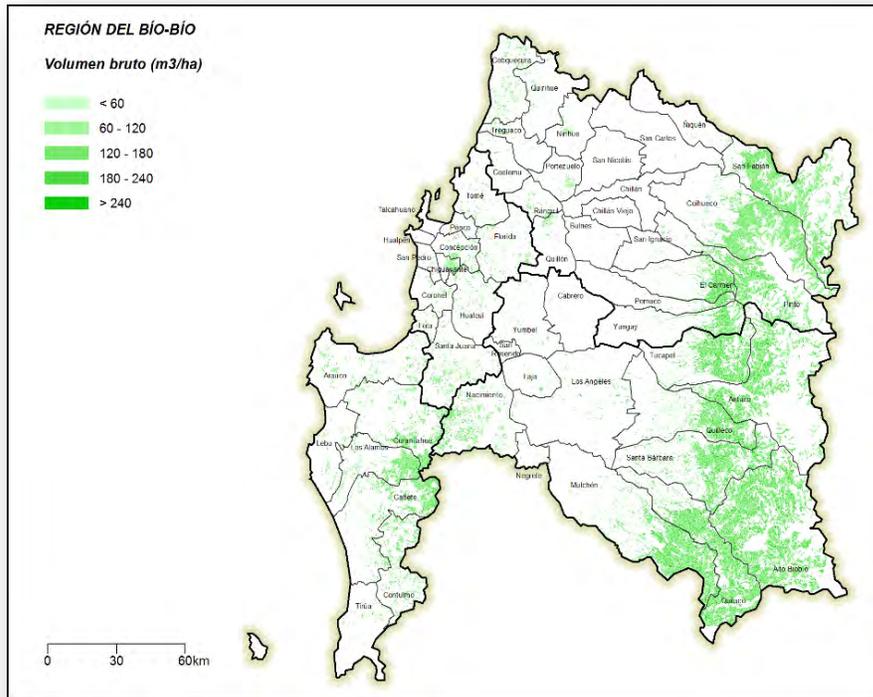


Figura 2 Existencias en área basal y volumen. Región del Bío Bío

Región de La Araucanía

La región del Araucanía contabiliza una existencia total de 229,0 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 19,96%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	908.501,13	7,23	6.568.078,0	28,58
Volumen m3ssc	908.501,13	252,11	229.040.944,0	19,96
Area Basal m2	908.501,13	37,81	34.354.020,0	22,67
Nha	908.501,13	748,42	679.939.904,0	28,64
Vol Neto m3ssc	908.501,13	196,46	178.483.888,0	20,09

Las existencias por provincia corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAUTIN

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	490.141,6	7,72	3.782.299,6
Volumen m3ssc	490.141,6	262,91	128.861.420,9
Area Basal m2	490.141,6	38,93	19.078.860,9
Nha	490.141,6	798,88	391.565.356,2
Vol Neto m3ssc	490.141,6	198,79	97.433.370,9

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA MALLECO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	418.359,5	6,39	2.671.808,3
Volumen m3ssc	418.359,5	233,42	97.653.419,1
Area Basal m2	418.359,5	35,89	15.015.188,4
Nha	418.359,5	661,08	276.569.178,7
Vol Neto m3ssc	418.359,5	192,51	80.538.042,6

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ARAUCARIA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	207.885,2	-	-
Volumen m3ssc	207.885,2	272,16	56.578.454,6
Area Basal m2	207.885,2	48,75	10.134.071,3
Nha	207.885,2	386,21	80.287.220,8
Vol Neto m3ssc	207.885,2	223,75	46.514.256,4

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	432.488	8,48	3.667.131,3
Volumen m3ssc	432.488	241,60	104.489.772,2
Area Basal m2	432.488	32,75	14.163.796,6
Nha	432.488	878,27	379.841.183,0
Vol Neto m3ssc	432.488	183,30	79.274.774,7

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULI-TEPA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	104.638,7	6,17	646.053,2
Volumen m3ssc	104.638,7	317,33	33.204.910,7
Area Basal m2	104.638,7	55,23	5.779.027,6
Nha	104.638,7	638,25	66.785.749,9
Vol Neto m3ssc	104.638,7	240,40	25.154.873,7

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ESCLERÓFILO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	15.268,60	9,84	150.203,2
Volumen m3ssc	15.268,60	178,44	2.724.563,5
Area Basal m2	15.268,60	21,70	331.382,0
Nha	15.268,60	1.020,31	15.578.727,1
Vol Neto m3ssc	15.268,60	112,30	1.714.673,7

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	55.670,3	2,12	117.927,0
Volumen m3ssc	55.670,3	138,70	7.721.298,8
Area Basal m2	55.670,3	24,61	1.370.257,8
Nha	55.670,3	218,68	12.174.092,5
Vol Neto m3ssc	55.670,3	94,88	5.281.806,5

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	102.199,5	4,59	469.439,9
Volumen m3ssc	102.199,5	299,96	30.656.200,7
Area Basal m2	102.199,5	48,47	4.953.981,7
Nha	102.199,5	473,91	48.433.492,8
Vol Neto m3ssc	102.199,5	249,37	25.485.148,6

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

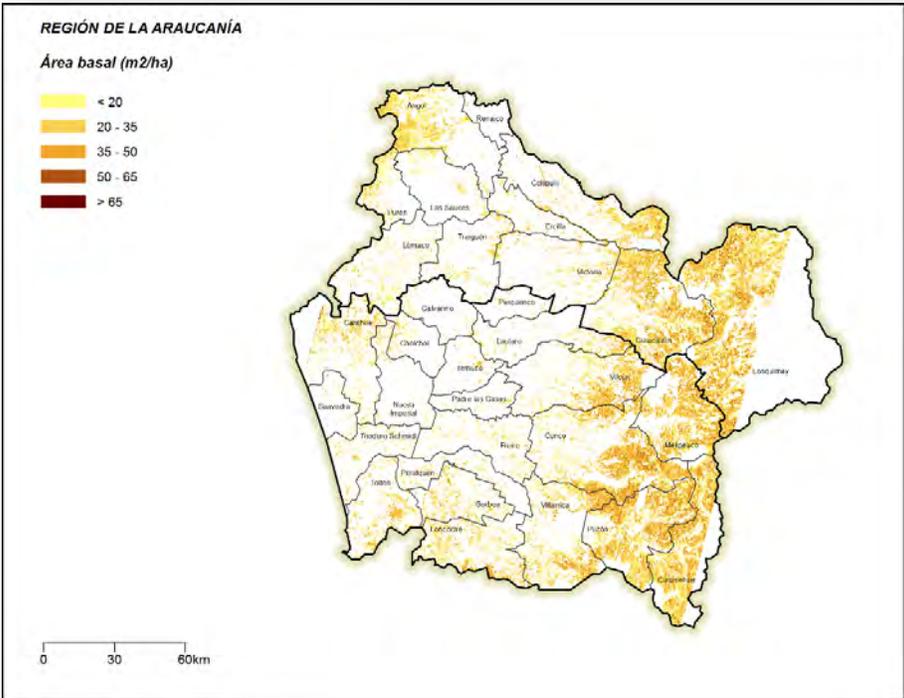
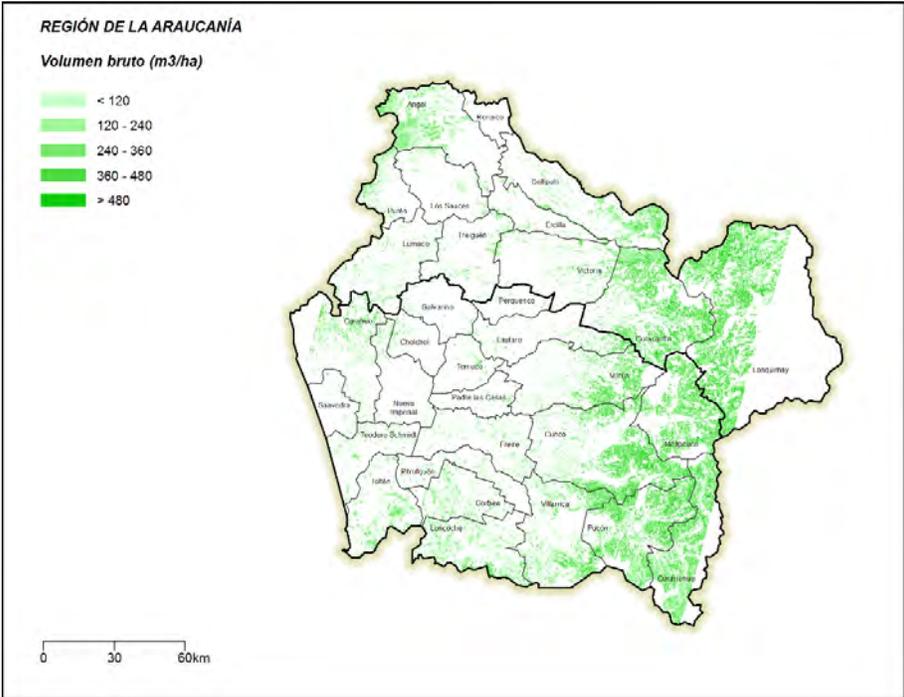


Figura 3 Existencias en área basal y volumen. Región de la Araucanía

Región de Los Ríos

La región de los Ríos contabiliza una existencia total de 223,6 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 17,16%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	849.771	7,22	6.132.891,5	24,91
Volumen m3ssc	849.771	263,00	223.551.472,0	17,16
Area Basal m2	849.771	40,59	34.498.080,0	18,61
Nha	849.771	746,85	634.824.768,0	24,95
Vol Neto m3ssc	849.771	206,99	175.944.624,0	17,89

Las existencias totales por provincia corresponde a:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA RANCO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	406.350,8	7,60	3.088.069,5
Volumen m3ssc	406.350,8	271,99	110.524.243,0
Area Basal m2	406.350,8	42,44	17.247.009,1
Nha	406.350,8	786,75	319.694.994,8
Vol Neto m3ssc	406.350,8	213,01	86.554.867,8

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA VALDIVIA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	443.419,8	6,82	3.025.876,1
Volumen m3ssc	443.419,8	253,85	112.562.440,9
Area Basal m2	443.419,8	38,70	17.158.190,3
Nha	443.419,8	706,25	313.163.729,3
Vol Neto m3ssc	443.419,8	200,87	89.071.825,2

Las existencias por tipo forestal se detallan como:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	192.732,2	8,14	1.569.612,2
Volumen m3ssc	192.732,2	286,87	55.288.286,7
Area Basal m2	192.732,2	42,03	8.100.579,5
Nha	192.732,2	842,97	162.467.969,8
Vol Neto m3ssc	192.732,2	225,28	43.418.125,8

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULI-TEPA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	246.910,7	4,13	1.020.925,8
Volumen m3ssc	246.910,7	300,50	74.197.032,1
Area Basal m2	246.910,7	56,95	14.062.712,5
Nha	246.910,7	426,73	105.364.085,4
Vol Neto m3ssc	246.910,7	216,62	53.485.358,5

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	215.441,2	8,07	1.738.622,3
Volumen m3ssc	215.441,2	240,90	51.899.022,3
Area Basal m2	215.441,2	34,55	7.444.502,3
Nha	215.441,2	835,88	180.081.976,4
Vol Neto m3ssc	215.441,2	198,89	42.849.830,8

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ALERCE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	16.076,70	2,48	39.859,67
Volumen m3ssc	16.076,70	74,01	1.189.904,69
Area Basal m2	16.076,70	10,24	164.679,62
Nha	16.076,70	256,81	4.128.657,33
Vol Neto m3ssc	16.076,70	45,74	735.319,46

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES

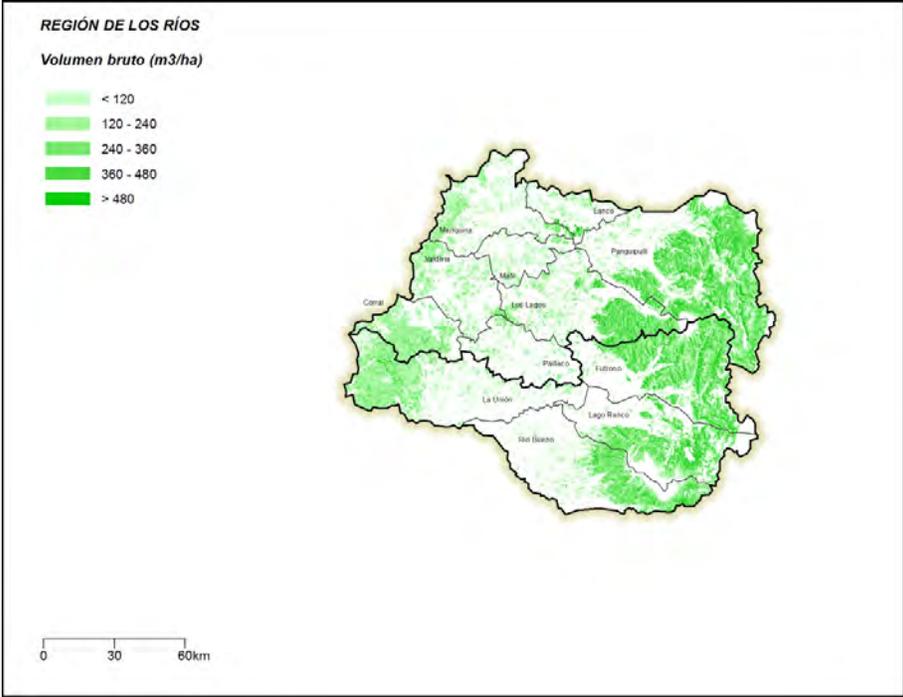
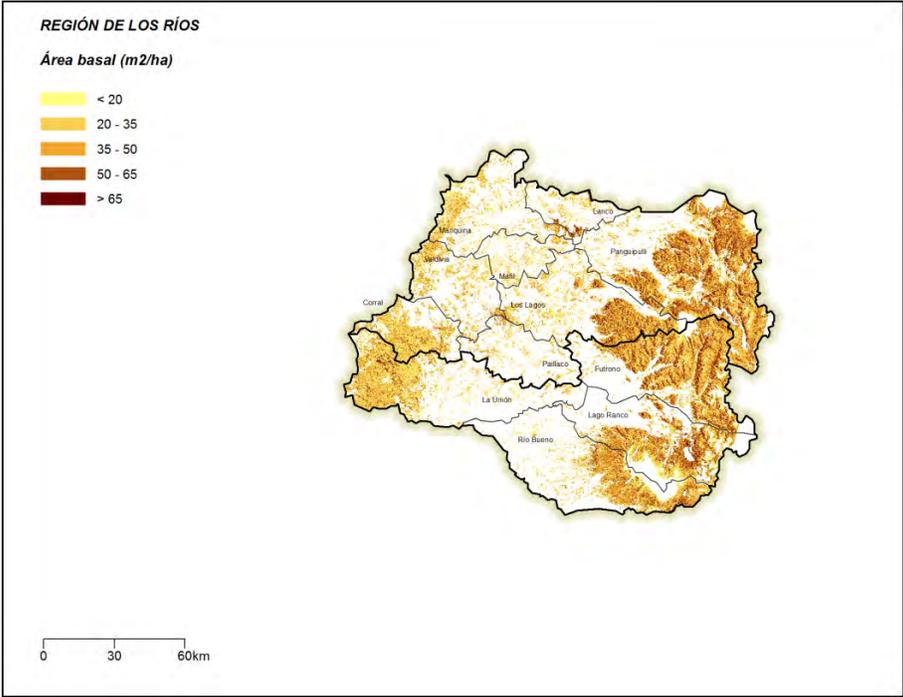


Figura 4 Existencias en área basal y volumen. Región de los Ríos

Región de Los Lagos

La región de los Lagos contabiliza una existencia total de 649.3 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 19.1%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR(%)
Crecimiento Vol m3ssc	2.758.873,00	8,39	23.141.600,0	16,65
Volumen m3ssc	2.758.873,00	235,36	649.328.384,0	19,13
Area Basal m2	2.758.873,00	35,20	97.110.344,0	15,85
Nha	2.758.873,00	798,42	2.202.749.184,0	18,15
Vol Neto m3ssc	2.758.873,00	197,82	545.748.480,0	17,83
Vol Neto Pulp m3ssc	2.758.873,00	150,59	415.453.440,0	21,67
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	2.758.873,00	30,85	85.117.200,0	*

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE LLANQUIHUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	776.992	8,86	6.882.922,0
Volumen m3ssc	776.992	271,07	210.616.300,6
Area Basal m2	776.992	39,87	30.975.387,8
Nha	776.992	843,33	655.261.773,4
Vol Neto m3ssc	776.992	230,14	178.817.444,0
Vol Neto Pulp m3ssc	776.992	175,45	136.323.577,4
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	776.992	36,76	28.560.039,8

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA OSORNO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	377.345,00	7,73	2.916.481,3
Volumen m3ssc	377.345,00	232,06	87.567.043,4
Area Basal m2	377.345,00	35,40	13.358.268,2
Nha	377.345,00	759,92	286.751.111,3
Vol Neto m3ssc	377.345,00	168,26	63.491.308,2
Vol Neto Pulp m3ssc	377.345,00	146,50	55.282.524,0
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	377.345,00	11,71	4.418.258,3

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA CHILOE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	621.927,60	11,21	6.972.428,9
Volumen m3ssc	621.927,60	178,29	110.880.719,3
Area Basal m2	621.927,60	31,60	19.655.395,2
Nha	621.927,60	1.059,00	658.619.659,8
Vol Neto m3ssc	621.927,60	165,29	102.801.326,3
Vol Neto Pulp m3ssc	621.927,60	123,17	76.601.222,5
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	621.927,60	28,02	17.424.380,8

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA PALENA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	982.607,80	5,44	5.347.842,4
Volumen m3ssc	982.607,80	263,63	259.044.167,4
Area Basal m2	982.607,80	34,17	33.578.623,8
Nha	982.607,80	505,73	496.929.588,2
Vol Neto m3ssc	982.607,80	227,32	223.364.379,0
Vol Neto Pulp m3ssc	982.607,80	158,58	155.826.494,5
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	982.607,80	44,81	44.025.844,6

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ALERCE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	121.359,00	-	-
Volumen m3ssc	121.359,00	291,37	35.360.186,2
Area Basal m2	121.359,00	47,26	5.735.136,7
Nha	121.359,00	1.050,44	127.479.964,7
Vol Neto m3ssc	121.359,00	-	-
Vol Neto Pulp m3ssc	121.359,00	-	-
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	121.359,00	-	-

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL ROBLE-RAULI-COIHUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	173.882,90	8,26	1.436.430,7
Volumen m3ssc	173.882,90	218,43	37.981.436,5
Area Basal m2	173.882,90	34,62	6.020.263,8
Nha	173.882,90	861,91	149.872.171,1
Vol Neto m3ssc	173.882,90	143,60	24.968.988,6
Vol Neto Pulp m3ssc	173.882,90	136,48	23.730.910,9
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	173.882,90	7,12	1.238.077,7

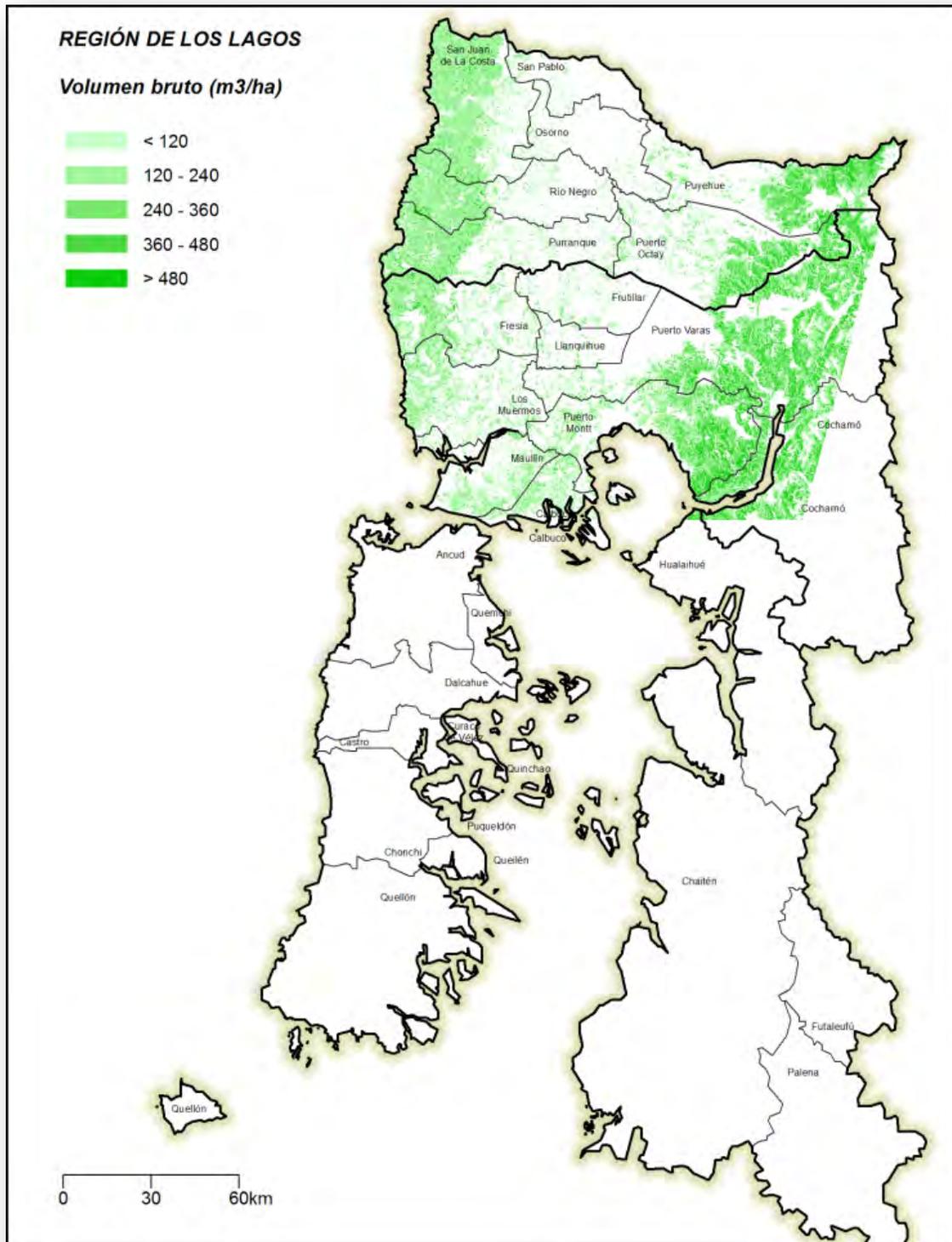
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE-RAULI-TEPA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	195.130,50	5,95	1.160.956,9
Volumen m3ssc	195.130,50	132,80	25.913.544,5
Area Basal m2	195.130,50	21,82	4.256.809,2
Nha	195.130,50	558,03	108.888.282,7
Vol Neto m3ssc	195.130,50	87,37	17.049.242,7
Vol Neto Pulp m3ssc	195.130,50	78,64	15.344.318,5
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	195.130,50	0,00	0,00

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	421.478,60	8,48	3.574.003,9
Volumen m3ssc	421.478,60	235,44	99.231.872,6
Area Basal m2	421.478,60	34,46	14.525.167,3
Nha	421.478,60	784,69	330.729.808,5
Vol Neto m3ssc	421.478,60	210,61	88.768.170,8
Vol Neto Pulp m3ssc	421.478,60	150,13	63.276.144,8
Vol Prod (D>25 cm) m3ssc	421.478,60	38,06	16.039.859,7

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



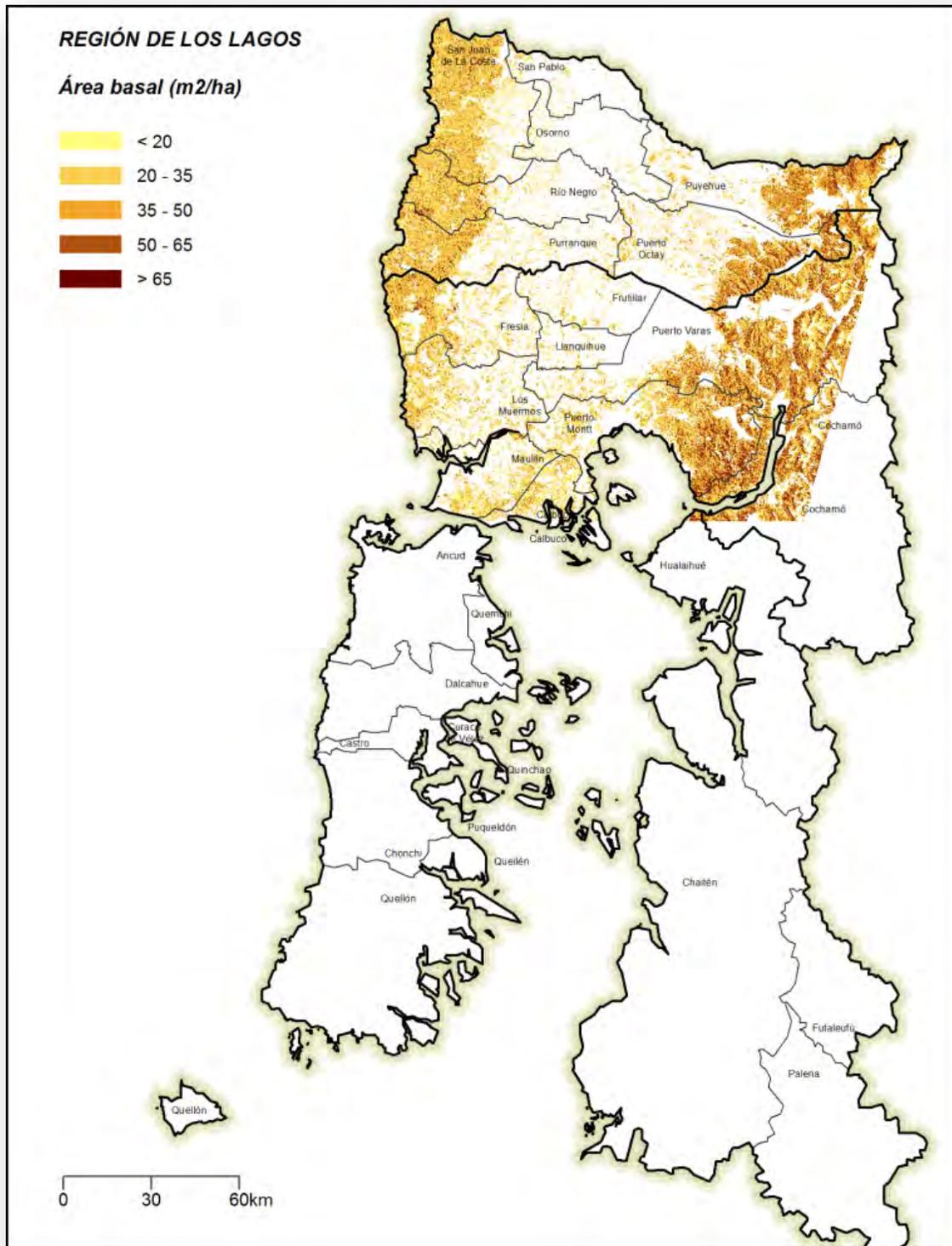


Figura 5 Existencias en área basal y volumen. Región de los Lagos

Región de Aysen

La región de Aysén contabiliza una existencia total de 1.396 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión cercana al 74% para su área de bosques continental y superior al 82% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES (CONTINENTAL)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	2.291.727,45	6,64	15.207.299,4	25,89
Volumen m3ssc	2.291.727,45	357,53	819.361.802,0	17,80
Area Basal m2	2.291.727,45	39,21	89.855.991,1	17,07
Nha	2.291.727,45	757,64	1.736.294.907,2	*
Vol Neto m3ssc	2.291.727,45	211,35	484.358.114,2	18,94
Vol,Neto,Pulp m3ssc	2.291.727,45	348,35	798.325.089,6	20,26
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	2.291.727,45	25,43	58.276.059,5	*

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES (ARCHIPIELAGOS)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.611.890,49	6,53	10.524.829,0	17,69
Volumen m3ssc	1.611.890,49	358,04	577.127.974,8	21,43
Area Basal m2	1.611.890,49	41,51	66.910.475,4	18,15
Nha	1.611.890,49	849,89	1.369.932.682,0	21,30
Vol Neto m3ssc	1.611.890,49	216,55	349.053.218,0	20,87
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.611.890,49	195,73	315.501.467,6	21,16
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.611.890,49	20,82	33.551.759,7	*

Las existencias totales por provincia son:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSEN

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	997.771,29	6,58	6.568.202,3
Volumen m3ssc	997.771,29	375,74	374.903.314,7
Area Basal m2	997.771,29	39,75	39.663.282,8
Nha	997.771,29	-	-
Vol Neto m3ssc	997.771,29	231,38	230.863.164,8
Vol,Neto,Pulp m3ssc	997.771,29	-	-
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	997.771,29	-	-

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSEN (ARCHIPIELAGOS)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.611.890.49	6,53	10.524.829,4
Volumen m3ssc	1.611.890.49	358,04	577.127.986,2
Area Basal m2	1.611.890.49	41,51	66.910.474,5
Nha	1.611.890.49	849,89	1.369.932.678,8
Vol Neto m3ssc	1.611.890.49	216,55	349.053.222,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.611.890.49	195,73	315.501.464,0
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.611.890.49	-	-

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAPITAN PRAT

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	429.014,52	-	-
Volumen m3ssc	429.014,52	264,81	113.608.233,5
Area Basal m2	429.014,52	32,17	13.799.635,8
Nha	429.014,52	-	-
Vol Neto m3ssc	429.014,52	147,58	63.315.603,1
Vol,Neto,Pulp m3ssc	429.014,52	-	-
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	429.014,52	-	-

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE COYHAIQUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	562.834,28	-	-
Volumen m3ssc	562.834,28	375,68	211.446.136,9
Area Basal m2	562.834,28	41,58	23.400.645,4
Nha	562.834,28	-	-
Vol Neto m3ssc	562.834,28	228,59	128.655.733,0
Vol,Neto,Pulp m3ssc	562.834,28	415,03	233.591.670,6
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	562.834,28	-	-

Las existencias totales por tipo forestal corresponden a:

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	613.947,95	6,12	3.758.439,2
Volumen m3ssc	613.947,95	366,30	224.891.968,7
Area Basal m2	613.947,95	39,74	24.400.735,6
Nha	613.947,95	522,66	320.886.251,0
Vol Neto m3ssc	613.947,95	224,51	137.839.636,6
Vol,Neto,Pulp m3ssc	613.947,95	343,89	211.131.236,1
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	613.947,95	-	-

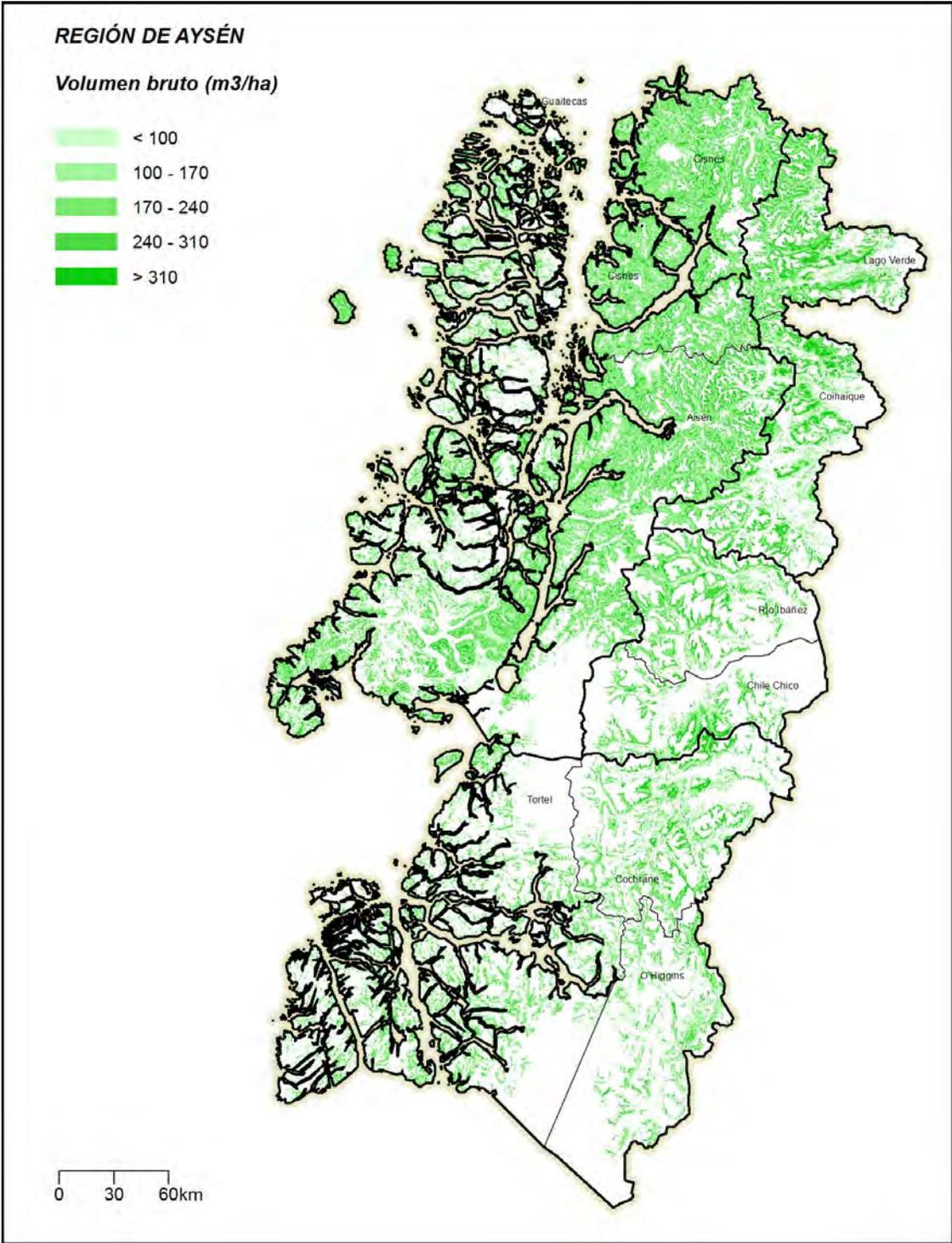
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE (ARCHIPIELAGOS)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.172.190,84	6,58	7.716.312,7
Volumen m3ssc	1.172.190,84	355,73	416.983.534,1
Area Basal m2	1.172.190,84	41,29	48.404.810,3
Nha	1.172.190,84	860,82	1.009.046.583,0
Vol Neto m3ssc	1.172.190,84	214,33	251.241.085,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.172.190,84	195,22	228.836.062,9
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.172.190,84	-	-

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.355.324,41	-	-
Volumen m3ssc	1.355.324,41	352,75	478.091.659,3
Area Basal m2	1.355.324,41	39,57	53.626.119,6
Nha	1.355.324,41	-	-
Vol Neto m3ssc	1.355.324,41	195,52	264.995.669,5
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.355.324,41	377,99	512.292.624,4
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.355.324,41	-	-

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



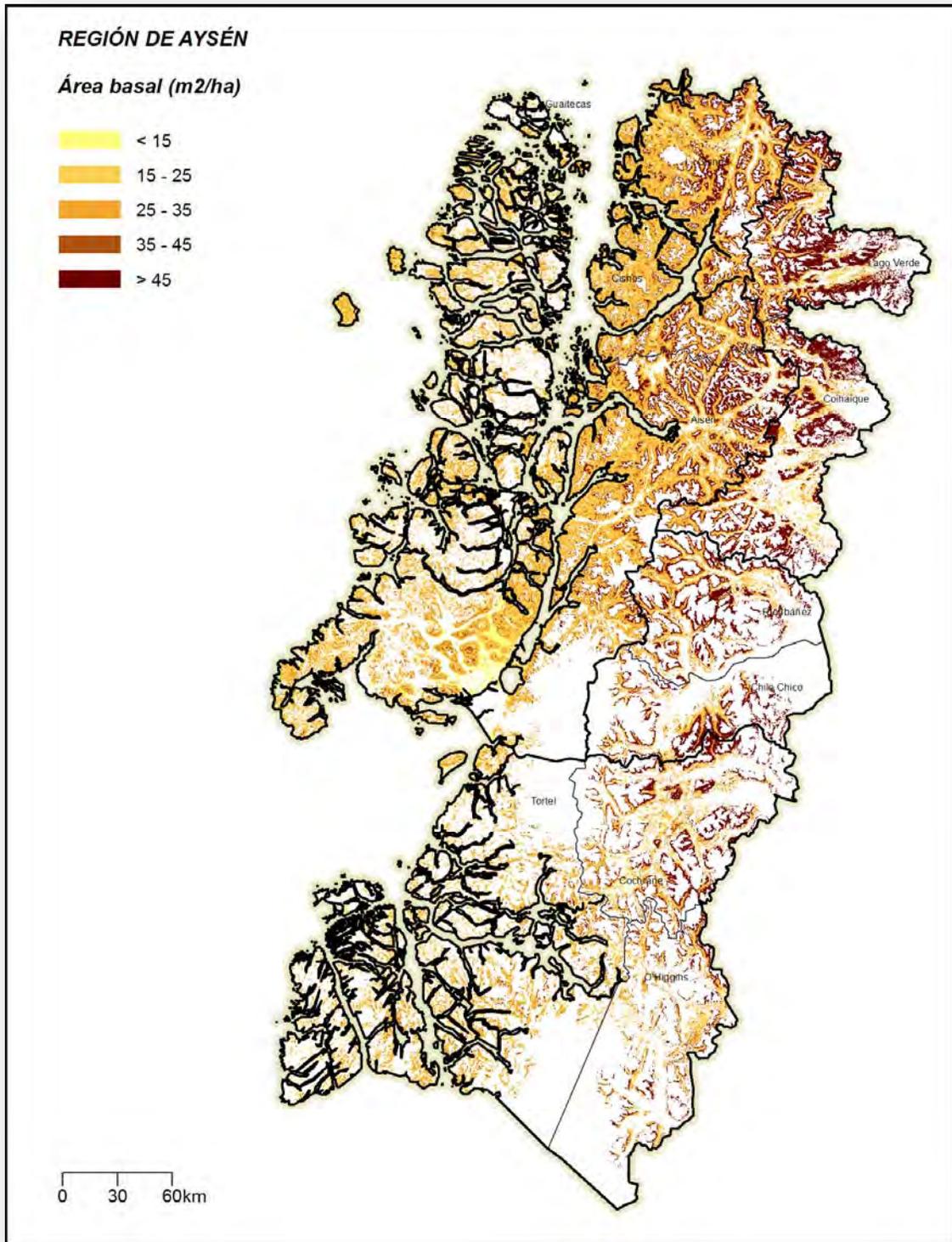


Figura 6 Existencias en área basal y volumen. Región de Aysén

Región de Magallanes

La región de Magallanes contabiliza una existencia total de 854,5 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión superior al 82% para su área de bosques continental y cercana al 74% para las áreas de bosques nativos de sus archipiélagos.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES (CONTINENTAL)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.077.339,65	6,56	7.071.338,6	20,97
Volumen m3ssc	1.077.339,65	395,47	426.056.400,4	17,81
Area Basal m2	1.077.339,65	40,63	43.771.444,0	17,17
Nha	1.077.339,65	748,45	806.339.608,6	32,68
Vol Neto m3ssc	1.077.339,65	226,13	243.620.316,3	18,94
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.077.339,65	207,68	223.740.624,8	19,89
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.077.339,65	18,45	19.879.701,7	*

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES (ARCHIPIELAGOS)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.409.327,98	3,27	4.604.632,0	27,40
Volumen m3ssc	1.409.327,98	303,99	428.423.706,3	25,38
Area Basal m2	1.409.327,98	31,32	44.142.060,4	23,25
Nha	1.409.327,98	830,71	1.170.736.081,8	31,44
Vol Neto m3ssc	1.409.327,98	187,63	264.428.689,0	28,79
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.409.327,98	176,28	248.431.969,2	28,00
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.409.327,98	11,35	15.996.714,5	*

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE MAGALLANES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	436.080,31	-	-
Volumen m3ssc	436.080,31	313,08	136.526.453,0
Area Basal m2	436.080,31	32,08	13.988.139,0
Nha	436.080,31	-	-
Vol Neto m3ssc	436.080,31	-	-
Vol,Neto,Pulp m3ssc	436.080,31	-	-
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	436.080,31	-	-

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	324.424,10	-	-
Volumen m3ssc	324.424,10	462,51	150.049.169,2
Area Basal m2	324.424,10	49,30	15.995.589,2
Nha	324.424,10	-	-
Vol Neto m3ssc	324.424,10	283,99	92.134.296,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	324.424,10	245,83	79.753.379,6
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	324.424,10	-	-

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	316.835,24	6,51	2.063.012.4
Volumen m3ssc	316.835,24	411,88	130.497.425.1
Area Basal m2	316.835,24	41,74	13.224.014.1
Nha	316.835,24	655,70	207.748.501.3
Vol Neto m3ssc	316.835,24	218,61	69.262.118.9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	316.835,24	201,39	63.806.715.3
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	316.835,24	-	-

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA (ARCHIPIELAGOS)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.031.632,40	2,58	2.657.114,4
Volumen m3ssc	1.031.632,40	262,18	270.474.020,8
Area Basal m2	1.031.632,40	29,80	30.742.062,7
Nha	1.031.632,40	714,27	736.863.605,4
Vol Neto m3ssc	1.031.632,40	167,19	172.482.884,2
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.031.632,40	158,17	163.174.891,4
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.031.632,40	-	-

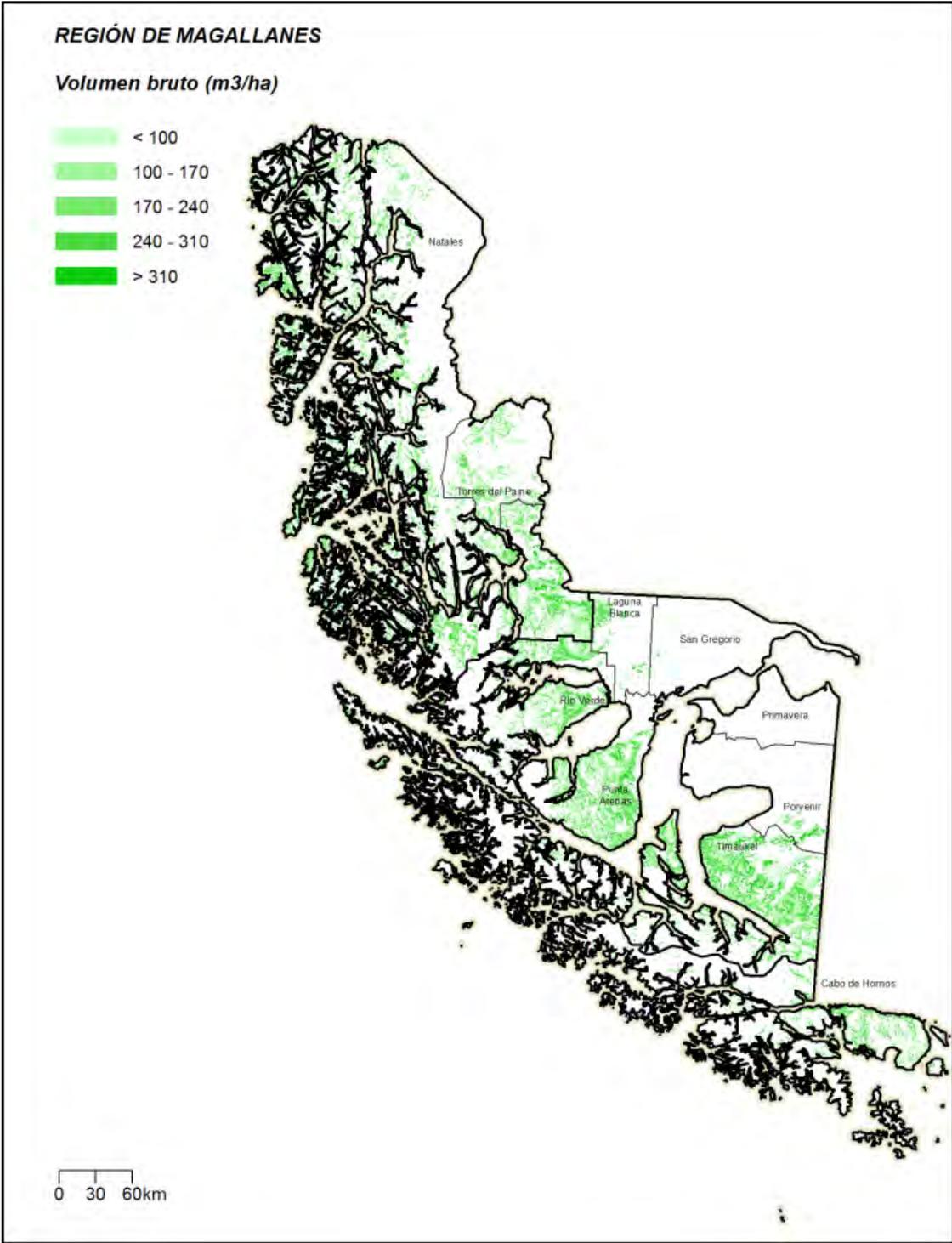
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGUA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.008.476,21	6,93	6.991.595,1
Volumen m3ssc	1.008.476,21	411,98	415.467.090,6
Area Basal m2	1.008.476,21	42,74	43.099.663,6
Nha	1.008.476,21	753,08	759.464.740,0
Vol Neto m3ssc	1.008.476,21	234,85	236.836.291,5
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.008.476,21	215,25	217.075.887,2
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.008.476,21	-	-

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL COIHUE DE MAGALLANES (ARCHIPIELAGOS)

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	785.288,80	3,07	2.409.494.0
Volumen m3ssc	785.288,80	303,14	238.049.988.3
Area Basal m2	785.288,80	30,90	24.263.463.4
Nha	785.288,80	783,60	615.352.505.0
Vol Neto m3ssc	785.288,80	184,26	144.701.150.6
Vol,Neto,Pulp m3ssc	785.288,80	174,11	136.729.545.2
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	785.288,80	-	-

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



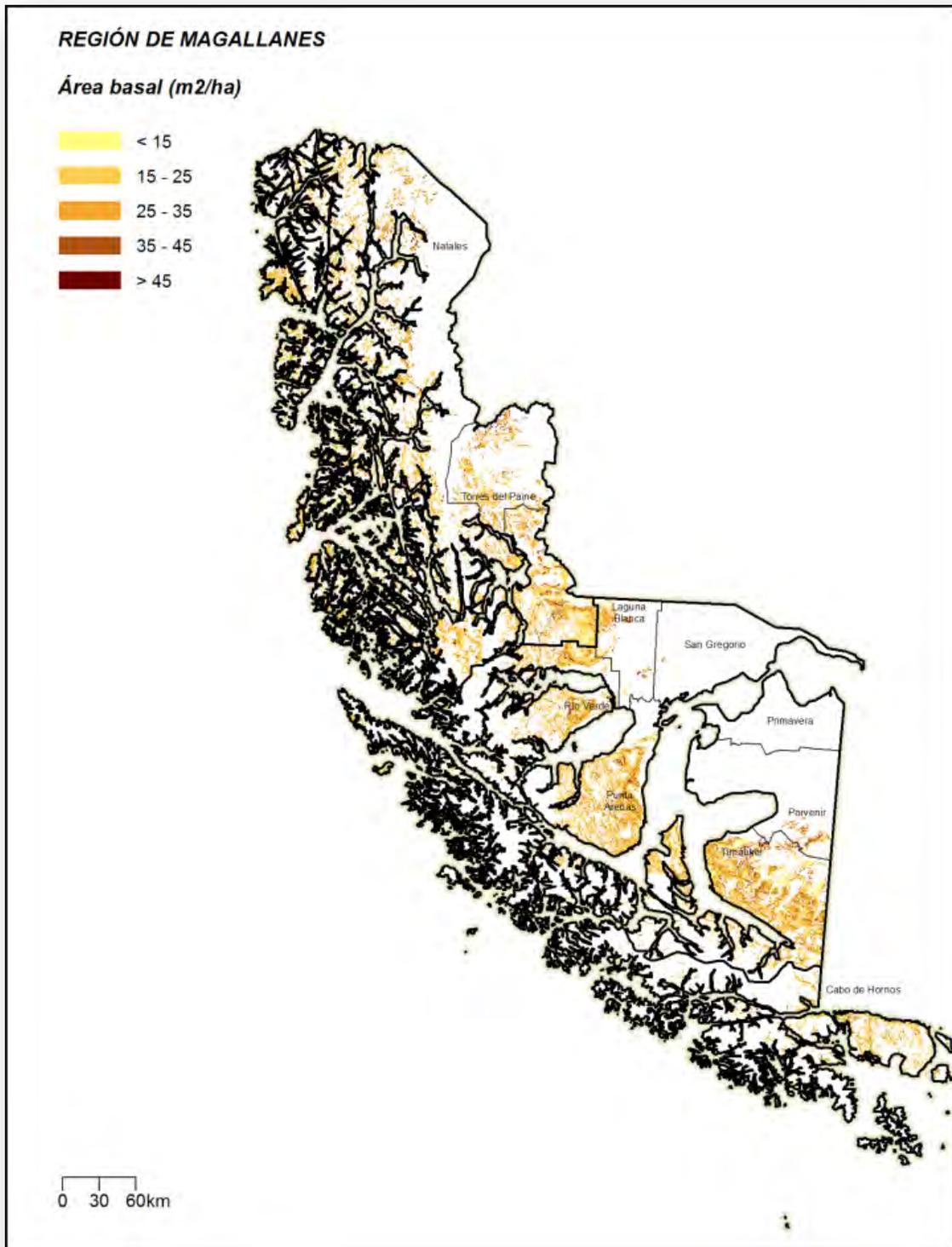
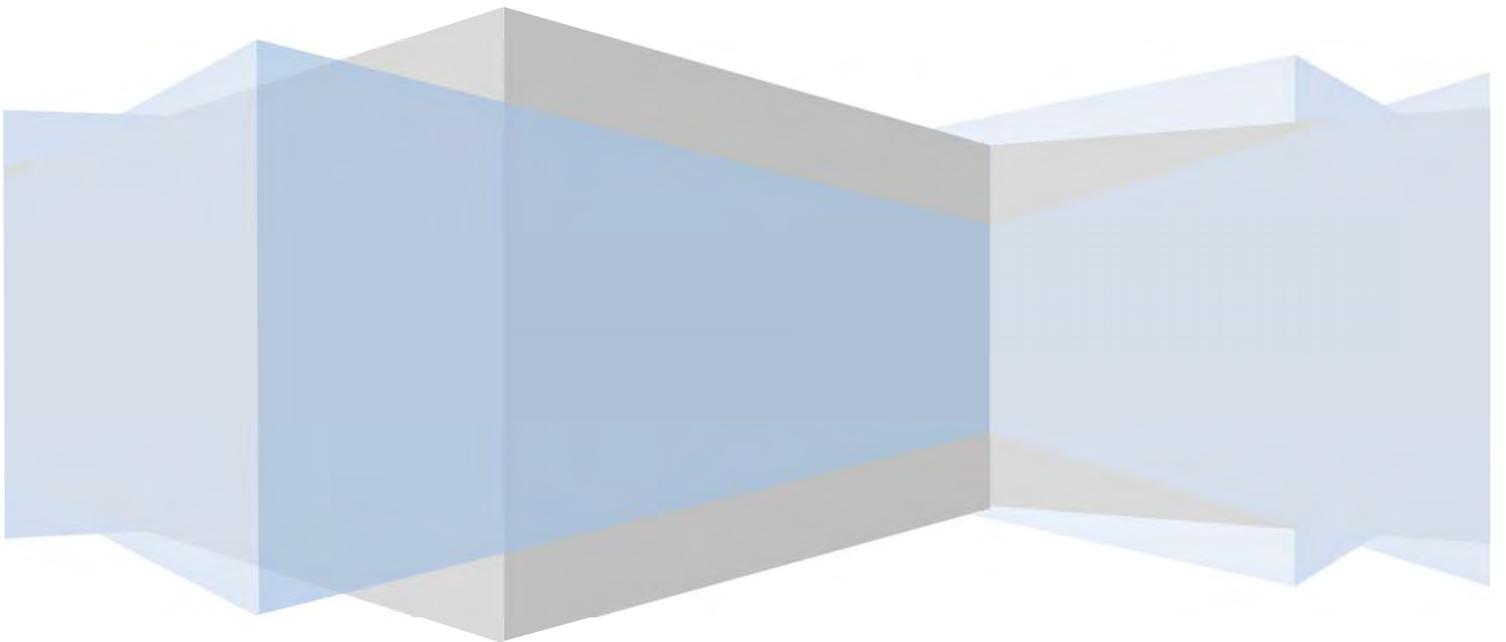


Figura 7 Existencias en área basal y volumen. Región de Magallanes

EXISTENCIAS DE CARBONO

CAPITULO IV

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

EXISTENCIAS DE CARBONO.....1

Introducción _____ 1

Existencias de tCO2-eq a nivel regional _____ 1

Existencias de tCO2-eq a nivel provincial _____ 2

Existencias Provinciales Región del Maule _____ 2

Existencias Provinciales Región del Bio Bio _____ 2

Existencias Provinciales Región de La Araucanía _____ 3

Existencias Provinciales Región de Los Ríos _____ 3

Existencias Provinciales Región de Los Lagos _____ 3

Existencias Provinciales Región de Aysén _____ 4

Existencias Provinciales Región de Magallanes _____ 4

Introducción

La cantidad de CO_{2-eq} capturado en los bosques naturales de nuestro país es un tema de alto interés actualmente, en especial desde la cumbre de Río de 1992 y la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC). En este contexto se reportan de forma referencial aquí las existencias de bosques en su equivalencia a gases efecto invernadero¹. Estas equivalencias se estiman bajo el detalle metodológico descrito en capítulo I del presente informe (véase Capítulo I: Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono). Los datos entregados en estos cuadros resúmenes se refieren a tCO_{2-eq} total aérea y raíces de individuos vivos. No obstante, en base de datos se cuenta con información de biomasa y Carbono para material muerto en pie y desechos gruesos y finos sobre el suelo, incluyendo hojarasca y humus.

Existencias de tCO_{2-eq} a nivel regional

Las existencias de tCO_{2-eq} para aquellas regiones más relevantes por sus posibilidades de constituir datos de actividad (“activity data”) se detallan a continuación. Estas alcanzan para toda el área inventariada, las 7.605.345.013,91 tCO_{2-eq}. Las existencias medias de tCO_{2-eq} más altas se dan en la región del Aysén con 767,89 tCO_{2-eq} ha⁻¹, con un aporte de captura anual bruta de 13,73 tCO_{2-eq} ha⁻¹. La captura total anual bruta para todas las regiones alcanza los 159.803.279,11 tCO_{2-eq}.

EXISTENCIAS DE CO_{2-eq} A NIVEL REGIONAL

REGION	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO _{2-eq} /ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO _{2-eq} /ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO _{2-eq})	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO _{2-eq})
DE COQUIMBO	232,43	-	3.514,00	816.761,102	-
DE VALPARAISO	106,02	4,65	95.463,00	10.121.604,57	443.983,41
METROPOLITANA	85,62	6,80	93.526,00	8.008.068,43	635.668,38
O'HIGGINS	152,69	6,41	118.013,00	18.019.242,01	756.348,90
DEL MAULE	360,60	13,46	370.330,00	133.544.317,72	4.984.722,62
DEL BIO BIO	583,03	17,34	786.208,00	458.380.767,48	13.634.701,84
DE LA ARAUCANIA	517,95	11,51	908.501,10	470.559.059,74	10.460.431,64
DE LOS RIOS	540,33	11,49	849.771,00	459.157.286,50	9.764.713,78
DE LOS LAGOS	483,54	15,96	2.758.873,00	1.334.029.256,38	44.035.854,52
DE AYSÉN *	767,89	13,73	3.903.617,94	2.997.550.756,44	53.604.846,45
DE MAGALLANES *	689,74	8,64	2.486.667,63	1.715.157.893,54	21.482.007,57

* incluye en el valor inventarios realizados en zonas de archipiélagos

¹ Si bien la IPCC enfatiza los cambios en existencias de biomasa leñosa debidas a cambios de uso o debidas a prácticas de manejo, estos datos sirven de referencia respecto de los cambios producidos en terrenos forestales que siguen siendo terrenos forestales. No se entregan cifras netas por no existir aún datos de mortalidad, los que estarán disponibles solo después varios períodos de monitoreo.

Existencias de tCO2-eq a nivel provincial

Los cuadros a continuación describen el desglose a nivel provincial para las regiones inventariadas. No se desglosan aquí las regiones de Coquimbo a O'Higgins debido a la pobre representación muestral en estas regiones en superficies de bosques.

Existencias Provinciales Región del Maule

A nivel provincial las existencias en la región del Maule se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2-eq A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
DEL MAULE	CURICO	251,91	9,89	105.896,10	26.676.295,68	1.047.617,22
DEL MAULE	LINARES	426,03	16,52	160.213,40	68.256.102,94	2.647.331,47
DEL MAULE	TALCA	448,12	13,11	90.420,30	40.519.458,73	1.185.033,33

Existencias Provinciales Región del Bio Bio

A nivel provincial las existencias en la región del Bío Bío se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
DEL BIO BIO	ARAUCO	555,58	16,48	92.713,50	51.510.221,58	1.528.373,78
DEL BIO BIO	BIOBIO	644,38	18,55	436.586,60	281.326.685,44	8.099.927,65
DEL BIO BIO	NUBLE	446,55	14,78	231.020,70	103.162.635,00	3.414.011,92

Existencias Provinciales Región de La Araucanía

A nivel provincial las existencias en la región de la Araucanía se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO ₂ -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO ₂ -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq)
DE LA ARAUCANIA	Cautín	540,13	12,29	490.141,60	264.742.632,13	6.023.753,38
DE LA ARAUCANIA	Malleco	479,56	10,17	418.359,50	200.626.557,03	4.255.166,43

Existencias Provinciales Región de Los Ríos

A nivel provincial las existencias en la región de los Ríos se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO ₂ -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO ₂ -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq)
DE LOS RIOS	Ranco	558,80	12,10	406.350,80	227.069.349,40	4.918.110,95
DE LOS RIOS	Valdivia	521,53	10,87	443.419,80	231.256.777,05	4.819.060,71

Existencias Provinciales Región de Los Lagos

A nivel provincial las existencias en la región de los Lagos se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO₂-eq A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO ₂ -eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO ₂ -eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO ₂ -eq)
DE LOS LAGOS	Llanquihue	594,03	9,30	776.991,80	461.557.761,41	7.225.825,62
DE LOS LAGOS	Osorno	626,54	11,18	371.236,30	236.422.585,80	4.150.234,83

Existencias Provinciales Región de Aysén

A nivel provincial las existencias en la región de Aysén para sus áreas continental y de archipiélagos se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
DE AISEN	Aysén	750,80	11,69	997.771,29	749.127.384,32	11.667.493,57
DE AISEN	Capitan Prat	575,54	-	429.014,52	246.914.299,80	-
DE AISEN	Coyhaique	744,44	-	562.834,28	418.994.650,44	-
DE AISEN	General Carrera	728,28	-	302.107,36	220.017.772,88	-

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL (ARCHIPIELAGOS)

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
DE AISEN	Aysén	843,23	12,58	1.611.890,49	1.359.199.550,58	20.283.452,48
DE AISEN	Capitan Prat	-	-	429.014,52	-	-

Existencias Provinciales Región de Magallanes

A nivel provincial las existencias en la región de Magallanes para sus áreas continental y de archipiélagos se detallan a continuación:

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL

REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
MAGALLANES	MAGALLANES	598,36	-	436.080,31	260.932.420,32	-
MAGALLANES	TIERRA DEL FUEGO	878,38	-	324.424,10	284.968.505,64	-
MAGALLANES	ULTIMA ESPERANZA	779,49	12,14	316.835,24	246.969.422,54	3.847.460,75

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL (ARCHIPIELAGOS)

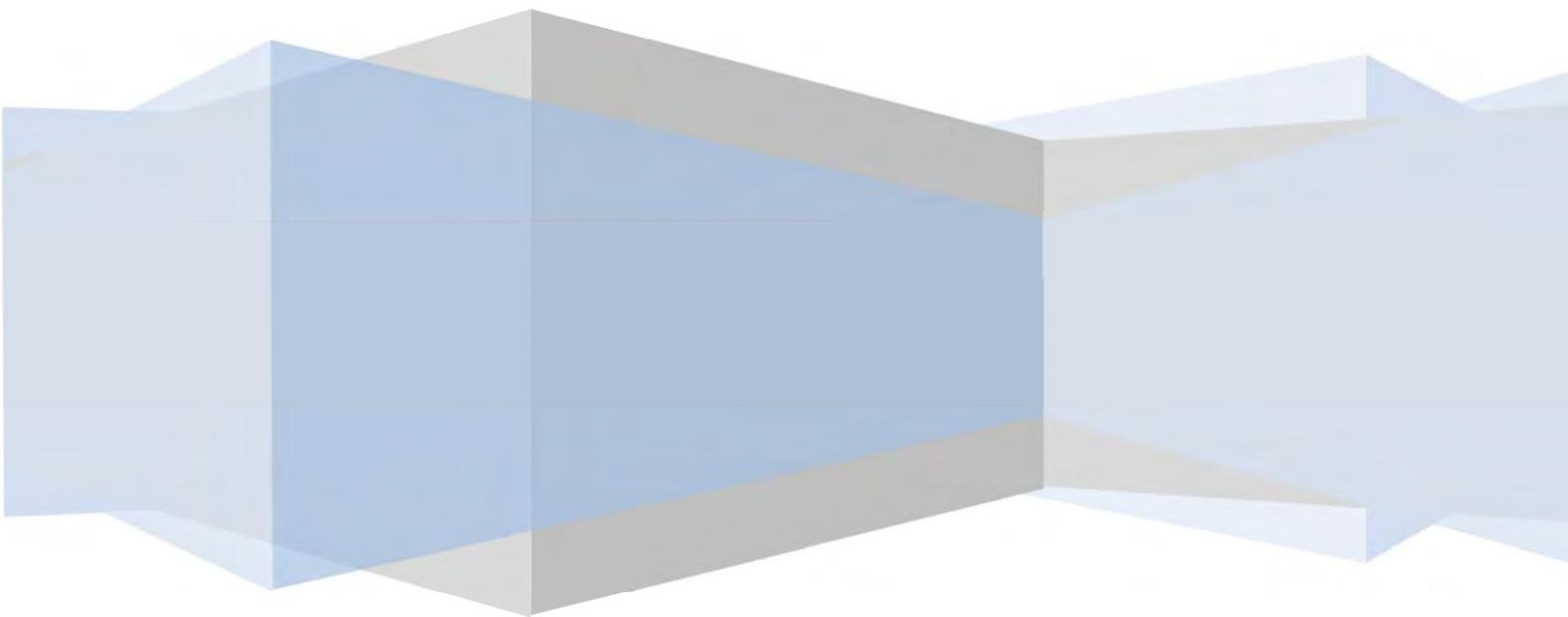
REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
MAGALLANES	MAGALLANES	-	-	253.002,95	-	-
MAGALLANES	TIERRA DEL FUEGO	-	-	124.692,63	-	-
MAGALLANES	ULTIMA ESPERANZA	573,26	4,55	1.031.632,40	591.391.576,07	4.698.404,29

Área de Monitoreo Ecosistemas Forestales

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

CAPITULO V

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	1
Introducción	1
Objetivo	2
Modelo teórico	2
Métodos	8
Levantamiento de la información	8
Análisis de la información	10
Resultados	11
Distribución regional de las encuestas	11
Elementos de contexto	12
Capital humano	17
Capital natural	22
Capital financiero	25
Conclusiones	32
Referencias	35

Indice Figuras

Figura 1.Sistema productivo.....	4
Figura 2.Proceso de toma de decisión relativo a la extracción de productos del bosque	7
Figura 3.Toma de decisión a través del tiempo.....	7
Figura 4.Puntos de muestreo	8
Figura 5.Distribución regional de las respuestas sobre confianza.....	12
Figura 6.Distribución regional de la existencia de conflictos con vecinos.....	13
Figura 7.Toma de posesión de los predios	14
Figura 8.Antigüedad de los caminos de acceso a los predios.....	15
Figura 9.Calidad de los caminos de acceso a los predios	16
Figura 10.Tenencia de la tierra	16
Figura 11.Origen étnico de los tomadores de decisión	17
Figura 12.Religión de los tomadores de decisión	18
Figura 13.Condición jurídica de las explotaciones.....	18
Figura 14.Escolaridad de los tomadores de decisión	19
Figura 15.Correlación entre escolaridad e ingresos	20
Figura 16.Lugar de residencia de los tomadores de decisión.....	21
Figura 17.Relación entre el lugar de residencia del tomador de decisión y su escolaridad.....	21
Figura 18.Tamaño de las explotaciones	22
Figura 19.Distribución del tamaño de las explotaciones.....	23
Figura 20.Cobertura del bosque nativo y las formaciones xerofíticas en las explotaciones	24
Figura 21.Cobertura de las plantaciones forestales en las explotaciones.....	24
Figura 22.Importancia relativa de distintas actividades en el ingreso intrapredial.....	25
Figura 23.Valor de la producción intrapredial.....	26
Figura 24.Valor de la producción intrapredial por hectárea, de acuerdo a la condición jurídica del propietario/usufructuario.....	26
Figura 25.Importancia relativa de distintos cultivos a lo largo del país	27
Figura 26.Valor de la producción agrícola	27
Figura 27.Importancia relativa de distintos tipos de animales criados a lo largo del país	28
Figura 28.Valor de la producción pecuaria.....	28
Figura 29.Importancia relativa de distintos usos del bosque nativo a lo largo del país.....	29
Figura 30.Valor de la producción maderera nativa	30
Figura 31.Frecuencia del trabajo extrapredial	31
Figura 32.Ingreso por trabajo asalariado y por cuenta propia	31

Indice Tablas

Tabla 1. Ejemplos de variables que inciden en la toma de decisión	3
Tabla 2. Variables elaboradas a partir de la encuesta.....	6
Tabla 3. Cantidad de encuestas por región	11

Introducción

En el marco del proyecto SIMEF “Sistema Integrado de Monitoreo de Ecosistemas Forestales y formaciones xerofíticas”, que contó con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y fue implementado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Instituto Forestal (INFOR), la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), se llevó a cabo un levantamiento de información socioeconómica en los mismos puntos de muestreo que se utilizan para monitorear variables biofísicas en los ecosistemas forestales y formaciones xerofíticas a lo largo del país.

A nivel mundial, son pocas las iniciativas que incluyen ambas dimensiones (Rojas y Betancourt, 2016), permitiendo monitorear no sólo los cambios que se producen en el estado de los ecosistemas, sino también aquellos que se producen en los regímenes de propiedad, los tomadores de decisión, los ingresos y los demás componentes de la economía (agricultura, ganadería, entre otros).

El objetivo de incorporar una dimensión social en el SIMEF fue enriquecer el análisis de los factores que propician los cambios que se observan en el estado de los ecosistemas forestales y formaciones xerofíticas, pues en un contexto como el chileno, donde más de dos tercios de estos ecosistemas se encuentran en manos privadas (De la Fuente et al., 2013), es el ser humano el que determina muchos de esos cambios (positivos o negativos). Este énfasis en el “actor” (tomador de decisiones) determina una de las principales diferencias entre los componentes biofísico y social de SIMEF, pues mientras el primero está orientado a monitorear el estado de los bosques y formaciones xerofíticas de Chile, el segundo se enfoca sólo en aquellos que están en manos privadas (no se incluyen las tierras públicas, cuyo tomador de decisión es el Estado).

Esta diferencia implica que no todos los puntos de muestreo donde existen parcelas permanentes para monitorear cambios biofísicos, tienen un correlato social. Esto es relevante, puesto que si bien muchas tierras públicas también están sometidas a decisiones privadas (ocupantes ilegales, concesionarios, etc.), el énfasis de SIMEF está en las tierras que están en manos de personas naturales y jurídicas, cuyos tomadores de decisión (directorios, familias, personas, etc.) están más expuestos a los vaivenes de la economía, el medio ambiente (ej. cambio climático), la política pública y la interacción entre estos factores.

El levantamiento de información socioeconómica comenzó en agosto del 2016 y concluyó en mayo del 2017, realizándose en total 858 encuestas y entrevistas semi-estructuradas a los principales tomadores de decisión de explotaciones que contienen bosque nativo y/o formaciones xerofíticas, entre las regiones de Coquimbo y Magallanes. Luego de un arduo proceso de revisión y depuración de la base de datos, se llevaron a cabo análisis cuantitativos y cualitativos para identificar y caracterizar las causas directas y subyacentes de los cambios que se observan en el estado de los bosques. A estas causas se les conoce

como “promotor o driver” (en inglés), y es relevante identificarlas y estimar su impacto relativo (su peso en relación a otros factores) pues a partir de dicho entendimiento se pueden modificar, mejorar o crear políticas y programas que permitan evitar efectos indeseados, como la pérdida y degradación de los bosques, y avanzar hacia el cumplimiento de las metas sociales y ambientales que el país se ha impuesto¹.

En esta primera publicación se caracteriza a los 858 tomadores de decisión entrevistados, desde un punto de vista de los recursos o capitales disponibles para la toma de decisión, estos son: capital humano, capital natural, capital financiero, y elementos de contexto. En la primera parte del documento se menciona el modelo teórico y los principales métodos utilizados para obtener la información y analizarla, mientras que en la segunda se describen las explotaciones silvoagropecuarias que forman parte de la muestra.

Esta publicación y las que vendrán contienen información que permitirá mejorar nuestro entendimiento sobre la interacción entre los ecosistemas forestales nativos y los seres humanos que habitan el territorio, con miras a diseñar políticas públicas que promuevan su uso sustentable y una implementación más eficaz de herramientas como REDD+, tal como lo plantea el SIMEF.

Objetivo

Caracterizar las 858 explotaciones silvoagropecuarias que conforman la muestra, desde un punto de vista del capital humano disponible para la toma de decisión, así como también del capital natural, el capital financiero y algunos elementos de contexto que pueden incidir en las decisiones.

Modelo teórico

Dado que el 70% del bosque nativo está en manos privadas, su uso es el resultado de decisiones basadas en una serie de factores: características de los tomadores de decisión, mercados, contexto socioeconómico y ambiental, políticas públicas, entre otros (Amacher et al., 1996; Heltberg et al., 2000; Heltberg, 2002; Joshi and Mehmood, 2011). Algunos de estos factores son propios del tomador(es) de decisión y su explotación y no cambian bruscamente, como edad, escolaridad y calidad de sitio, mientras que otros sí (ej. uso del suelo). De la misma forma, hay factores que reflejan el ambiente dentro del cual se toman estas decisiones, los que pueden mantenerse relativamente estables a través del tiempo o

¹ Chile ha asumido una serie de Contribuciones Nacionalmente Determinadas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, entre las que se encuentra el manejo sustentable y recuperación de 100 mil hectáreas de bosque nativo.

no debido a la naturaleza dinámica de la sociedad (ej. inflación). Es así como podemos diferenciar variables estructurales (estables) y transitorias (cambiantes), las que a su vez se diferencian por el grado de control que puede ejercer el tomador de decisiones sobre ellas (bajo o alto) (Tabla 1).

Tabla 1. Ejemplos de variables que inciden en la toma de decisión

Control que puede ejercer el tomador de decisión	Velocidad de cambio	
	Estructurales	Transitorias
Alto nivel de control	Escolaridad del tomador de decisiones y tamaño de la explotación	Área sembrada con trigo y extracción de madera nativa
Bajo nivel de control	Distancia de la explotación a las ciudades y productividad del bosque	Disponibilidad de empleos extraprediales e ingreso monetario

Los tomadores de decisión desarrollan sistemas productivos que incluyen actividades tanto dentro como fuera de la explotación² (Figura 1). En estos sistemas, la(s) persona(s) decide(n) cómo utilizar los recursos que tienen a su disposición para al menos mantener un cierto nivel de bienestar. Estos recursos son: capital humano (ej. nivel de capacitación/escolaridad), capital financiero (ej. ahorros), capital natural (ej. bosques), y elementos de contexto (oportunidades extra-prediales). El resultado de este sistema productivo son un conjunto de bienes y servicios, entre los cuales el ingreso monetario es uno de ellos³. Los sistemas productivos son dinámicos y cambian a través del tiempo, por ejemplo, los predios se heredan y se dividen, la economía crece y surgen nuevas oportunidades de ingreso, mejoran los caminos, etc. Es decir, el sistema productivo cambia constantemente, razón por la cual es importante monitorearlo.

² Se utilizó el concepto de explotación silvoagropecuaria, la cual se refiere a la suma de todos los predios o partes de predios que están en manos de una misma persona natural o jurídica en una comuna determinada (INE, 2007).

³ Algunos de los resultados son intangibles, como la satisfacción personal. Las necesidades humanas van mucho más allá del dinero, existiendo necesidades de carácter espiritual y de realización que también son parte de la ecuación mental del tomador de decisiones (Max-Neef et al., 1993).

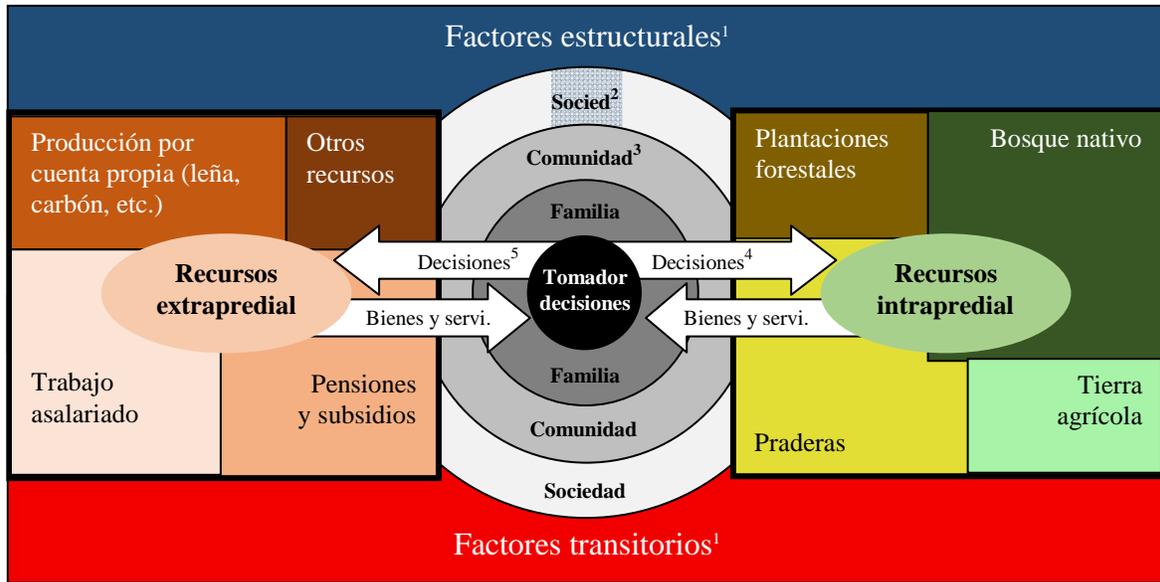


Figura 1. Sistema productivo

¹Los factores estructurales no cambian a corto plazo (edad, escolaridad, etc.), mientras que los transitorios sí pueden cambiar (empleos, superficie cultivada, participación en organizaciones locales, etc.).

²Mercados y políticas públicas.

³Relaciones sociales (ej. participación en organizaciones locales)

⁴Decisiones que compiten entre sí y se relacionan con las siguientes dimensiones: asignación de mano de obra para el trabajo intrapredial, consumo de productos (producidos en el predio o adquiridos) y compra de insumos.

⁵Decisiones que compiten entre sí y se relacionan con las siguientes dimensiones: oportunidades de mercado, asignación del tiempo fuera del predio y programas estatales.

Heltberg et al. (2000) plantean que debido a que en áreas rurales la oferta y demanda de mano de obra se deciden al mismo tiempo, los modelos deben considerar un supuesto de no-separabilidad. Eso quiere decir que los tomadores de decisión deciden la cantidad de recursos asignados a actividades dentro y fuera del predio, evaluando los costos y beneficios de diferentes alternativas, en un proceso heurístico (basado en la experiencia) (Uijt, ecuación 1). Por este motivo, el uso del bosque no depende sólo de su disponibilidad física, sino también de la ubicación del predio, la disponibilidad de mano de obra y del desempeño de otras actividades que generan bienes y servicios (Deweese, 1989).

Para incorporar esto, se seleccionó un modelo de utilidad aleatorio que representa la decisión de utilizar los bosques para generar ingresos (Walker and Ben-Akiva, 2002).

$$U_{ijt} = V_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$

$$V_{ijt} = \beta_i X_i$$

$$U_{ijt} = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + \varepsilon_{ijt} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde,

U_{ijt} = utilidad percibida con respecto a la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t .

V_{ijt} = fracción observable⁴ de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t .

β_i = parámetros del modelo.

X_i = variables que influyen en la toma de decisión.

ε_{ijt} = fracción no observable de la función de utilidad de la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t .

El tomador de decisión j tomará la alternativa i (ej. extraer madera u otros productos del bosque) en vez de $i-1$ (no extraer) en el momento t , cuando la utilidad percibida de i sea mayor a la utilidad percibida de $i-1$. Por ejemplo, si la alternativa i era extraer madera del bosque (variable transitoria sobre la cual el tomador de decisión tiene un alto nivel de control), pero se genera una buena oportunidad laboral fuera del predio (variable transitoria sobre la cual el tomador de decisión tiene un bajo nivel de control), entonces el tomador de decisión podría optar por $i-1$ (no extraer madera y dedicarse a otras actividades).

Es importante diferenciar la decisión de extraer madera de la decisión de producir productos forestales. Ambas no son sinónimas. Muchas veces se produce leña o carbón vegetal como consecuencia de otras decisiones, distintas a la de extraer madera, como por ejemplo cuando se talan bosques para ampliar áreas de cultivo y se aprovechan los desechos del roce (Reyes, 2017). Esos productos no se generan a partir de la decisión de extraer madera (alternativa i), sino como consecuencia de la decisión de no extraer madera y dedicar las tierras a otros fines (alternativa $i-1$).

La percepción de utilidad del tomador de decisión con respecto a la opción de extraer madera u otros productos del bosque (U_{ijt}), y por ende “la vara” con la cual se miden las distintas alternativas disponibles, depende fuertemente del costo de oportunidad del capital (escolaridad, mano de obra, ahorros, etc.). Hipotéticamente, todas aquellas variables que aumentan dicho costo disminuirían la probabilidad de extracción (ej. buena accesibilidad, alto nivel de escolaridad, cercanía a centros urbanos, etc.), mientras que lo contrario ocurriría con aquellas variables que reducen el costo de oportunidad del capital (ej. mala accesibilidad, baja escolaridad, abundancia de bosques, etc.). Los aspectos considerados en la función de utilidad fueron: capital humano (CH), capital natural disponible dentro de la explotación (CN), capital financiero (CF) y elementos de contexto (EC; precios de mercado,

⁴ Parte de la función de utilidad que es posible evaluar usando los indicadores que se seleccionaron en la presente investigación.

accesibilidad de la explotación, etc.) (Ecuación 2), cada uno de los cuales se expresó a través de un conjunto de variables (Tabla 2).

$$U_{ijt} = \beta_1 CH_{jt} + \beta_2 CN_{jt} + \beta_3 CF_{jt} + \beta_4 EC_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Si, $U_{ijt} \geq U_{i-1jt}$, se extraen productos del bosque

Si, $U_{ijt} < U_{i-1jt}$, no se extraen productos del bosque

donde,

U_{ijt} = utilidad percibida con respecto a la alternativa i por el tomador de decisión j en el momento t. utilidad percibida con respecto a utilizar el bosque por el tomador de decisión j en el momento t.

CH_{jt} = capital humano del tomador de decisión j en el momento t.

CN_{jt} = capital natural disponible para el tomador de decisión j en el momento t.

CF_{jt} = capital financiero disponible para el tomador de decisión j en el momento t.

EC_{jt} = elementos de contexto del tomador de decisión j en el momento t.

Tabla 2. Variables elaboradas a partir de la encuesta

Categoría	Variables
Capital humano	Tipo de tomador de decisiones (persona natural o jurídica) Edad del principal tomador de decisiones (años) Escolaridad del principal tomador de decisiones (años)
Capital natural	Tamaño de la explotación (hectáreas) Superficie de bosque nativo (hectáreas) Cobertura de bosque nativo (%)
Capital financiero	Ingreso total (\$/año) Importancia del ingreso extrapredial (%) Importancia del ingreso agrícola (%) Importancia del ingreso ganadero (%) Importancia del ingreso no monetario por autoconsumo (%) Cantidad de bovinos Cantidad de ovinos y caprinos Presencia y extensión de plantaciones forestales
Elementos de contexto	Distancia a la ciudad más cercana (km) Distancia a la ciudad principal de la región (km) Uso residencial del predio (si/no) Calidad del camino de acceso ¹ Tenencia de la tierra (si/no) Precios de productos (\$/unidad)

¹ Calidad baja (vehículos 4x4), calidad media (camiones pequeños), y calidad alta (camiones con acoplado).

La Figura 2 muestra el proceso de toma de decisión a través del tiempo. En el tiempo t-1 (izquierda), el tomador de decisión j decidirá sobre i (extraer madera y otros productos del bosque) e i-1 (no extraer) en base al capital humano disponible (CH_{jt-1}), el capital natural (CN_{jt-1}), elementos de contexto (EC_{jt-1}) y el capital financiero resultante en t-2 (CF_{jt-1}), a partir de lo cual se generará un nuevo set de bienes y servicios (capital financiero que resulta de t-1; CF_{jt}). Éste último incidirá sobre las decisiones del siguiente ciclo (derecha, tiempo t).

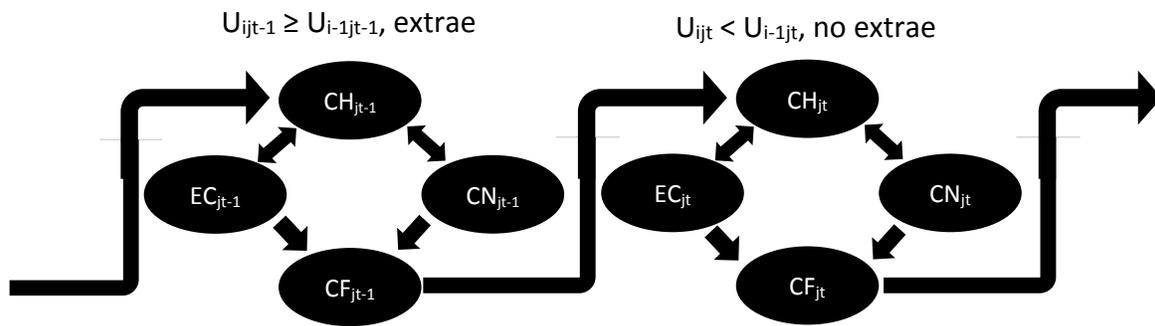


Figura 2. Proceso de toma de decisión relativo a la extracción de productos del bosque

La decisión de extraer productos del bosque depende de los cambios producidos en el capital humano, el capital natural, el capital financiero y el contexto (mercados, políticas, etc.). Esto resulta en periodos en los que esta opción tendría una mayor probabilidad de ocurrencia, cuando $U_{ijt} \geq U_{i-1jt}$, y otros en los que sería menos probable. Desde un estado inicial A se podría transitar por una diversidad de estados hasta llegar a B, C o Z (Figura 3). Esto es relevante, pues implica distintas trayectorias para la recuperación, mantención o degradación de los bosques.

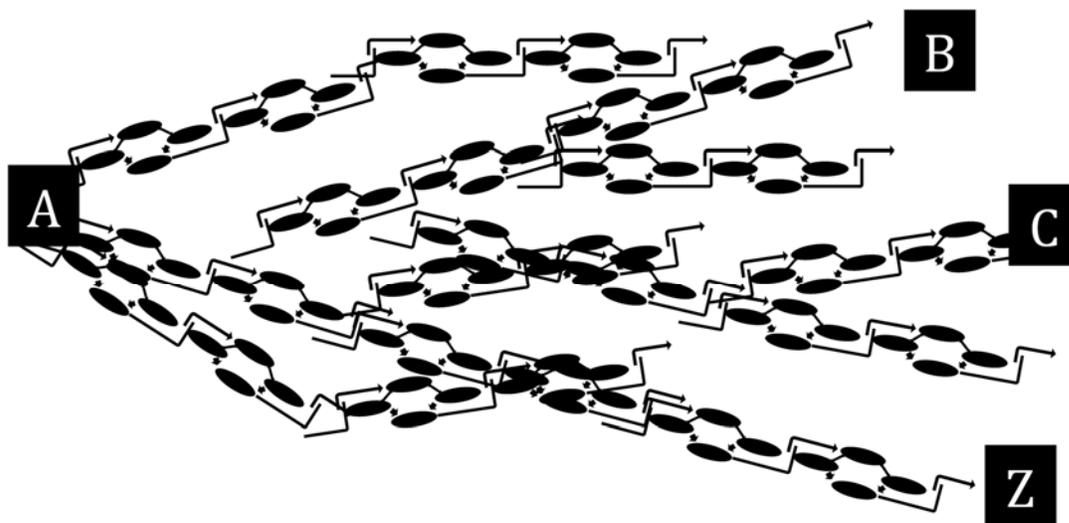


Figura 3. Toma de decisión a través del tiempo

Métodos

Levantamiento de la información

Se realizó un muestreo de corte transversal orientado a los principales tomadores de decisión de explotaciones que cuentan con bosque nativo y formaciones xerofíticas, entre las regiones de Coquimbo y Magallanes. Las muestras se seleccionaron al azar, a partir de la misma grilla de puntos utilizada en el componente biofísico del SIMEF. El sorteo se realizó utilizando ArcView 3.2 e imágenes satelitales disponibles en Google Earth para identificar los puntos de muestreo, los cuales se observan en la Figura 4.

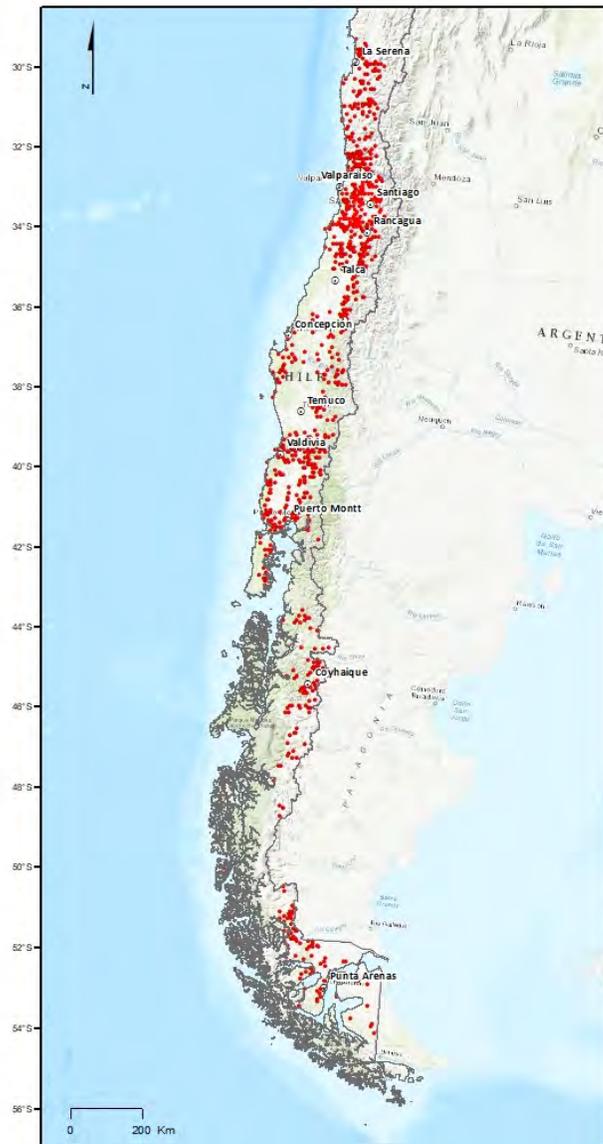


Figura 4. Puntos de muestreo

Una vez en terreno, se encuestó al principal tomador de decisión⁵ de la explotación seleccionada. Cuando éste no estaba en la explotación al momento de la visita se consiguió su número de celular para realizar la encuesta en otro momento. Si la persona finalmente decidía no participar en el estudio o era imposible encontrarla, se seleccionó otra explotación en su reemplazo.

Antes de comenzar la encuesta propiamente tal se preguntó a los tomadores de decisión lo siguiente: ¿En general, usted diría que se puede confiar en la gente? Incluir una pregunta que permita tener una percepción del nivel de confianza del entrevistado es parte de los procedimientos normales en este tipo de estudios (Johnson y Mislin, 2012). La respuesta que se obtiene refleja indirectamente la predisposición que tiene el encuestado con respecto al encuestador. Esto se incluye en los análisis estadísticos como una variable de ajuste.

Además, y una vez finalizada la entrevista, el encuestador debía completar un casillero sobre la idoneidad del entrevistado. Si la información obtenida durante la entrevista parecía convincente, se marcaba la alternativa “entrevistado idóneo”, pero si se habían percibido inconsistencias u observado hechos que hicieran dudar sobre la calidad de la información, se marcaba la alternativa “entrevistado no idóneo”. Esta observación, realizada en terreno después de cada entrevista, fue muy valiosa para los análisis posteriores, y también se utilizó como una variable de ajuste.

La encuesta cubrió temas relacionados con la ubicación de la explotación, el uso de suelo, las características socio-demográficas del principal tomador de decisiones y su entorno (familia o empresa), y la producción dentro y fuera de la explotación al año 2015 (año base). El ingreso total (monetario y no monetario llevado a pesos) fue estimado a partir de la suma de los ingresos percibidos dentro y fuera de la explotación. Los ingresos percibidos dentro de la explotación se componen de ingresos agrícolas, ingresos pecuarios, ingresos forestales y otros (ej. arriendos), mientras que los ingresos percibidos fuera de la explotación se componen de pensiones y subsidios, salarios, trabajo por cuenta propia y producción extrapredial. En el caso de la producción agrícola, ganadera y forestal extrapredial, los ingresos corresponden a la valoración de la producción de bienes y servicios. En el caso de los salarios, se consideraron los salarios de todos los integrantes del grupo familiar que dependen económicamente del tomador de decisión, estimados en base a promedios regionales (pago promedio para ciertos tipos de trabajos).

⁵ Definido como la persona a cargo del manejo de la explotación, normalmente su propietario o usufructuario principal.

Análisis de la información

Una vez aplicada la encuesta se elaboró una base de datos, la cual contiene toda la información recolectada. En la primera parte del capítulo de resultados se analizan los datos obtenidos, partiendo con por la descripción de algunos elementos históricos y de contexto, para posteriormente analizar los tres tipos de capitales que están a disposición del tomador de decisión: a) capital humano, b) capital natural y c) capital financiero. En esta primera parte se busca entender cómo inciden cada uno de ellos en los resultados del manejo de la explotación (ingreso monetario y no monetario).

En la segunda parte del capítulo de resultados, se analizan los promotores de la pérdida y degradación del bosque nativo propiamente tal, tanto a nivel de macrozonas como regiones. Dado que el análisis se enfoca en el bosque nativo, todas las explotaciones que no tenían bosque nativo fueron excluidas, lo que disminuyó significativamente el tamaño de la muestra en la región de Coquimbo, cuyas explotaciones están cubiertas básicamente por formaciones xerofíticas. Las variables dependientes que fueron analizadas son: a) recuperación/no recuperación de bosque nativo durante los últimos 20 años, b) extracción/no extracción de madera nativa, y c) extracción/no extracción de forraje del bosque nativo. Estas variables son binarias, y representan simplemente la ocurrencia o no ocurrencia de dichas situaciones en las explotaciones.

En el caso de la pérdida de bosque, el análisis fue muy limitado orientándose a determinar contextos productivos donde existe una mayor probabilidad de deforestación. En el caso de la degradación de bosques, este análisis es un primer paso para identificar los factores (promotores) que se asocian a la extracción insustentable de maderera y al uso ganadero de los bosques por parte de los tomadores de decisión, actividades que están muy asociadas a la degradación del bosque nativo en Chile (Kissinger et al., 2012; Zamorano et al., 2012; 2014; Cruz et al., 2016).

Antes de proceder al análisis estadístico de la base de datos, aquellas variables que tenían una distribución exponencial fueron transformadas utilizando logaritmo en base diez y raíz cuadrada (ej. tamaño de la explotación). Posteriormente, se realizó un análisis de regresión logística, el cual permitió identificar las variables que más inciden en la probabilidad de que un evento ocurra (por ejemplo, se extrae/no se extrae madera nativa). En una segunda etapa se realizaron ajustes para aislar el efecto de ciertas variables, y correr nuevamente el modelo para detectar elementos subyacentes.

Los resultados se presentan por macrozonas y regiones, utilizando los componentes y variables que se mencionan en el modelo de decisión (Ecuación 2) y en la Tabla 2. La definición de macrozonas se realizó a partir del análisis de la ocurrencia de los hechos estudiados, identificándose zonas donde un evento era poco frecuente y otras donde era muy frecuente, tomando en cuenta también las características climáticas y vegetacionales de las regiones.

Resultados

Distribución regional de las encuestas

Se realizaron 858 encuestas entre las regiones de Coquimbo y Magallanes, desde Punta Choros por el norte (límite entre las regiones de Coquimbo y Atacama) hasta el Lago Deseado en Tierra del Fuego. La Tabla 3 muestra la distribución de las encuestas por región y el detalle de aquellas que albergaban bosque nativo y/o formaciones xerofíticas. En la región de la Araucanía se realizaron bastantes menos encuestas de las que estaban previstas, razón por la cual se analiza junto a la región de Los Ríos en algunos acápite de este capítulo.

Tabla 3. Cantidad de encuestas por región

Región	Explotaciones encuestadas	Explotaciones con presencia de bosque nativo	Explotaciones con presencia de formación xerofítica
Coquimbo	95	16	89
Valparaíso	92	86	39
Metropolitana	86	81	26
O'Higgins	81	80	1
Maule	58	57	0
Biobío	68	63	0
Araucanía	33	31	0
Los Ríos	88	87	0
Los Lagos	93	92	0
Aysén	85	85	0
Magallanes	79	68	0
Total	858	746	155

Nota: las columnas 3 y 4 pueden sumar más de lo indicado en la columna 2, debido a que en una explotación puede haber presencia de bosques nativos y formaciones xerofíticas.

Elementos de contexto

Confianza y conflictos

La Figura 5 muestra las respuestas derivadas de la pregunta inicial: ¿En general, Ud. diría que se puede confiar en la gente? En términos generales, se observa un mayor nivel de confianza al norte del río Biobío, donde más del 50% de los entrevistados declaran que se puede confiar, mientras que hacia el sur ocurre lo contrario. Al respecto, altos niveles de desconfianza fueron reportados por Reyes (2017) en un estudio realizado con anterioridad en la región de Los Ríos.

Al realizar un análisis de regresión logística se observó que las respuestas no estuvieron asociadas a la persona que realizó la encuesta (percepción con respecto al encuestador), ni a otras variables sociales, económicas o ambientales (ingreso, origen cultural, uso del suelo, etc.), lo cual permite asumir que éstas reflejan una percepción real de confianza por parte de los entrevistados y no una percepción relativa derivada de su posición económica, escolaridad, etc., o la forma en que se produjo la interacción entre el encuestador y el encuestado.

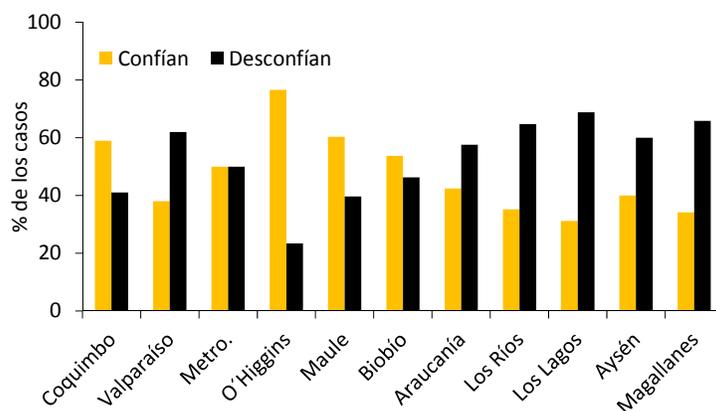


Figura 5. Distribución regional de las respuestas sobre confianza

Este resultado puede parecer contra-intuitivo, debido a que se tiende a pensar que la “gente del sur” es más confiada que la gente de la zona central, donde además se concentra buena parte de la población chilena. Si bien, las regiones Metropolitana y de Valparaíso muestra altos niveles de desconfianza, las regiones del sur, como bloque, presentan un comportamiento consistentemente desconfiado.

Una de las causas de esta situación puede ser la diversidad cultural que se observa en ambos espacios territoriales, pues la zona central de Chile, o “el Chile antiguo”, que ya existía como unidad cultural mestiza antes de la independencia, es más homogéneo desde un punto de vista cultural que las regiones al sur del Biobío, donde la interacción entre las culturas pre-hispánicas, chilena y europea es mucho más reciente. Al respecto, Dinesen y Sønderskov (2015) indican que, efectivamente, la percepción de confianza disminuye en la medida que aumenta la diversidad cultural en el contexto inmediato del individuo.

Por otra parte, esta percepción de confianza no está asociada a conflictos con otras personas que habitan el territorio (Figura 6), ya que ante la pregunta “¿Tiene conflictos con sus vecinos?”, la mayor parte de ellos respondió “no”. Sólo en la región Metropolitana aquellos que tienen conflictos con los vecinos fueron mayoría⁶. Esta percepción de confianza podría estar incidiendo sobre la forma como las personas se relacionan con los recursos naturales que tienen a su disposición (Reyes, 2017), razón por la cual fue incluida como un potencial promotor de pérdida y degradación de bosques en análisis posteriores.

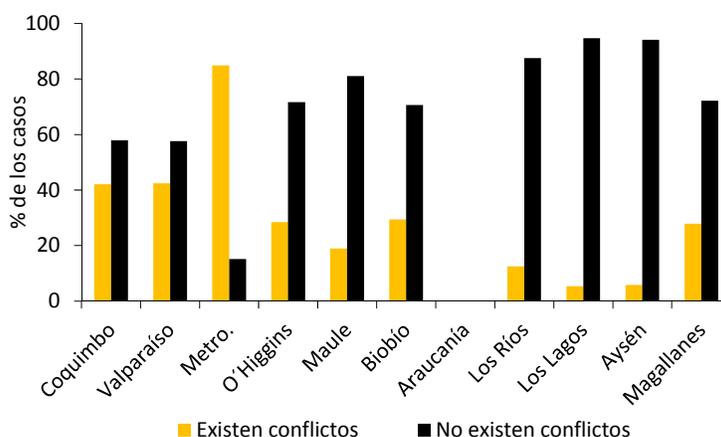


Figura 6. Distribución regional de la existencia de conflictos con vecinos

Nota: no se consideró a la región de la Araucanía debido a que las dificultades para entrevistar a las personas se derivaron justamente de la existencia de conflictos.

Llegada de las familias a los territorios y accesibilidad

La Figura 7 muestra el año en que la familia del entrevistado (padres, abuelos(as), bisabuelos(as), etc.), o la empresa en el caso de personas jurídicas, tomó posesión del

⁶ Los principales conflictos reportados en la región Metropolitana fueron: destrucción de cercos, ingreso de personas y animales ajenos al predio, caza ilegal de fauna silvestre, extracción de leña, tierra de hojas y otros PFNM, etc. El ingreso de animales ajenos al predio fue la principal causa de conflictos en el resto del país.

predio. Como se puede apreciar, no existen diferencias importantes entre Coquimbo y El Maule, área en la cual esto habría ocurrido entre 1960 y 1980. Esto cambia en las regiones del Biobío, Araucanía y Los Ríos, la cual se caracteriza por una fuerte presencia de tomadores de decisión de origen Mapuche-Huilliche. Por su parte, las regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes muestran una toma de posesión más reciente.

El primer hito que determina esta dinámica de toma de posesión es la denominada “Pacificación de la Araucanía”, y la ocupación de los territorios mapuche por parte de colonos chilenos y europeos durante la segunda mitad del siglo XIX y primera del XX, lo que implicó la expulsión y reubicación de miles de familias Mapuche. Esto correspondió a una política de Estado que se caracterizó por su violencia y los posteriores abusos cometidos contra los Mapuche, a través de la compra fraudulenta de tierras, la persecución y el engaño. El segundo hito relevante es la reforma agraria, proceso que se inició en los años 60s y que se intensificó hacia 1973, para posteriormente dar paso a una contra reforma que devolvió parte de los terrenos que habían sido entregados.

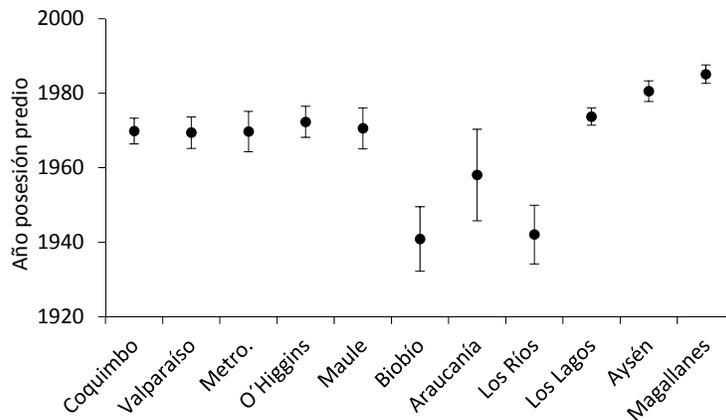


Figura 7. Toma de posesión de los predios (promedio y error estándar)

Nota: la homogeneidad de los periodos indicados en el gráfico deja en evidencia la relevancia que tuvieron procesos como la reforma agraria y la Pacificación de la Araucanía (regiones del Biobío, Araucanía y Los Ríos).

La antigüedad de los caminos de acceso a los predios no muestra la misma tendencia que la toma de posesión (Figura 8). Éstos tienden a ser más antiguos en la zona centro-norte, los cuales en su mayoría fueron habilitados para el tránsito permanente de vehículos entre 1960 y 1990. El caso de la región de la Araucanía es interesante, pues a pesar de que la toma de posesión de los predios es antigua (primera mitad del siglo XX), resultando de la migración derivada de la Pacificación de la Araucanía y la colonización chileno-europea, la conectividad es más reciente, con caminos que fueron habilitados para el tránsito permanente de vehículos entre 1980 y 2000. Las regiones al sur de la Araucanía también tienen una accesibilidad más reciente que la zona central.

Desde un punto de vista histórico se observan tres zonas, aquella comprendida entre Coquimbo y el Maule, que se caracteriza por una toma de posesión de los predios asociada a la reforma agraria y una red caminera relativamente antigua (el Chile antiguo), la zona que se ubica entre las regiones del Biobío y los Ríos que se caracteriza por una toma de posesión de más larga data, basada en la presencia de comunidades Mapuche-Huilliche, y que en general tiene una accesibilidad más reciente (el Chile Mapuche), y una última zona al sur de la región de Los Ríos que se caracteriza porque ambos elementos, la toma de posesión de los predios y la habilitación de caminos, han sido procesos recientes (el Chile joven). Este análisis es relevante para efectos de este estudio, pues el estado y uso de los bosques se relaciona fuertemente con su accesibilidad (Vergara y Gayoso, 2004; Wilson et al., 2005; Schulz et al., 2011).

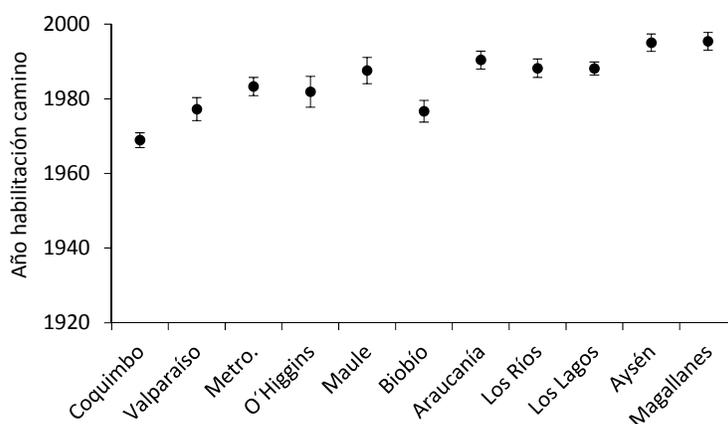


Figura 8. Antigüedad de los caminos de acceso a los predios (promedio y error estándar)

Hoy, la calidad de los caminos de acceso a los predios es bastante buena, ya que en los últimos 15 años una parte importante de ellos han sido ripiados e incluso pavimentados. De hecho, sólo el 10% de los tomadores de decisión entrevistados declara no contar aún con un camino de acceso. Desde la región del Biobío al sur predominan los caminos de ripio, mientras que hacia el norte son más frecuentes los caminos de tierra o pavimentados. Éstos últimos son especialmente importantes en zonas donde se concentra la población (Figura 9).

La transición entre caminos de tierra y ripio es brusca desde el Biobío al sur, debido posiblemente a razones climáticas. Es probable que los caminos de acceso tiendan a ser de tierra en la zona central, ya que el clima lo permite, mientras que en el sur tengan que estar ripiados (el ripio como una condición para acceder a los predios). Este quiebre entre caminos de tierra y ripio no se debe a un sesgo del encuestador, ya que en ambas macro regiones trabajaron varios encuestadores distintos y las tendencias son muy consistentes.

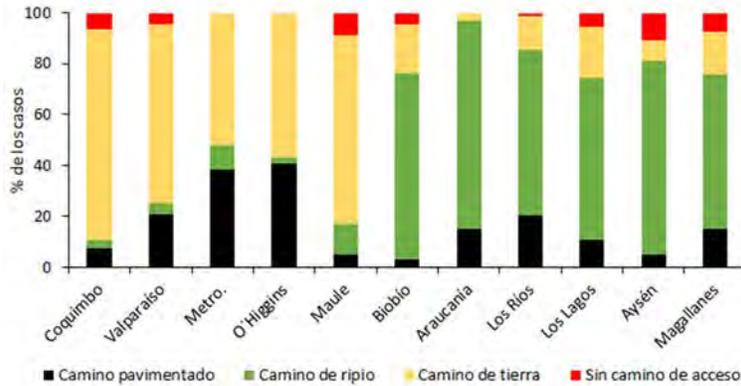


Figura 9. Calidad de los caminos de acceso a los predios

Tenencia de la tierra

El 77% de los predios se encuentran regularizados, mientras que el 23% restante no lo está (sucesiones o predios con títulos en litigio). Casi todas las regiones muestran una alta proporción de predios regularizados, a excepción de las regiones de Valparaíso y Los Lagos (Figura 10). En el caso de Valparaíso, esto se asocia a la existencia de personas que hacen uso de partes de explotaciones que están en manos de comunidades agrícolas, y en Los Lagos a que en vastas zonas de la región (provincias de Llanquihue y Chiloé) predomina la pequeña propiedad.

En términos de superficie, los predios que tienen regularizada la tenencia de la tierra albergan el 91% de la superficie de bosque nativo que está representado en las explotaciones incluidas en la muestra (1.190.000 hectáreas). Esto deja en evidencia que la tenencia de la tierra no representa un obstáculo importante para la obtención de un plan de manejo, aunque potencialmente si puede tener un efecto en la forma como estos bosques se intervienen (intervenciones inadecuadas y degradación).

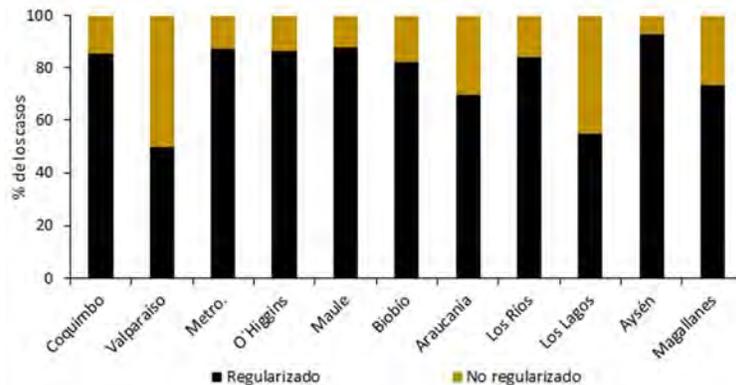


Figura 10. Tenencia de la tierra

Capital humano

Origen étnico y religión del tomador de decisión

Los tomadores de decisión entrevistados pertenecen mayoritariamente al grupo definido como “mestizos chilenos”⁷, especialmente al norte de la región del Maule (Figura 11). En las regiones del Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos entre el 15% y 30% de los tomadores de decisión pertenecen al pueblo Mapuche. Además, en las regiones de Los Ríos y Aysén el 26% y 18% de los tomadores de decisión tienen padres o abuelos que llegaron de Europa, especialmente de Alemania e Italia, respectivamente, lo cual aumenta al 64% en la región de Magallanes (Croacia, Alemania, España, entre otras). Sólo en la región de Magallanes existe un grupo relativamente importante de tomadores de decisión de origen extranjero (7%).

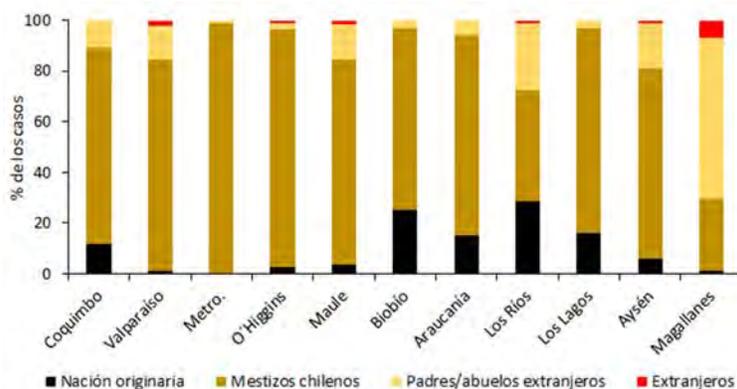


Figura 11. Origen étnico de los tomadores de decisión

Desde el punto de vista de la religión que profesan los tomadores de decisión, se observa que en casi todas las regiones predominan los católicos, aunque en varias existe una proporción importante de personas que declaran no profesar ninguna (Figura 12). Este grupo es mayoritario en las regiones Metropolitana y de Magallanes. Quienes profesan la religión evangélica no representan más del 5% de los casos, aunque en las regiones del Biobío y Los Ríos llegan al 13%. Finalmente, en la región de Los Ríos un grupo importante de los tomadores de decisión declaran que profesan otra religión, grupo en la cual predomina la “espiritualidad Mapuche” (10% de los casos).

⁷ Personas que no tienen padres o abuelos extranjeros o pertenecientes a algún pueblo originario, ni se identifican con alguno de ellos.

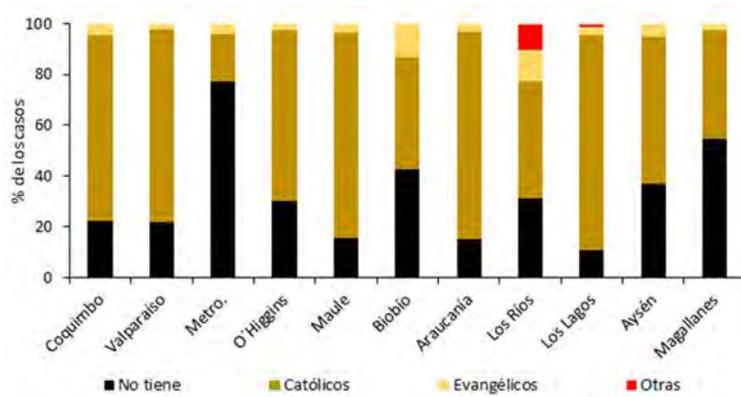


Figura 12. Religión de los tomadores de decisión

Condición jurídica

El 62% de las explotaciones incluidas en la muestra están en manos de personas naturales y el 38% restante de personas jurídicas (principalmente sociedades). Las personas naturales predominan desde la región de O'Higgins al sur, mientras que las personas jurídicas lo hacen en las regiones donde se concentra la población, es decir entre Coquimbo y Metropolitana (Figura 13).

El 78% de las personas naturales corresponden a propietarios(as) individuales, seguidos por sucesiones o sociedades de hecho sin contrato legal (20%) y usufructuarios(as) comuneros(as) en goce individual (2%), mientras que las sociedades anónimas o de responsabilidad limitada son las personas jurídicas más comunes, con el 72% del total, seguidas por las comunidades agrícolas históricas (17% en las regiones de Coquimbo y Valparaíso), las comunidades indígenas (7% entre las regiones del Biobío y Los Lagos) y otras sociedades (4% entre las que figuran órdenes religiosas, escuelas técnicas, universidades privadas, etc.).

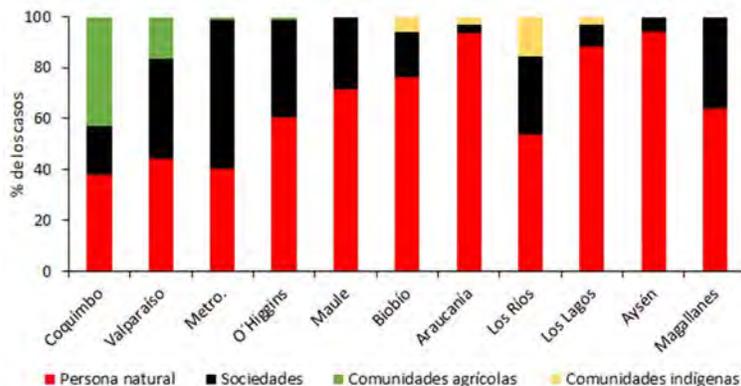


Figura 13. Condición jurídica de las explotaciones

A nivel nacional, el 50% de las explotaciones que pertenecen a sociedades reconocen haber expandido el área agrícola a expensas de otros usos del suelo (principalmente bosques) durante los últimos 20 años, lo que disminuye al 30% cuando se trata de propietarios individuales. Cuando se ajusta por región y se analizan sólo las explotaciones que están en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins, área donde la proporción entre sociedades y personas naturales es relativamente similar, esta tendencia se mantiene.

Edad y escolaridad del tomador de decisión

Los tomadores de decisión tienen una edad promedio de 58 años (error estándar= 1,2 años) y no se observan diferencias importantes entre regiones, aunque sí entre tomadores de decisión de distinta condición jurídica. En el caso de sociedades, los tomadores de decisión tienden a ser más jóvenes, promediando 50 años (error estándar= 1 año), mientras que en el resto de los casos promedian 61 años (error estándar= 1,3 años). Además, la escolaridad promedio de los tomadores de decisión de explotaciones que pertenecen a sociedades es mayor que las que están en manos de personas naturales.

A nivel regional se observan dos grupos de regiones, aquellas en las que predominan tomadores de decisión con un alto nivel de escolaridad (educación media completa y superior) y otras en las que predominan aquellos con un bajo nivel de escolaridad (educación básica o media incompleta) (Figura 14).

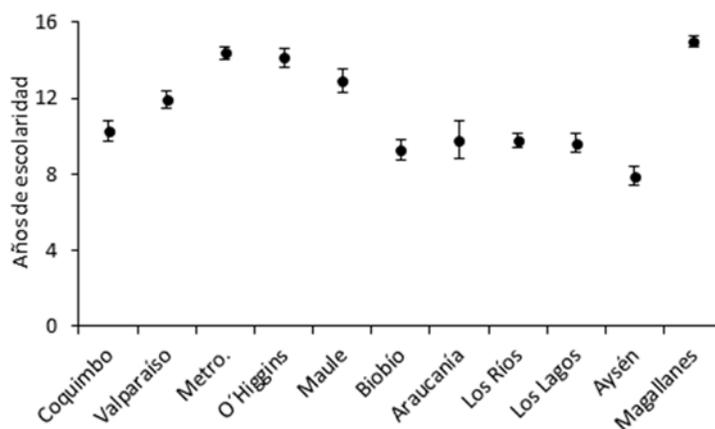


Figura 14. Escolaridad de los tomadores de decisión (promedio y error estándar)

Nota: las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule y Magallanes muestran altos niveles de escolaridad, mientras Coquimbo, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos y Aysén muestran lo contrario. Dos tercios de los tomadores de decisión en las regiones de Valparaíso, Metropolitana y O'Higgins tienen estudios superiores, mientras que en Aysén más del 50% tiene octavo básico o menos.

La escolaridad del tomador de decisiones se relaciona positivamente con el ingreso intrapredial y extrapredial. La Figura 15 muestra que la incidencia de la escolaridad en el ingreso intrapredial es alta, pero deja de ser significativa bajo las 80 hectáreas. Esto quiere decir que cuando existe capital natural suficiente, los tomadores de decisión utilizan su escolaridad como una herramienta para incrementar los ingresos de la explotación, hasta un umbral bajo el cual esa posibilidad deja de ser relevante.

Al mismo tiempo, la correlación entre escolaridad e ingreso extrapredial es bastante alto en todo el gradiente (se mantiene constante), lo que implica que la escolaridad siempre es una herramienta efectiva para generar ingresos extraprediales (especialmente vía salarios y emprendimientos por cuenta propia).

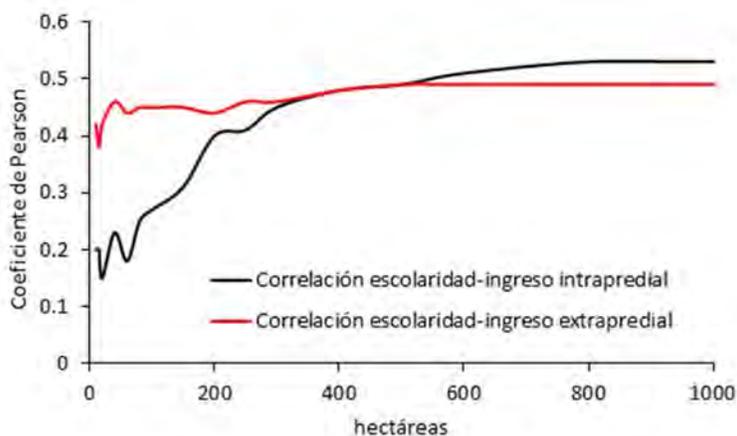


Figura 15. Correlación entre escolaridad e ingresos

Lugar de residencia de los tomadores de decisión

Entre las regiones de Coquimbo y el Maule (incluidas) la mayor parte de los tomadores de decisión vive en áreas urbanas, mientras que desde el Biobío al sur lo hacen en el campo (permanente o temporal; Figura 16). Muhamad et al. (2014) mencionan que cuando se vive en áreas rurales se tiene una percepción más clara sobre los servicios ambientales que generan los ecosistemas, como por ejemplo el abastecimiento de agua o el resguardo de la biodiversidad.

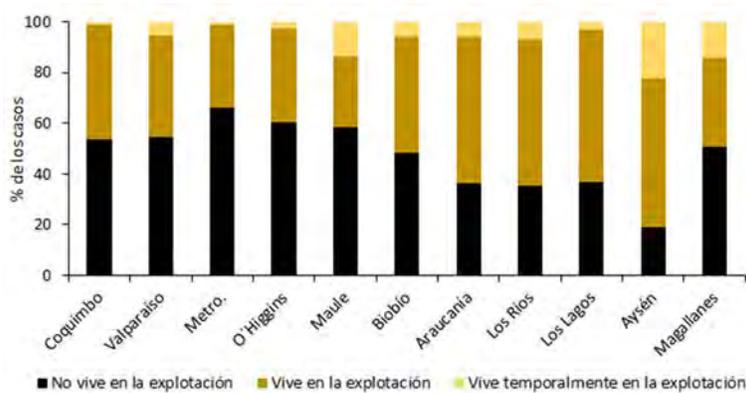


Figura 16. Lugar de residencia de los tomadores de decisión

El lugar de residencia del tomador de decisiones no está asociado a la superficie de la explotación. El factor que más se relaciona al lugar de residencia es la escolaridad (Figura 17). Tomadores de decisión con una mayor escolaridad tienden a vivir fuera de la explotación, especialmente en áreas urbanas. Cuando se excluye del análisis a las sociedades, las que suelen estar a cargo de personas con alto nivel de escolaridad, esta relación se mantiene.

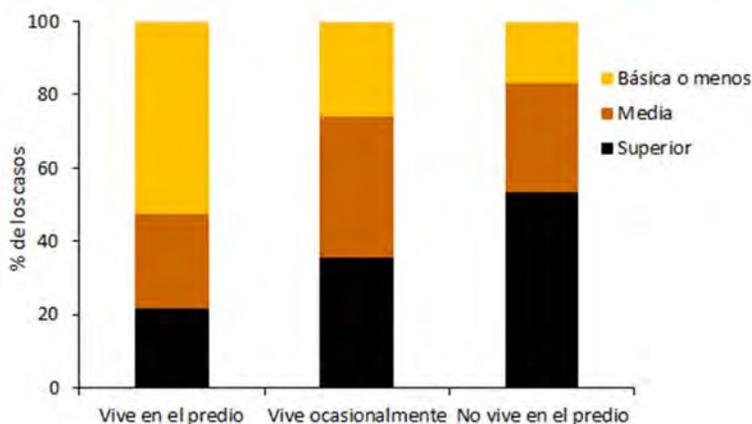


Figura 17. Relación entre el lugar de residencia del tomador de decisión y su escolaridad

La literatura menciona diferencias importantes entre personas que viven en el medio rural y urbano, con respecto a la protección del medio ambiente. Si bien, ambos grupos son similares en términos discursivos, mostrándose sensibles al deterioro ambiental, los primeros muestran mayor consistencia entre lo que dicen y hacen (Bogner y Wiseman, 1997; Berenguer et al., 2005). Soini et al. (2012) distingue además dos tipos de percepciones sobre el paisaje en la interfaz rural-urbana, el paisaje como “escenario” y el

paisaje como “residencia”, lo que representa una diferencia fundamental en términos de cómo se sitúa la persona con respecto a su entorno.

Por otra parte, los tomadores de decisión que viven en la explotación generan una mayor proporción de sus ingresos a partir del aprovechamiento de recursos naturales, como bosques y praderas, ya que tienen menos acceso a fuentes de ingreso extraprediales, como empleos, emprendimientos por cuenta propia, etc.

Capital natural

Superficie de las explotaciones

La superficie de las explotaciones consideradas en la muestra varía fuertemente, desde 0,5 a 240.000 hectáreas. En total, las explotaciones suman 3.606.000 hectáreas, de las cuales el 33% corresponde a bosque nativo, el 18% a praderas, el 17% a formaciones xerofíticas, el 16% a otros usos del suelo (áreas rocosas, lagos, etc.), el 11% a matorrales, el 4% a plantaciones forestales y el 1% a áreas agrícolas.

Las explotaciones que tienen más de 50 mil hectáreas se encuentran en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Los Ríos y Magallanes, aunque Coquimbo (comunidades agrícolas históricas) y Magallanes (estancias) son las que tienen una mayor concentración de éstas (Figura 18). En promedio, las explotaciones que fueron seleccionadas en las regiones de la Araucanía y Los Lagos son más pequeñas, mientras que en una situación intermedia se encuentran las explotaciones incluidas en las regiones Metropolitana, de O’Higgins, Maule y Aysén.

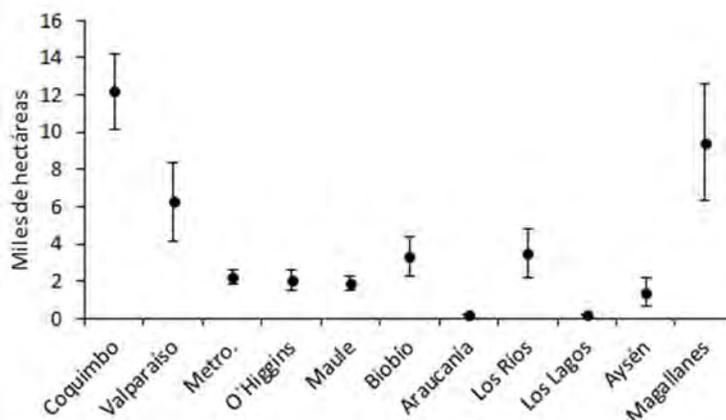


Figura 18. Tamaño de las explotaciones (promedio y error estándar)

Las grandes explotaciones, con más de 1.000 hectáreas, predominan en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana y Magallanes, mientras que las pequeñas explotaciones (0-200 hectáreas) son más frecuentes en las regiones de O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos (Figura 19). Las explotaciones medianas sólo predominan en la región de Aysén.

En términos de superficie, es evidente que las grandes explotaciones concentran gran parte del bosque nativo que alberga la muestra, seguidas por las medianas explotaciones. Esta observación es importante, pues cuando se analiza el uso del bosque nativo se suele hacer mucho énfasis en las pequeñas explotaciones, cuando en realidad gran parte del bosque está en medianas y grandes explotaciones. Desde ese punto de vista, es importante considerar que el estudio del bosque nativo en pequeñas explotaciones es relevante desde una óptica social más que ambiental, mientras que lo opuesto ocurre cuando se estudia en el marco de medianas y grandes explotaciones.

Sin embargo, dada nuestra geografía, existen una serie de ecosistemas de alto valor que pueden coincidir con áreas donde predominan las pequeñas explotaciones (ej. Cordillera de la Costa de la región de Los Ríos). En esos casos, el estudio del uso del bosque nativo también tiene una enorme relevancia ambiental. Por el contrario, en medianas y grandes explotaciones también puede haber prioridades sociales que atender, como por ejemplo en las comunidades agrícolas de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, y en áreas de baja productividad, como ocurre en las regiones de Los Lagos (ej. Ñadis) y Aysén.

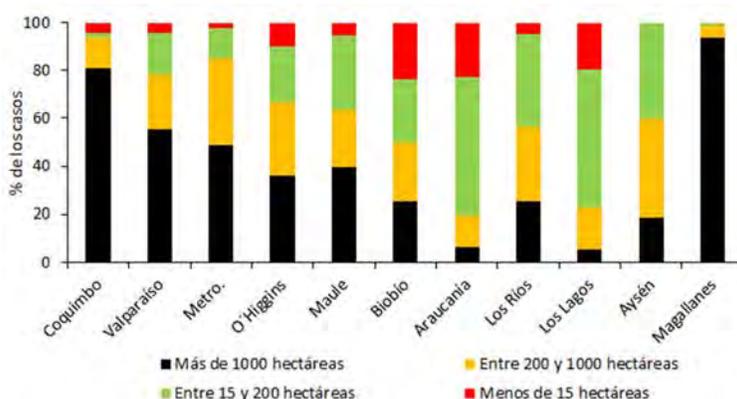


Figura 19. Distribución del tamaño de las explotaciones

En promedio, el bosque nativo y las formaciones xerofíticas cubren el 56% de la superficie de las explotaciones. La región de O'Higgins es la que muestra los mayores niveles de cobertura (70% en promedio, principalmente matorrales de *Acacia caven*), mientras que las regiones de Valparaíso y Metropolitana son las que muestran los niveles más bajos (Figura 20). Si bien, en la región de Coquimbo el 70% de las explotaciones consideradas en la

muestra no tienen bosque nativo, sí albergan una superficie importante de formaciones xerofíticas.

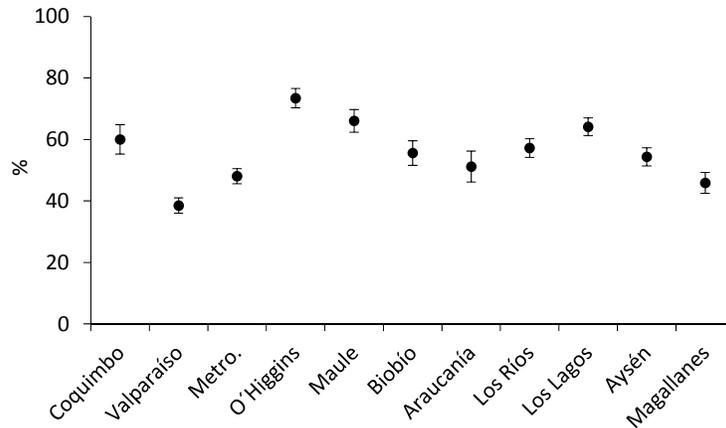


Figura 20. Cobertura del bosque nativo y las formaciones xerofíticas en las explotaciones (promedio y error estándar)

El 73% de las explotaciones no tienen plantaciones forestales y el 27% restante sí. En general, las plantaciones suelen cubrir menos del 25% de la explotación (Figura 21). Esta situación cambia en las regiones del Biobío, Araucanía y Los Ríos, donde la presencia de plantaciones forestales es más frecuente, así como su cobertura. Al comparar las figuras 18 y 21 es posible intuir el estrés que se produce en la región de la Araucanía al tener explotaciones más pequeñas y al mismo tiempo más cubiertas por plantaciones. Esto implica poca superficie utilizable para otras actividades (agricultura, ganadería, etc.).

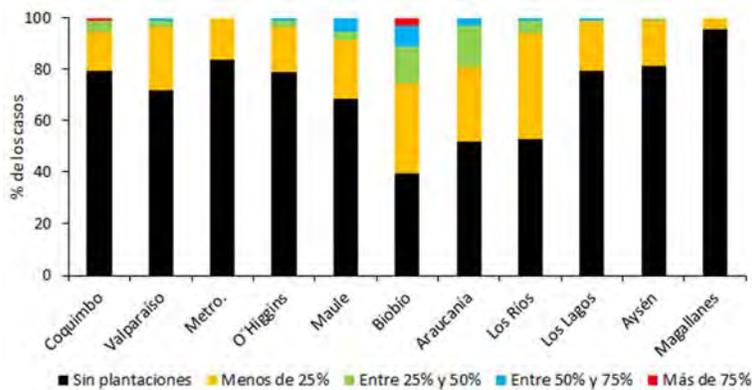


Figura 21. Cobertura de las plantaciones forestales en las explotaciones

Capital financiero

Actividad intrapredial

La Figura 22 muestra la importancia relativa de los distintos componentes del ingreso intrapredial a lo largo de Chile. Se observa que la agricultura es una actividad muy importante en la zona central, generando más del 60% del ingreso intrapredial en la región de O'Higgins. Un peso similar tiene la ganadería en las regiones de Aysén y Magallanes, aunque en general la ganadería tiene una participación relevante en todo el país. En la región de Coquimbo, en tanto, el ingreso intrapredial se origina a partir de otras actividades, como el arriendo de terrenos⁸. La actividad forestal representa entre el 20% y 40% del ingreso intrapredial entre las regiones del Maule y Aysén, a partir de la comercialización de productos madereros y no madereros provenientes de plantaciones forestales y bosques nativos.

La Figura 23 muestra el ingreso intrapredial promedio, medido en pesos por hectárea⁹. La región de O'Higgins muestra el mayor ingreso intrapredial por hectárea, aunque no difiere significativamente de sus regiones vecinas (Metropolitana y Maule). El ingreso intrapredial por hectárea disminuye hacia el norte y el sur, reflejando restricciones de sitio (suelos y clima) y otros factores que inciden en la productividad y el valor de la producción. En general, las regiones que están más orientadas a la producción agrícola son las que generan el mayor ingreso intrapredial por hectárea.

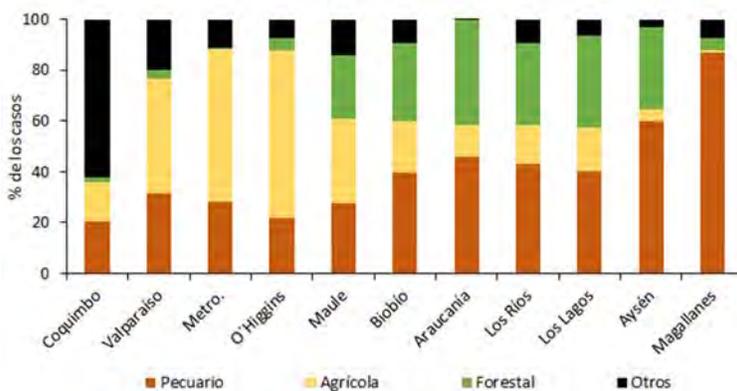


Figura 22. Importancia relativa de distintas actividades en el ingreso intrapredial

⁸ Los arriendos más comunes se destinan a agricultura y ganadería, la instalación de antenas de telefonía celular, entre otros.

⁹ Ingreso intrapredial total dividido por la superficie total de las explotaciones.

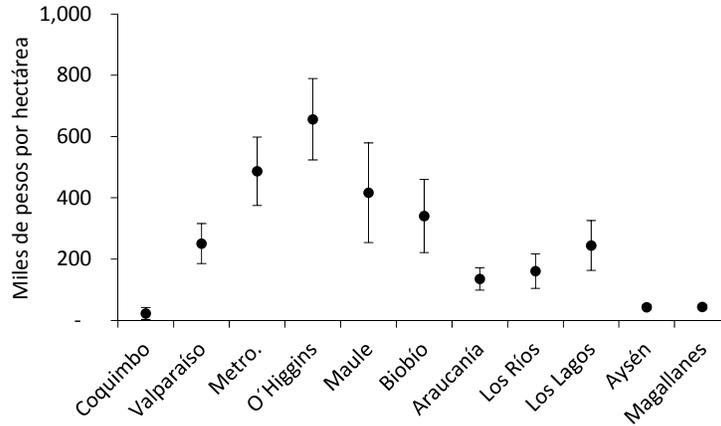


Figura 23. Valor de la producción intrapredial (promedio y error estándar)

Cuando se comparan las explotaciones que están en manos de sociedades con aquellas que están en manos de personas naturales, en términos de su ingreso intrapredial por hectárea, no se observan diferencias estadísticamente significativas (Figura 24). Si bien, las sociedades tienden a generar un mayor ingreso por hectárea, lo que implica un aprovechamiento más intenso de la explotación, la variabilidad es tan alta que ambos grupos no llegan a diferenciarse. Sin embargo, ambos grupos coinciden en la variabilidad inter-regional del ingreso por hectárea, con máximos entre las regiones Metropolitana y el Biobío.

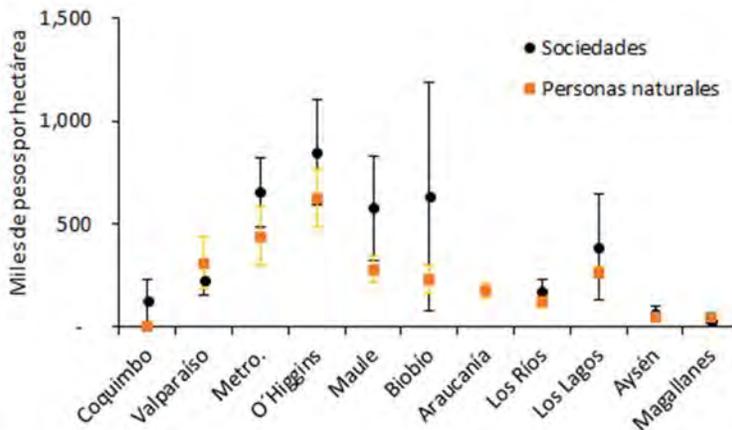


Figura 24. Valor de la producción intrapredial por hectárea, de acuerdo a la condición jurídica del propietario/usufructuario (promedio y error estándar)

- *Subsistema agrícola*

La Figura 25 muestra la composición de la actividad agrícola. En términos generales, se observan dos macrozonas, la primera se extiende entre Coquimbo y el Maule y se caracteriza por la presencia de una diversidad de cultivos, entre los que destacan viñas (pisco, vino y uva de mesa), paltos, olivos y frutas en general. La segunda macrozona se extiende desde la región del Biobío al sur y se caracteriza por una menor diversidad, destacando cereales y papas.

Esta diferencia tan marcada en la diversidad y tipos de cultivos también se expresa en términos económicos. La Figura 26 muestra el valor de la producción agrícola, medido en pesos producidos por hectárea dedicada a la agricultura. En la macrozona norte el valor promedio de la producción varía entre 4 y 7 millones de pesos por hectárea, mientras que en la macrozona sur lo hace entre 0,5 y 2,5 millones de pesos por hectárea.

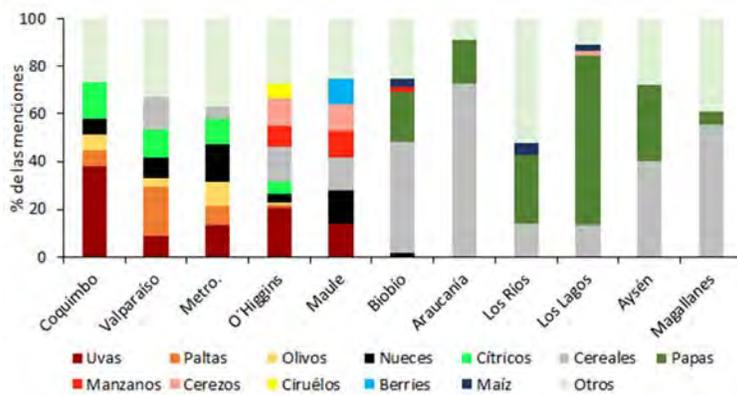


Figura 25. Importancia relativa de distintos cultivos a lo largo del país

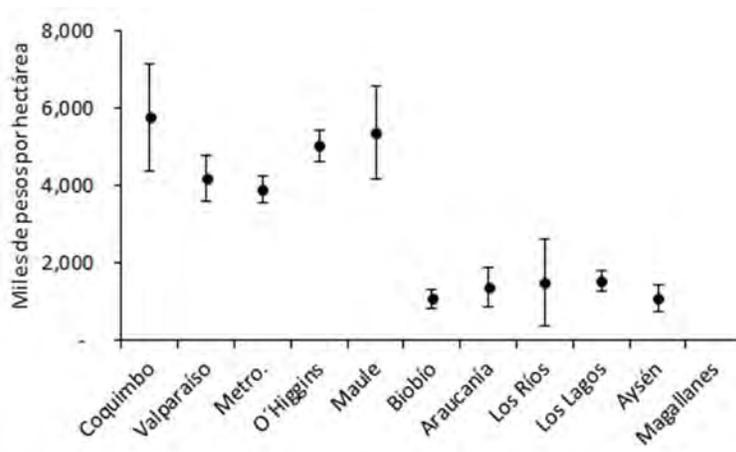


Figura 26. Valor de la producción agrícola (promedio y error estándar)

- *Subsistema pecuario*

La Figura 27 muestra la abundancia relativa de los distintos tipos de animales utilizados como ganado. En general, se observa que los bovinos son el ganado más abundante a lo largo de Chile, a excepción de la región de Coquimbo donde predomina el ganado caprino (carne y leche para quesos), y las regiones de Aysén y Magallanes donde predomina el ganado ovino (carne y lana).

En términos del valor de la producción ganadera, medido en pesos producidos por hectárea de praderas y matorrales (áreas que deberían estar destinadas a la mantención de ganado), no se observan grandes diferencias entre las regiones (Figura 28). El valor promedio de la producción varía entre 50 mil y 200 mil pesos por hectárea, a excepción de la región de Coquimbo que muestra un valor de la producción mucho más bajo.

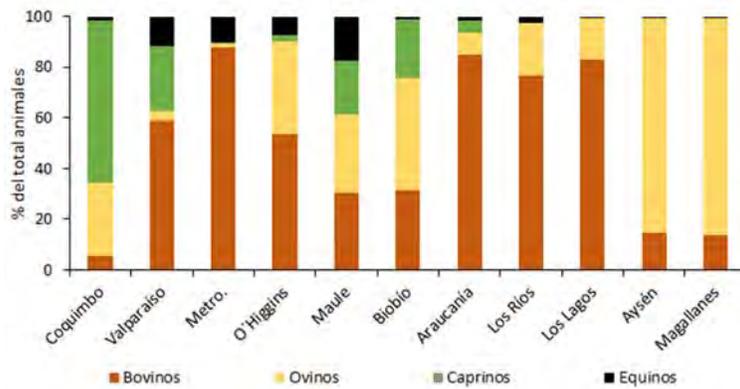


Figura 27. Importancia relativa de distintos tipos de animales criados a lo largo del país

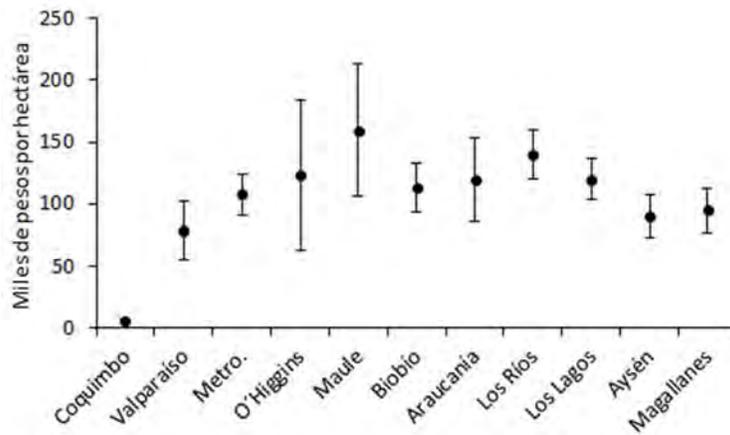


Figura 28. Valor de la producción pecuaria (promedio y error estándar)

- *Subsistema forestal*

El 55% de los tomadores de decisión utilizan el bosque nativo para alimentar el ganado, el 41% produce leña, el 18% productos no madereros (frutos, semillas, hongos, follaje, etc.), el 3% carbón vegetal y el 3% trozas aserrables. La suma de estos porcentajes supera el 100% debido a que en algunas explotaciones se aprovecha más de un producto. De esta forma, el forraje constituye el principal producto que se extrae del bosque nativo a lo largo del territorio nacional (Figura 29).

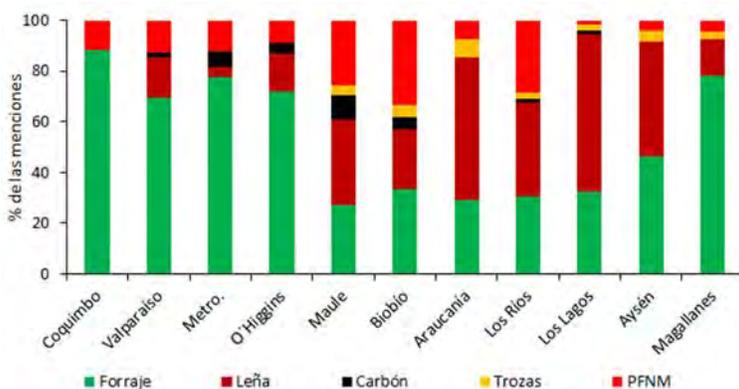


Figura 29. Importancia relativa de distintos usos del bosque nativo a lo largo del país

En términos del valor de la producción maderera a partir de bosques nativos, medido en pesos producidos por hectárea de bosque nativo¹⁰, no se observan grandes diferencias entre las regiones, al menos desde O'Higgins al sur (Figura 30). El valor promedio de la producción fluctúa entre 30 y 100 mil pesos por hectárea, a excepción de las regiones de Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana que muestran valores mucho más bajos.

¹⁰ Ingreso generado por la comercialización de madera nativa dividido por la superficie total de bosque nativo dentro de las explotaciones.

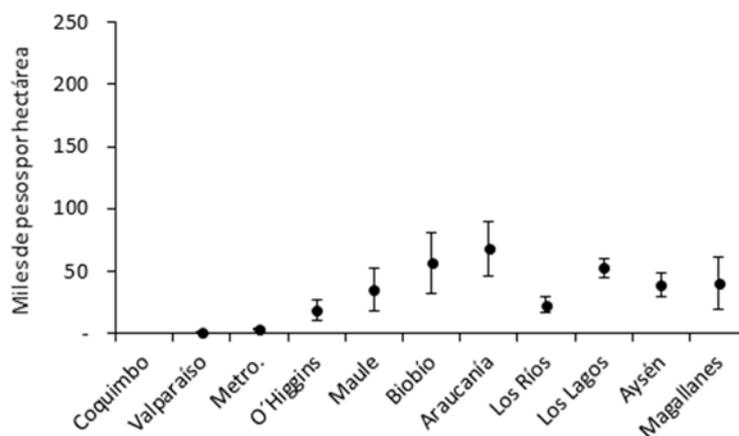


Figura 30. Valor de la producción maderera nativa (promedio y error estándar)

Actividad extrapredial

En todas las regiones se reporta trabajo extrapredial, el cual puede expresarse como trabajo asalariado o trabajo por cuenta propia (emprendimientos). El trabajo asalariado predomina en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Los Ríos, mientras que el trabajo por cuenta propia es más común en las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Lagos y Aysén (Figura 31). En la región de Magallanes ambas formas de trabajo extrapredial son igualmente importantes (30% de las explotaciones, aprox.).

El trabajo asalariado y el trabajo por cuenta propia no están asociados, lo que implica que son fenómenos completamente independientes. A esta escala de análisis (nacional), se observa una relación negativa entre el trabajo asalariado y la edad del tomador de decisiones, y una relación positiva con su escolaridad. Esto quiere decir que la probabilidad de realizar trabajo asalariado y el ingreso asociado (\$/mes) disminuye con la edad y aumenta con la educación. El trabajo por cuenta propia, en cambio, no se relaciona con ninguna variable (probablemente depende más de habilidades innatas o aquellas desarrolladas a lo largo de la vida).

Los ingresos por trabajo asalariado fluctúan entre \$200.000 y \$5.000.000 por mes, siendo las regiones de O'Higgins y Magallanes las que registran los promedios más altos (Figura 32, derecha). En lo que respecta al trabajo por cuenta propia, los ingresos fluctúan entre \$120.000 y \$10.000.000 por mes, siendo nuevamente las regiones de O'Higgins y Magallanes las que presentan los promedios más altos (Figura 32, izquierda).

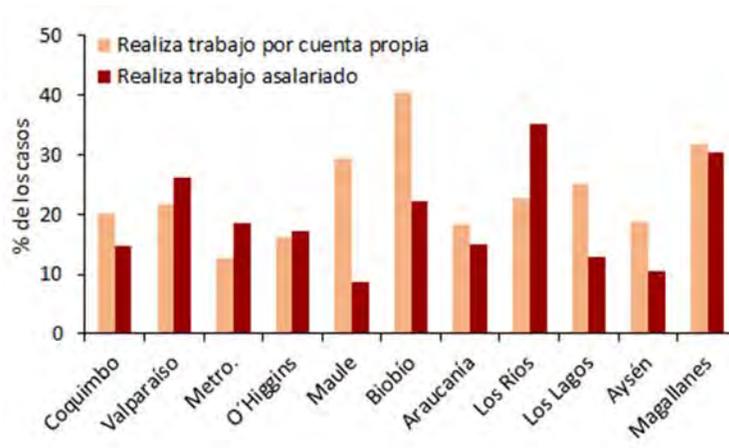


Figura 31. Frecuencia del trabajo extrapredial

La moda (valor más frecuente) de los ingresos por trabajo asalariado es de \$1.500.000 por mes, lo que disminuye a \$1.000.000 cuando se trata de trabajo por cuenta propia. Es decir, los ingresos por cuenta propia pueden llegar a ser mayores a los ingresos por trabajo asalariado (ej. dueños de empresas), pero en general suelen ser más bajos y muestran una mayor variabilidad.

Por otra parte, el 9% de los tomadores de decisiones reciben subsidios permanentes del Estado (transferencias de carácter mensual), entre los que se encuentran la pensión básica solidaria y la pensión por invalidez, mientras que el 91% restante no recibe ningún beneficio permanente. La región de Los Lagos es la que presenta una mayor penetración de estos beneficios, alcanzando al 30% de los entrevistados. Le siguen las regiones del Biobío, Valparaíso y Aysén, con el 13%, 11% y 11%, respectivamente.

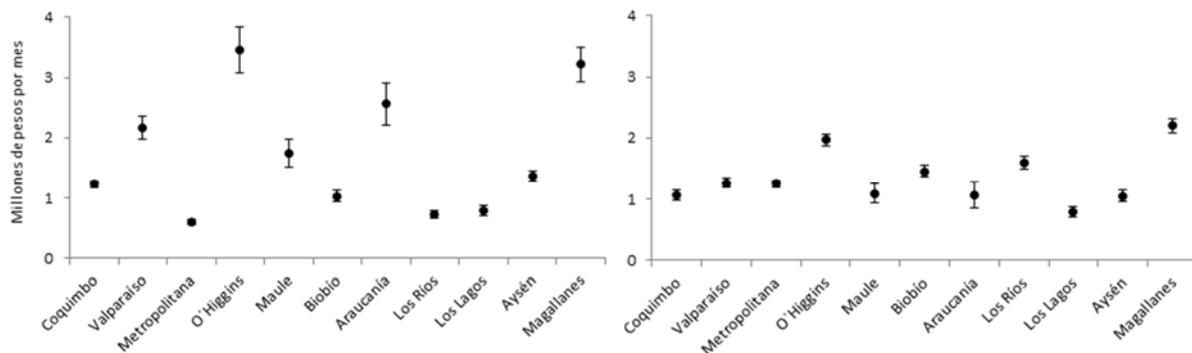


Figura 32. Ingreso por trabajo asalariado (derecha) y por cuenta propia (izquierda), promedio y error estándar

Conclusiones

Los bosques nativos chilenos se desarrollan en una enorme diversidad de ambientes. Sobre esa diversidad se instaló un país, Chile, cuya historia determina al menos tres macrozonas sobre las cuales se debe entender la interacción entre los ecosistemas y la sociedad. La primera de ellas, que en este documento se denomina “el Chile antiguo”, se extiende entre las regiones de Coquimbo y Ñuble y se caracteriza por su homogeneidad cultural, la antigüedad de los caminos de acceso, el impacto que tuvo la reforma agraria en la toma de posesión de los predios y la enorme importancia económica que tiene la agricultura. En esta macrozona se concentra gran parte de la población chilena, lo que implica una mayor presión sobre los ecosistemas. Esta presión se vuelve aún más crítica en la medida que se acentúan los efectos del cambio climático, lo que se expresa en un aumento general de la temperatura, especialmente de las temperaturas máximas, un periodo seco más prolongado y una disminución de las precipitaciones. Todo esto implica una mayor frecuencia e intensidad de incendios forestales, una escasez aguda de agua para consumo humano, animal y para los cultivos, entre otros efectos.

En el Chile antiguo se dan ciertas características que implican una relación más distante entre los tomadores de decisión y sus bosques. Por un lado, y a diferencia de lo que ocurre hacia el sur, en esta macrozona son más frecuentes los tomadores de decisión que no viven en las explotaciones, lo que implica una percepción distinta de los ecosistemas tal como lo han descrito Bogner y Wiseman (1997), Berenguer et al. (2005), Soini et al. (2012), entre otros. Además, gran parte de las explotaciones están en manos de personas jurídicas. Al respecto, los datos muestran que el 50% de los tomadores de decisión que representan a personas jurídicas (especialmente sociedades anónimas y de responsabilidad limitada) reconocen haber expandido la superficie agrícola a expensas de otros usos del suelo (ej. bosque nativo) durante los últimos 20 años, lo que se reduce al 30% cuando se trata de personas naturales. Además, las explotaciones en manos de sociedades tienen una menor cobertura de bosque nativo que aquellas que pertenecen a personas naturales, ajustando por aspectos como escolaridad, ingreso y tamaño de las explotaciones.

Desde un punto de vista económico, esta macrozona se caracteriza por la gran importancia que tiene la agricultura, la cual genera ingresos muy superiores a los generados por la ganadería, la silvicultura u otras actividades (medido en pesos por hectárea dedicada a cada actividad). Olivos, paltos, viñas y frutales de todo tipo forman parte de una enorme diversidad de cultivos que se producen en esta macrozona, a diferencia de lo que se observa hacia el sur (muy acotado, básicamente cereales, papas y algunos frutales). El quiebre que se produce entre las regiones del Maule y Biobío en términos de la diversidad de cultivos y el ingreso por hectárea es muy fuerte, lo que se asocia también a factores climáticos (temperaturas, días soleados, etc.). Desde esa perspectiva, la enorme rentabilidad del valle central es un factor que debe tomarse en cuenta al analizar la conservación del bosque nativo en esta macrozona, como también el impacto económico-ecológico que el cambio climático va a producir al modificar niveles de incertidumbre, costos de oportunidad, entre otros factores.

La siguiente macrozona se extiende entre las regiones del Biobío y los Ríos y se denomina “el Chile Mapuche”. Al sur del río Itata comienzan a aparecer tomadores de decisión de origen Mapuche, los que se mezclan en el territorio con tomadores de decisión de otros orígenes culturales: mestizos chilenos, descendientes de colonos europeos, etc. Esta mayor diversidad cultural implica también una mayor percepción de desconfianza, la cual se mantiene hacia el sur. Esta desconfianza no está asociada a conflictos concretos con vecinos, sino simplemente a que se comparte un espacio territorial con grupos culturales distintos. La desconfianza determina un ambiente con mayores niveles de incertidumbre, lo que podría estar propiciando distintos tipos de decisiones con respecto al uso de las explotaciones. Por ejemplo, invertir o no en ciertos cultivos, implementar innovaciones agrícolas, talar o no el bosque nativo, etc. Al respecto, Reyes (2017) observó que en presencia de incertidumbre aumenta la aversión al riesgo, lo que se asocia a una mayor tasa de extracción maderera (m³/ha/año), y al mismo tiempo disminuye la tasa de descuento inter-temporal (menos predisposición a esperar). Esto se traduce en una menor probabilidad de plantar árboles. Es decir, la incertidumbre es nefasta para el manejo y conservación de los ecosistemas forestales.

Desde un punto de vista histórico, la posesión de las explotaciones en esta macrozona está determinada por la expulsión de los Mapuche desde sus tierras ancestrales, y su posterior re-ubicación en “reservas indígenas”, en un contexto de violencia, racismo y discriminación que perdura hasta nuestros días. La entrega de las mejores tierras a personas de otros orígenes étnicos acentúa la desconfianza y la incertidumbre que caracterizan a los tomadores de decisión en esta macrozona. Al mismo tiempo, se observa una mayor abundancia de pequeñas explotaciones (menos de 200 hectáreas), especialmente en la región de la Araucanía, y una mayor cobertura de plantaciones forestales. Esto implica menos tierra disponible para otras actividades, como la agricultura, la ganadería o la recolección, lo que ha servido de telón de fondo para un conflicto político-cultural que atraviesa todas las dimensiones de la vida en esta macrozona.

Finalmente, el territorio comprendido entre las regiones de Los Lagos y Magallanes conforman la macrozona sur-austral, o “el Chile joven”. Desde un punto de vista histórico, en esta macrozona se aniquiló a los indígenas, quienes fueron literalmente “cazados” por los colonos, con la venia del Estado, o enfermaron producto del contacto con los invasores. A excepción de algunos grupos Huilliche que lograron sobrevivir en sectores específicos de las provincias de Osorno y Chiloé, prácticamente todos los indígenas de la Patagonia desaparecieron. Esto implica que hoy los tomadores de decisión en esta macrozona corresponden a mestizos-chilenos, descendientes de colonos europeos o extranjeros, lo que se asocia a mayores niveles de desconfianza, aunque no tan altos ni violentos como los que se observan entre las regiones del Biobío y Los Ríos. La baja densidad poblacional, el tamaño de las explotaciones (más grandes) y una toma de posesión más reciente determinan que, en general, en esta macrozona los ecosistemas estén mejor conservados.

Desde un punto de vista productivo, esta macrozona alberga una gran diversidad de situaciones. En el extremo norte de la región de Los Lagos la agricultura y la ganadería son actividades muy importantes, especialmente en las zonas de lomajes profundos y fértiles

de la provincia de Osorno. Hacia el sur aumenta la importancia relativa del componente forestal, aunque asociado a pérdida y degradación de bosques nativos, especialmente en las provincias de Llanquihue y Chiloé. En ambas provincias se conjugan cuatro factores críticos: existencia de suelos de baja productividad (suelos ñadi), buena parte de las explotaciones tienen menos de 200 hectáreas, existen problemas de tenencia de la tierra, y presión demográfica (la población se concentra en esas provincias). Hacia el sur, la actividad forestal sigue siendo importante, aunque debido a una menor población y al tamaño de las explotaciones, no está asociada a altos niveles de degradación. La región de Magallanes, en tanto, es prácticamente una macrozona en sí misma, ya que tiene una configuración productiva totalmente distinta, orientada básicamente a la ganadería ovina y al turismo, con estancias enormes, una baja demanda de leña (existe disponibilidad de gas natural subsidiado por el Estado) y otras características que permiten un buen escenario para la conservación del bosque nativo (aunque una plaga de castores está generando un impacto muy negativo en los de Tierra del Fuego).

Referencias

Amacher, G.A., Hyde, W.F., Kanel, K.R., 1996. Household fuelwood demand and supply in Nepal's tarai and mid-hills: Choice between cash outlays and labor opportunity. *World Development* 24, 1725-1736.

Berenguer, J., Corraliza, J.A., Martín, R., 2005. Rural-Urban Differences in Environmental Concern, Attitudes, and Actions. *European Journal of Psychological Assessment* 21, 128-138.

Bogner, F., Wiseman, M., 1997. Environmental perception of rural and urban pupils. *Journal of Environmental Psychology* 17(2), 111-122.

CR2 (Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia), 2015. La Megasequía 2010-2015: una lección para el futuro. Informe a la Nación. Disponible en <http://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/InformeMegasequia>

Cruz, P., Honeyman, P., Bascuñan, A., Duarte, E., Torres, J., Sell, J., Welzel, G., Bahamondez, A., Ahumada, I., Cárdenas, M.I., Flores, J.P., 2016. Apoyo en la generación y análisis de las causas de la deforestación, degradación forestal y no aumentos de existencias de carbono forestal, identificándose opciones estratégicas para enfrentarlas en el marco de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV) de Chile. Universidad Mayor (OTERRA), Ernst Basler + Partner, Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo, Centro de Información de Recursos Naturales. Estudio encargado por la Corporación Nacional Forestal. Santiago, Chile.

De la Fuente, J., Calderón, C., Torres, J., 2013. Informe final programa Ley de Bosque Nativo. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile.

Deweese, P.A., 1989. The woodfuel crisis reconsidered: Observations on the dynamics of abundance and scarcity. *World Development* 17, 1159–1172.

Dinesen, P.T., Sønderskov, K.M., 2015. Ethnic Diversity and Social Trust: Evidence from the Micro-Context. *American Sociological Review* 80(3): 550–573.

Echeverría, C., Coomes, D.A., Hall, M., Newton, A.C., 2008. Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modelling* 212, 439–449.

Garreaud, R., Alvarez-Garreton, C., Barichivich, J., Boisier, J.P., Christie, D.A., Galleguillos, M., Le Quesne, C., McPhee, J., Zambrano-Bigiarini, M., 2017. The 2010-2015 mega drought in Central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences* 21, 1–21.

Gómez-Lobo, A., Hinojosa, S., 2000. Broad roads in a thin country. Infrastructure concession in Chile. Policy Research Working Paper 2279. World Bank.

Heltberg, R., 2002. Property rights and natural resource management in developing countries. *Journal of economics Surveys* 16, 189-214.

Heltberg, R., Arndt, T.C., Sekhar, N.U., 2000. Fuelwood consumption and forest degradation: a household model for domestic energy substitution in rural India. *Land Economics* 76, 213-232.

Hernández, A., Miranda, M., Arellano, E., Dobbs, C., 2016. Landscape trajectories and their effect on fragmentation for a Mediterranean semi-arid ecosystem in Central Chile. *Journal of Arid Environments* 127, 74-81.

INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2007. Informe Metodológico, VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. Disponible en https://www.ine.cl/docs/default-source/econ%C3%B3micas/informe_metodologico.pdf?sfvrsn=440442d2_7

INFOR (Instituto Forestal). 2016. Inventario continuo de ecosistemas forestales en Chile. Ministerio de Agricultura. Valdivia, Chile. Disponible en <http://mapaforestal.infor.cl/>

Johnson, N.D., Mislin, A., 2012. How much should we trust the World Values Survey trust question? *Economics Letters* 116(2), 210-212.

Joshi, O., Mehmood, S.R., 2011. Factors affecting nonindustrial private forest landowners' willingness to supply woody biomass for bioenergy. *Biomass and Bioenergy* 35, 186–192.

Kissinger, G., Herold, M., De Sy, V., 2012. Drivers of Deforestation and Forest Degradation: A Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.

Lara, A., Zamorano, C., Miranda, A., González, M., Reyes, R., 2016. Bosques Nativos, in: Gligo, N. (eds.), Informe país, estado del medio ambiente en Chile. Comparación 1999 - 2015. Centro de Análisis de Políticas Públicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile, pp: 167-214.

Max-Neef, M., Elizalde, A., Hopenhayn, M., 1993. Desarrollo a escala humana. Conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones. Montevideo, Uruguay. Nordan-Comunidad y Redes Amigos de la Tierra. 144 p.

Muhamad, D., Okubo, S., Harashina, K., Parikesit, Gunawan, B., Takeuchi, K., 2014. Living close to forests enhances people's perception of ecosystem services in a forest-agricultural landscape of West Java, Indonesia. *Ecosystem Services* 8, 197-206.

Reyes, R., 2017. The influence of markets and culture on the use of native forests in the South of Chile. Tesis de doctorado. Faculty of Forestry, University of British Columbia. 106 p.

Rojas, F., Betancourt, R., 2016. Estado del arte de las experiencias de monitoreo socioeconómico asociado a ecosistemas forestales. Primer informe de consultoría. Instituto Forestal. 45 p.

Scarnecchia, D.L., Kothmann, M.M., 1982. A Dynamic approach to grazing management terminology. *Journal of Range Management* 35(2): 262-264.

Schulz, J., Cayuela, L., Rey-Benayas, J., Schröder, B., 2011. Factors influencing vegetation cover change in Mediterranean Central Chile (1975–2008). *Applied Vegetation Science* 14, 571–582.

Soini, K., Vaarala, H., Pouta, E., 2012. Residents' sense of place and landscape perceptions at the rural–urban interface. *Landscape and Urban Planning* 104(1), 124-134.

Vergara, G., Gayoso, J., 2004. Efecto de factores físico-sociales sobre la degradación del bosque nativo. *Bosque* 25(1), 43-52.

Walker, J., Ben-Akiva, M., 2002. Generalized random utility model. *Mathematical Social Sciences* 43, 303–343.

Wilson, K., Newton, A., Echeverría, C., Weston, C., Burgman, M., 2005. A vulnerability analysis of the temperate forests of south central Chile. *Biological Conservation* 122(1), 9-21.

Zamorano-Elgueta, C., Cayuela, L., González-Espinosa, M., Lara, A., Parra-Vázquez, M.R., 2012. Impacts of cattle on the South American temperate forests: Challenges for the conservation of the endangered monkey puzzle tree (*Araucaria araucana*) in Chile. *Biological Conservation* 152, 110–118.

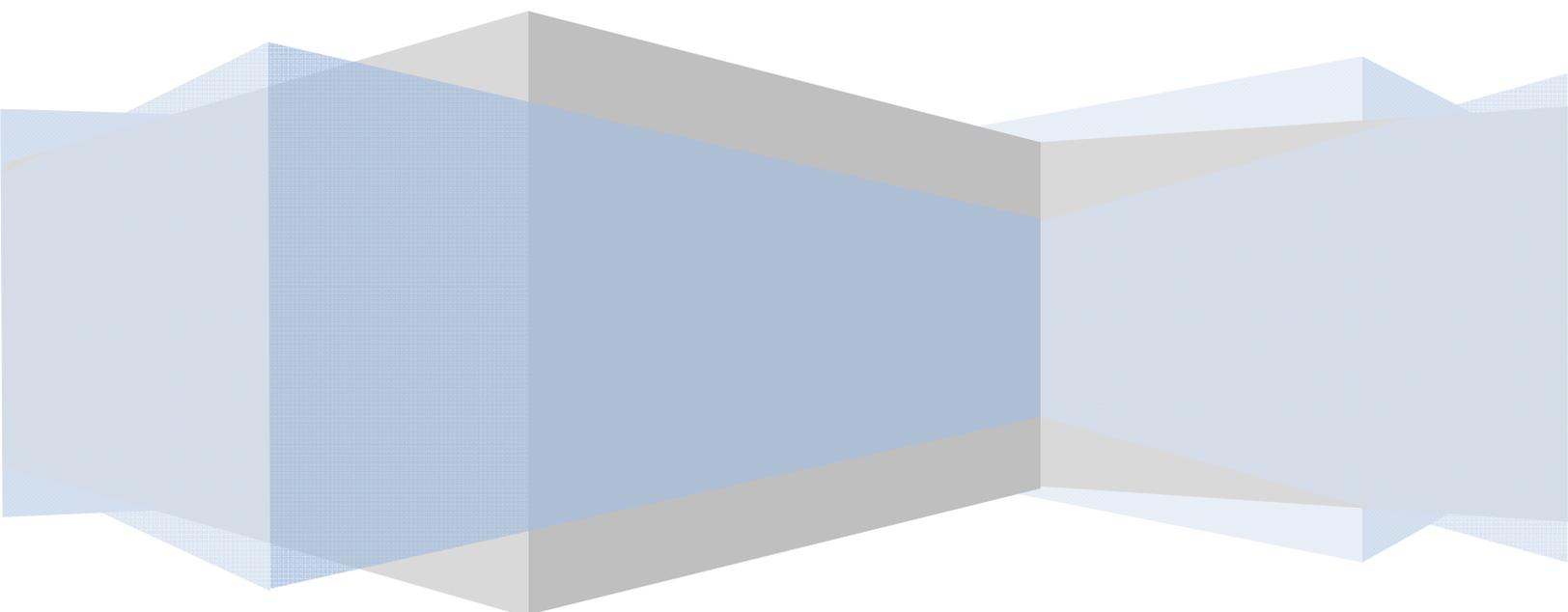
Zamorano, C., Cayuela, L., Rey-Benayas, J.M., Donoso, P. J., Geneletti, D. and Hobbs, R. J. 2014. The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach. *Ecosphere* 5, 1-17.

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

BIODIVERSIDAD

CAPITULO VI

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

BIODIVERSIDAD	1
Introducción	1
Antecedentes técnico-metodológicos	1
Definición de las unidades de biodiversidad	3
Levantamiento de datos de biodiversidad	5
Selección de conglomerados	5
Consideraciones metodológicas para el muestreo de conglomerados	8
Vegetación, Flora y Suelo	10
Protocolo para formaciones zonales.....	10
Protocolo para formaciones azonales de vegas y bofedales	11
Protocolo para Flora.....	13
Protocolo para Suelo.....	13
Fauna de Vertebrados	14
Protocolo para Anfibios y Reptiles	14
Protocolo para Aves	15
Protocolo para Micro Mamíferos.....	15
Protocolo para Meso y Macro Mamíferos	16
Artrópodos	17
Trampas de luz	17
Trampas de caída, Pitfall o Barber	17
Red o manga entomológica	18
Base de Datos	19
Resultados	19
Identificación de conglomerados	19
Diversidad de artrópodos	19
Diversidad de vertebrados	22
REFERENCIAS	35

Introducción

Desde su instauración, el Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales ha realizado levantamiento de datos de biodiversidad, considerando el registro de datos de distintos grupos, no obstante, dicho esfuerzo se había enfocado primordialmente en el Reino *Plantae*.

Al tratarse de un inventario de tipo ecosistémico que visualiza y aborda a los bosques desde una perspectiva integral, es que dentro de sus actividades está el mejoramiento y complemento continuo de datos e información recopilada en función de las demandas de la sociedad, incorporando progresos científicos y tecnológicos en las materias relacionadas. Esta tarea es facilitada por su característica de diseño modular que permite incluir nuevos elementos con flexibilidad.

Así, dentro de las necesidades detectadas por el inventario está el enriquecimiento de la información de biodiversidad, con miras a aportar datos que permitan establecer conexiones entre la presencia de especies o grupos de especies con el estado de conservación o integridad de los bosques; comprendiendo entre otros la individualización y seguimiento de grupos funcionales, la identificación de especies indicadoras y especies clave en los ecosistemas forestales.

Antecedentes técnico-metodológicos

A objeto de enfrentar el reto de medir biodiversidad asociada al bosque nativo de otros reinos más allá del reino *Plantae*, se consideró necesario recurrir a una visión holística del bosque, es decir a nivel de ecosistema. Para ello se tomó el marco de trabajo del ciclo infinito de Holling (1973) como una perspectiva adecuada para la clasificación de los bosques. La figura 1 a continuación, describe el ciclo de estados propuesto por Holling desde una perspectiva del proceso flujo de materia - energía que ocurre en los bosques. A diferencia de una perspectiva basada en poblaciones-comunidades, la perspectiva de flujo de materia-energía representa los procesos que se dan entre los aspectos bióticos y abióticos y que resultan en formaciones características. La elección de una u otra perspectiva, depende de cuáles son las preguntas que se han planteado.

En el contexto del Inventario Forestal Continuo se considera necesario la comprensión de los procesos y funciones de los bosques, buscando identificar qué o cuales variables se deben medir.

Dado lo anterior, la utilización del ciclo de Holling permite mejorar la eficiencia de recolección de datos desde terreno tomando en cuenta la figura 1.

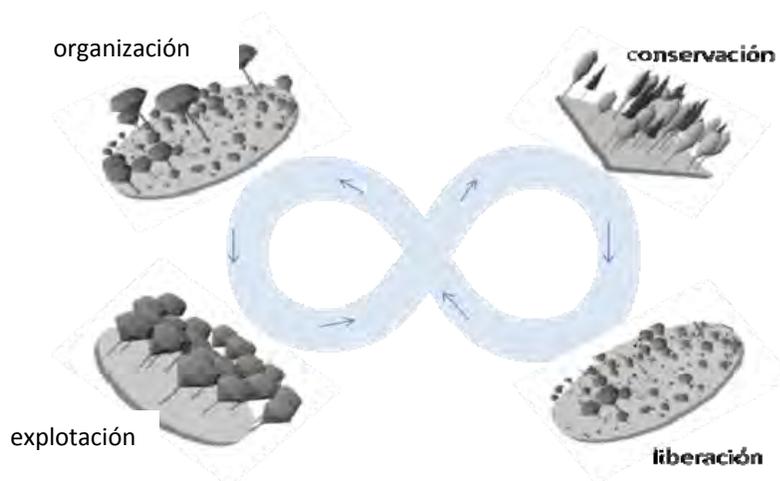


Figura 1. Estadios característicos del ciclo de Holling.

En este ciclo el flujo de materia-energía produce condiciones ambientales tales que, dependiendo de cuanta energía capturada o libre se encuentre asociada al sitio, el bosque puede reconocerse en alguno de los cuatro estadios descritos por Holling, i.e.,

- **Conservación.** Caracterizado por baja capacidad de realizar trabajo dado que toda la energía del sitio se encuentra capturada en forma de biomasa.
- **Liberación.** Caracterizado por la presencia de algún evento perturbador que libera la energía capturada desencadenando un proceso de regeneración de especies oportunistas.
- **Organización.** Proceso de consolidación de cierto ensamble de especies dentro del sitio.
- **Explotación.** Caracterizado por un proceso competitivo desatado en forma de utilizar toda la energía habilitada producto de la liberación. Bajo este estadio se produce acumulación de biomasa y nutrientes.

INFOR a través del Inventario Forestal Continuo cuenta con alrededor de 1200 conglomerados de muestra distribuidos en todo el país. Estas muestras se localizan en forma sistemática sobre una cuadrícula de 5 km x 7 km organizadas en forma de arreglo triangular, según consta en la figura 2 a continuación.

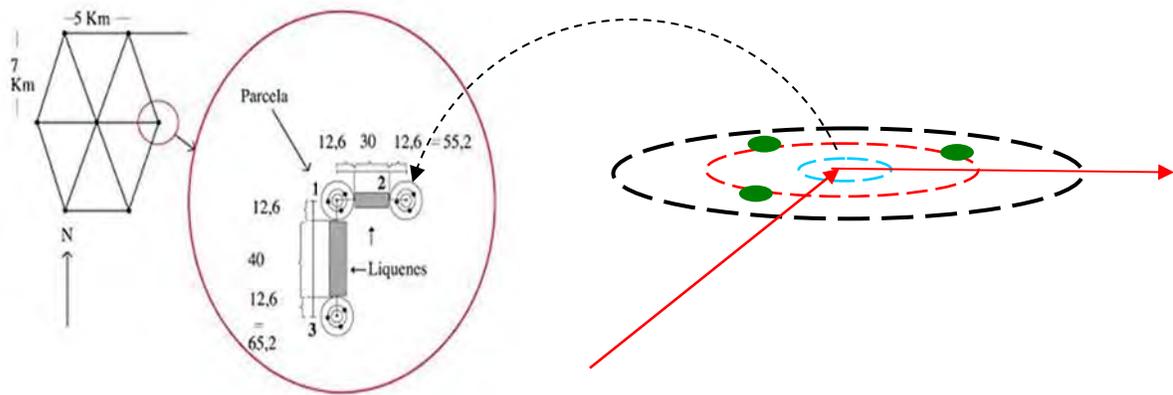


Figura 2. Disposición de unidades de muestra del inventario forestal continuo.

Cada conglomerado de muestra es clasificado en alguno de los estadios asociados al ciclo de Holling de tal forma que el país como conjunto de sus estados sea un indicador general y sintético de la integridad de los ecosistemas.

Se realiza esta aproximación en un área específica de forma hexagonal, de acuerdo a un diseño tal que asegure estimaciones insesgadas, en la medida de lo posible.

Definición de las unidades de biodiversidad

En Estados Unidos, el uso de cuadrículas hexagonales se popularizó tras el empleo de éstas por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) en su programa de monitoreo y evaluación ambiental (Spence y White, 1992), siendo luego adoptadas por el servicio forestal y su programa de Inventario Forestal y Análisis (FIA) y el programa de análisis de brechas del Servicio Geológico (USGS). Sin embargo, este tipo de cuadrículas y su utilidad en el ámbito económico ya había sido descrita en los años treinta por el geógrafo Walter Christaller (1933).

La selección de una grilla hexagonal por sobre otro tipo de unidades de organización para el inventario de biodiversidad fue hecha por ser comparativamente sencillas de generar, además de ser apropiada para cubrir grandes extensiones geográficas, incluso a escala continental, sin verse afectada por distorsiones geométricas de significación (Turner et al. 2012). Asimismo, gracias a su estructura jerárquica, este tipo de segmentación hace posible el cambio de la densidad de la malla donde los hexágonos siempre presentan igual área y perímetro para cada unidad de muestreo, lo que redundaría en unidades estadísticamente similares (Polasky et al., 2000) que facilitan el análisis (Basset y Edwards, 2003. Haila y Margules, 1996) y evitan sesgos asociados a estas variables. Por su naturaleza, también es menos probable su coincidencia con límites administrativos, caminos y otros elementos creados por el hombre, siendo aptos para definir variabilidad natural, especialmente cuando se trata de conjuntos de datos espacialmente heterogéneos (White et al. 1992). Además, de las superficies regulares con las

que se puede dividir un plano, los hexágonos corresponden a la forma más compacta con adyacencia uniforme; es decir cada hexágono tiene un vecino con el cual comparte un lado y cuyo centro es equidistante de los centros de sus vecinos (Sahr et al, 2003, Jurasinski, 2006).

Para el levantamiento complementario de datos de biodiversidad para grupos distintos de vegetación se dividió la superficie nacional en unidades hexagonales, coincidentes con la malla triangular de 5 por 7 kilómetros del Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales. De esta manera se generó una grilla de 444 unidades con una dimensión de 262.500 hectáreas cada una. La figura 3 describe una visión general de cómo se distribuyen espacialmente las unidades hexagonales para el muestreo de biodiversidad.

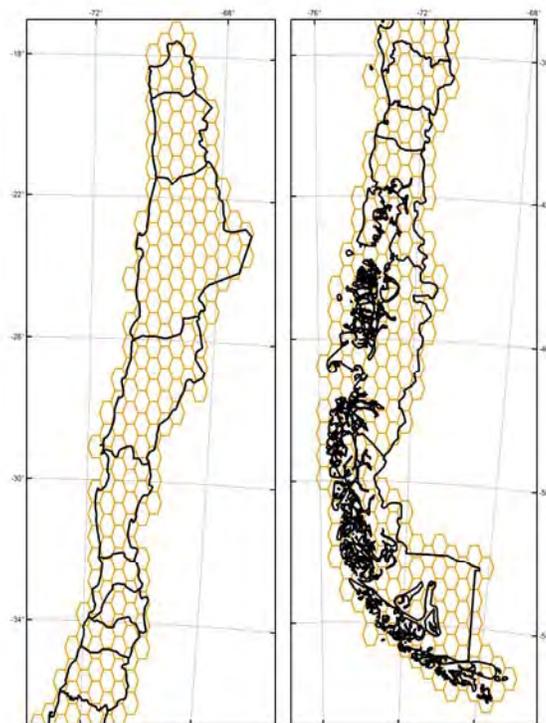


Figura 3. Malla de unidades muestrales de biodiversidad.

El tamaño seleccionado para cada hexágono tuvo por objeto el poder organizar la toma de datos en unidades representativas que permitan un manejo práctico del territorio a través del tiempo. En este sentido, se consideró el número medio de parcelas del inventario posibles de encontrar en una unidad hexagonal típica, permitiendo reemplazo y garantizando a la vez una cantidad adecuada de puntos en los cuatro estadios del ciclo adaptativo de Holling, asociados a las conglomerados y parcelas donde se levanta información de los bosques.

Levantamiento de datos de biodiversidad

El presente informe entrega antecedentes respecto del muestreo de los componentes de la biodiversidad considerados en el estudio, realizados en conjunto con expertos de la Universidad de La Serena y el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). El muestreo se realizó en la zona Austral de Chile en la Región de Magallanes.

Selección de conglomerados

La selección de los puntos de muestreo a prospectar durante la fase 4, considera como prioritarias para ser seleccionadas aquellas unidades hexagonales que albergan Áreas de Alto Valor para la Conservación, AAVC (Sitios Prioritarios y Áreas Silvestres Protegidas Privadas y del Estado) ubicadas en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Adicionalmente, dentro de estas unidades, se seleccionaron conglomerados considerando variables de tipos territoriales, logísticas, topográficas y biológicas (Tabla 1).

Tabla 1. Tipo de variables utilizadas en la selección de conglomerados

Tipo	Descripción
Territoriales	Localización dentro de AAVC y zonas aledañas a ellas
	Tipo de AAVC
Logísticas	Distancias a caminos: 500, 1000 y 2000 m
Topográficas	Pendientes
	Altitud
Biológicas	Probabilidad de registro de especies animales (vertebrados e invertebrados) en la época de muestreo

Se seleccionaron, inicialmente 53 conglomerados para realizar el muestreo de los componentes de la biodiversidad considerados en el estudio, correspondiendo 35 conglomerados a fauna de artrópodos y 35 conglomerados a fauna de vertebrados en ecosistemas terrestres. Debido a las condiciones climáticas y topográficas para realizar los muestreos en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, en campo se seleccionaron 9 conglomerados adicionales que eran posibles de muestrear (Tabla 2) lo que resultó en la selección de 62 conglomerados en total. Todos los conglomerados seleccionados en campo estaban fuera de área con alto valor para la conservación (AAVC) (Tabla 2).

Tabla 2. Conglomerados seleccionados en campo por los quipos de trabajo de artrópodos y vertebrados.

ID INFOR	ID Conglomerado	Región	Presencia AAVC
4	123387	12	No
17	123887	12	No
23	124052	12	No
31	124136	12	No
38	124220	12	No
42	124304	12	No
88	125073	12	No
95	125148	12	No
110	125238	12	No

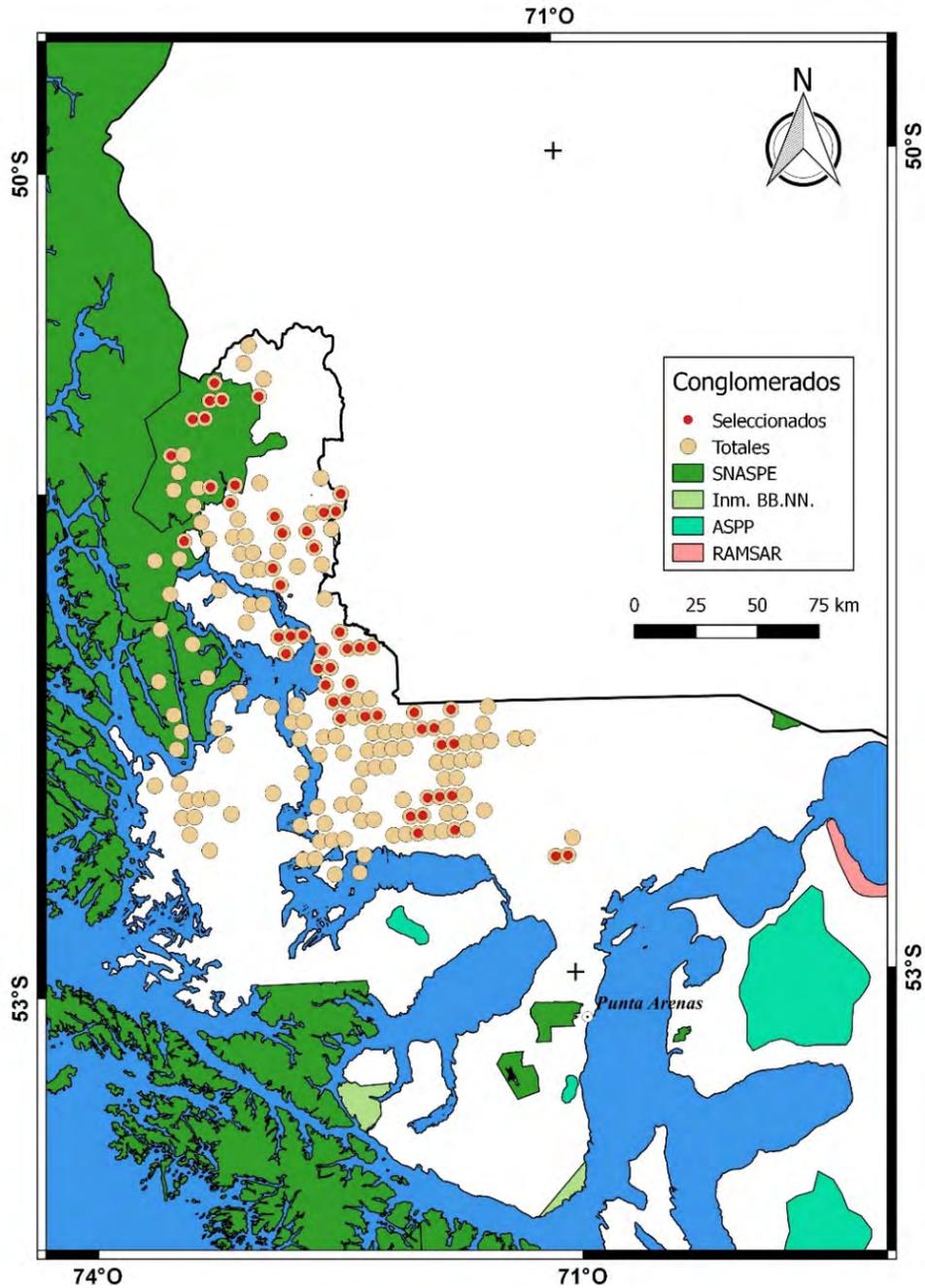


Figura 4. Localización de los conglomerados (puntos rojos) de ecosistemas terrestres en la macrozona Austral de Chile-Fase 4 preseleccionados para este estudio. Además, se muestran las AAVC asociadas a: SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado), ASPP (Áreas Silvestres Protegidas Privadas), Inm. BB.NN. (Inmueble de Bienes Nacionales destinado a conservación) y Sitios RAMSAR para la conservación y el uso racional de los humedales (Squeo et al. 2010).

Consideraciones metodológicas para el muestreo de conglomerados

La expansión del área de muestreo hacia la zona austral de Chile, hizo necesario que los protocolos de muestreo sean modificados y adecuados a las condiciones naturales de los ecosistemas allí presentes, ajustándose a los requerimientos de datos e información preponderantes en la zona. Además, los protocolos deben ser consistentes con los de la zona sur para evitar quiebres artificiales en la colección y análisis de los datos. Para facilitar el intercambio y complementación de información, el diseño de la base de datos considera el uso del estándar Darwin Core (DwC), el cual permite a los propietarios de los datos, publicar información de biodiversidad en un lenguaje (Darwin Core) y en un formato (archivos Darwin Core) que puede ser entendido y utilizado por todos.

El diseño de los protocolos de muestreo adicionalmente, debe permitir la detección de cambios en el largo plazo respecto de las condiciones del paisaje, como cambios en la estructura del suelo y en la vegetación (cobertura, composición, estructura vertical/horizontal, estado de desarrollo, estado sanitario, etc.).

Para cumplir con estos objetivos, los indicadores deben contener las siguientes características:

1. Ser cubiertos por una o varias variables lo más simple posibles
2. Ser costo eficientes
3. Representar elementos claves descriptivos de la dinámica de las formaciones en cuestión
4. Ser fáciles de medir
5. Evitar la necesidad de instrumentos/técnicas/materiales u otro que sea requerido al momento de la medición.

Con este fin, de forma basal se determinó que cada conglomerado independiente de su configuración espacial fuese caracterizado en forma general por variables que entreguen información sobre localización, tipo de uso y estado biológico (**Tabla 3**), y específicos determinados por el componente biótico analizado.

Tabla 3. Variables generales que caracterizan a cada conglomerado

Variable	Descripción
1. Identificación de la Unidad	Identifica el número del Conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
2. Coordenadas	Coordenadas en UTM Huso 19 S Datum WGS84 en el centro del conglomerado.
3. Fotografías	Una al GPS con el punto de campo y 4 en el siguiente orden de los puntos cardinales N-E-S-O (Formato 4:3)
4. Estado Evolutivo	Se describe el estado evolutivo dominante de la formación vegetal incluido en la muestra (primario, secundario, terciario)
5. Degradación General	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista paisaje, de acuerdo a las siguientes categorías: Nulo; Bajo; Bajo-Medio; Medio; Medio-Alto; Alto
6. Factor de intervención antrópica	Determinado a 1 km a la redonda del punto central, se categoriza el tipo de intervención del hombre sobre el ambiente: Agricultura; Caminos; Cacería; Incendios; Inmobiliario; Minería; Pastoreo; Plantaciones; Otros no especificados (Puede ser más de uno)
7. Grado de Intervención Antrópica	Determinado por las siguientes categorías a cada uno de los factores registrados: Nulo; Bajo; Bajo-Medio; Medio; Medio-Alto; Alto
8. Obras Civiles	Se describe la presencia de obras civiles incluidas en y a 1 km a la redonda al punto de muestra, bajo las siguientes categorías: Carreteras y caminos; Cercos; Casas; Loteos; Minas; Embalses, Otros no especificados (Puede ser más de uno)
9. Agua	Se describe la presencia de cuerpos de agua en la muestra su origen y tipo si es posible: Salares; Lagunas; Ríos; Embalses; Estero; Canal de regadío; Vertiente; Tranque; Vegas.

En el contexto anterior, se presenta a continuación los aspectos metodológicos para cada componente biótico analizado.

Vegetación, Flora y Suelo

El siguiente protocolo de muestreo está diseñado para abarcar dos tipos generales de formaciones vegetales, 1) Tipo zonal dominada por especies leñosas o suculentas, con hábitos arbustivos o arbóreos o por hierbas perennes, y 2) de tipo azonal dominada por especies herbáceas, como vegas y bofedales.

Protocolo para formaciones zonales

El diseño de muestreo está considerado en base a tres parcelas rectangulares de 50 x 2 m, abarcando una superficie total de 300 m². Las parcelas son ubicadas en un radio de 10 m de distancia desde el punto de muestreo, siendo localizada la parcela 1 (P1) en el sentido Norte (0°) y las consiguientes P2 y P3 a 120° y 240° en sentido de las agujas del reloj respectivamente (**Figura 5**). En cada parcela de muestreo se registra la abundancia, cobertura (diámetro mayor y menor de la copa en cm) y altura (cm) de todas las especies leñosas presentes o herbáceas perennes dominantes.

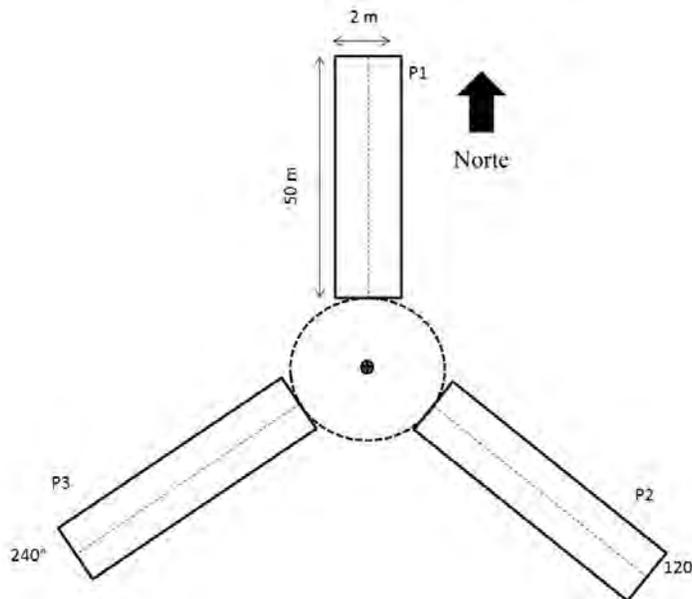


FIGURA 5. Distribución y tamaño de las parcelas de muestreo.

La abundancia de hierbas acompañantes, se estima mediante el método de Point Quadrat, utilizando un transecto longitudinal de 50 m en cada parcela y realizando la medición cada 50 cm de intercepción. La intercepción con suelo abierto o desnudo, roca o arbusto también es registrada. En cada transecto se obtienen 100 mediciones. La cobertura total y específica de cada conglomerado, se obtiene promediando los valores de cada uno de los transectos.

Protocolo para formaciones azonales de vegas y bofedales

El diseño de muestreo está establecido en base a tres transectos lineales de 10 m de largo. Utilizando el método Point Quadrat, se realiza una medición cada 10 cm en la línea de 10 m, identificándose el individuo interceptado a nivel de especie y obteniendo la altura total y vegetativa de cada uno (**Figura 6**). La intersección con suelo abierto, roca o arbusto, debe ser de igual forma registrada. En total se obtendrán 100 mediciones en cada transecto. La cobertura total y específica de cada punto de muestreo, se obtendrá promediando los valores registrados en cada una de los tres transectos.

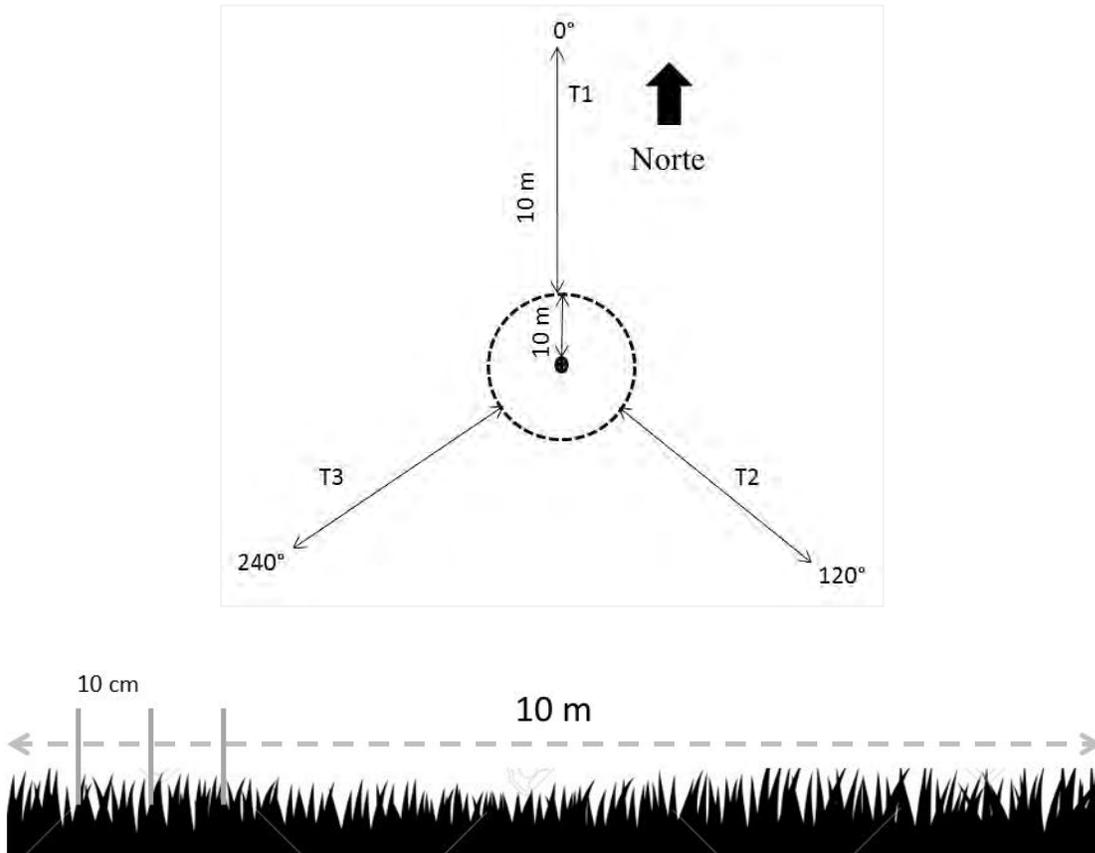


FIGURA 6. Distribución y tamaño de los transectos de muestreo y esquema demostrativo de aplicación del método point quadrat.

Basado en los diseños antes descritos, se medirán y registrarán las siguientes variables sobre de cada individuo seleccionado (**Tabla 4**).

Tabla 4. Variables a registrar en cada una de las parcelas o transectos de línea.

Variables	Descripción
1. Especie	Se debe registrar la especie a la que pertenece el individuo
2. Diámetro de Copa	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes mayor y menor (especies leñosas)
3. Largo gap (solo Point Quadrat)	Longitud de ocupación de la copa del individuo sobre la transecta de línea (hierbas)
4. Altura vegetativa	Medición de la altura máxima foliar
5. Estado Sanitario	Enfermo o Dañado
6. Agente Causante	Pastoreo; Insectos herbívoros; Insectos taladradores; Hongos; Viento; Incendio; Otros no especificado
7. Intensidad del daño	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el individuo Estos son: Baja; Media; Alta; Severa

Protocolo para Flora

El registro de la flora de cada conglomerado, se realiza tanto dentro como fuera de las parcelas o transectos de muestreo, teniendo como área de búsqueda 1 hectárea, utilizando como punto central la coordenada del Conglomerado (**Figura 7**). Las muestras recolectadas, serán inmediatamente dispuestas en una prensa con un identificador y su potencial nombre científico. Posterior a ello, en el laboratorio del herbario de la Universidad de La Serena, serán determinadas, fotografiadas y dispuestas si es necesario en los herbarios correspondientes.

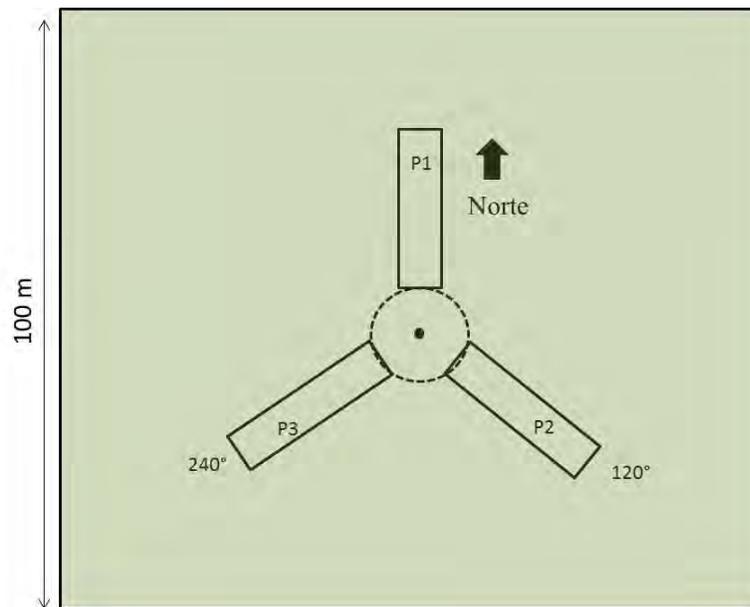


FIGURA 7. Distribución del área de búsqueda de flora por punto de muestreo.

Protocolo para Suelo

El componente es analizado dentro de las tres parcelas de cada unidad de muestreo. Cada variable es medida una vez y en un solo punto, en condiciones desprovistas de vegetación y bajo la copa de la especie con mayor dominancia (dato proporcionado por jefe de equipo) respectivamente. De cada conglomerado se obtendrá una muestra compuesta de seis submuestras (dos de cada parcela) en cada condición (suelo abierto y bajo la especie dominante). Las muestras serán guardadas en bolsas para análisis físicos posteriores y en envases plásticos para análisis químicos posteriores. Se debe identificar tanto las bolsas como los envases con el N° del Conglomerado – 1 (desprovisto vegetación) o -2 (bajo especie dominante).

En el contexto del componente suelo se utilizarán las siguientes variables (**Tabla 5**).

Tabla 5. Variables a registrar para el componente suelo

Variables	Descripción
1. Test de compactación	Aplicación por medio del penetrómetro
2. pH o Reacción del Suelo:	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ión hidrógeno.
3. Color	Como aproximación a las características del suelo y su origen y madurez el color se clasificará por medio de la Tabla de Colores Munsell y que clasifica el color en base a 3 variables básicas Matiz, Brillo y Croma.
4. Textura	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa; Limosa; Arcillosa; Franca; y sus combinaciones
5. Estructura	Sin estructura, 2. Laminar, 3. Prismática, 4. En bloques, 5. Granular
6. Pedregosidad	Proporción de piedras >10 cm sobre el suelo
7. Rocosidad	Porcentaje de afloramiento rocosos
8. Condición de Humedad	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable: 1. Seco, 2. Húmedo y 3. Saturado

Fauna de Vertebrados

Protocolo para Anfibios y Reptiles

En cada conglomerado se establecen y recorren cuatro transectos de 150 metros de largo, cada uno separado por 25 m en dirección norte-sur (**Figura 8**). La prospección de las especies se lleva a cabo mediante relevamientos por encuentros visuales, capturas y/o registros fotográficos. La búsqueda se realiza entre 10:00 y 14:00 hrs, y se utiliza el número máximo de individuos registrados por especie. La determinación de los reptiles sigue lo informado por Veloso & Navarro (1988), Núñez (1992), Vidal & Labra (2008) y Demangel (2016) y de anfibios por Veloso & Navarro (1988) y Vidal & Labra (2008).

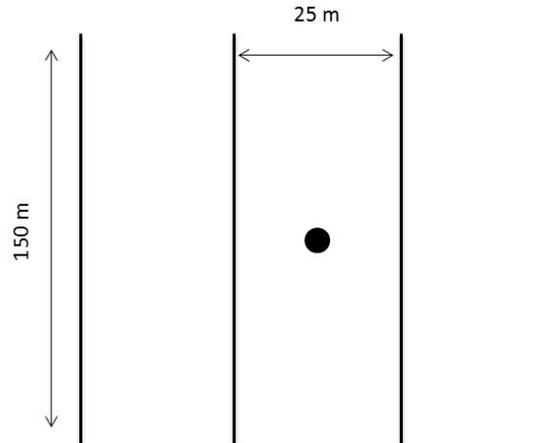


FIGURA 8. Esquema del diseño de muestreo para anfibios y reptiles.

Protocolo para Aves

Los recuentos de aves se realizan durante las primeras horas de la mañana (8:00 – 10:00 hora) y al atardecer (17:00 – 19:00 hora) mediante cinco estaciones puntuales de acuerdo a lo descrito por Ralph (1995) y Tellería (1986) (**Figura 9**). Cada estación tiene un radio de 25 m y se cuentan todas las aves vistas y escuchadas durante 10 minutos por cada estación. Para la identificación y taxonomía de las especies se sigue lo informado por Barros et al. (2015), Jaramillo (2005) y Muñoz et al. (2004).

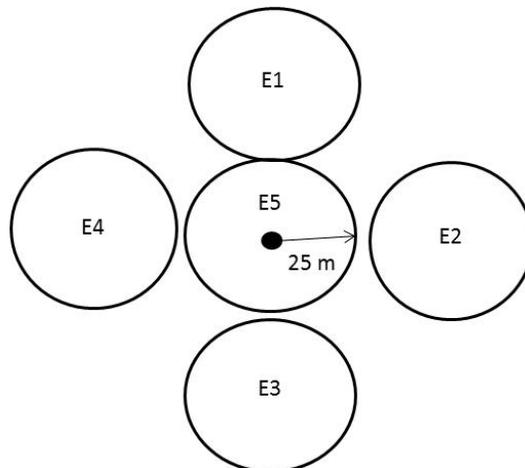


FIGURA 9. Esquema del diseño de muestreo para aves.

Protocolo para Micro Mamíferos

Para los registros de micro mamíferos se utilizan trampas Sherman modelo estándar (75 x 85 x 240 mm), separadas cada 25 m (**Figura 10**). Las trampas se ubicarán en una grilla de 150 metros, con un total de 29 trampas en el área de muestreo. Las capturas se realizan durante tres noches por conglomerado, utilizando avena machacada como cebo. Las trampas son

revisadas en la mañana y en la tarde. Los animales capturados se identifican a nivel de especie, de acuerdo a lo informado por Iriarte (2008) y Muñoz & Yáñez (2009), además se obtienen registros del sexo y peso corporal de los especímenes capturados. Para los registros de algunos micro mamíferos (e.g. marsupiales, roedores) difíciles de observar se utiliza la metodología de reconocimiento de fecas, madrigueras, huesos en las fecas de carnívoros (e.g. *Lycalopex griseus*) y el análisis de egagrópilas de rapaces nocturnas.

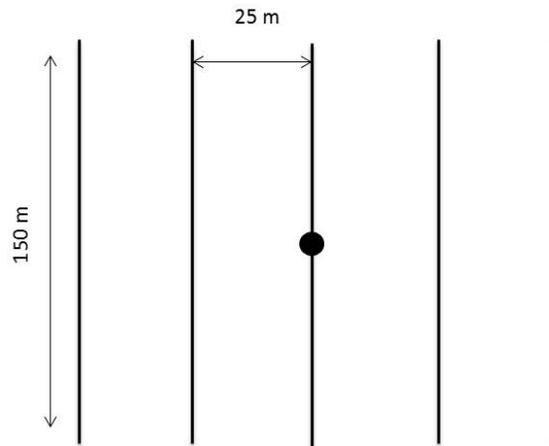


FIGURA 10. Esquema del diseño de muestreo para micromamíferos.

Protocolo para Meso y Macro Mamíferos

Las prospecciones de meso y macro mamíferos se efectúan mediante avistamientos directos e indirectos (presencia de huellas, fecas) y fotografías obtenidas a partir de dos cámaras trampa localizadas a 212 m de distancias sobre vértices contrarios en el área de muestreo (**Figura 11**). Debido a que los animales no serán marcados, sólo se trabajara en base a información de presencia/ausencia. Para la identificación taxonómica se sigue lo informado por Iriarte (2008), Iriarte & Jaksic (2012) y Muñoz & Yáñez (2009). En el caso de los macro mamíferos domesticados, se procederá a identificar y registrar el número de individuos presentes en los sitios de estudio.

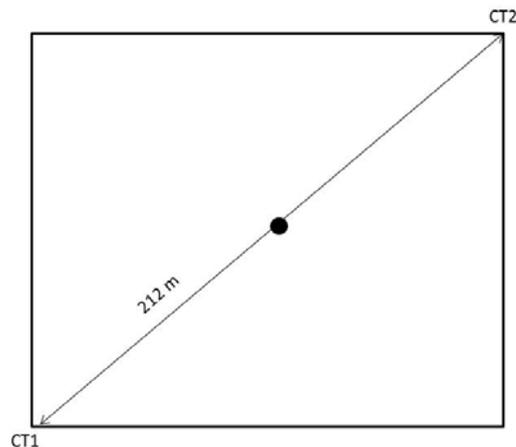


FIGURA 11. Esquema del diseño de muestreo para macro mamíferos.

Artrópodos

El inventario de artrópodos se encuentra destinado principalmente a la identificación (presencia/ausencia) y abundancia relativa de especies pertenecientes a las clases Insecta y Arachnida, pero incluyendo además a los subfilos Myriapoda y Crustacea en ambientes terrestres. Se identifica a continuación un listado de los principales métodos de muestreo a utilizar para el inventario de artrópodos:

Trampas de luz

Consisten en una sábana o pieza de tela blanca dispuesta verticalmente, junto a la cual se coloca una fuente de luz que atrae a los insectos. Normalmente se usan tres puntos de luz, uno a cada lado de la sábana y un tercero más alto que se utiliza como atrayente a larga distancia. Corresponde a un método de muestreo más bien cualitativo, en donde el número de horas o cantidad de trampas por sitio permiten lograr un diseño semi-cuantitativo con fines comparativos (Ramírez, 2010).

Trampas de caída, Pitfall o Barber

Esta trampa se usa para hacer el muestreo de insectos que se encuentran en la superficie del suelo (ej. hormigas, coleópteros y micro himenópteros ápteros). Este tipo de trampas están principalmente dirigida al ensamble de artrópodos caminadores (Cepeda-Pizarro et al., 2005, 2005b). Sin embargo, se ha documentado que en ecosistemas desérticos pueden realizar capturas representativas de especies de insectos voladores y fitófagos (Pietruszka 1980; Cepeda-Pizarro et al., 2005a, 2005b). Cada trampa consiste en un dispositivo formado por dos vasos plásticos dispuestos uno dentro del otro, con el vaso interior de fácil remoción. Las dimensiones de ambos vasos son 7,4 y 7,6 cm de diámetro x 10,2 y 12,0 cm de alto, respectivamente (**Figura 12**). El vaso interior es llenado, hasta los dos tercios de su capacidad, con una mezcla de formalina (3%), glicerina y agua con detergente doméstico (30%), en una proporción de 3:1:6, respectivamente. Las trampas operan durante tres días.

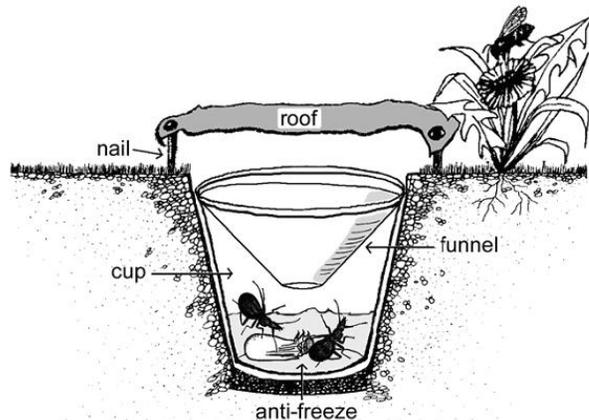


FIGURA 12. Esquema trampa de caída pitfall.

Red o manga entomológica

Red utilizada principalmente para capturar insectos voladores (**Fotografía 1**).



Fotografía 1. Ejemplo de red entomológica

Finalmente, el protocolo de muestreo de artrópodos se realizará de acuerdo al diagrama presentado a continuación (**Figura 13**).

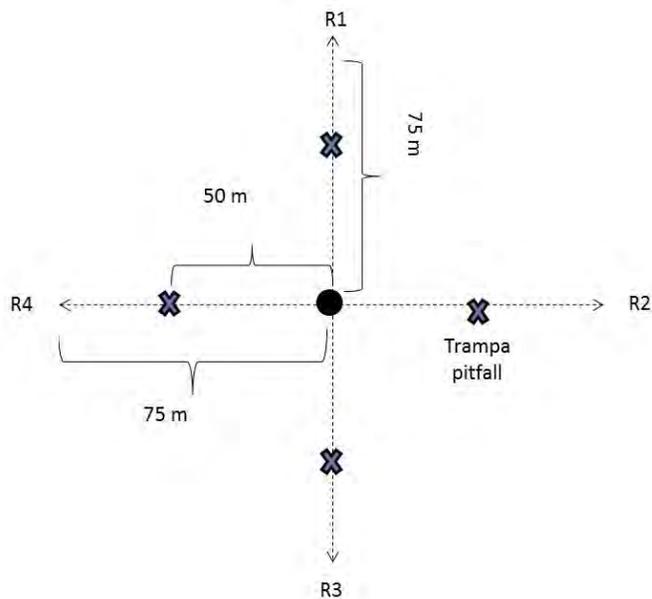


FIGURA 13. Diagrama del diseño de muestreo para artrópodos.

Base de Datos

Los datos obtenidos en terreno se integraron en un archivo Excel para cada uno de los siguientes componentes:

- a) Base de datos vertebrados
- b) Base de datos artrópodos

Resultados

Los dos grupos de trabajo (fauna artrópodos y vertebrados) realizaron simultáneamente una única campaña de terreno, entre el 25 de febrero y el 13 de marzo de 2019. Ambos equipos lograron realizar el muestreo de los componentes de la biodiversidad con éxito, cumpliendo con el muestreo de los 35 conglomerados (Fig. 14). Adicionalmente, el equipo de fauna de artrópodos muestreo 8 conglomerados no contenido en la base de datos de INFOR, uno en el Monumento Natural Cueva del Milodón, 4 en el Parque Nacional Pali-Aike, dos en la Reserva Nacional Magallanes y, uno en la Reserva Nacional Laguna Parrillar (Figs. 14 y 15).

Identificación de conglomerados

En cada uno de los conglomerados, se instaló un testigo (manguera plástica) con el número identificador de cada conglomerado. Adicionalmente se sacaron fotografías panorámicas de cada conglomerado, según formato SIMEF (2017) (Anexos 1 a 5). Como puede observarse en los anexos, se muestrearon conglomerados muy diferentes en términos del hábitat, desde áreas dominadas por pastizales hasta zonas de bosque.

Diversidad de artrópodos

Algunos registros preliminares para los distintos conglomerados fueron *Erichius* sp. (Coleoptera: Lucanidae) (conglomerado 124389), *Heteromallus* sp. (Orthoptera: Raphidophoridae) (conglomerado 124726), Gnaphosidae sp (Araneae: Gnaphosidae), *Nyctelia* spp. (Coleoptera: Tenebrionidae) (Parque Nacional Pali Aike) (Anexo 6). A partir de las colectas con luz UV, se registraron 87 ejemplares de *Urophonius granulatus* Pocock, 1898 (Scorpiones: Bothriuridae), todos hembras y juveniles, lo que corresponde al fin de ciclo de actividad anual de la especie. No se obtuvieron registros de escorpiones en el área sur de la distribución total de conglomerados ni en las áreas adicionales estudiadas (Parque Nacional Pali Aike y las Reserva Nacional Magallanes y Reserva Nacional Laguna Parrillar), probablemente debido a los distintos regímenes pluviométricos entre el área norte y sur de Magallanes.

Todas las muestras de artrópodos provenientes de las distintas metodologías fueron fijadas en formalina (3%) y alcohol (70° insectos, 75° Crustáceos, 80° Arácnidos) (líquidos inflamables) en terreno y, por lo tanto, no pudieron ser transportadas vía aérea. Consecuentemente, las muestras fueron trasladadas vía mar desde Puerto Natales (12 de marzo) a Puerto Montt y posteriormente a La Serena (Laboratorio de Entomología Ecológica, Universidad de La Serena, LEULS) vía terrestre llegando éstas el 16 de marzo. Actualmente, tanto las colectas de

artrópodos se encuentran en procesamiento (limpieza, separación y conteo de individuos) para su posterior determinación taxonómica en el Laboratorio de Entomología Ecológica, Universidad de La Serena (LEULS) y en la División de Aracnología del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (Buenos Aires, Argentina, MACN), respectivamente.

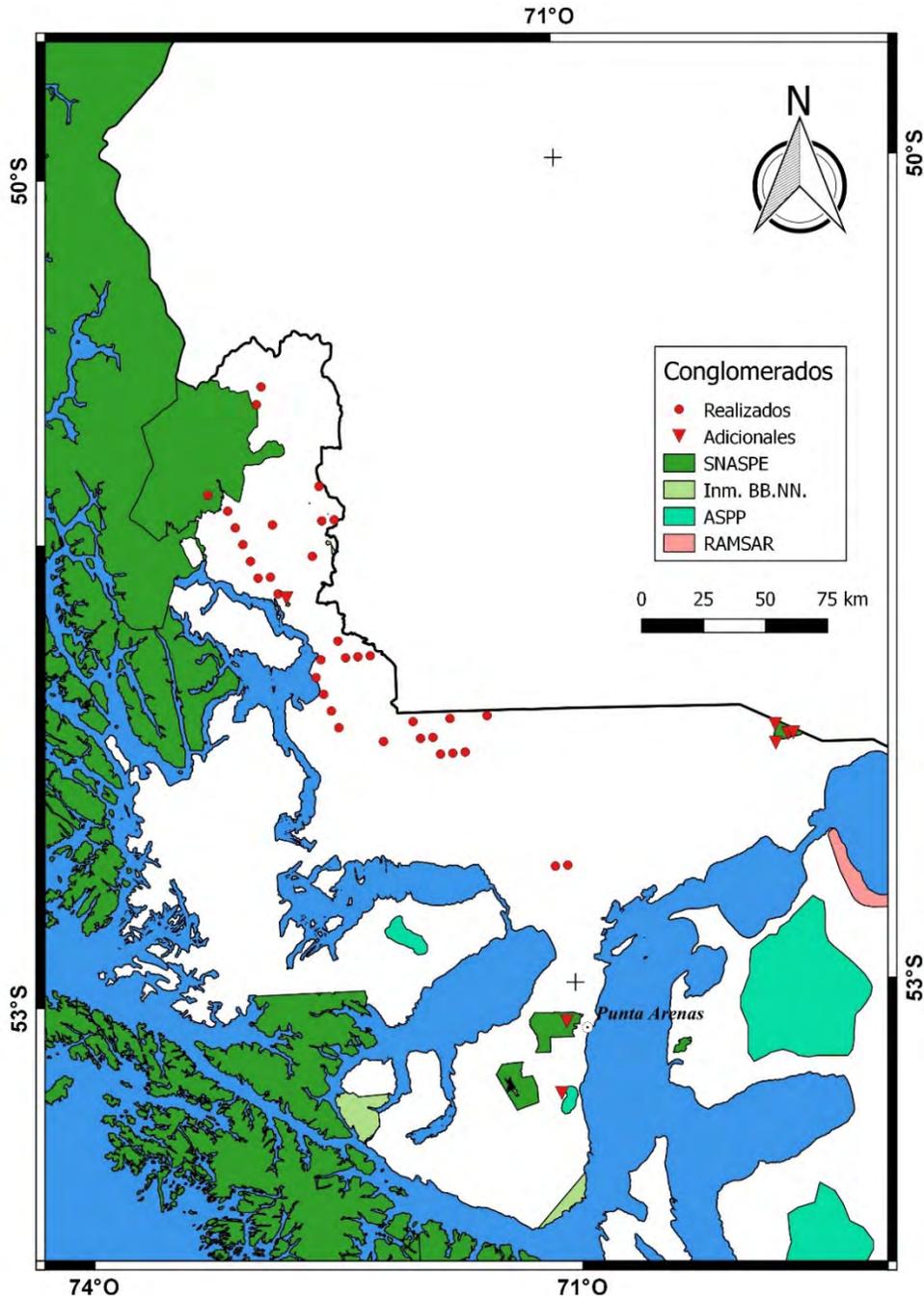


Figure 14. Localización de los conglomerados muestreados (puntos rojos) por el equipo de fauna en la macrozona Austral de Chile-Fase 4. También se muestran los conglomerados adicionales muestreados por equipo de fauna de artrópodos (triángulos rojos).



Figura 15. (A) Vista panorámica del Monumento Natural Cueva del Milodón, (B) Vista panorámica del Parque Nacional Pali Aike (sector Laguna Ana), (C) Vista panorámica de la Reserva Nacional Magallanes (sector Las Minas), (D) Vista panorámica de la Reserva Nacional Laguna Parrillar.

Diversidad de vertebrados

Se encontró gran diversidad de vertebrados en los conglomerados estudiados (Anexos 7 a 10). Algunos registros preliminares para los distintos conglomerados se detallan a continuación:

- Mamíferos: lauchitas (*Abrothrix lanosus*, *Abrothrix hirta*, *Abrothrix olivaceus*), ratón de cola larga (*Oligoryzomys longicaudatus*), chingue (*Conepatus chinga*), guanacos (*Lama guanicoe*), zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) armadillo peludo (*Chaetophractus villosus*), ratón conejo (*Reithrodon auritus*), gato de Geoffroy (*Leopardus geoffroyi*), entre otros. Además, se detectó la presencia de puma (*Puma concolor*) a través de análisis de fecas.
- Aves: churrete (*Cinclodes patagonicus*), pitío (*Colaptes pitius*), cacheña (*Enicognathus ferrugineus*), diucón (*Xolmis pyrope*), mero gaucho (*Agriornis montanus*), chuncho (*Glaucidium nana*), cóndor andino (*Vultur gryphus*), rayadito (*Aphrastura spinicauda*), carpinterito (*Veniliornis lignarius*), becacina (*Gallinago paraguaiæ*), halcón perdiguero (*Falco femoralis*), caiquén (*Chloephaga picta*), ñandú (*Rhea pennata*), águila mora (*Geranoaetus melanoleucus*), cachudito (*Anairetes parulus*), chercán (*Troglodytes aedon*), cometocino patagónico (*Phrygilus patagonicus*), tucúquere (*Bubo magellanicus*), carpintero negro (*Campephilus magellanicus*), concón (*Strix rufipes*), entre otras.
- Anfibios: sapo de cuatro ojos del sur (*Pleurodema bufonina*).
- Especies introducidas: liebres (*Lepus europaeus*), ovejas (*Ovis aries*), vacunos (*Bos taurus*) y perros (*Canis familiaris*), entre otros.

Al igual que el grupo de artrópodos, actualmente el grupo de vertebrados de SIMEF se encuentran procesando y sistematizando la información obtenida de todas las metodologías utilizadas en el estudio (e.g., trampas *pitfall*, colectas manuales, trampas Sherman, registros de las cámaras trampas, avistamientos directos e indirectos) para su posterior identificación taxonómica.

ANEXOS

Anexo 1. Conglomerado 123892. (A) Instalación del testigo, (B) Vista panorámica del conglomerado.



Anexo 2. Conglomerado 123968. (A) Instalación del testigo, (B) Vista panorámica del conglomerado.



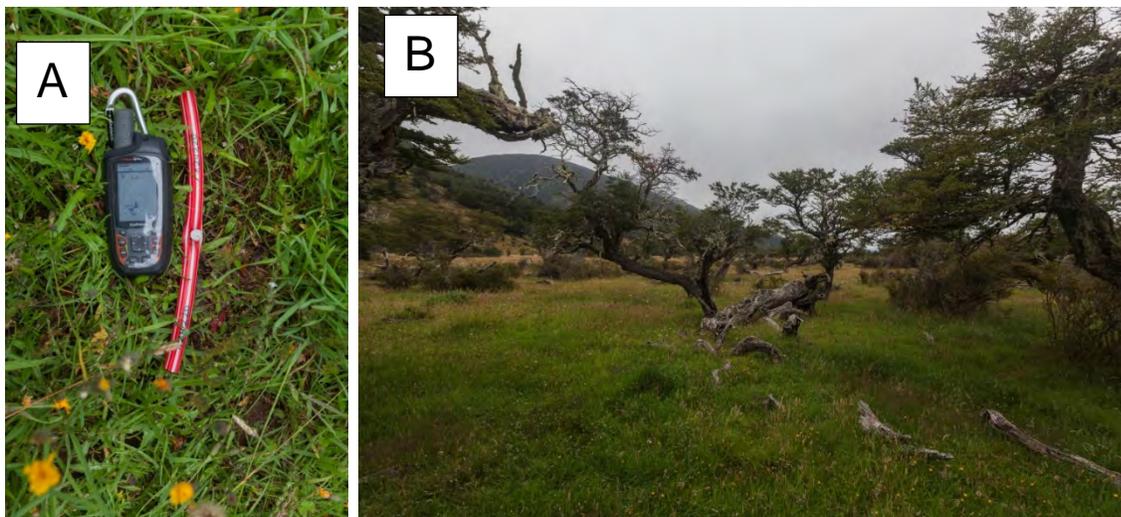
Anexo 3. Conglomerado 124052. (A) Instalación del testigo, (B) Vista panorámica del conglomerado.



Anexo 4. Conglomerado 124136. (A) Instalación del testigo, (B) Vista panorámica del conglomerado.



Anexo 5. Conglomerado 124220. (A) Instalación del testigo, (B) Vista panorámica del conglomerado.



Anexo 6. Fotografías de algunos de los artrópodos registrados en sitios de estudio. (A) Vista lateral de un adulto de *Erichius* sp (Coleoptera: Lucanidae), (B) Vista lateral de una hembra de *Heteromallus* sp (Orthoptera: Raphidophoridae), (C) Vista lateral de *Lycosidae* sp (Araneae: Lycosidae), (D) Vista lateral de un adulto de *Nyctelia* sp. (Coleoptera: Tenebrionidae).



Anexo 7. Resumen de los hallazgos preliminares realizados por el grupo de fauna de vertebrados en la salida a terreno SIMEF-Austral.

Orden Muestreo	ID conglomerado	Hallazgos preliminares
1	123387	Se capturó <i>Abrothrix lanosus</i> . Entre las aves se observaron churrete (<i>Cinclodes patagonicus</i>) y pitío (<i>Colaptes pitius</i>), entre otras especies.
2	123470	Se capturaron ejemplares del ratón de cola larga (<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>). Se observaron también varias especies de aves como cachaña (<i>Encicognathus ferrugineus</i>), diucón (<i>Xolmis pyrope</i>) y mero gaucho (<i>Agriornis montanus</i>).
3	123883	Se capturaron ejemplares de <i>Abrothrix hirta</i> y una especie introducida – liebre (<i>Lepus europaeus</i>) – y un chingue (<i>Conepatus chinga</i>) en los alrededores del conglomerado. Mediante el uso de <i>play back</i> , durante el muestreo nocturno, se identificó la presencia de dos individuos chuncho (<i>Glaucidium nana</i>).
4	123892	Presencia de guanacos (<i>Lama guanicoe</i>) y cóndor andino (<i>Vultur gryphus</i>). Mediante cámaras solo se detectaron ovejas (<i>Ovis aries</i>). En trampas Sherman solo se capturó ratón de cola larga (<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>).
5	123968	Detección de un zorro culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>) y varios registros de <i>Abrothrix hirta</i> en cámaras trampa y trampas Sherman. Entre las aves se destaca la observación de una becacina (<i>Gallinago paraguaiae</i>).
6	124052	Registro de gran cantidad de la especie rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>), pitio (<i>Colaptes pitius</i>), entre otras. Entre los roedores se encontraron ejemplares de <i>Abrothrix hirta</i> .
7	124055	Registro de carpinterito (<i>Veniliornis lignarius</i>), caiquén (<i>Chloephaga picta</i>), y halcón perdiguero (<i>Falco femoralis</i>) en las inmediaciones. Mediante trampas Sherman se registraron <i>Abrothrix hirta</i> y ratón de cola larga (<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>).
8	124059	Se encontró un armadillo peludo (<i>Chaetophractus villosus</i>) mediante cámara trampa. Mediante trampas

		Sherman se capturaron tres especies de roedores <i>Abrothrix lanosus</i> , <i>A. olivaceus</i> y <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> .
9	124060	Presencia del ñandú (<i>Rhea pennata</i>), águila (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>) y traro (<i>Caracara plancus</i>), entre otras aves. Mediante trampas Sherman sólo se capturó <i>Abrothrix olivaceus</i> , cinco individuos.
10	124136	Detección mediante trampa Sherman de dos especies de roedores, <i>Abrothrix hirta</i> y <i>A. olivaceus</i> . Se observaron aves como el cachudito (<i>Anairetes parulus</i>), chercán (<i>Troglodytes aedon</i>) y rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>).
11	124220	Captura de dos especies de roedores, ratón oliváceo <i>Abrothrix olivaceus</i> y ratón conejo (<i>Reithrodon auritus</i>). Mediante cámaras trampa se capturó zorro culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>).
12	124225	Registro de un chuncho (<i>Glaucidium nanum</i>) durante el muestreo nocturno (play-back). Mediante el uso de trampas Sherman se registraron tres especies de roedores, <i>Abrothrix olivaceus</i> , <i>lanosus</i> y <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> . Entre las aves en el conglomerado se encuentra cercano una lorera, cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>).
13	124304	Captura de dos especies de roedores <i>Abrothrix lanosus</i> y <i>A. hirta</i> . En este sitio también se capturó un ejemplar del sapo de cuatro ojos del sur (<i>Pleurodema bufonina</i>)
14	124305	Captura de <i>Abrothrix hirta</i> mediante trampas Sherman. En cuanto a las aves se observaron águila (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>), cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>), cometocino patagónico (<i>Phrygilus patagonicus</i>), entre otras.
15	124389	Registro principalmente de cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>), cometocino patagónico (<i>Phrygilus patagonicus</i>), diucón (<i>Xolmis pyrope</i>), trato (<i>Caracara plancus</i>) entre otras especies. Además, hay presencia de ganado.
16	124644	Se detectó loica (<i>Sturnella loyca</i>), pitio (<i>Colaptes pitius</i>), zorzal (<i>Turdus falcklandii</i>), entre otras aves.

		Mediante trampas Sherman se registró <i>Abrothrix lanosus</i> . A través de cámaras trampa se registró un armadillo (<i>Chaetophractus villosus</i>).
17	124726	Captura mediante de <i>Abrothrix hirta</i> . Se registraron de diversas especies de aves como cernícalo (<i>Falco sparverius</i>), fiofío (<i>Elaenia albiceps</i>). A través de cámaras trampa se capturo liebre (<i>Lepus europaeus</i>). También se observó ganado.
18	124728	Registro de águila (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>), cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>) y diucón (<i>Xolmis pyrope</i>) principalmente.
19	124729	Presencia de <i>Abrothrix olivaceo</i> ; diversas especies de aves como zorzal (<i>Turdus falcklandii</i>) y rayadito (<i>Aphrastura spinicauda</i>). A través de cámaras trampa se capturó la presencia de zorro culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>) y perros (<i>Canis familiaris</i>).
20	124730	Captura mediante trampas Sherman de <i>Abrothrix oliváceo</i> . Se registró también águila (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>). Mediante cámara trampa se registró chingue (<i>Conepatus chinga</i>)
21	124809	Registro de diversas especies de aves entre las cuales están cachudito (<i>Anairetes parulus</i>), chercán (<i>Troglodytes aedon</i>), colegial (<i>Lessonia rufa</i>). Abundante presencia de ganado. Mediante cámara trampa se observó ganado vacuno (<i>Bos taurus</i>)
22	124893	Captura de cuatro especies de roedores <i>Abrothrix hirta</i> , <i>A. lanosus</i> , <i>A. olivaceus</i> y <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> . Mediante cámaras trampas se registró zorro chilla (<i>Lycalopex griseus</i>). Entre las aves un tucúquere (<i>Bubo magellanicus</i>)
23	124977	Captura mediante trampas Sherman de solo una especie de roedor <i>Abrothrix olivaceus</i> . Entre las aves se registró carpintero negro (<i>Campephilus magellanicus</i>)
24	125061	Registro de aguilucho y cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>). Con cámaras trampa se registró un zorro chilla (<i>Lycalopex griseus</i>).
25	125067	Registro de tres especies de roedores, <i>Abrothrix</i>

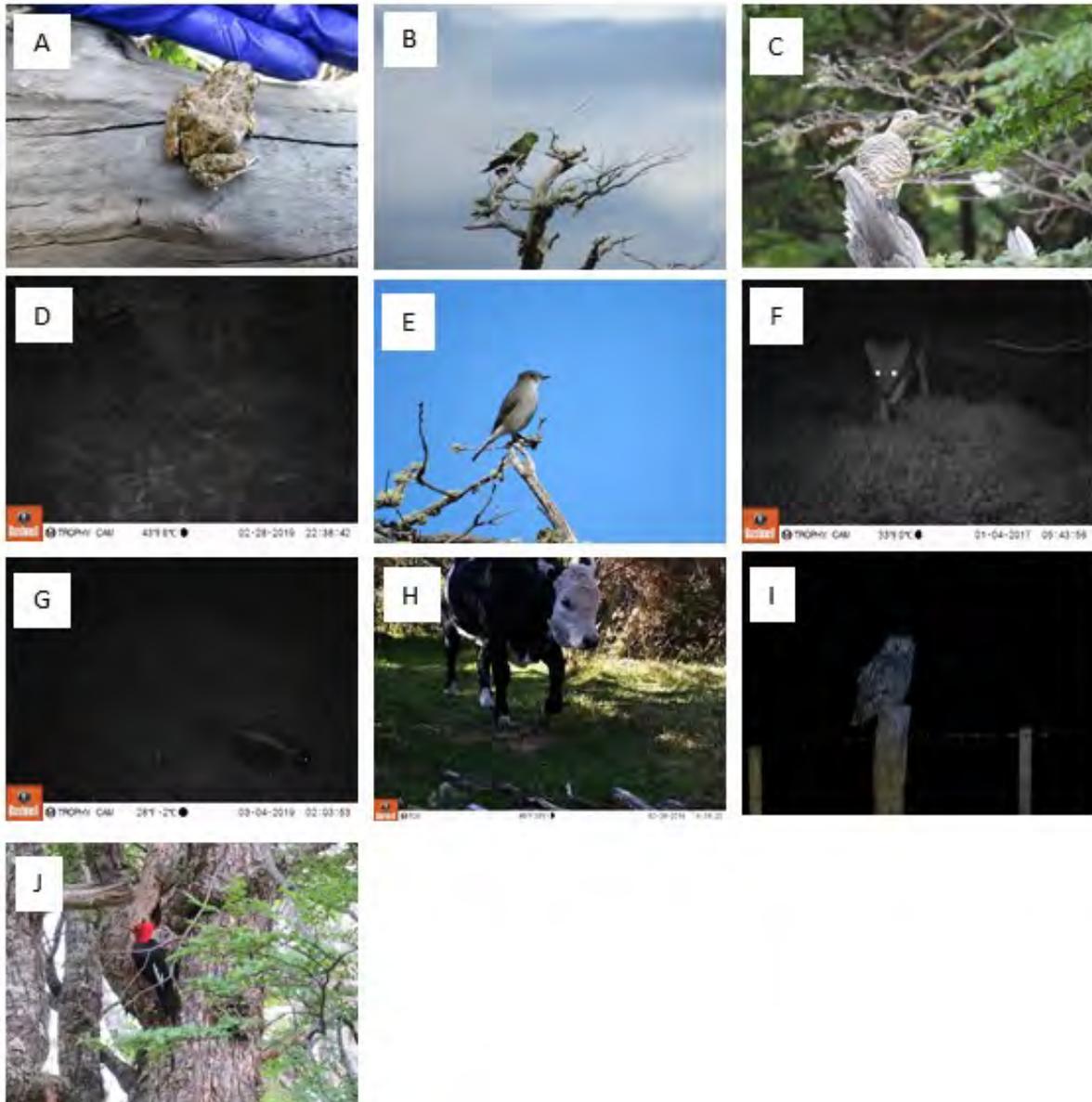
		<i>lanosus</i> , <i>A. olivaceus</i> y <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> . Mediante el canto se detectó la presencia de churrín del sur (<i>Scytalopus magellanicus</i>), se observó también una lechuza (<i>Tyto alba</i>).
26	125070	Captura de individuos de las especies, <i>Abrothrix olivaceus</i> y <i>Oligoryzomys longicaudatus</i> . Se detectó también fecas de puma. Presencia de Bailarín chico (<i>Anthus correndera</i>), Bandurria (<i>Theristicus melanopis</i>) y pato real (<i>Anas sibilatrix</i>) en una laguna artificial.
27	125073	Gran cantidad de bandurrias (<i>Theristicus melanopis</i>), caiquén (<i>Chloephaga picta</i>) y la presencia churrete acanelado (<i>Cinclodes fuscus</i>).
28	125148	Captura de ratón oliváceo (<i>Abrothrix olivaceus</i>). La presencia de gran cantidad de jilgueros (<i>Spinus barbata</i>) y cachaña (<i>Enicognathus ferrugineus</i>).
29	125151	Captura con trampas Sherman de <i>Abrothrix olivaceus</i> . En relación con las aves la presencia de tiuques (<i>Milvago chimango</i>), zorzales (<i>Turdus falcklandii</i>), entre otras.
30	125152	Captura mediante trampas Sherman ratón oliváceo (<i>Abrothrix olivaceus</i>) y ratón de cola larga (<i>Oligoryzomys longicaudatus</i>). Durante el muestro nocturno, y mediante el uso de play back, se detectó la presencia de concón (<i>Strix rufipes</i>).
31	125236	Captura de <i>Abrothrix hirta</i> . Entre las aves, rayaditos (<i>Aphrastura spinicauda</i>), tiuque (<i>Milvago chimango</i>).
32	125238	Captura mediante trampas Sherman de <i>Abrothrix hirta</i> . Entre las aves, cachañas (<i>Enicognathus ferrugineus</i>) y rayaditos (<i>Aphrastura spinicauda</i>).
33	125237	Captura de <i>Abrothrix hirta</i> , <i>A. lanosus</i> y <i>A. olivaceus</i> mediante trampas Sherman y cámaras trampa. Se observó también liebre (<i>Lepus europaeus</i>).
34	125829	Detección de un individuo de gato de Geoffroy (<i>Leopardus geoffroyi</i>) y de un zorro culpeo (<i>Lycalopex culpaeus</i>) mediante cámaras trampa. Varios individuos de ñandú (<i>Rhea pennata</i>) y guanacos (<i>Lama guanicoe</i>). Se observaron también galerías de podría pertenecer al tuco tuco de Magallanes (<i>Ctenomys</i>

		<i>magellanicus</i>).
35	125830	Se destaca la captura de ratón conejo (<i>reithrodon auritus</i>) y ratón oliváceo (<i>Abrothrix olivaceus</i>) con las trampas Sherman. Se observaron también una gran cantidad de bandurrias.

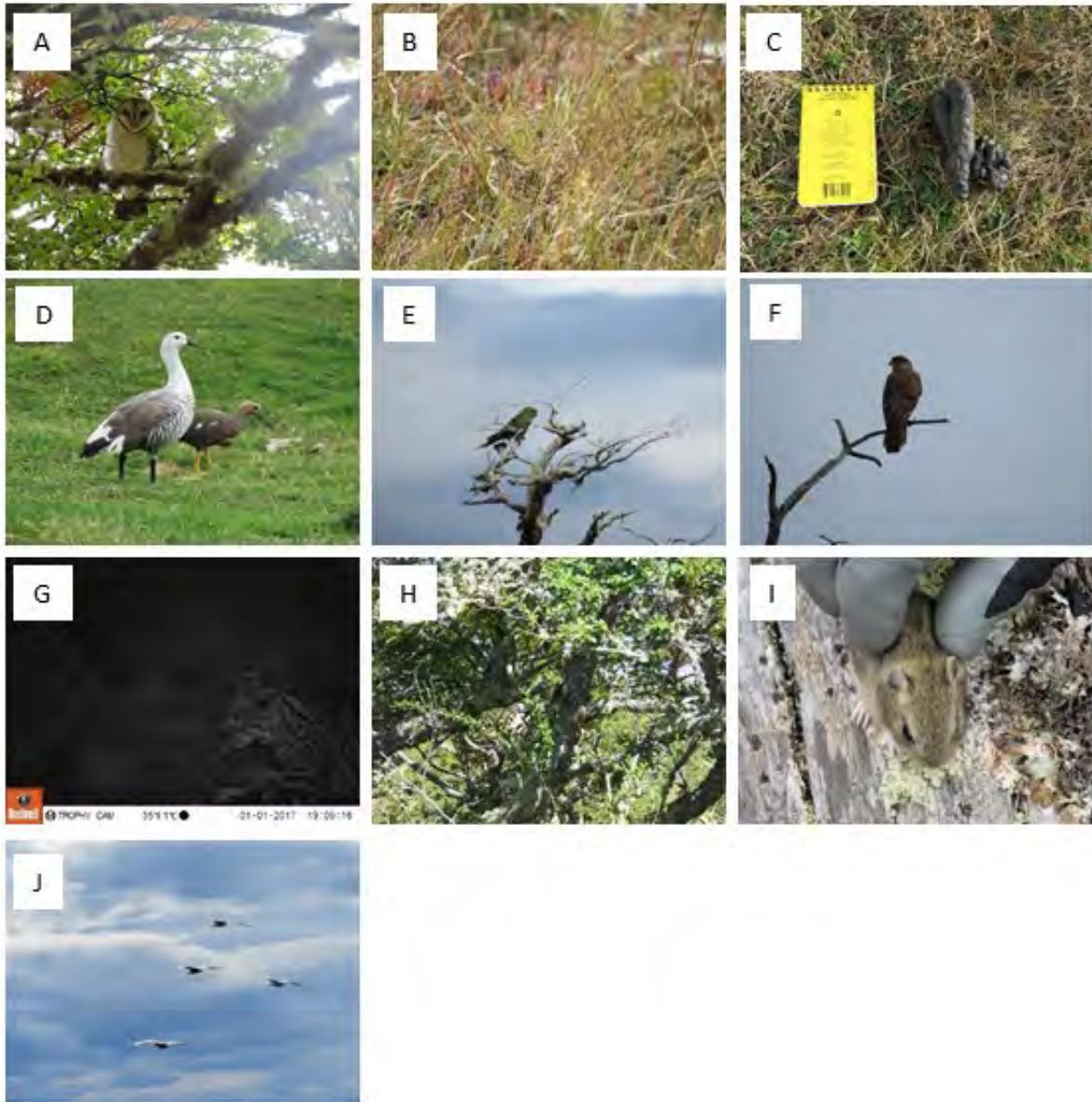
Anexo 8. Fotografías de algunos de los vertebrados registrados en sitios de estudio entre los conglomerados 1-12 según el orden de muestreo descrito en el anexo 1. A) *Abrothrix lanosus*, B) *Oligoryzomys longicaudatus*; C) *Conepatus chinga*, D) *Lama guanicoe*, E) Zorro culpeo, F) *Abrothrix hirta*, G) *Chloephaga picta*, H) *Falco femoralis*, I) *Chaetophractus villosus*, J) *Rhea pennata*.



Anexo 9. Fotografías de algunos de los vertebrados registrados en sitios de estudio entre los conglomerados 13-24 según el orden de muestreo descrito en el anexo 1. A) *Pleurodema thaul*, B) *Enicognathus ferrugineus*, C) *Colaptes pitius*, D) *Chaetophractus villosus*, E) *Xolmis pyrope*, F) *Lycalopex culpaeus*, G) *Conepatus chinga*, H) *Bos taurus*, I) *Bubo magellanicus*, J) *Campephilus magellanicus*.



Anexo 10. Fotografías de algunos de los vertebrados registrados en sitios de estudio entre los conglomerados 25-35 según el orden de muestreo descrito en el anexo 1. A) *Tyto alba*, B) *Anthus correndera*, C) Fecas de *Puma concolor*, D) *Chloephaga picta*, E) *Enicognathus ferrugineus*, F) *Milvago chimango*, G) *Leopardus geoffroyi*, H) *Aphrastura spinicauda*, I) *Reithrodon auritus*, J) *Theristicus melanopis*.



REFERENCIAS

- Barros, R., A. Jaramillo & F. Schmitt (2015). Lista de Aves de Chile 2014. *La Chiricoca* 20: 80-100.
- Bassett, S., Edwards, T., 2003. Effect of different sampling schemes on the spatial placement of conservation reserves in Utah, USA. *Biological Conservation*, 113, 141-151
- Caldas A. & Robbins R. K. (2003) Modified Pollard transects for assessing tropical butterfly abundance and diversity. *Biological Conservation* 110, 211-219
- Campbell, H.W.; Christman, S.P. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: Scott, N.J., Jr., ed. *Herpetological communities*. Wildlife Research Report 13. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service: 193-200.
- Cepeda-Pizarro, J. Pizarro-Araya, H. Vásquez. 2005a. Composición y abundancia de artrópodos epigeos del Parque Nacional Llanos de Challe: impactos del ENOS de 1997 y efectos del hábitat pedológico. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 635–650.
- Cepeda-Pizarro, J. Pizarro-Araya, H. Vásquez. 2005b. Variación en la abundancia de Arthropoda en un transecto latitudinal del desierto costero transicional de Chile, con énfasis en los tenebriónidos epigeos. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78: 651–663.
- Cheli, G H, & Corley, J C. (2010). Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology*, 39(6), 912-917. <https://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600010>
- Christaller, W. 1933. *Central Places in Southern Germany*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Comunidad Agrícola Estancia Estero Derecho (2017) Plan de Manejo para la Conservación del Área Protegida Privada y Santuario de la Naturaleza Estero Derecho. 77 pp
- Crosswhite, D.L.; Fox, S.F.; Thill, R.E. 1999. Comparison of methods for monitoring reptiles and amphibians in upland forests of the Ouachita Mountains. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science*. 79: 45-50.
- Demangel, D. (2016). *Reptiles en Chile*. Fauna Nativa Ediciones, Santiago, Chile.
- Foresman, K.R.; Pearson, D.E. 1998. Test of proposed survey methods for the detection of wolverine, lynx, fisher, and American marten in the Bitterroot National Forest. *Journal of Wildlife Management*. 62: 1217-1226.
- Haila, Y. & Margules, C.R. 1996. Survey research in conservation biology. *Ecography*. 19:323-331
- Heyer, W.R.; Donnelly, M.A.; McDiarmid, R.W.; et al., eds. 1994. *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. 364 p.
- Hill D, Fasham M, Tucker G, Shewry M, Shaw P (2005) *Handbook of biodiversity methods: survey, evaluation and monitoring*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jaramillo A. (2005). *Aves de Chile*. Lynx Ediciones. Barcelona, España.
- Jurasinski, G.; Beierkuhnlein, C. Spatial patterns of biodiversity-assessing vegetation using hexagonal grids. *Biol. Environ. Proc. R. Irish Acad.* 2006, 106B, 401–411.
- Iriarte A (2008). *Mamíferos de Chile*. Lynx Ediciones. Barcelona, España.
- Iriarte A & F Jaksic (2012). *Los carnívoros de Chile*. Ediciones Flora & Fauna y CASEB, P.U. Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Manley, P.N.; Van Horne, B.; Roth, J.K.; Zielinski, W.J.; McKenzie, M.M.; Weller, T.J.; Weckerly, F.W.; Vojta, C. 2006. Multiple species inventory and monitoring technical guide. Gen. Tech. Rep. WO-73. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington Office. 204 p.
- Muñoz A. & J. Yáñez (2009) *Mamíferos de Chile*. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.
- Muñoz A, J Rau & J Yáñez (2004) *Aves Rapaces de Chile*. Ediciones CEA, Valdivia, Chile.

- Núñez H (1992) Geographical data of Chilean lizards and snakes in Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Smithsonian Herpetological Information Service N° 91.
- Pietruszka, R.D. 1980. Observations on seasonal variation in desert arthropods in central Nevada. *Great Basin Naturalist*, 40: 292-297.
- Ramírez, A. 2010. Capítulo 2. Métodos de recolección. *Revista de Biología Tropical*, 58: 41-50.
- Sahr K, White D, Kimerling AJ. 2003. Geodesic discrete global grid systems. *Cartography and Geographic Information Science* 30: 121–134.
- Spence, M.; White, D. 1992. EMAP sampling grid technical report. Corvallis, OR: ManTech Environmental Technology, Inc.; U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory. 64 p.
- Squeo, F.A., L. Letelier, C.F. Gaymer, A. Stoll, C. Smith-Ramírez, S. Miethke, G. Cundill, S. L'hermitte, P.A. Marquet, H.A. Samaniego, P.C. Guerrero, G. Arancio, A. Marticorena, D. López & K.P. Martínez-Tillería. 2010. Informe Final: Estudio de Análisis de Omisiones y Vacíos de Representatividad en los Esfuerzos de Conservación de la Biodiversidad en Chile [GAP-Chile 2009]. Comisión Nacional del Medio Ambiente, Santiago de Chile, Chile. 261 pp.
- Turner, W. et al. (2012) 'The potential, realised and essential ecosystem service benefits of biodiversity conservation', *Biodiversity Conservation and Poverty Alleviation: Exploring the Evidence for a Link* (2012): 21-35. (Polasky et al., 2000)
- White, D.; Kimerling, A.J.; Overton, W.S. 1992. Cartographic and geometric components of a global sampling design for environmental monitoring. *Cartography and Geographic Information Systems*. 19(1): 5-21.