



LOS RECURSOS FORESTALES EN CHILE

INFORME FINAL

**INVENTARIO CONTINUO DE BOSQUES
NATIVOS Y ACTUALIZACION DE
PLANTACIONES FORESTALES**

Diciembre 2018

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.

Equipo de trabajo

Coordinación del Proyecto

Rodrigo Sagardía

Levantamiento datos en terreno

Rodrigo Guíñez
Luis Barrales
Marco Barrientos

Sensores Remotos y SIG

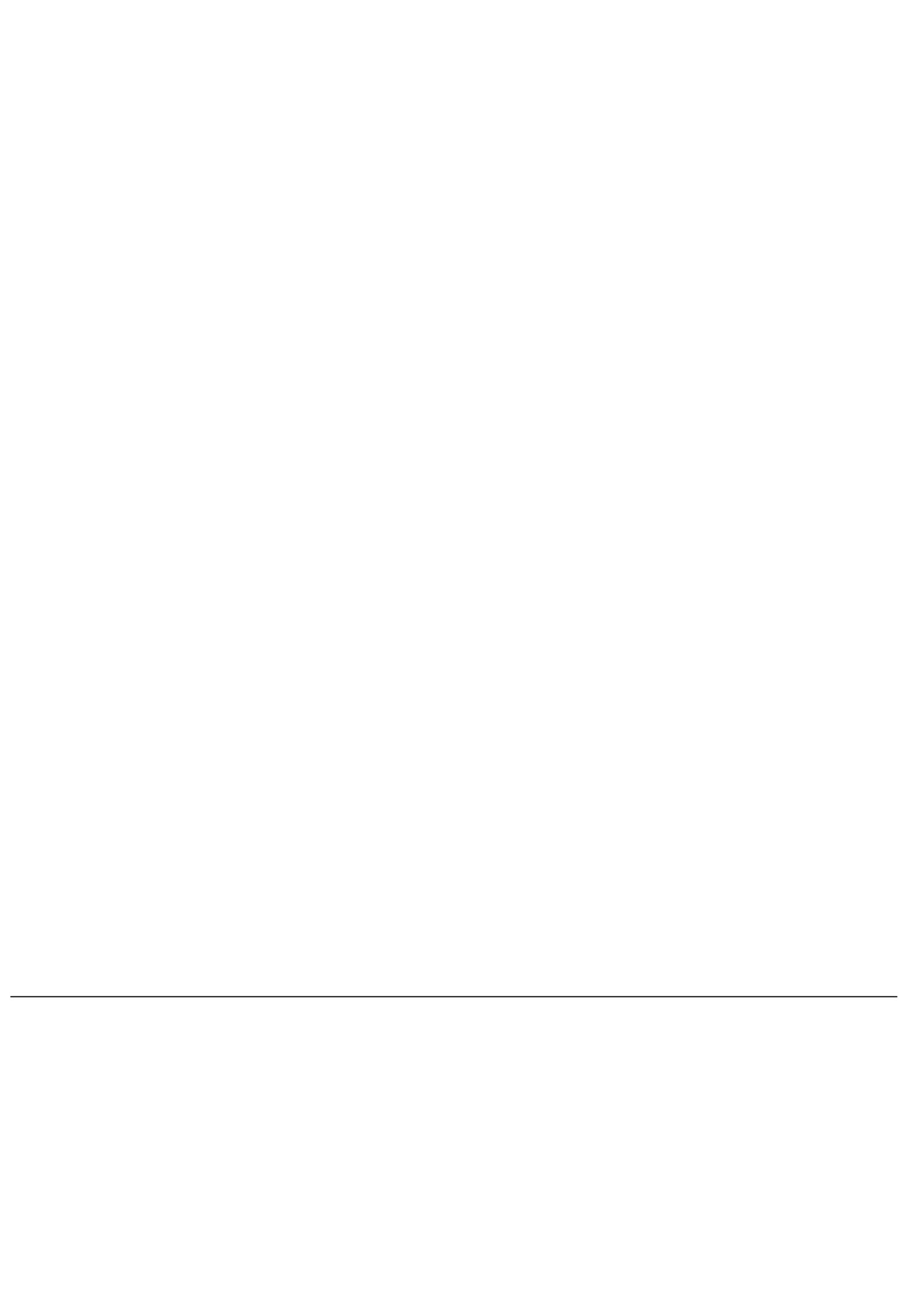
Alberto Avila
Dante Corti
Juan Carlos Muñoz
Oscar Peña
Joceline Rose
Mario Uribe

Bases de Datos y WEB Mapping

Rodrigo Sagardía

Metodología y procesamiento

Carlos Bahamondez
Marjorie Martin
Yasna Rojas
Rodrigo Sagardía
Gerardo Vergara

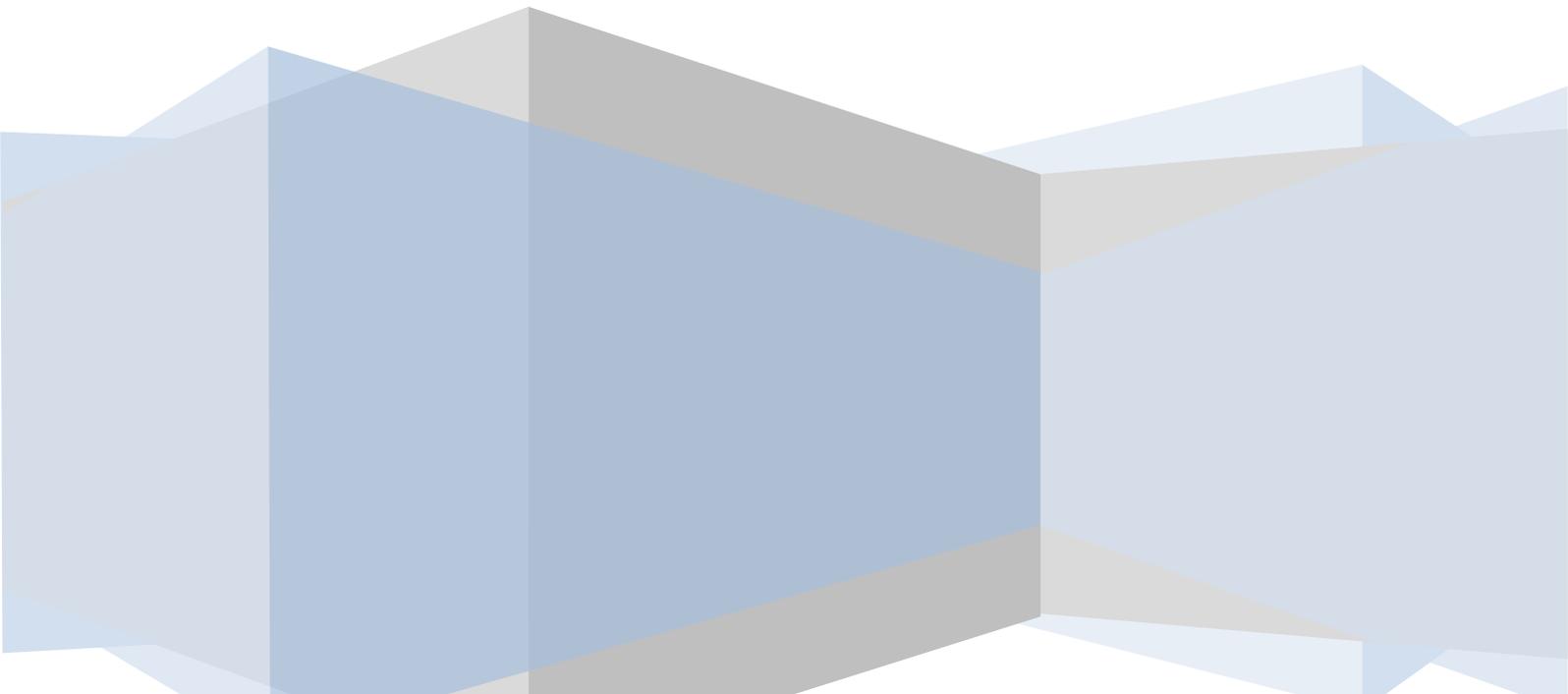


Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

ASPECTOS METODÓLOGICOS

CAPITULO I

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

Aspectos metodológicos del Inventario de Ecosistemas Forestales.....	2
Aplicación del concepto de Inventario Continuo.....	5
El inventario Continuo de Ecosistemas Forestales	7
Muestra de Individuos.....	6
Muestra de parcela	7
Muestras a nivel del Conglomerado.....	8
Variables medidas en el inventario	8
Variables del entorno.....	9
Variables de la parcela.....	10
Variables del suelo.....	12
Variables de regeneración	12
Variables asociadas a árboles individuales.....	13
Variables de mortalidad.....	14
Variables socioeconómicas y culturales	15
Procesamiento de los datos y generación de resultados.....	16
Procesamiento a nivel de árboles	16
Procesamiento a nivel de Parcelas	17
Procesamiento a nivel de Conglomerados	24
Procesamiento a nivel de la población	28
Procesamiento para la estimación de existencias en Biomasa y Carbono	31
Método de actualización del Inventario Continuo en Bosque Nativo.....	36
Método de actualización. Programa de Inventario de Plantaciones Forestales.....	39
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 sobreexplotado 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 CONYCID, 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.

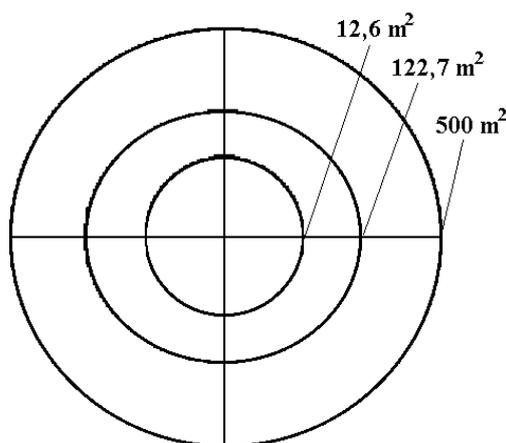


Figura N°1 : Parcela circular concéntrica de área equivalente

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.

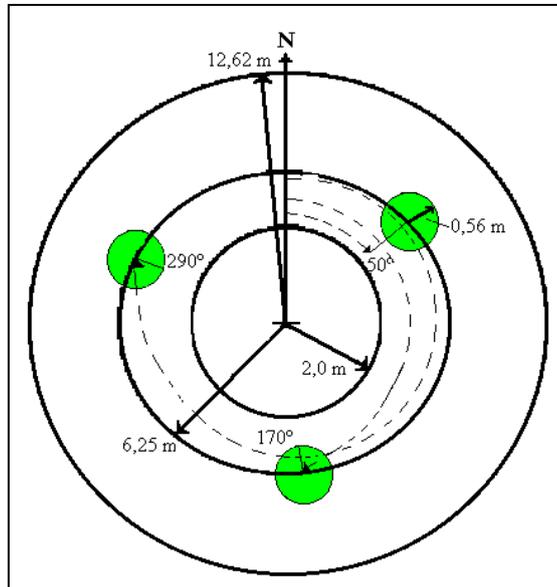


Figura N°2. Muestras de Regeneración y Vegetación

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.

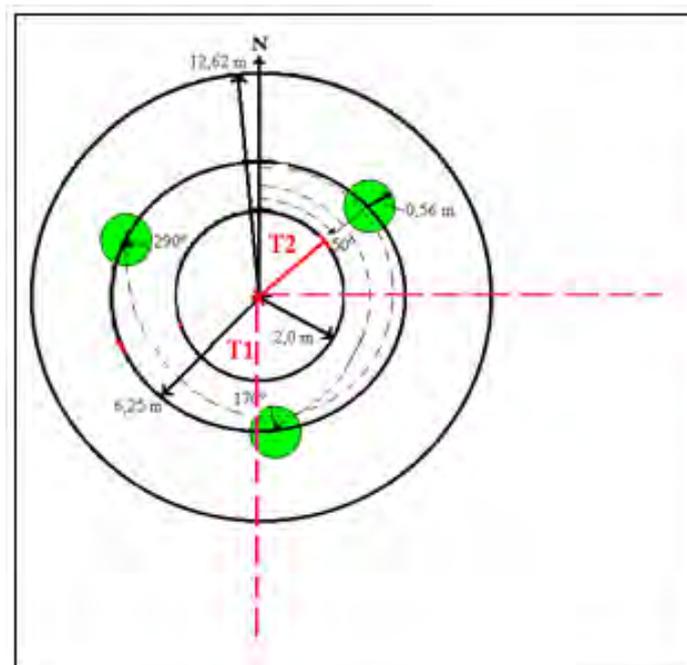


Figura N°3. Transectos de residuos leñosos y Mortalidad

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
1. Degradación	Se considerará un esquema de descripción de degradación desde el punto de vista productivo, a definirse durante el transcurso del proyecto.
2. Estado Evolutivo	Se describirá el estado evolutivo dominante del rodal incluido en la muestra, de acuerdo a clasificación a proponerse durante la ejecución del proyecto.
3. Grado de Intervención Antrópica	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.
4. Obras Civiles	Se describirán la presencia y clase de obras civiles incluidas en y en las inmediaciones al punto de muestra.
5. Visibilidad	Se clasificará la visibilidad desde el punto de vista de la belleza escénica.
6. Agua	Se describirá la presencia de cuerpos de agua en la parcela su origen y clase si es posible.
7. Flora	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).
8. Fauna	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
Identificación de La Unidad	Identificar el número de la parcela, el número del conglomerado al que pertenece y la brigada a cargo de los datos.
Accesibilidad	Definir la ruta de llegada al punto mediante parámetros de Distancia, Tiempo, Altitud
Pendiente	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
Coordenadas	Corresponde a las coordenadas de referencia geográfica en UTM Huso 18, Elipsoide Internacional de 1924.
Manejo	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.
Establecimiento	Determina el origen del bosque en su mecanismo de establecimiento.
Estado De Desarrollo	Brinzal Monte Bravo Bajo Monte Bravo Alto Latizal Fustal
Exposición	Descripción de la ladera de exposición de la parcela
Forma de la Pendiente	Cóncava, plana o convexa
Relieve	
Tipos de Caminos de Acceso	Temporal, ripiado, asfalto, carretera

Continuación Variables de la Parcela

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

VARIABLES DEL SUELO

Variables	Descripción
20. Profundidad del Suelo:	Sólo Horizonte A mezcla de material orgánico y mineral
21. Profundidad de Hojarasca:	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).
22. Profundidad del Humus :	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).
23. pH o Reacción del Suelo:	Mide la acidez o alcalinidad del suelo a través de la medición de la concentración del ión hidrógeno.
24. Grado de Cobertura de Copas	El grado o porcentaje de cobertura de Copas corresponde a la proporción del suelo cubierta por la copa de los árboles.
25. 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.
26. Textura	Se clasificará la textura en las siguientes clases: Arenosa, Franca, Limosa y combinaciones de las mismas.
27. Estructura	Sin estructura Laminar Prismática En bloques Granular
28. Condición de Humedad	Tres condiciones básicas se aplicarán para esta variable, Seco, Húmedo y Saturado dependiendo de las condiciones iniciales de medición.
29. Fauna del Suelo	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
30. Especie	Se deberá registrar la especie a la que pertenece el árbol
31. DAP	Diámetro a la altura del pecho (a 1.3 m)
32. Diámetro al tocón.	Diámetro al nivel del tocón (0,3 a 0,5 m)
33. Diámetro a 1/3 de la altura total	Diámetro del fuste a 1/3 de la altura total orientado a cálculo del volumen si no tiene función de volumen.
34. Diámetro al inicio de Copa.	Medición del diámetro a la altura del inicio de la copa viva.
35. Diámetro de Copa.	Se refiere al diámetro de la copa en los ejes Norte – Sur y Este – Oeste.
36. Espesor corteza 1 y espesor corteza 2	Dos mediciones de espesor de corteza a la altura del DAP.
37. Altura comercial	Altura a un índice de utilización definido durante el proyecto.
38. Altura total	Medición de la altura total del árbol hasta el ápice de la copa.
39. Calidad	Clasificación de calidad del árbol desde el punto de vista de su estado general, sanidad y forma. (3 clases)
40. Forma,	Recta, Bifurcada, Curvada, Torcida, Multifustal. Inclinado,
41. Arbol Nido	Variable binaria de presencia/ausencia de nidos asociados a fauna.
42. Posición en el dosel	Descripción en clases respecto a su posición en el estrato de altura.
43. Crecimiento	Tarugos de incremento para adelantar el crecimiento de los últimos 6 años en una submuestra de árboles.
44. Variables de copa	Clasificación respecto de la apariencia de la copa (Normal, Angosta, Ancha, Asimétrica, simétrica, incompleta) y su estado sanitario (Sana, Atacada, Dañada).
45. Estado Sanitario	Sano Enfermo Dañado
46. Agente Causante	Insecto Taladrador, Defoliador, Minador, Agallas, Fuego, Viento, Sequía, Heladas, Cancros, Ganado, Personas, Hongos, Anegamiento, Otros
47. Zona y Tipo de Daño o Enfermedad	Ninguna, General, Fuste, Raíces, Follaje, Brotes, Quebraduras, Quemadura, Marchitez, Manchas, Muerte apical, Perforaciones, Resinosis, Clorosis, Lanosidad, Otros,
48. Intensidad	Describe el grado de daño o enfermedad presentado por el árbol o por la zona dañada del árbol. Estos son: No evidente, Ligeramente, 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
49.Especie	Identificar la especie
50.Causa	Identificación de la causa de muerte
51.DAP	Medición de tamaño para estimación de volumen. Se mide a 1,3 metros de largo si el árbol está caído
52.Diámetro al Tocón	Tamaño al diámetro del tocón o al diámetro superior visible
53.Diámetro sección superior y altura	Diámetro a la altura o largo superior para propósitos e cubicación
66. Diámetro de intersección	Medición del diámetro de intersección de árbol caído con línea de muestreo
67. Largo	Medición de largo del árbol caído en metros
54.Forma	Estimación de la forma original del individuo en lo posible

VARIABLES SOCIOECONOMICAS Y CULTURALES

(se considerarán en segundo ciclo 2011-2020)

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

- 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 sub-muestra 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_j	: 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:

$$AreaBasal / ha = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} g_i + f_{6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} g_i$$

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:

$$AreaBasal / ha_{especie} = f_{sp,12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} g_{sp,i} + f_{sp,6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} g_{sp,i}$$

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,

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

- 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,

$$\sum_{\text{calidad}} \text{VolB} / \text{ha}_{\text{calidad}} = \text{VolB} / \text{ha}$$

- POR GRADO DE ATAQUE O DAÑO SANITARIO

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

Con,

$$\sum_{\text{daño}} \text{VolB} / \text{ha}_{\text{daño}} = \text{VolB} / \text{ha}$$

- 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 pérdidas fp definido por especie o grupos de especies o por zona geográfica.

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

- POR ESPECIE

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

con,

$$\sum_{\text{especies}} \text{VolN} / \text{ha}_{\text{especie}} = \text{VolN} / \text{ha}$$

- 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.

$$\text{VolAS} / \text{ha} = f_{12.62} \sum_{i=1}^{n12.62} \text{vas}_{i,1} + f_{\text{sp},6.25} \sum_{i=1}^{n6.25} \text{vas}_{i,1}$$

donde,

$vas_{i,l}$: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:

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

con,

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

- 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.

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

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:

$$CAPVOL/ha_p = \frac{1}{P} f_{12.62} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (v_{i,p}) \right] - \left[\sum_{i=1}^{n12.62} (v_{i,p0}) \right] \right\} + f_{6.25} \left\{ \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (v_{i,p})^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^{n6.25} (v_{i,p0}) \right] \right\}$$

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:

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

donde,

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

- 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:

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

donde,

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

- 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 numero definitivo medido en la toma de datos de terreno, se procede 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 pie 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_j : 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

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

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

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

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

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

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)

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

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:

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

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).

Especie	Nombre común	Densidad básica (kg/m3)	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 antarctica</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 (AI) (2002)
<i>Pilgerodendron uviferum</i>	Ciprés de las guaitecas	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 (AI) (2002)
<i>Mirceugenia planipes</i>	Picha-Picha	799,1		FONDEF (AI) (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:

$$P_{t+1|t} = AP_1A' + \Omega$$

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,

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

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.

MATERIAL Y MÉTODO

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.

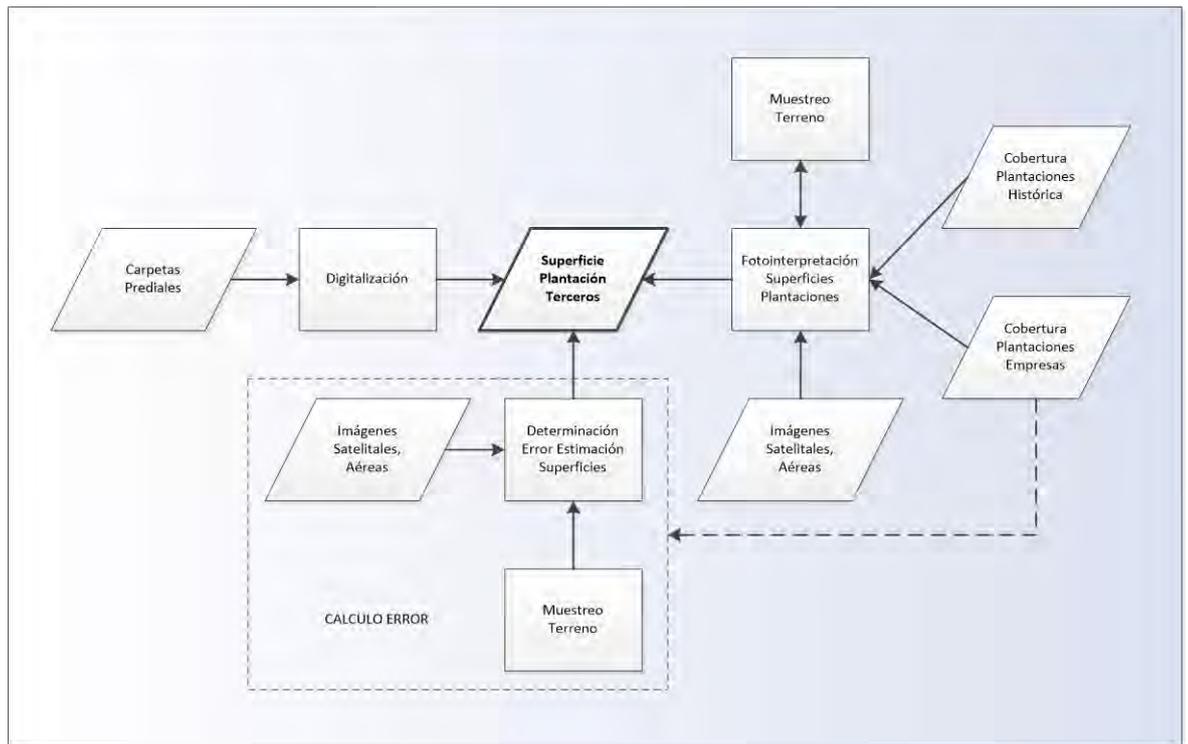


Figura Nº4. Método de actualización superficie plantaciones PYMP

Clasificación orientada a objetos como apoyo a labores de fotointerpretación

Como se mencionó, INFOR recurre a imágenes de diversas fuentes para apoyar el trabajo de fotointerpretación relativo a la detección de plantaciones en manos de terceros. En el último tiempo por temas de costos y oportunidad, ello ha redundado en un incremento en la participación de material satelital. Las imágenes utilizadas con mayor frecuencia han sido las provenientes del instrumento ASTER (30m), del satélite ALOS (10m) de la agencia espacial japonesa y RAPIDEYE (5m) de un conjunto de satélites; estos últimos pertenecientes a proveedores comerciales de información geoespacial.

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).

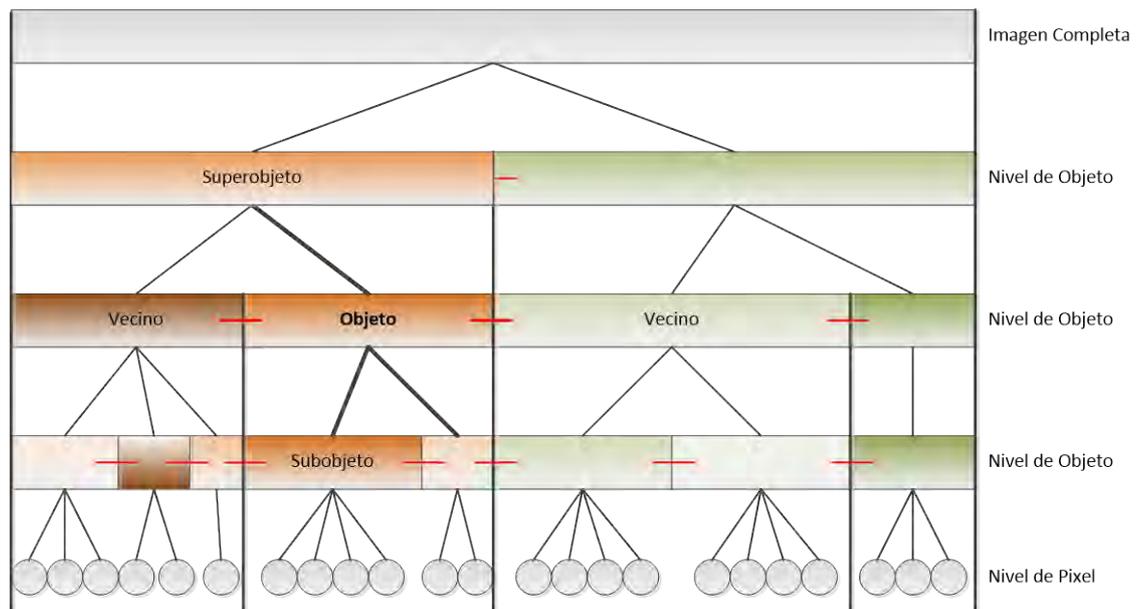


Figura N°5. Jerarquía de objetos de imagen y vínculos entre objetos (Reproducida desde Definiens, 2008)

- 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

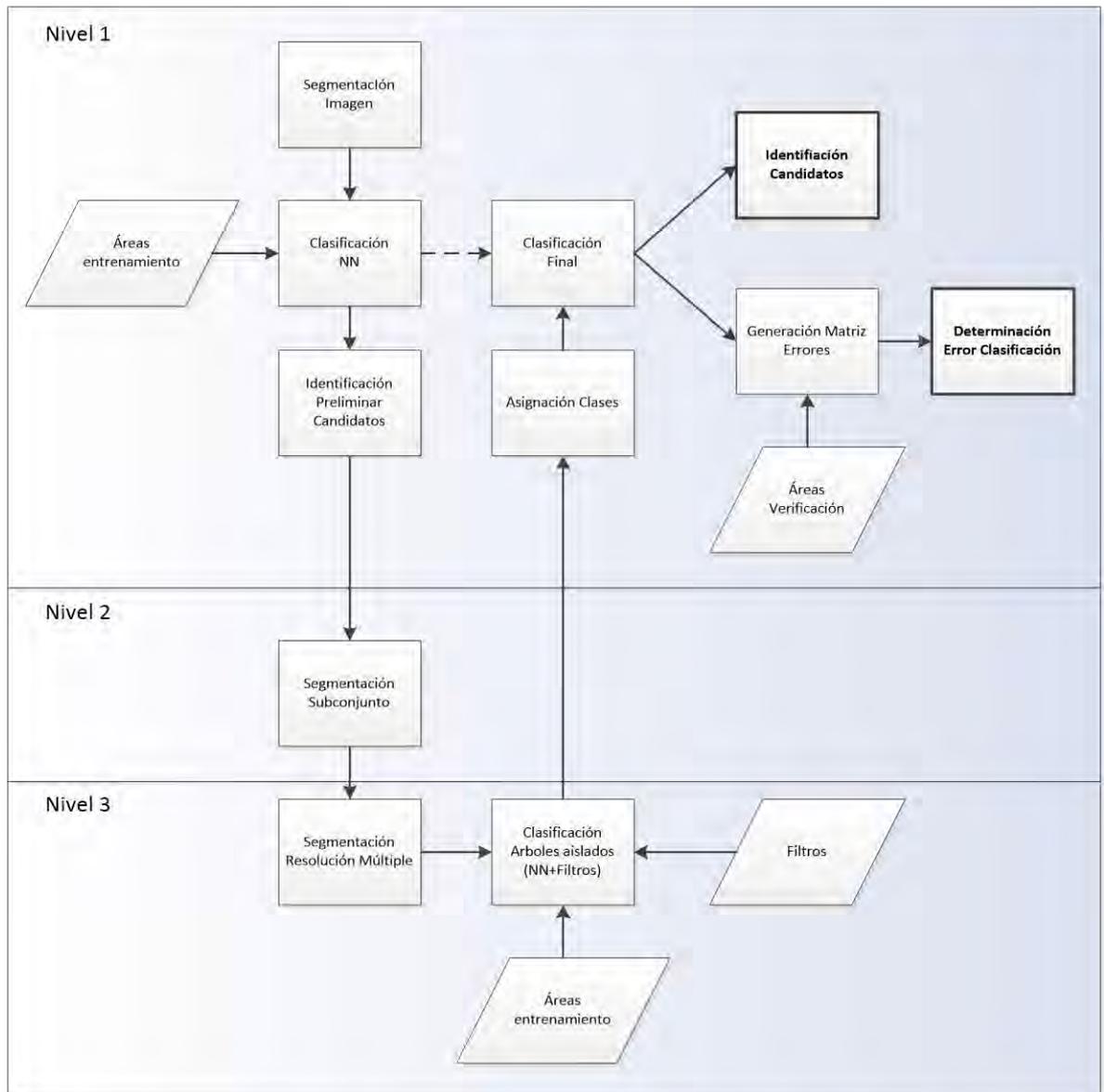


Figura N°6. Diagrama de flujo para identificación candidatos plantación joven

- 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

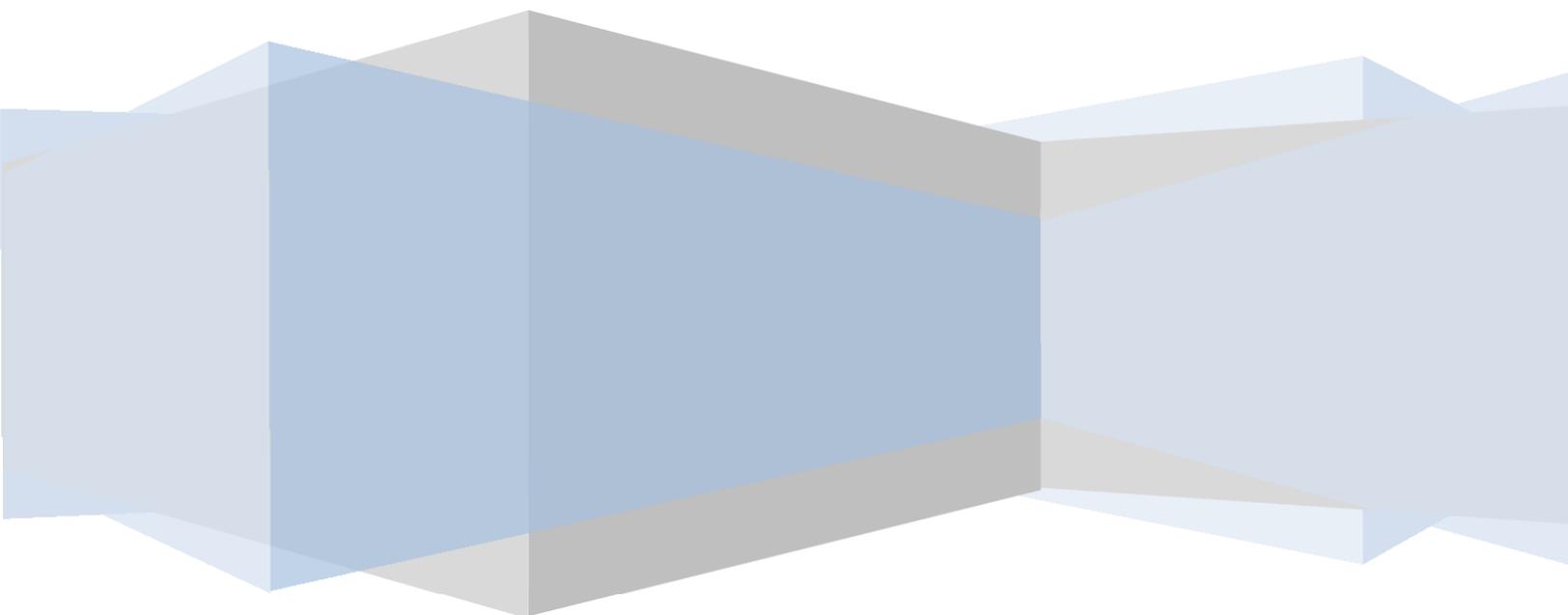
- Definiens AG, 2008. Definiens Developer 7 - User Guide. Definiens AG. 536 pp.
- Dixon, B. & Howitt R. 1979. Continuous Forest inventory using a linear filter. *Forest Science* 25:675-698.
- Gayoso, J., Guerra J. y D. Alarcón. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. 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

CAPITULO II

INSTITUTO FORESTAL



Índice de Contenido

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)	3
Resultados	6
El Recurso Plantaciones Forestales por Regiones.....	8
Región de Coquimbo.....	8
Región de Valparaíso	10
Región Metropolitana.....	12
Región de O'Higgins.....	14
Región del Maule	16
Región de Ñuble.....	18
Región del Bío Bío	20
Región de La Araucanía	22
Región de Los Ríos	24
Región de Los Lagos.....	26
Región de Aysén.....	28
Inventario Dasométrico en Plantaciones de la Pequeña y Mediana Propiedad (PYMP)	30

Índice de Figuras y Cuadros

Figura 1. Esquema de trabajo actualización de plantaciones forestales.....	3
Cuadro 1. Clases de Edad para <i>Pino radiata</i> de PYMP	3
Cuadro 2. Clases de Edad para <i>Eucalyptus</i> de PYMP.....	4
Figura 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial).....	4
Figura 3. Subparcelas de vegetación	5
Cuadro 3. Superficie (ha) de Plantaciones Forestales según Especie y Región. Diciembre 2017	6
Cuadro 4. Superficie (ha) de Plantaciones de <i>Pinus radiata</i> y <i>Eucalyptus</i> por Región y Tipo de Propietario. Diciembre 2017.....	7
Cuadro 5. Superficie (ha) por Especie y Tipo de Propietario. Últimos seis Años	7
Cuadro 6. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Coquimbo	8
Cuadro 7. Distribución (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Coquimbo	9
Cuadro 8. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Valparaíso	10

Cuadro 9. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Valparaíso.....	11
Cuadro 10. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región Metropolitana	12
Cuadro 11. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región Metropolitana	13
Cuadro 12. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de O'Higgins	14
Cuadro 13. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de O'Higgins	15
Cuadro 14. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Maule	16
Cuadro 15. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Maule.....	17
Cuadro 16. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Ñuble.	18
Cuadro 17. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Ñuble	19
Cuadro 18. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región del Bio Bio	20
Cuadro 19. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región del Bío Bío.....	21
Cuadro 20. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de La Araucanía	22
Cuadro 21. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de La Araucanía.....	23
Cuadro 22. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Ríos	24
Cuadro 23. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Ríos.....	25
Cuadro 24. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Los Lagos	26
Cuadro 25. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Los Lagos	27
Cuadro 26. Superficie (ha) de Plantaciones por Comuna y Especie. Región de Aysén.	28
Cuadro 27. Superficie (ha) de Plantaciones por Especie y Año de Plantación. Región de Aysén.....	29
Cuadro 28. Volumen por especie región del Maule	30
Cuadro 29. Volumen por especie región del BíoBío.....	30
Cuadro 30. Volumen por especie región de la Araucanía	31
Cuadro 31. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule	31
Cuadro 32. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule	31
Cuadro 33. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule	31
Cuadro 34. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Maule	32
Cuadro 35. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule	32
Cuadro 36. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule.....	32
Cuadro 37. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule.....	32
Cuadro 38. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región del Maule.....	33
Cuadro 39. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del BíoBío.....	33
Cuadro 40. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío.....	33
Cuadro 41. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío.....	33

Cuadro 42. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región del Bío Bío.....	34
Cuadro 43. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío.....	34
Cuadro 44. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío	34
Cuadro 45. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío.....	34
Cuadro 46. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región del Bío Bío	35
Cuadro 47. Volumen <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía	35
Cuadro 48. Densidad <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía	35
Cuadro 49. Área basal <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía	35
Cuadro 50. Altura dominante <i>Pinus radiata</i> , PYMP región de la Araucanía	36
Cuadro 51. Volumen <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía	36
Cuadro 52. Densidad <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	36
Cuadro 53. Área basal <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	36
Cuadro 54. Altura dominante <i>E. globulus</i> , PYMP región de la Araucanía.....	37
Cuadro 55. Volumen <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía	37
Cuadro 56. Densidad <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía	37
Cuadro 57. Área basal <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía	37
Cuadro 58. Altura dominante <i>E. nitens</i> , PYMP región de la Araucanía	38

Inventario de Plantaciones

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 2017 incluyó las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule, Ñuble, BíoBío, 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 2017:

- Forestal Arauco S.A.
- Forestal Mininco S.A.
- MASISA S.A.
- Forestal Tierra Chilena Ltda.
- 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, ubicadas en las regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

Se incorporaron por primera vez 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.; todas ellas 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 2017 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 2017 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.

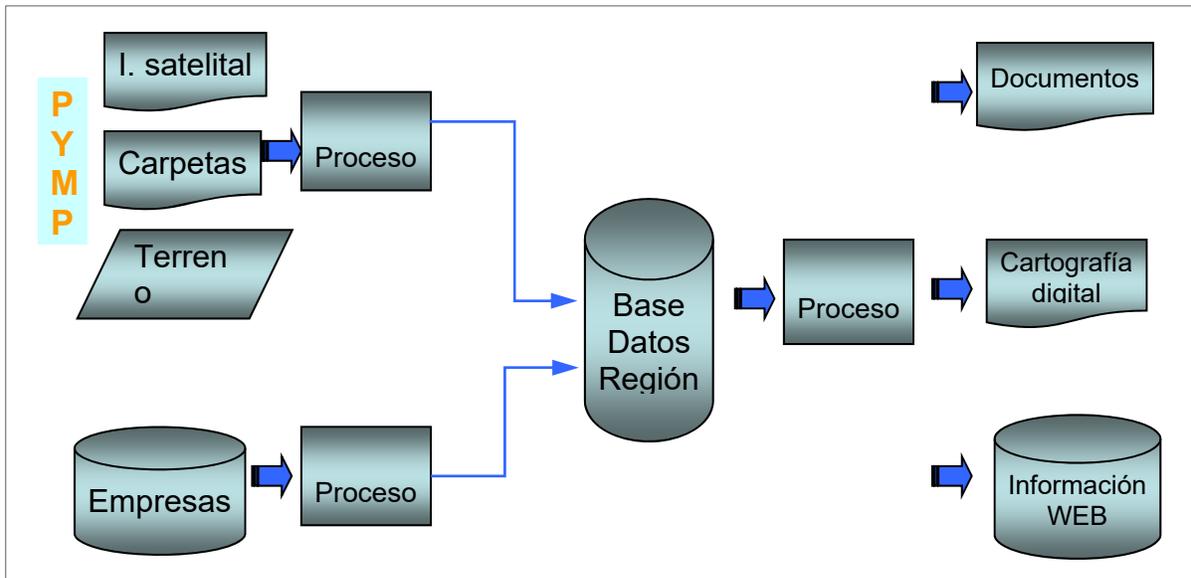


Figura 1. Esquema de trabajo actualización de plantaciones forestales

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
Pino 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, geométricamente distribuidas en forma de V, con una distancia de 30 m entre centros de parcelas, tal como se aprecia en la figura N° 2.

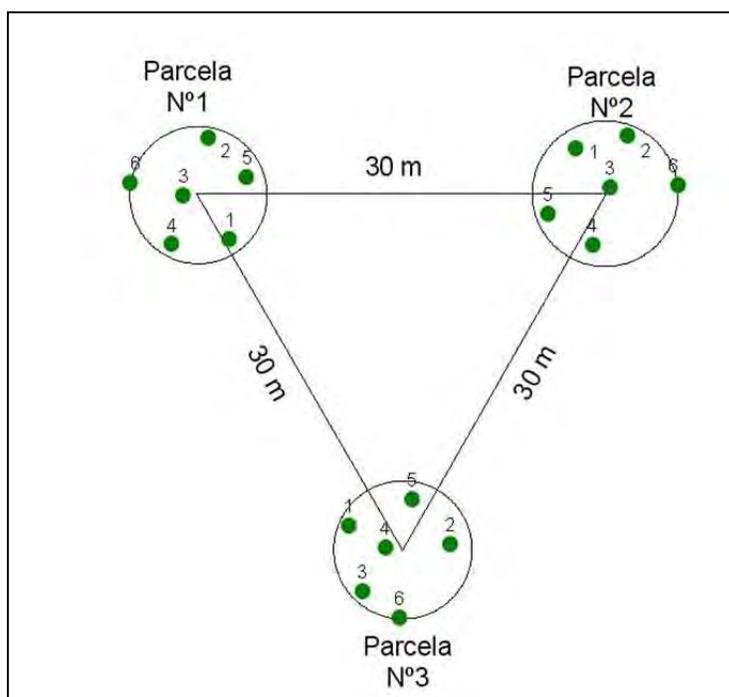


Figura 2. Forma del conglomerado (diámetro de círculos es solamente referencial)

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.

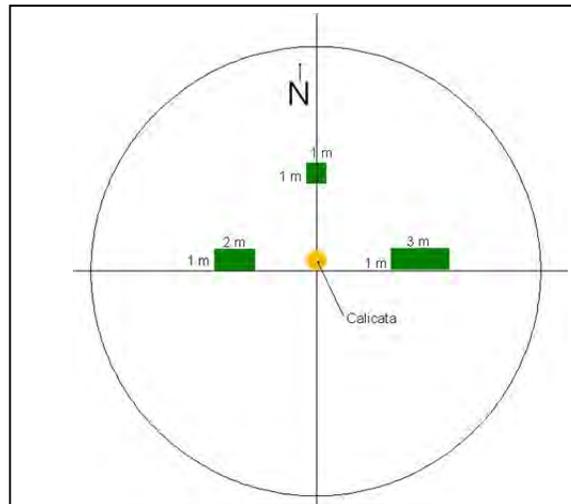


Figura 3. Subparcelas de vegetación

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

Tres aspectos marcaron los resultados del año 2017; el primero corresponde a los incendios forestales de gran magnitud que afectaron entre las regiones de O'Higgins y Bío Bío; el segundo aspecto es la creación de la región de Ñuble que se separó del Bío Bío; y el tercero es la incorporación de nuevas empresas en convenio a este proceso de actualización de información. Los cuadros detallados a continuación describen las existencias en superficie de la cobertura de las plantaciones forestales del país a diciembre del 2017. Las plantaciones forestales del país alcanzaron 2,289 millones de hectáreas, lo que implica una disminución en la superficie de plantaciones en pie de 124.683 ha respecto del año anterior; efecto principalmente de los incendios que agobiaron la zona centro sur del país.

En cuanto a las tres especies más plantadas en Chile, *Pinus radiata* presenta la disminución más brusca, de 113.958 ha en comparación con el año 2016. *Eucalyptus globulus* disminuyó 3.593 ha; en cambio *Eucalyptus nitens* incrementó su superficie en 1.895 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 2017

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	37.956	0	0	7.046	0	1.244	46.247
Metropolitana	0	5.619	0	0	13	0	440	6.072
O'Higgins	0	49.750	14	0	68.263	0	1.730	119.756
Maule	0	47.256	2.615	0	305.956	237	4.004	360.068
Ñuble	0	72.105	15.917	0	180.093	48	4.983	273.146
Bío Bío	0	169.699	90.355	400	351.404	202	10.442	622.502
Araucanía	0	158.942	65.738	2.511	255.539	8.022	6.337	497.089
Los Ríos	0	20.472	60.942	3	93.624	3.816	5.063	183.920
Los Lagos	0	24.013	34.489	237	15.141	758	1.142	75.780
Aysén	0	0	7	18.680	0	3.484	7.800	29.972
Total ha	54.659	588.543	270.076	21.831	1.277.081	16.567	60.768	2.289.525

En el caso de las plantaciones de la especie *Pinus radiata*, y del género *Eucalyptus* (incluye 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 a continuación.

Cuadro 4. Superficie (ha) de Plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus* por Región y Tipo de Propietario. Diciembre 2017

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	7.046,5	0,0	38.443,3
Metropolitana	0,0	13,4	0,0	5.702,1
O'Higgins	4.651,4	63.611,5	38,5	49.763,4
Maule	195.765,8	110.189,7	10.118,0	40.062,1
Ñuble	134.099,0	45.994,1	29.707,0	61.746,7
Bío Bío	293.597,3	57.807,0	163.476,0	104.435,7
Araucanía	190.411,1	65.127,9	71.078,2	157.761,9
Los Ríos	85.867,1	7.757,2	34.865,0	49.294,7
Los Lagos	9.370,8	5.770,5	12.686,0	46.719,0
Aysén	0,0	0,0	2,9	5,0
Total (ha)	913.762,6	363.318,2	321.971,7	556.754,4

Del cuadro anterior se aprecia que las plantaciones de *Pinus radiata* están concentradas en las Empresas en convenio (71,6%), no se puede comparar respecto del año anterior, porque en 2017 se incorporaron nuevas empresas en convenio (que en 2016 eran parte de PYMP). La situación del género *Eucalyptus* es inversa, porque en su mayoría pertenecen a PYMP (63,3%).

Respecto de las superficies plantadas en los últimos seis años por tipo de propietario y especie (los incendios pueden haber afectado a los años 2016 y anteriores), se aprecia un fuerte incremento de Pino el último año en las empresas en convenio; y estable en los PYMP. En *Eucalyptus globulus* hay comportamientos irregulares en ambos tipos de propietarios, aunque es mayor superficie plantada por PYMP. *Eucalyptus nitens* presenta comportamiento uniforme en lo referente a Empresas, y siempre con mayor superficie que 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	
2012	32.085,9	12.326,3	10.134,1	25.904,1	10.715,7	7.532,8	98.699,0
2013	34.261,0	10.739,7	12.215,4	17.600,3	11.015,9	6.671,3	92.503,5
2014	33.731,7	8.128,7	13.482,5	18.480,5	10.994,1	3.077,6	87.895,1
2015	36.139,8	9.437,3	11.938,1	23.501,5	11.347,7	5.311,2	97.675,6
2016	38.917,9	8.395,0	9.929,6	19.258,9	9.734,3	3.973,6	90.209,3
2017	48.516,7	9.766,1	9.232,0	13.894,9	9.991,4	3.495,5	94.896,6
Total (ha)	223.653,0	58.793,2	66.931,8	118.640,2	63.799,0	30.062,0	561.879,1

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 2017, por región.

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

Hubo disminución en superficie total de la región de Coquimbo respecto del año anterior; se pudo confirmar gracias a una intensa campaña en terreno, que ya no existían algunas plantaciones, debido al cambio de uso del suelo (agrícola, urbano), o que no se concretaron las intenciones de forestar; y también al validar información que existía solo en base de datos (entregada por Conaf en 2010). La mayor disminución se produjo en las superficies de *Atriplex*, 7.431 ha menos.

Si bien las plantaciones de *Atriplex* están presentes en las tres provincias de la región, el 45% de la superficie se concentra en la provincia de Choapa.

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

Cuadro 7. Distribución (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
<1997	39.121,9	1.045,6	1.340,8	1.547,2	43.055,5
1997	1.438,4	62,3	18,5	26,9	1.546,1
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	77,4	10,1	87,5
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	0,0	58,8
2016	0,0	0,0	53,5	0,0	53,5
2017	0,0	0,0	50,0	0,0	50,0
Total (ha)	54.659,1	13.461,1	2.731,9	4.121,2	74.973,3

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.

Las principales especies plantadas en la región corresponden al género *Atriplex* (73%), como se expresó anteriormente, le sigue *Acacia saligna* (18%), y *Eucalyptus globulus* (3%).

Región de Valparaíso

La región de Valparaíso contabiliza 46.247 hectáreas de plantaciones forestales.

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
La Ligua	302,4	879,7	464,4	1.646,5
Cabildo	0,0	9,1	0,0	9,1
Zapallar	25,9	634,7	19,0	679,6
Papudo	84,4	180,8	620,1	885,3
Prov. Petorca	412,6	1.704,4	1.103,5	3.220,5
Valparaiso	1.951,4	5.361,3	44,3	7.357,0
Viña del Mar	92,9	199,3	0,0	292,2
Casablanca	2.527,5	7.562,2	0,0	10.089,7
Quintero	28,2	599,5	0,0	627,7
Puchuncaví	176,0	2.068,2	2,1	2.246,3
Concón	152,8	381,0	6,5	540,4
Prov. Valparaiso	4.928,8	16.171,5	53,0	21.153,2
Villa Alemana	0,0	45,7	0,0	45,7
Quilpué	15,7	1.042,6	0,0	1.058,3
Limache	0,0	1.349,2	0,0	1.349,2
Olmué	0,0	82,3	8,6	91,0
Prov. Marga Marga	15,7	2.519,9	8,6	2.544,2
San Antonio	244,8	3.595,6	0,0	3.840,4
Santo Domingo	474,3	4.971,1	22,9	5.468,3
Cartagena	47,0	3.023,7	0,0	3.070,7
El Tabo	154,5	3.328,9	0,0	3.483,5
El Quisco	376,7	1.017,1	0,0	1.393,8
Algarrobo	386,0	1.300,3	47,8	1.734,1
Prov. San Antonio	1.683,2	17.236,8	70,7	18.990,8
Quillota	2,5	94,4	0,0	97,0
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	6,2	186,4	0,0	192,6
Panquehue	0,0	41,8	0,0	41,8
Catemu	0,0	61,4	0,0	61,4
Llailay	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)	7.046,5	37.956,4	1.244,1	46.247,1

En la región predominan las plantaciones con la especie *Eucalyptus globulus*, representan el 82% de la superficie regional en pie; y están concentradas en las provincias de San Antonio y Valparaíso.

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
<1997	3.945,5	2.342,7	386,9	6.675,0
1997	164,2	292,2	0,0	456,4
1998	466,2	269,9	0,0	736,1
1999	156,4	504,9	323,4	984,7
2000	489,5	2.175,8	39,7	2.705,0
2001	315,5	1.599,8	9,7	1.925,0
2002	221,0	1.363,5	28,6	1.613,1
2003	229,3	1.670,6	74,5	1.974,5
2004	49,7	2.976,6	113,6	3.140,0
2005	135,7	2.430,3	106,4	2.672,4
2006	67,1	3.006,3	0,0	3.073,4
2007	188,6	1.941,4	0,0	2.130,0
2008	89,7	1.058,3	18,0	1.166,0
2009	86,9	2.150,2	0,0	2.237,1
2010	157,8	3.187,2	43,0	3.388,0
2011	82,8	2.266,9	63,3	2.412,9
2012	45,8	2.138,9	23,8	2.208,5
2013	51,8	1.023,4	0,0	1.075,3
2014	8,2	1.432,7	0,0	1.440,9
2015	55,7	1.243,6	0,0	1.299,4
2016	16,7	1.791,4	0,0	1.808,1
2017	22,4	1.089,7	13,2	1.125,3
Total (ha)	7.046,5	37.956,4	1.244,1	46.247,1

Al observar la distribución de los años de plantación de la región, nuevamente se destaca que la superficie de edades jóvenes corresponde principalmente a reforestaciones con la especie *Eucalyptus globulus* (principalmente monte bajo).

Región Metropolitana

Esta región acumula 6.072 hectáreas de plantaciones. La provincia de Melipilla concentra las mayores superficies de plantaciones forestales de la región (73%).

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	Otras	Total
Huechuraba	0,0	13,7	0,0	13,7
Recoleta	0,0	287,3	0,0	287,3
Vitacura	0,0	10,5	0,0	10,5
Pudahuel	0,0	35,5	115,3	150,7
Prov. Santiago	0,0	346,9	115,3	462,2
Colina	0,0	281,3	58,8	340,1
Lampa	0,0	9,3	0,0	9,3
Tiltil	0,0	328,6	61,9	390,5
Prov. Chacabuco	0,0	619,2	120,7	739,9
Puente Alto	0,0	30,1	0,0	30,1
San José de Maipo	9,5	7,1	0,0	16,5
Pirque	0,0	74,6	0,0	74,6
Prov. Cordillera	9,5	111,8	0,0	121,2
Buin	0,0	19,5	0,0	19,5
Paine	0,0	57,6	3,1	60,7
Prov. Maipo	0,0	77,1	3,1	80,2
Melipilla	0,0	353,8	15,2	369,0
María Pinto	0,0	15,4	0,0	15,4
Curacaví	0,0	92,2	0,0	92,2
Alhué	0,0	57,3	116,2	173,6
San Pedro	4,0	3.715,5	69,3	3.788,8
Prov. Melipilla	4,0	4.234,2	200,8	4.439,0
Talagante	0,0	79,5	0,0	79,5
Isla de Maipo	0,0	107,0	0,0	107,0
El Monte	0,0	43,0	0,0	43,0
Prov. Talagante	0,0	229,5	0,0	229,5
Total (ha)	13,4	5.618,7	439,9	6.072,0

La principal especie plantada es *Eucalyptus globulus*, representando el 92% de la superficie plantada en la región Metropolitana.

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

Año	<i>Pino radiata</i>	<i>E.globulus</i>	Otras	Total
<1997	13,4	404,8	8,4	426,6
1997	0,0	20,4	0,0	20,4
1998	0,0	63,2	3,3	66,5
1999	0,0	10,7	0,0	10,7
2000	0,0	106,7	0,0	106,7
2001	0,0	117,9	0,0	117,9
2002	0,0	120,0	26,7	146,7
2003	0,0	195,7	4,2	199,9
2004	0,0	150,6	14,1	164,7
2005	0,0	190,9	23,4	214,4
2006	0,0	188,0	0,0	188,0
2007	0,0	233,5	102,6	336,0
2008	0,0	755,2	162,3	917,6
2009	0,0	310,1	55,6	365,7
2010	0,0	453,1	39,4	492,5
2011	0,0	399,7	0,0	399,7
2012	0,0	372,8	0,0	372,8
2013	0,0	288,5	0,0	288,5
2014	0,0	229,5	0,0	229,5
2015	0,0	513,5	0,0	513,5
2016	0,0	253,4	0,0	253,4
2017	0,0	240,6	0,0	240,6
Total (ha)	13,4	5.618,7	439,9	6.072,0

Las plantaciones de *Eucalyptus globulus* son las únicas que presentan reforestaciones los últimos siete años en la región, producto de los rebrotes posteriores a las cosechas.

Las plantaciones de *Pinus radiata* en la región Metropolitana son muy escasas, con tendencia a la desaparición.

Región de O'Higgins

La región de O'Higgins acumuló un total regional de 119.756 hectáreas de plantaciones forestales.

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Rancagua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Machalí	0,0	122,4	0,0	0,0	122,4
Graneros	13,7	36,9	0,0	0,0	50,6
Mostazal	0,0	584,3	0,0	17,1	601,4
Doñihue	0,0	29,3	0,0	36,4	65,6
Coltauco	0,0	53,1	0,0	696,3	749,4
Codegua	0,0	183,7	0,0	0,0	183,7
Peumo	0,0	23,4	0,0	3,4	26,8
Las Cabras	91,4	530,8	0,0	16,2	638,4
San Vicente	0,0	54,0	0,0	11,1	65,1
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	30,4	64,5
Coinco	0,0	20,8	0,0	535,5	556,3
Quinta Tilcoco	0,0	12,5	0,0	16,4	28,8
Prov. Cachapoal	105,1	2.347,9	0,0	1.411,3	3.864,3
San Fernando	1.962,7	246,6	13,6	1,5	2.224,5
Chimbarongo	0,0	161,7	0,0	0,0	161,7
Nancagua	1,3	18,4	0,0	0,0	19,7
Placilla	2,5	41,2	0,0	0,0	43,7
Santa Cruz	1.258,9	468,4	0,0	0,0	1.727,3
Lolol	5.343,9	3.662,9	0,0	53,4	9.060,2
Palmilla	0,0	60,4	0,0	0,0	60,4
Peralillo	306,9	624,3	0,0	12,8	944,0
Chépica	3.333,8	279,1	0,0	37,4	3.650,3
Pumanque	4.264,6	4.063,7	0,0	1,0	8.329,3
Prov. Colchagua	16.474,7	9.626,7	13,6	106,1	26.221,1
Pichilemu	21.083,6	11.961,6	0,0	102,1	33.147,2
Navidad	822,0	3.354,9	0,0	0,0	4.176,9
Litueche	5.893,9	6.462,4	0,0	68,4	12.424,7
La Estrella	500,3	2.022,4	0,0	9,0	2.531,7
Marchihue	6.833,3	5.562,3	0,0	0,9	12.396,5
Paredones	16.550,1	8.411,5	0,0	32,1	24.993,7
Prov. Cardenal Caro	51.683,2	37.775,1	0,0	212,4	89.670,7

Total (ha)	68.262,9	49.749,6	13,6	1.729,9	119.756,1
-------------------	-----------------	-----------------	-------------	----------------	------------------

Esta región fue afectada por los incendios en el verano de 2017; y consecuencia de aquello disminuyó en 9.017 ha la superficie total plantada, respecto del año anterior.

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	Pino radiata	E. globulus	E. nitens	Otras	Total
<1997	10.749,3	1.710,3	0,0	204,8	12.664,4
1997	1.730,3	341,3	0,0	12,2	2.083,7
1998	5.536,9	998,8	0,0	3,5	6.539,2
1999	3.743,9	282,1	13,6	2,5	4.042,1
2000	5.981,1	2.575,8	0,0	104,1	8.661,1
2001	3.018,2	759,6	0,0	19,5	3.797,3
2002	2.103,8	2.260,9	0,0	63,9	4.428,6
2003	2.916,5	2.535,7	0,0	0,0	5.452,2
2004	3.029,8	2.897,0	0,0	53,2	5.980,1
2005	3.012,0	4.724,5	0,0	115,8	7.852,2
2006	1.088,6	2.527,6	0,0	48,4	3.664,6
2007	1.118,6	3.016,6	0,0	90,8	4.226,0
2008	1.653,4	4.143,2	0,0	269,1	6.065,7
2009	2.571,1	4.356,3	0,0	216,2	7.143,6
2010	4.681,6	3.631,2	0,0	317,4	8.630,2
2011	2.197,3	2.470,8	0,0	72,0	4.740,0
2012	2.719,0	2.797,2	0,0	39,7	5.556,0
2013	3.485,3	2.325,6	0,0	56,2	5.867,1
2014	1.628,5	2.159,1	0,0	27,3	3.814,8
2015	681,0	885,2	0,0	3,6	1.569,8
2016	1.438,1	1.143,9	0,0	9,0	2.590,9
2017	3.178,7	1.207,0	0,0	0,8	4.386,5
Total (ha)	68.262,9	49.749,6	13,6	1.729,9	119.756,1

Pinus radiata constituye la especie con mayor superficie plantada para la región de O'Higgins (57% de la superficie total), y también fue la más afectada por los incendios con 7.809 ha. Las plantaciones de *Eucalyptus globulus*, en cambio, sufrieron una baja de 1.200 ha.

Región del Maule

La región del Maule fue la más afectada por los incendios forestales; presentó 360.068 hectáreas de plantaciones a Diciembre del 2017, casi 70.000 hectáreas menos que el período anterior.

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Curicó	2.827,2	304,9	0,0	0,0	3.132,1
Teno	222,1	242,2	0,0	0,0	464,3
Romeral	2.921,5	333,6	19,3	0,0	3.274,4
Rauco	448,2	68,3	0,0	0,0	516,5
Licantén	7.828,7	951,9	0,0	0,0	8.780,6
Vichuquén	10.585,1	3.495,3	0,0	107,5	14.187,8
Hualañé	8.656,0	852,4	0,0	11,4	9.519,8
Molina	4.473,0	519,2	298,3	237,5	5.528,1
Sag. Familia	5.730,2	637,6	0,0	22,8	6.390,6
Prov. Curicó	43.691,9	7.405,4	317,5	379,3	51.794,1
Talca	36,1	85,1	0,0	16,2	137,4
San Clemente	12.621,5	805,2	1.044,4	47,2	14.518,3
Pelarco	3.834,3	636,7	300,8	0,0	4.771,7
Río Claro	2.967,1	693,6	205,0	18,5	3.884,2
Pencahue	24.332,3	1.051,7	0,0	17,1	25.401,1
Maule	1.009,6	91,9	0,0	25,7	1.127,2
Curepto	30.285,2	1.111,5	49,1	28,1	31.473,9
Constitución	37.941,6	5.427,0	0,0	556,5	43.925,1
Empedrado	11.788,1	321,1	0,0	213,6	12.322,8
San Rafael	316,6	232,6	231,0	1,0	781,1
Prov. Talca	125.132,3	10.456,4	1.830,3	923,9	138.342,9
Linares	5.672,5	1.046,7	0,0	6,8	6.726,0
Yerbas Buenas	175,1	504,2	12,6	0,7	692,6
Colbún	3.412,4	1.081,4	122,2	306,5	4.922,6
Longaví	14.904,1	643,1	181,7	11,1	15.740,0
Parral	17.008,4	1.106,7	116,5	123,1	18.354,7
Retiro	3.416,2	3.616,9	32,8	2.180,4	9.246,3
Villa Alegre	0,9	168,1	0,0	13,9	182,9
San Javier	22.147,6	1.867,5	0,0	126,7	24.141,8
Prov. Linares	66.737,2	10.034,6	465,9	2.769,1	80.006,8
Cauquenes	46.208,1	12.927,8	1,1	97,9	59.234,9
Pelluhue	7.951,4	3.214,2	0,0	20,4	11.186,0
Chanco	16.234,6	3.218,0	0,0	50,5	19.503,2
Prov. Cauquenes	70.394,1	19.360,0	1,1	168,8	89.924,1
Total (ha)	305.955,5	47.256,3	2.614,9	4.241,1	360.067,8

La provincia de Talca fue la más afectada por los incendios, la superficie de plantaciones disminuyó en poco más de cuarenta mil hectáreas, le siguió la provincia de Curicó con 16 mil hectáreas menos que en el año 2016.

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

Año	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1997	46.552,0	2.539,1	175,9	601,5	49.868,6
1997	11.704,4	268,0	0,0	451,9	12.424,3
1998	10.257,0	255,1	0,0	203,6	10.715,7
1999	14.426,1	146,1	0,0	112,5	14.684,7
2000	11.298,7	534,2	0,0	115,6	11.948,5
2001	11.267,3	872,5	0,0	211,3	12.351,1
2002	11.517,5	1.175,7	22,0	49,3	12.764,5
2003	11.654,8	2.081,5	0,0	193,8	13.930,2
2004	16.252,9	2.994,4	27,9	407,2	19.682,5
2005	15.800,0	6.404,0	1,1	148,8	22.353,9
2006	16.553,8	3.700,0	110,6	336,9	20.701,3
2007	13.714,1	4.002,4	185,8	39,4	17.941,7
2008	10.574,8	2.658,6	45,4	123,2	13.402,0
2009	11.038,2	2.932,4	34,7	9,7	14.015,1
2010	9.924,3	1.521,4	238,9	131,1	11.815,7
2011	9.008,9	1.871,7	364,0	116,8	11.361,4
2012	8.977,9	2.753,5	357,5	28,9	12.117,8
2013	8.744,4	1.399,8	281,5	75,8	10.501,5
2014	10.589,2	2.923,7	646,2	247,1	14.406,1
2015	11.224,1	2.058,1	9,0	183,3	13.474,7
2016	11.383,1	1.991,9	0,0	242,0	13.617,1
2017	23.491,9	2.172,3	114,2	211,3	25.989,6
Total (ha)	305.955,5	47.256,3	2.614,9	4.241,1	360.067,8

Las plantaciones de *Pinus radiata*, fueron las más afectadas por la disminución a causa de los incendios. Sin Embargo, se pudo registrar una fuerte reforestación con esta especie, en el año 2017, impulsada por las grandes empresas presentes en la región del Maule.

Región de Ñuble

La nueva región de Ñuble, que formaba parte de la región del Bío Bío, totalizó 273.146 ha de plantaciones forestales.

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Chillán	6.096,7	2.655,3	245,2	439,6	9.436,8
Pinto	2.800,8	786,1	704,5	28,6	4.319,9
Bulnes	1.661,6	3.200,8	76,9	204,0	5.143,2
San Ignacio	2.680,5	706,4	302,8	121,5	3.811,3
Quillón	4.330,8	5.134,4	0,3	2,1	9.467,6
Yungay	18.923,9	218,3	4.220,4	593,5	23.956,0
Pemuco	19.035,9	1.142,9	879,1	802,2	21.860,1
El Carmen	6.492,1	601,0	1.201,3	55,4	8.349,8
Chillán Viejo	2.580,4	4.029,2	5,0	0,0	6.614,7
Prov. Diguillín	64.602,6	18.474,3	7.635,5	2.246,9	92.959,4
Quirihue	19.201,1	8.984,5	133,1	76,9	28.395,5
Ninhue	8.448,8	6.888,6	0,0	0,0	15.337,4
Portezuelo	7.171,9	2.353,0	2,9	14,8	9.542,6
Cobquecura	12.429,8	9.436,7	226,3	394,8	22.487,6
Trehuaco	7.607,4	2.377,4	4,2	159,7	10.148,6
Ranquil	5.473,9	2.467,0	0,0	22,5	7.963,4
Coelemu	8.299,0	4.912,7	506,7	725,9	14.444,4
Prov. Itata	68.631,9	37.420,0	873,2	1.394,6	108.319,6
Coihueco	24.209,6	1.623,7	4.230,6	614,1	30.678,0
San Carlos	5.128,8	3.998,6	111,0	20,2	9.258,7
Ñiquén	3.957,0	1.923,6	425,9	143,8	6.450,2
San Fabián	7.489,0	319,0	2.457,5	598,9	10.864,4
San Nicolás	6.074,2	8.346,1	183,1	12,3	14.615,6
Prov. Punilla	46.858,6	16.210,9	7.408,1	1.389,2	71.866,8
Total (ha)	180.093,1	72.105,2	15.916,8	5.030,7	273.145,8

La región de Ñuble, también afectada por el desastre, presentó una merma de 8.714 hectáreas de plantaciones, respecto del año 2016 (antigua provincia de Ñuble, región del Bío Bío).

La provincia del Itata destaca por acumular el 40% de la superficie regional de plantaciones forestales, seguida de las provincias de Diguillín (34%) y Punilla (26%).

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>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1997	24.881,3	1.271,7	52,7	725,1	26.930,9
1997	5.007,6	135,5	2,6	42,5	5.188,2
1998	6.568,3	193,9	9,3	200,1	6.971,6
1999	4.711,8	283,9	16,3	124,1	5.136,0
2000	7.661,6	513,2	31,4	77,1	8.283,2
2001	5.091,4	1.574,1	159,3	71,9	6.896,6
2002	7.737,8	1.405,0	66,7	49,5	9.258,9
2003	7.857,9	2.314,8	145,6	24,9	10.343,2
2004	7.871,2	5.580,1	540,8	93,2	14.085,3
2005	8.117,5	7.627,3	399,8	119,0	16.263,7
2006	9.016,6	7.944,8	1.432,1	90,2	18.483,7
2007	8.765,8	6.850,8	641,9	2,9	16.261,4
2008	9.081,5	2.136,0	900,3	95,1	12.212,8
2009	8.678,4	4.886,1	1.124,2	34,3	14.723,0
2010	9.916,8	2.897,0	1.261,9	183,1	14.258,7
2011	5.767,2	3.505,6	1.786,3	32,6	11.091,6
2012	9.942,1	3.966,2	1.896,5	27,8	15.832,5
2013	8.470,2	4.924,9	1.853,7	126,9	15.375,7
2014	5.564,0	2.865,4	1.390,8	62,7	9.882,9
2015	7.134,4	4.688,4	1.210,4	580,3	13.613,5
2016	6.169,1	4.828,8	519,3	1.062,0	12.579,2
2017	6.080,9	1.711,7	474,9	1.205,4	9.473,0
Total (ha)	180.093,1	72.105,2	15.916,8	5.030,7	273.145,8

Pino radiata es la especie con mayor superficie en la región de Ñuble (66%), seguido de *Eucalyptus globulus* (26%) y *Eucalyptus nitens* (6%).

Región del Bío Bío

La región del Bío Bío concentra mayor superficie de plantaciones a nivel nacional, con 622.502 hectáreas.

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Concepción	2.604,9	2.515,3	46,4	232,2	5.398,9
Penco	1.172,9	2.273,1	5,3	21,5	3.472,8
Hualqui	10.689,9	4.841,6	700,3	190,2	16.422,0
Florida	5.698,1	7.304,2	33,2	625,1	13.660,7
Tomé	6.667,6	10.645,6	208,1	571,2	18.092,5
Talcahuano	463,4	198,1	0,0	0,0	661,6
Coronel	5.680,4	3.443,9	29,9	70,6	9.224,8
Lota	2.804,2	4.396,0	337,9	170,3	7.708,4
Santa Juana	17.278,1	10.369,8	8.763,9	326,2	36.738,1
Chiguayante	306,3	587,2	13,9	0,0	907,5
San Pedro de la Paz	2.698,9	940,4	0,0	52,6	3.691,9
Hualpen	34,7	345,7	0,0	0,0	380,4
Prov. Concepción	56.099,6	47.861,1	10.138,9	2.259,9	116.359,6
Arauco	12.832,2	19.174,6	2.383,5	558,2	34.948,5
Curanilahue	31.555,4	12.548,6	6.966,7	1.056,5	52.127,1
Lebu	7.684,1	13.391,1	2.426,1	127,4	23.628,7
Los Alamos	13.612,8	6.817,5	107,8	387,2	20.925,3
Cañete	19.243,0	9.109,4	1.956,2	44,0	30.352,7
Contulmo	10.536,3	12.918,1	354,6	15,2	23.824,1
Tirúa	11.503,0	6.720,7	92,1	353,7	18.669,4
Prov. Arauco	106.966,8	80.679,8	14.286,9	2.542,2	204.475,7
Los Angeles	39.853,5	3.230,5	1.492,6	381,8	44.958,5
Sta. Bárbara	13.786,0	580,8	13.667,4	235,0	28.269,2
Laja	9.406,9	3.206,9	574,3	511,6	13.699,8
Quilleco	22.212,1	1.230,6	8.340,8	90,3	31.873,8
Nacimiento	12.812,7	12.638,4	7.554,6	748,6	33.754,3
Negrete	427,6	975,9	355,8	11,3	1.770,6
Mulchén	29.672,1	12.746,0	20.359,1	3.294,0	66.071,1
Quilaco	7.963,6	900,5	4.756,9	47,6	13.668,7
Yumbel	16.828,5	3.405,2	151,9	163,7	20.549,3
Cabrero	22.440,4	1.058,6	438,6	138,2	24.075,8
San Rosendo	3.564,3	861,7	30,6	34,1	4.490,8
Tucapel	8.000,9	225,3	7.405,1	381,4	16.012,6
Antuco	929,9	92,1	747,6	196,6	1.966,2
Alto BioBío	439,4	5,0	53,4	8,4	506,1
Prov. Biobío	188.337,9	41.157,6	65.928,8	6.242,5	301.666,8

Total (ha)	351.404,3	169.698,5	90.354,6	11.044,7	622.502,1
-------------------	------------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------

La región del Bío Bío fue la más austral alcanzada por el denominado “mega incendio” de 2017, afectó principalmente a la provincia de Concepción. Al comparar las tres provincias, respecto del año anterior, se registró una baja de 24.000 hectáreas.

La provincia del Bío Bío destaca como la de mayor superficie regional de plantaciones forestales con 48%.

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>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1997	47.056,6	5.936,4	3.383,1	2.885,6	59.261,8
1997	15.756,0	1.960,0	995,9	119,7	18.831,6
1998	16.161,2	1.966,1	1.189,7	178,5	19.495,6
1999	16.252,1	2.854,0	500,1	78,7	19.684,9
2000	15.560,0	4.492,8	976,0	109,6	21.138,4
2001	11.282,0	5.004,7	431,1	17,1	16.735,0
2002	12.865,2	5.793,8	1.086,4	42,9	19.788,2
2003	19.160,1	6.465,0	1.315,5	129,1	27.069,8
2004	17.214,4	6.184,5	866,2	143,0	24.408,2
2005	17.605,4	7.078,1	2.051,4	314,1	27.049,0
2006	17.009,4	8.873,7	3.677,7	176,1	29.736,9
2007	17.994,9	10.370,3	4.446,7	340,5	33.152,3
2008	17.697,3	7.729,0	9.807,0	302,4	35.535,7
2009	14.805,5	8.460,9	9.036,0	194,9	32.497,3
2010	12.848,5	7.390,5	6.722,0	120,6	27.081,6
2011	12.297,4	9.151,4	7.943,9	196,9	29.589,5
2012	9.488,7	11.536,2	7.787,2	134,1	28.946,3
2013	10.752,1	10.858,0	6.891,3	152,9	28.654,2
2014	10.892,1	14.071,5	5.184,6	217,3	30.365,6
2015	11.876,7	12.395,9	5.686,8	634,7	30.594,1
2016	14.316,0	9.658,9	5.011,4	1.025,7	30.011,9
2017	12.512,7	11.466,8	5.364,7	3.530,3	32.874,5
Total (ha)	351.404,3	169.698,5	90.354,6	11.044,7	622.502,1

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

Región de La Araucanía

Esta región contabiliza 497.089 hectáreas de plantaciones forestales al año 2017, cuatro mil más que el año anterior; es la segunda a nivel nacional con superficie plantada.

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

Comuna	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Angol	16.335,2	20.053,6	5.174,4	895,1	42.458,3
Purén	4.265,4	8.134,8	269,7	16,1	12.686,1
Los Sauces	13.108,4	25.862,3	1.193,8	418,0	40.582,4
Renaico	1.323,5	4.552,4	2.199,5	476,8	8.552,2
Collipulli	27.416,1	10.097,0	11.725,3	2.309,3	51.547,7
Ercilla	6.675,0	4.443,7	5.185,9	20,9	16.325,5
Traiguén	7.943,8	14.006,2	671,8	438,0	23.059,7
Lumaco	33.654,9	14.964,3	173,4	93,6	48.886,2
Victoria	12.237,5	315,9	8.447,0	41,4	21.041,7
Curacautín	1.119,1	144,3	5.536,9	213,3	7.013,6
Lonquimay	2,8	15,8	0,0	2.418,6	2.437,2
Prov. Malleco	124.081,8	102.590,2	40.577,6	7.341,1	274.590,7
Temuco	5.596,7	2.232,7	393,2	35,1	8.257,6
Vilcún	6.603,5	673,0	3.156,9	1.287,2	11.720,6
Freire	1.657,9	623,7	860,3	359,7	3.501,5
Cunco	9.737,5	549,3	4.429,6	299,2	15.015,6
Lautaro	8.181,4	2.909,0	5.386,0	157,7	16.634,2
Perquenco	699,2	907,3	335,4	0,0	1.941,9
Galvarino	9.397,9	9.898,3	622,2	66,3	19.984,6
Nueva Imperial	9.183,6	7.528,1	499,4	44,8	17.255,9
Carahue	27.485,1	6.223,3	914,4	405,8	35.028,7
Saavedra	298,6	1.050,4	5,9	0,9	1.355,7
Pitrufuén	2.469,1	2.563,6	227,4	9,1	5.269,2
Gorbea	5.525,2	5.579,5	647,3	119,8	11.871,8
Toltén	21.429,2	4.699,9	1.688,3	375,2	28.192,6
Loncoche	13.035,6	3.539,6	3.360,3	750,1	20.685,6
Villarrica	935,5	287,5	691,8	5.215,3	7.130,1
Pucón	336,6	31,3	473,0	267,9	1.108,8
Melipeuco	2.685,9	0,0	221,6	68,5	2.976,0
Curarrehue	28,1	0,0	183,0	26,6	237,7
Teodoro Schmidt	3.814,8	1.168,3	516,5	16,2	5.515,8
Padre Las Casas	1.233,3	522,7	168,4	1,8	1.926,2

Chol Chol	1.122,5	5.363,9	379,6	22,1	6.888,1
Prov. Cautín	131.457,2	56.351,4	25.160,4	9.529,2	222.498,3
Total (ha)	255.539,0	158.941,6	65.738,1	16.870,3	497.089,0

El incremento en superficie respecto del año 2016, estuvo marcado principalmente por plantaciones de *E. globulus* y *E nitens*.

Respecto de la distribución del inventario en sus años de plantación, la región de la Araucanía se caracteriza por la importante participación del género *Eucalyptus*. 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>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1997	51.246,1	3.462,9	3.967,9	5.131,2	63.808,1
1997	10.485,1	1.644,5	1.446,2	205,6	13.781,4
1998	9.434,4	2.632,7	2.242,1	299,6	14.608,8
1999	7.831,4	1.345,2	1.058,6	680,0	10.915,3
2000	9.322,3	5.023,8	1.063,0	1.148,0	16.557,1
2001	7.142,9	3.229,9	1.093,2	74,6	11.540,7
2002	7.365,9	3.414,2	694,8	136,6	11.611,6
2003	7.402,5	5.273,9	1.659,9	390,6	14.727,0
2004	10.443,6	6.886,9	960,4	206,6	18.497,4
2005	12.285,9	16.736,8	2.852,3	803,2	32.678,2
2006	12.166,8	13.910,0	1.928,5	1.149,4	29.154,8
2007	11.102,1	9.043,3	2.383,5	924,0	23.452,9
2008	10.552,0	12.212,5	3.158,4	428,4	26.351,3
2009	8.547,2	10.366,7	6.230,4	464,6	25.609,0
2010	10.072,1	10.931,6	5.794,5	313,5	27.111,7
2011	8.859,1	7.889,9	4.639,0	205,9	21.593,9
2012	9.533,5	10.077,0	3.607,6	527,2	23.745,4
2013	9.371,0	6.721,8	4.443,5	306,6	20.842,9
2014	9.106,2	7.095,3	4.332,3	270,5	20.804,3
2015	12.335,9	10.455,4	4.789,3	377,6	27.958,3
2016	11.043,3	7.579,0	4.113,6	1.156,2	23.892,1
2017	9.889,5	3.008,1	3.278,9	1.670,5	17.847,0
Total (ha)	255.539,0	158.941,6	65.738,1	16.870,3	497.089,0

La superficie plantada con de *Pino radiata*, representa el 51% del total, en la región de la Araucanía.

Región de Los Ríos

Esta región cuenta con 183.919 hectáreas de plantaciones. La especie *Pinus radiata* es la que predomina en términos de superficie, seguida por *Eucalyptus nitens*.

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

Comunas	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Valdivia	14.248,4	2.705,1	5.250,8	854,9	23.059,2
Mariquina	20.081,4	3.713,2	8.259,3	1.455,3	33.509,2
Lanco	5.952,7	1.526,4	2.583,4	1.526,7	11.589,1
Los Lagos	12.644,6	1.670,0	9.168,4	1.134,8	24.617,8
Corral	4.257,6	2.402,3	5.630,1	244,5	12.534,5
Mafil	8.872,7	920,7	2.895,5	238,1	12.927,1
Panguipulli	1.261,8	445,3	3.041,2	1.858,5	6.606,8
Paillaco	7.698,7	1.996,1	7.005,1	412,7	17.112,6
Prov. Valdivia	75.017,8	15.379,0	43.833,9	7.725,6	141.956,3
Futrono	373,2	287,7	1.680,9	293,1	2.634,9
La Unión	18.058,3	4.613,7	11.596,1	789,4	35.057,5
Río Bueno	39,0	167,1	3.059,8	54,4	3.320,3
Lago Ranco	136,0	24,5	771,1	19,0	950,6
Prov. Ranco	18.606,5	5.093,0	17.107,9	1.156,0	41.963,3
Total (ha)	93.624,3	20.472,0	60.941,7	8.881,6	183.919,7

La provincia de Valdivia, concentró el 77% de las plantaciones forestales de la región de Los Ríos; el 80% de la superficie de *Pino radiata*, 75% de *Eucalyptus globulus* y el 72% de *Eucalyptus nitens* están en esta provincia.

En la provincia de Ranco se destaca la comuna de La Unión, que reúne el 83% de la superficie provincial de plantaciones forestales.

El 78% de la superficie regional de plantaciones, pertenece a Empresas en convenio con INFOR; y el 92% de la superficie regional de *Pinus radiata*.

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

Año	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1997	28.151,3	3.433,3	2.744,4	3.543,6	37.872,5
1997	3.185,4	411,1	1.045,1	97,8	4.739,3
1998	2.817,3	1.090,8	1.698,9	186,0	5.793,1
1999	2.630,3	994,9	2.469,1	251,8	6.346,1
2000	2.922,7	2.199,4	2.687,9	428,5	8.238,5
2001	1.849,0	864,1	1.781,0	205,1	4.699,2
2002	1.968,9	1.140,0	1.620,6	209,6	4.939,1
2003	2.809,0	1.210,7	2.222,3	66,6	6.308,6
2004	2.418,1	1.168,6	2.253,6	160,1	6.000,5
2005	2.728,1	722,0	3.339,2	126,6	6.915,8
2006	3.331,8	1.043,5	4.641,8	330,6	9.347,7
2007	3.565,9	532,4	3.458,2	84,8	7.641,3
2008	4.080,5	461,8	3.560,8	74,9	8.177,9
2009	4.627,9	638,6	4.127,1	153,1	9.546,8
2010	4.182,5	684,5	3.424,7	723,3	9.014,9
2011	4.473,8	300,9	2.525,0	208,8	7.508,5
2012	3.533,8	433,4	3.077,9	101,9	7.147,0
2013	3.811,6	640,6	3.031,9	250,9	7.735,0
2014	3.843,5	215,5	1.854,2	164,3	6.077,6
2015	2.089,5	1.345,7	3.329,5	124,7	6.889,3
2016	2.273,5	544,7	3.416,8	247,4	6.482,4
2017	2.330,0	395,5	2.631,8	1.141,3	6.498,5
Total (ha)	93.624,3	20.472,0	60.941,7	8.881,6	183.919,7

En los últimos tres años la especie *Pinus radiata* muestra menor superficie plantada, lo que coincide con el incremento en la superficie de *Eucalyptus nitens* a partir de 2015.

Región de Los Lagos

La región de los Lagos presenta un total de 75.780 hectáreas de plantaciones forestales (Cuadro N°24).

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

Comuna	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
Osorno	995,9	1.726,3	900,7	143,4	3.766,3
San Pablo	2.059,9	1.266,8	1.420,3	300,1	5.047,1
Puerto Octay	197,6	70,4	8.822,0	113,8	9.203,7
Puyehue	73,6	137,0	14,7	58,6	283,9
Rio Negro	3.540,9	1.840,1	3.639,6	131,7	9.152,3
Purranque	893,0	5.413,2	3.515,2	296,1	10.117,5
San Juan	6.603,1	2.169,4	4.467,2	358,5	13.598,1
Prov. Osorno	14.364,0	12.623,2	22.779,7	1.402,1	51.168,9
Puerto Montt	23,9	129,8	1.104,0	55,5	1.313,2
Cochamó	0,6	7,2	6,6	2,9	17,2
Puerto Varas	0,0	54,2	698,5	258,9	1.011,6
Fresia	512,8	9.142,1	1.309,0	113,8	11.077,7
Frutillar	102,1	125,7	7,8	44,3	279,9
Llanquihue	0,0	27,3	6,4	0,0	33,7
Mauñín	65,4	555,4	1.506,4	36,0	2.163,3
Los Muermos	2,9	1.203,1	140,0	77,0	1.423,0
Calbuco	1,9	128,2	2.417,9	22,4	2.570,4
Prov. Llanquihue	709,6	11.373,2	7.196,5	610,7	19.889,9
Castro	0,0	0,0	157,8	95,3	253,0
Chonchi	0,0	0,0	255,4	1,7	257,1
Queilén	6,8	0,0	125,8	0,5	133,0
Quellón	0,0	0,5	188,3	0,0	188,9
Ancud	61,0	10,8	2.860,8	16,8	2.949,4
Quemchi	0,0	0,0	260,5	2,3	262,8
Dalcahue	0,0	3,9	663,4	7,8	675,1
Curaco de Vélez	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0
Prov. Chiloé	67,7	15,3	4.513,0	124,3	4.720,3
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)	15.141,3	24.013,0	34.489,1	2.137,0	75.780,4

Eucalyptus nitens es la especie más importante en términos de superficie (45%) en la región de Los Lagos.

La provincia de Osorno concentra el 67% de la superficie de plantaciones de la región.

Al analizar la distribución de superficies por año de plantación de esta región (Cuadro N°25), se aprecia que, en los últimos tres años, *E. globulus* ha superado la superficie plantada con *E. nitens*.

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

Año	<i>Pino radiata</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. nitens</i>	Otras	Total
<1997	5.501,6	855,1	2.303,5	896,5	9.556,8
1997	583,7	344,6	69,9	56,7	1.054,9
1998	398,8	466,4	1.243,4	109,8	2.218,4
1999	80,7	185,9	155,0	32,6	454,2
2000	246,0	1.016,6	709,2	213,8	2.185,7
2001	107,4	322,7	724,4	16,9	1.171,3
2002	236,4	440,4	775,6	12,3	1.464,7
2003	555,9	326,7	672,5	3,0	1.558,1
2004	648,0	578,6	1.177,5	58,9	2.463,0
2005	702,2	752,2	1.737,1	65,9	3.257,3
2006	957,0	398,5	2.395,9	169,3	3.920,7
2007	376,9	705,8	5.430,5	13,3	6.526,5
2008	981,6	1.258,1	4.122,4	151,9	6.514,0
2009	853,3	2.493,6	2.621,5	37,6	6.006,0
2010	341,7	2.533,4	1.718,7	27,8	4.621,6
2011	225,9	1.977,1	1.358,1	19,7	3.580,8
2012	171,4	1.885,6	1.521,8	120,9	3.699,8
2013	314,3	1.580,6	1.185,3	16,7	3.096,9
2014	228,9	967,6	663,6	0,0	1.860,0
2015	179,7	1.795,0	1.633,8	22,4	3.630,9
2016	673,2	1.343,0	646,8	1,1	2.664,1
2017	776,9	1.785,2	1.622,3	90,1	4.274,5
Total (ha)	15.141,3	24.013,0	34.489,1	2.137,0	75.780,4

Pinus radiata es la tercera especie en importancia de superficie, en esta región; y el 62% pertenece a empresas en convenio con INFOR.

Región de Aysén

Esta región contabiliza 29.971 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	690,2	56,2	2.352,0	17,2	3.115,5
Cisnes	0,0	0,0	75,0	8,3	83,3
Prov. Aysén	690,2	56,2	2.427,0	25,4	3.198,8
Chile Chico	957,2	198,4	77,9	246,2	1.479,7
Río Ibañez	2.163,9	114,2	44,4	219,8	2.542,4
Prov. Gen. Carrera	3.121,1	312,6	122,3	465,9	4.022,0
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	12.852,8	3.777,0	848,7	1.582,6	19.061,1
Lago Verde	471,7	90,3	82,9	68,4	713,3
Prov. Coyhaique	13.324,6	3.867,3	931,6	1.651,0	19.774,5
Total (ha)	18.680,2	5.117,1	3.483,8	2.690,7	29.971,7

En esta actualización se descontaron superficies que estaban en bases de datos (entregadas por CONAF) y no estaban identificadas en cartografía digital; también plantaciones que ya no existen como tal (validación en terreno).

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

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 25 detalla la distribución de las superficies existentes al 2017 por año de plantación en la región de Aysén, donde se aprecia una fuerte baja de la superficie plantada de todas las especies, desde el año 2008 en adelante.

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
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 forestada de las Empresas en convenio presentes, y la ausencia de un instrumento legal desde el año 2012, que incentive la forestación para PYMP.

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

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 Pino 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

* Datos actualizados durante año 2011

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 Pino 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 Pino 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

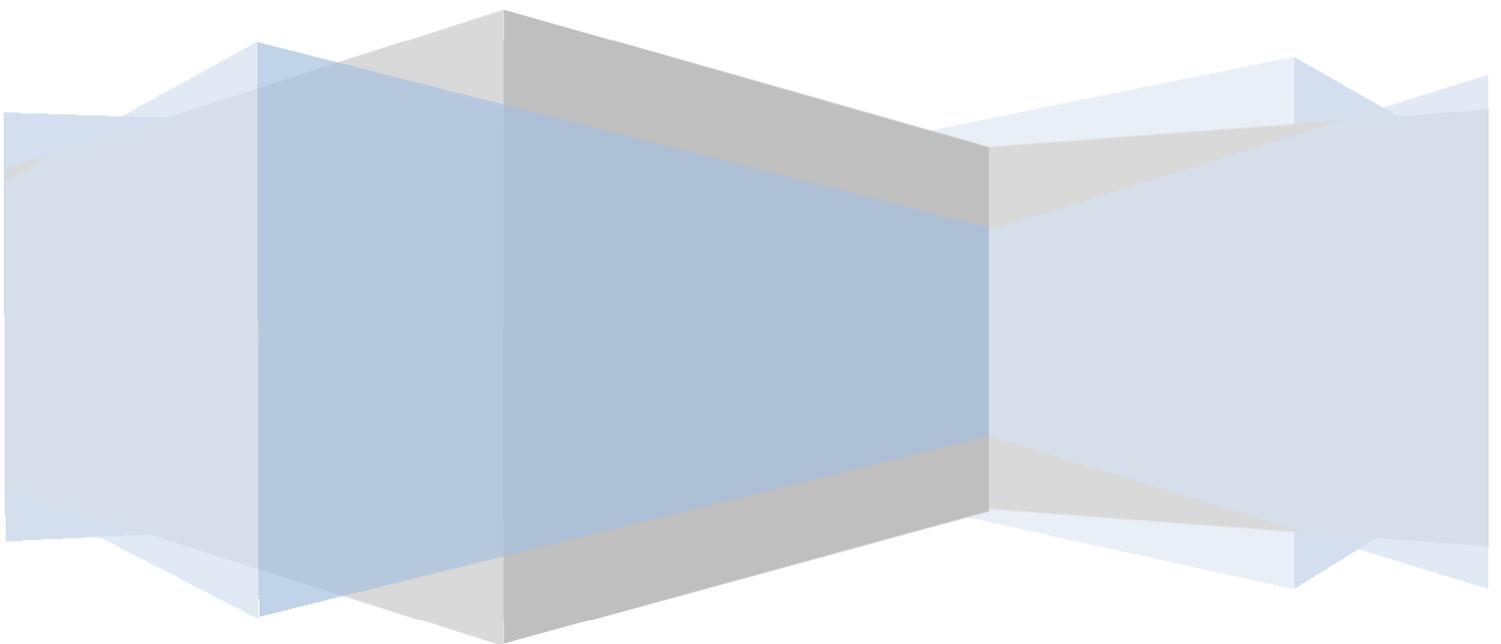
CLASE EDAD	ALTURA METROS	SUPERFICIE HA
7-9	21,03	2.593,8
>=10	31,34	5.902,9

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

INVENTARIO BOSQUE NATIVO

CAPITULO III

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN.....	2
MACROREGION NORTE.....	5
REGION DE COQUIMBO.....	5
REGION DE VALPARAISO	5
REGION METROPOLITANA.....	6
REGION DE O'HIGGINS.....	6
REGION DEL MAULE.....	7
REGION DEL BIO BIO	12
REGION DE LOS RIOS.....	24
REGION DE LOS LAGOS.....	29
REGION DE AYSÉN	36
REGION DE MAGALLANES.....	42

Indice Figuras

Figura 1 Existencias A. Basal y Volumen Región del Maule.....	11
Figura 2 Existencias A. Basal y Volumen Región del Bío Bío.....	17
Figura 3 Existencias A. Basal y Volumen Región de la Araucanía.....	23
Figura 4 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Ríos	28
Figura 5 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Lagos.....	35
Figura 6 Existencias A. Basal y Volumen Región de Aysén.....	41
Figura 7 Existencias A. Basal y Volumen Región de Magallanes.....	46

Inventario de Bosque Nativo

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan en forma detallada las existencias totales por región comprendidas en el proceso de actualización 2017-2018 el que involucra la región de Aysén, la región de Magallanes, así como la proyección de las regiones, de Coquimbo, Valparaíso, Región Metropolitana, O'Higgins, Maule, BíoBío, Araucanía, los Ríos los Lagos, y Aysén.

El total de superficie bajo actualización alcanza en este período aproximadamente 3,4 millones de hectáreas, correspondientes al cuarto año de este ciclo de inventario continuo.

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. En los cuadros de resultados, se consideran los volúmenes sólido fustal sin corteza sin deducción por defectos de la parte fustal del individuo y sin considerar su porción aérea. 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.

RESUMEN

El inventario Continuo de los Ecosistemas Forestales 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 2018 equivalente a 3.399.040 ha. Las existencias brutas totales fustales comprendidas en las regiones ya medidas alcanzan los 3.652 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 REGIÓN

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	1.594.396.240,2	37.327.130,1	4.814.066,0
De Magallanes	651.560.401,5	14.119.403,6	2.625.506,0
Total	3.652.454.473,9	100.109.027,9	13.424.000,0

Las existencias expandidas a la población total programada a la base país de 13,4 MMha totalizan 3.652 millones de m3ssc, y se detallan a continuación en tabla 2:

Tabla N°2
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS

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	331,20	1.594.396.240,2
De Magallanes	2.625.506,00	248,17	651.560.401,5
Total	13.424.000,00		3.652.454.473,9

En este respecto el detalle de las superficies comprometidas en el período 2018 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 Aysén	773.534,0
De Magallanes	2.625.506,0
Total	3.399.040,0

Tabla N°4
EXISTENCIAS EN SUPERFICIES TOTALES PROGRAMADAS Y OBTENIDAS EN 2018

Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m³ssc/ha)	Existencias (m³ssc)
De Aysén	773.534,0	331,20	256.190.858,5
De Magallanes	2.625.506,0	248,17	651.571.824,0
Total	3.400.000,0		907.762.682,5

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 2018

Ciclo	Región	Superficie total (ha)	Volumen Medio (m³ssc/ha)	Existencias (m³ssc)
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
	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	331,20	107.638.486,5
	Subtotal 2016	3.029.945,00		794.409.789,10
	De Aysén	3.715.532,00	331,20	1.230.566.895,0
	Subtotal 2017	3.715.532,00		1.230.566.895,0
	De Aysén	773.534,00	331,20	256.190.858,5
De Magallanes	2.625.506,0	248,17	651.571.824,0	
Subtotal 2018	3.399.040		907.762.682,5	

EXISTENCIAS TOTALES TODAS LAS REGIONES

MACROREGION NORTE

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

REGION 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	*

REGION DE VALPARAISO

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	*

REGION 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	*

REGION 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	*

REGION 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

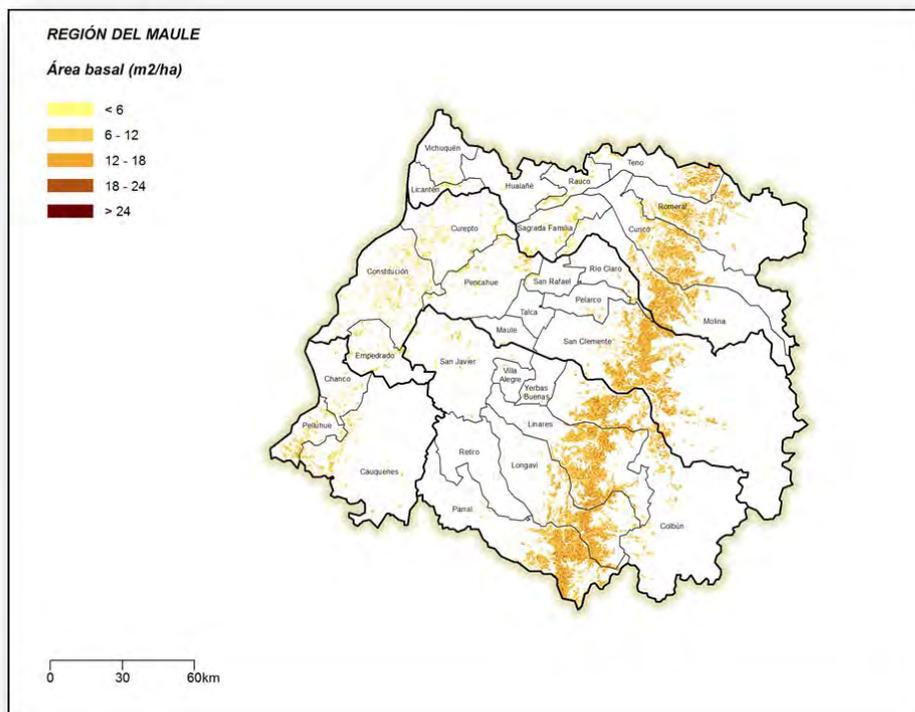
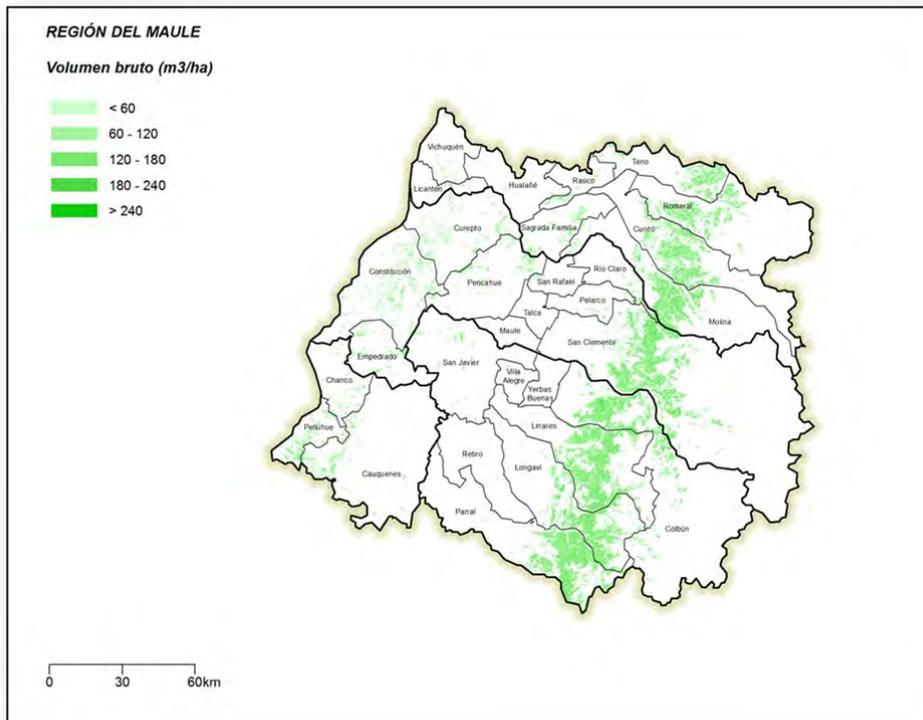


Figura 1 Existencias A. Basal y Volumen Región del Maule

REGION DEL BIO BIO

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

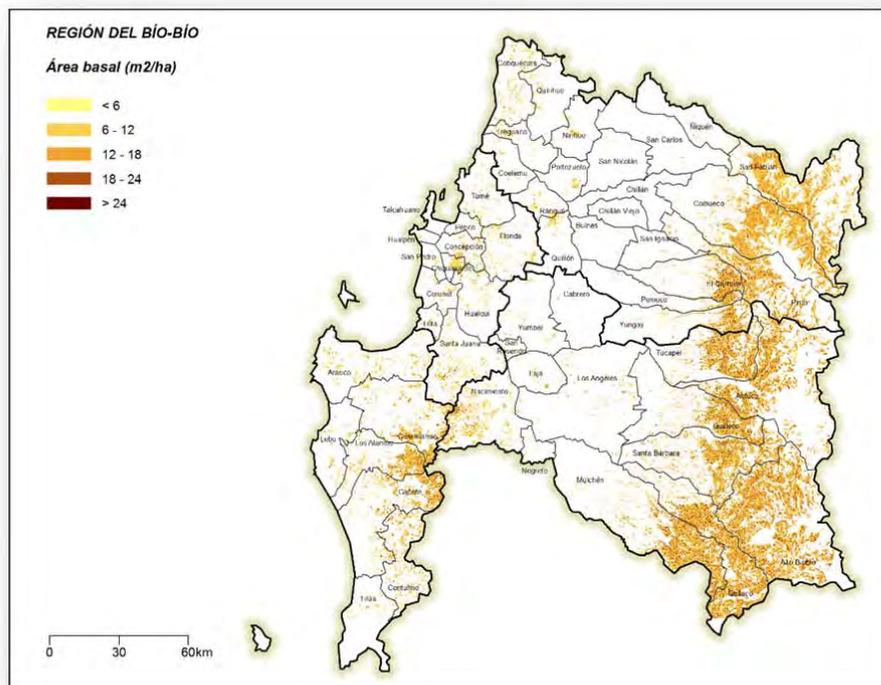
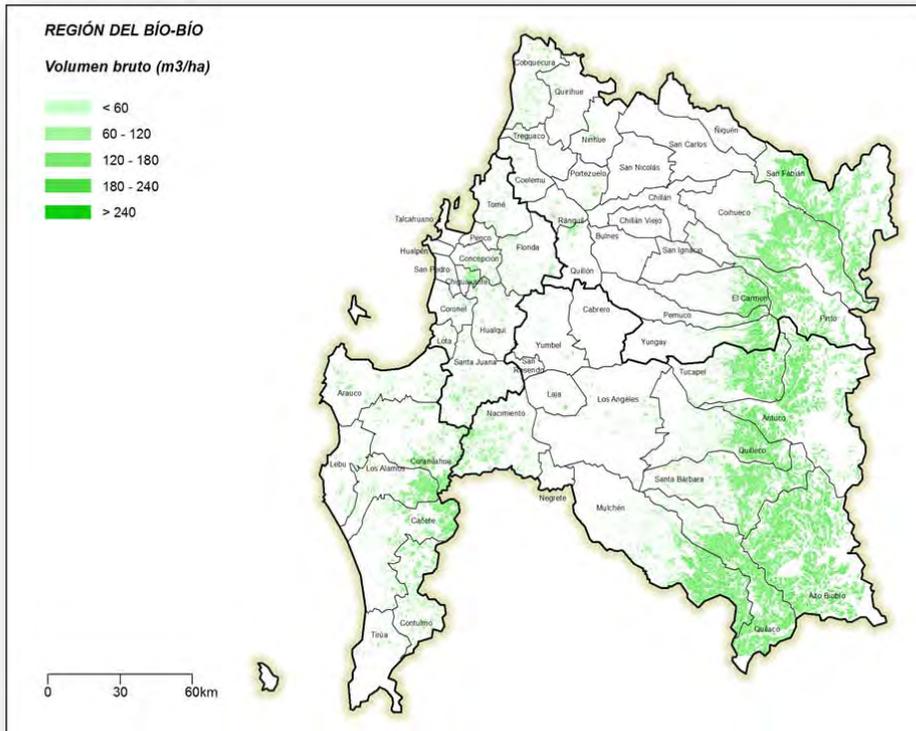


Figura 2 Existencias A. Basal y Volumen Región del Bío Bío

REGION DE LA ARAUCANIA

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

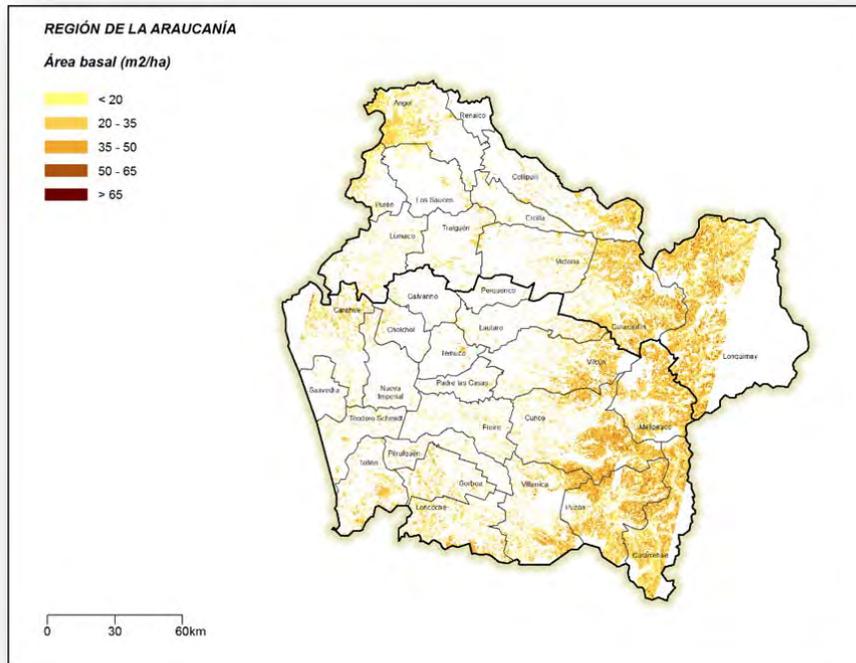
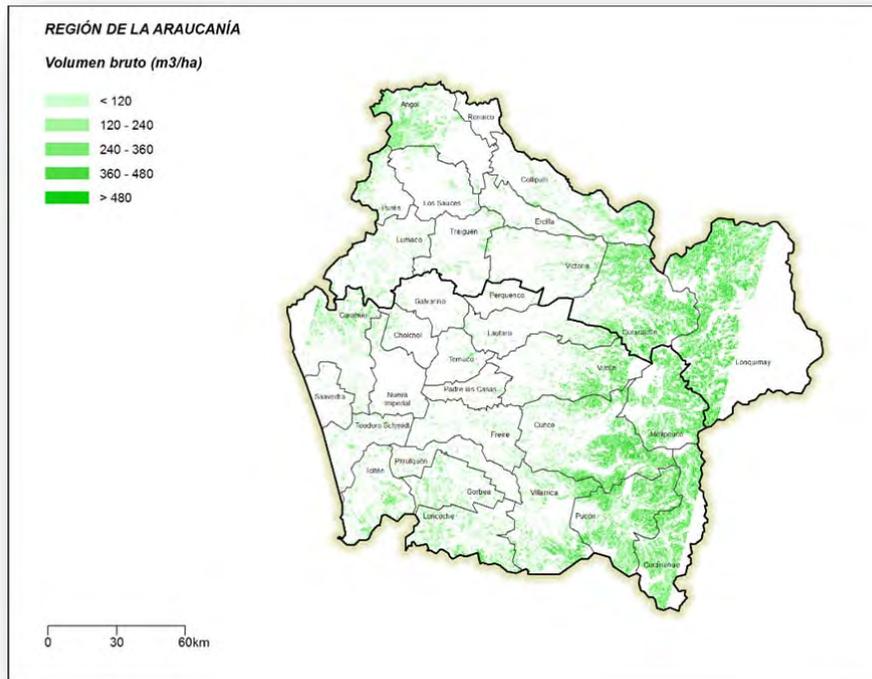


Figura 3 Existencias A. Basal y Volumen Región de la Araucanía

REGION DE LOS RIOS

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

REGION 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

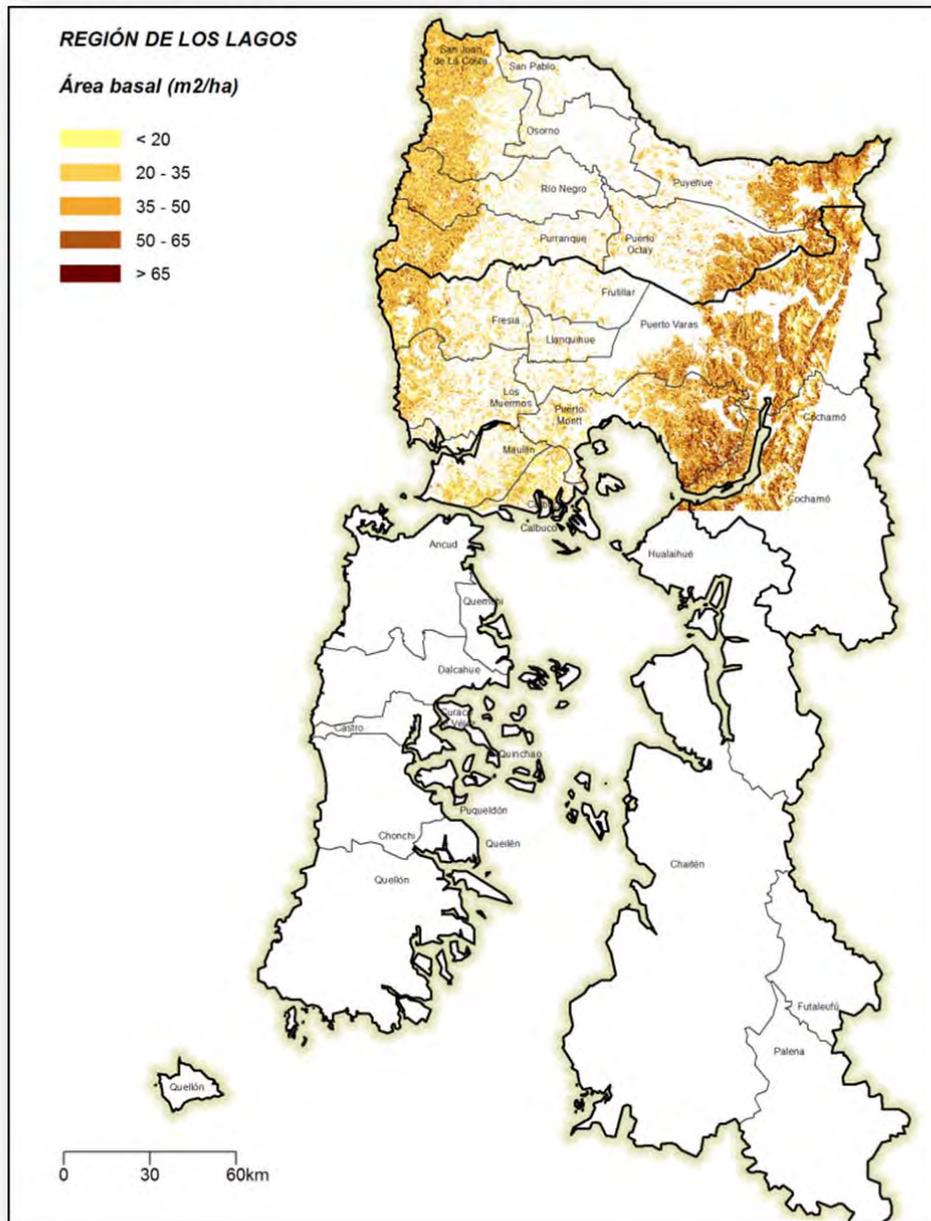


Figura 5 Existencias A. Basal y Volumen Región de los Lagos

REGION DE AYSÉN

La región de Aysén contabiliza una existencia total de 1.262 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión superior al 20%.

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	3.811.244,5	7,75	29.551.490,0	36,25
Volumen m3ssc	3.811.244,5	331,20	1.262.266.496,0	19,78
Area Basal m2	3.811.244,5	37,07	141.301.728,0	19,05
Nha	3.811.244,5	757,94	2.888.700.416,0	39,69
Vol Neto m3ssc	3.811.244,5	196,80	750.049.408,0	21,54
Vol,Neto,Pulp m3ssc	3.811.244,5	185,07	705.353.920,0	22,01
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	3.811.244,5	11,73	44.695.704,0	*

Las existencias totales por provincia son:

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE AYSÉN

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	2.433.634,4	4,85	11.807.355,3
Volumen m3ssc	2.433.634,4	310,57	755.812.534,5
Area Basal m2	2.433.634,4	34,49	83.940.462,8
Nha	2.433.634,4	578,68	1.408.304.914,7
Vol Neto m3ssc	2.433.634,4	201,47	490.309.086,7
Vol,Neto,Pulp m3ssc	2.433.634,4	175,63	427.427.516,8
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	2.433.634,4	25,84	62.881.677,7

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE CAPITAN PRAT

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	765.826,3	7,58	5.806.554,5
Volumen m3ssc	765.826,3	249,97	191.436.618,5
Area Basal m2	765.826,3	31,14	23.845.765,1
Nha	765.826,3	801,52	613.822.393,1
Vol Neto m3ssc	765.826,3	133,22	102.022.774,5
Vol,Neto,Pulp m3ssc	765.826,3	120,88	92.570.241,5
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	765.826,3	12,34	9.452.612,9

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE COYHAIQUE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	416.934,1	8,73	3.638.987,1
Volumen m3ssc	416.934,1	351,84	146.692.694,7
Area Basal m2	416.934,1	39,43	16.437.784,2
Nha	416.934,1	819,19	341.549.514,3
Vol Neto m3ssc	416.934,1	216,06	90.080.971,2
Vol,Neto,Pulp m3ssc	416.934,1	209,26	87.249.653,2
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	416.934,1	6,79	2.831.341,5

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE GENERAL CARRERA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	194.482,8	9,52	1.851.471,1
Volumen m3ssc	194.482,8	382,12	74.315.455,3
Area Basal m2	194.482,8	40,23	7.824.420,6
Nha	194.482,8	815,96	158.690.185,5
Vol Neto m3ssc	194.482,8	200,67	39.026.989,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	194.482,8	196,85	38.284.512,4
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	194.482,8	3,82	742.482,1

Las existencias totales por tipo forestal corresponde a:

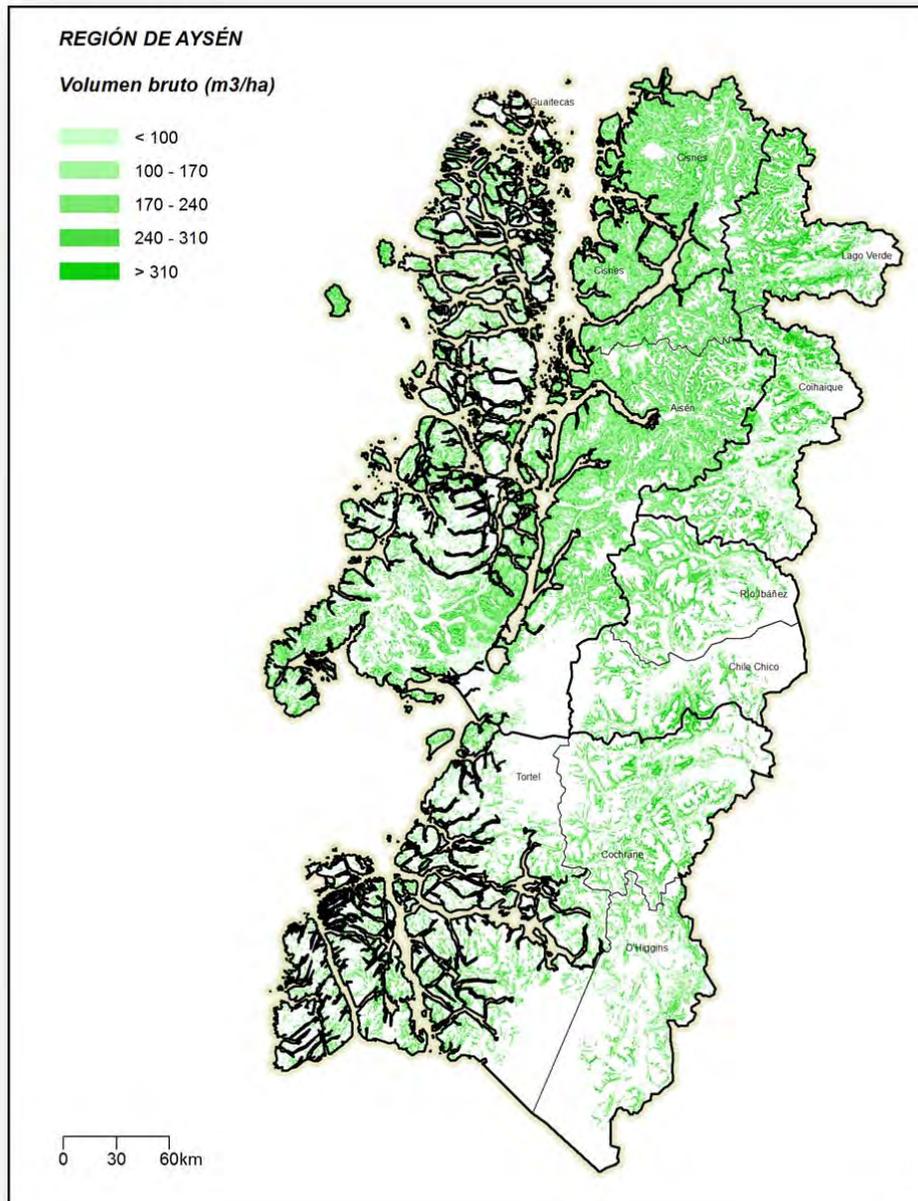
EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL SIEMPREVERDE

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.912.277	5,04	9.634.975,7
Volumen m3ssc	1.912.277	323,95	619.486.830,3
Area Basal m2	1.912.277	36,77	70.318.221,8
Nha	1.912.277	472,33	903.235.134,4
Vol Neto m3ssc	1.912.277	201,19	384.728.975,3
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.912.277	186,85	357.317.773,9
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.912.277	14,33	27.411.303,4

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	417.514,5	9,96	4.159.093,9
Volumen m3ssc	417.514,5	341,13	142.425.241,4
Area Basal m2	417.514,5	38,31	15.993.278,7
Nha	417.514,5	984,36	410.984.876,9
Vol Neto m3ssc	417.514,5	188,84	78.841.500,1
Vol,Neto,Pulp m3ssc	417.514,5	182,54	76.214.560,9
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	417.514,5	6,29	2.626.965,7

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



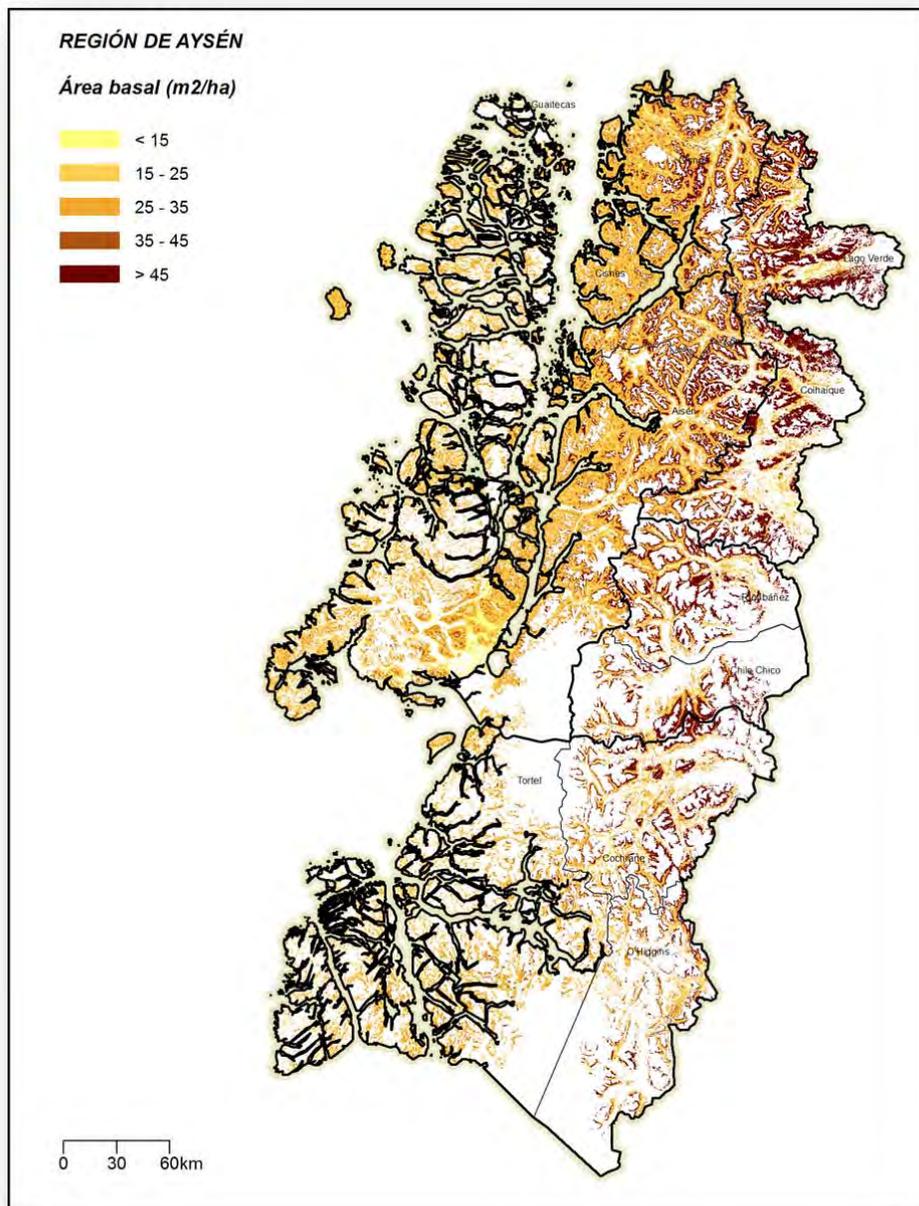


Figura 6 Existencias A. Basal y Volumen Región de Aysén

REGION DE MAGALLANES

La región de Magallanes contabiliza una existencia total de 300,6 millones de m³ sólidos sin corteza a un índice de utilización de 10 cm, con una precisión de 21,5%,

EXISTENCIAS TOTALES REGIONALES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES	ERROR (%)
Crecimiento Vol m3ssc	1.211.539,75	5,38	6.515.398,8	*
Volumen m3ssc	1.211.539,75	248,17	300.662.548,9	21,53
Area Basal m2	1.211.539,75	26,84	32.511.753,6	19,82
Nha	1.211.539,75	441,18	534.508.318,2	40,97
Vol Neto m3ssc	1.211.539,75	218,21	264.365.454,3	18,96
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.211.539,75	211,66	256.434.490,6	25,83
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.211.539,75	6,11	7.402.232,7	37,38

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA DE MAGALLANES

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	444.600,23	5,61	2.492.596,2
Volumen m3ssc	444.600,23	334,84	148.870.956,2
Area Basal m2	444.600,23	34,82	15.482.647,8
Nha	444.600,23	642,24	285.538.819,3
Vol Neto m3ssc	444.600,23	295,00	131.158.967,6
Vol,Neto,Pulp m3ssc	444.600,23	286,15	127.224.198,6
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	444.600,23	8,26	3.672.451,1

EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA TIERRA DEL FUEGO

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	326.774,66	6,04	1.972.150,4
Volumen m3ssc	326.774,66	276,56	90.372.473,2
Area Basal m2	326.774,66	30,18	9.861.732,5
Nha	326.774,66	333,69	109.042.416,6
Vol Neto m3ssc	326.774,66	219,57	71.749.157,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	326.774,66	212,98	69.596.683,1
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	326.774,66	6,15	2.008.976,4

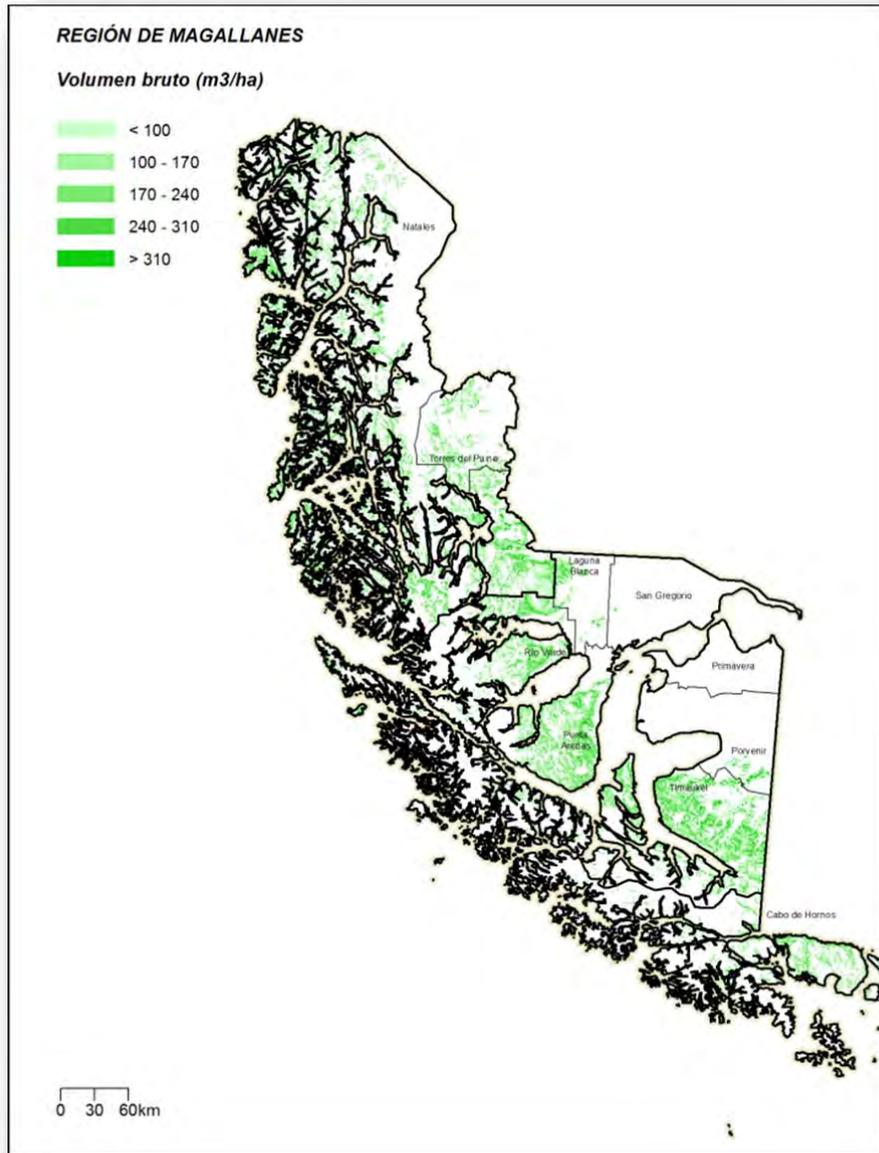
EXISTENCIAS TOTALES PROVINCIA ULTIMA ESPERANZA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	302.914,94	4,78	1.447.769,8
Volumen m3ssc	302.914,94	180,49	54.674.329,2
Area Basal m2	302.914,94	20,49	6.206.363,6
Nha	302.914,94	346,56	104.979.110,4
Vol Neto m3ssc	302.914,94	164,87	49.940.607,6
Vol,Neto,Pulp m3ssc	302.914,94	159,92	48.442.389,4
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	302.914,94	4,62	1.398.337,0

EXISTENCIAS TOTALES TIPO FORESTAL LENGA

VARIABLE	SUPERFICIE (ha)	VALOR MEDIO	EXISTENCIAS TOTALES
Crecimiento Vol m3ssc	1.124.564,91	5,63	6.334.642,7
Volumen m3ssc	1.124.564,91	299,54	336.850.781,1
Area Basal m2	1.124.564,91	32,45	36.495.294,1
Nha	1.124.564,91	498,53	560.632.623,6
Vol Neto m3ssc	1.124.564,91	244,61	275.084.515,9
Vol,Neto,Pulp m3ssc	1.124.564,91	237,28	266.831.980,5
Vol,Prod (D>25 cm) m3ssc	1.124.564,91	6,85	7.702.366,5

DISTRIBUCION DE EXISTENCIAS TOTALES



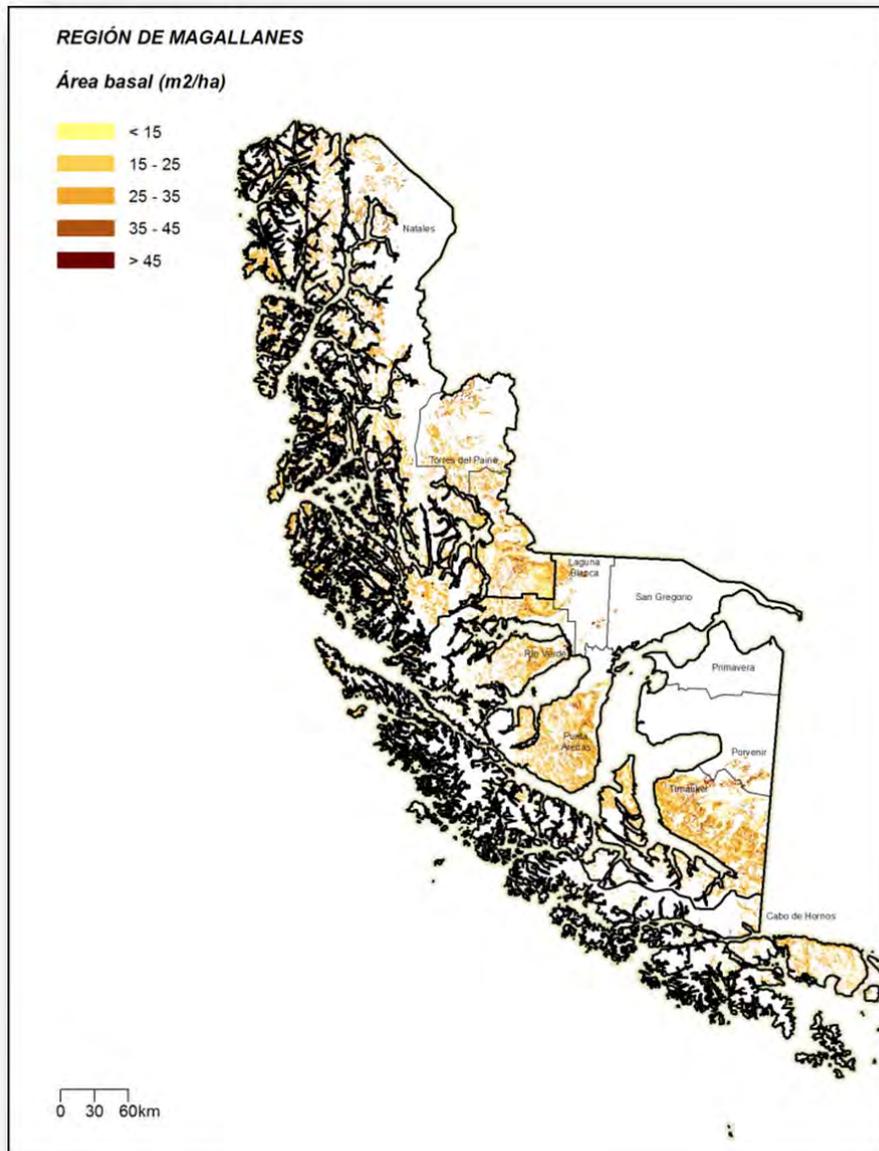


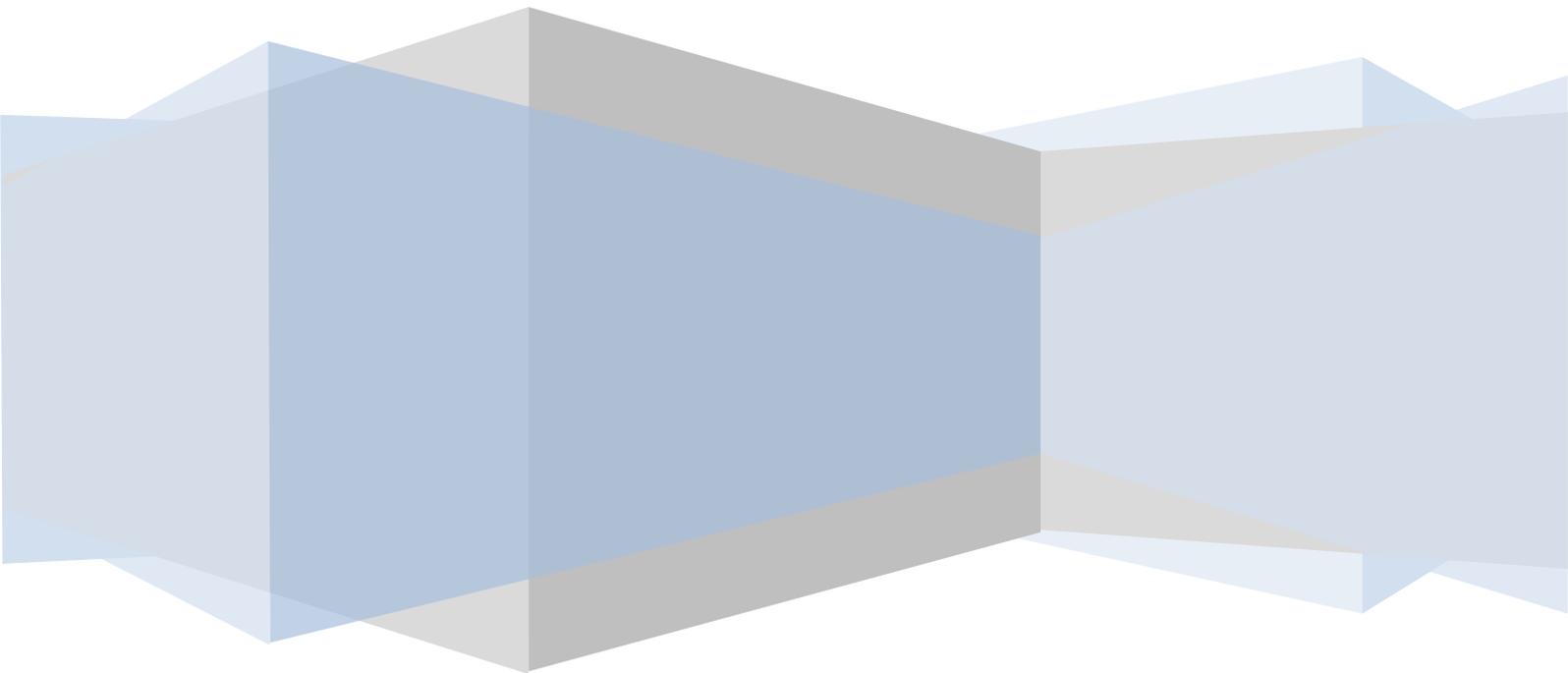
Figura 7 Existencias A. Basal y Volumen Región de Magallanes

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

EXISTENCIAS DE CARBONO

CAPITULO IV

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

EXISTENCIAS DE tCO ₂ -eq A NIVEL REGIONAL	1
EXISTENCIAS DE tCO ₂ -eq A NIVEL PROVINCIAL	2
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DEL MAULE	2
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DEL BIO BIO.....	2
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LA ARAUCANIA.....	3
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LOS RIOS	3
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LOS LAGOS	3
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE AYSÉN.....	4
EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE MAGALLANES	4

Evaluación de Existencias de Gases de Efecto Invernadero en Bosques Nativos

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 6.001.136.286,38 tCO_{2-eq}. Las existencias medias de tCO_{2-eq} más altas se dan en la región del BíoBío con 583,03 tCO_{2-eq}, con un aporte de captura anual bruta de 17,34 tCO_{2-eq} ha⁻¹. La captura total anual bruta para todas las regiones alcanza los 151.413.769,67 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 AYSEN	651,09	14,22	3.811.244,50	2.481.482.240,00	54.195.904,00
DE MAGALLANES	517,54	10,32	1.211.539,73	627.017.682,45	12.501.440,58

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 (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)
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 BÍO BÍO

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 (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)
DEL BÍO BÍO	ARAUCO	555,58	16,48	92.713,50	51.510.221,58	1.528.373,78
DEL BÍO BÍO	BIOBIO	644,38	18,55	436.586,60	281.326.685,44	8.099.927,65
DEL BÍO BÍO	NUBLE	446,55	14,78	231.020,70	103.162.635,00	3.414.011,92

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE LA ARAUCANIA

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 (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-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 RIOS

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 (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-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 (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-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 AISEN

A nivel provincial las existencias en la región de Aysén 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	609,38	8,76	2.433.634,40	1.483.016.815,63	21.311.365,33
DE AISEN	Capitan Prat	514,04	-	765.826,30	393.667.082,72	-
DE AISEN	Coyhaique	693,39	-	416.934,10	289.097.278,23	-
DE AISEN	General Carrera	728,41	-	194.482,80	141.662.292,90	-

EXISTENCIAS PROVINCIALES REGIÓN DE MAGALLANES

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

EXISTENCIAS DE CO2 A NIVEL PROVINCIAL

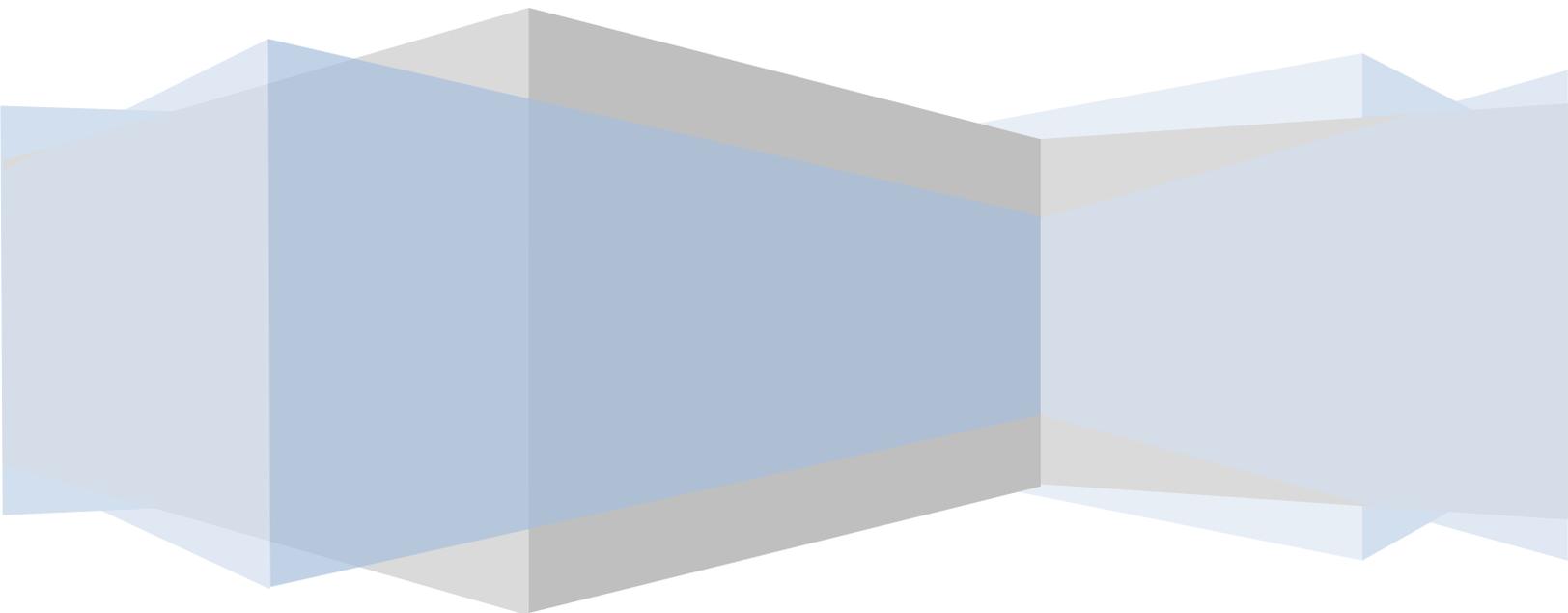
REGION	PROVINCIA	EXISTENCIAS MEDIAS (tCO2-eq/ha)	INCREMENTO FUSTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq/ha)	SUPERFICIE (ha)	EXISTENCIAS TOTALES (tCO2-eq)	INCREMENTO FUSTAL TOTAL ANUAL PERIODICO (tCO2-eq)
MAGALLANES	MAGALLANES	698,28	11,30	444.600,23	310.455.856,15	5.025.788,22
MAGALLANES	TIERRA DEL FUEGO	576,74	9,90	326.774,60	188.464.943,27	3.236.257,11
MAGALLANES	ULTIMA ESPERANZA	376,40	9,57	302.914,90	114.016.230,50	2.899.838,52

Área Monitoreo Ecosistemas Forestales

BIODIVERSIDAD

CAPITULO V

INSTITUTO FORESTAL



INDICE

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	7
Protocolo para formaciones azonales de vegas y bofedales	9
Protocolo para Flora.....	11
Protocolo para Suelo	12
Fauna de Vertebrados.....	13
Protocolo para Anfibios y Reptiles	13
Protocolo para Aves	14
Protocolo para Micro Mamíferos.....	14
Protocolo para Meso y Macro Mamíferos	15
Artrópodos	15
Base de Datos.....	18
Resultados	18
Consideraciones de Terreno	21
Referencias.....	22

Introducción

Desde su instauración, el Inventario Nacional Continuo de Ecosistemas Forestales ha realizado levantamiento de datos de biodiversidad. Este considera el registro de datos de distintos grupos, sin embargo, hasta ahora el trabajo se había enfocado primordialmente en el Reino *Plantae*.

Al tratarse de un inventario de tipo ecosistémico que visualiza y aborda 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 que le incumben. 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 como ecosistema. Para ello se tomó el marco de trabajo del ciclo infinito de Holling (1973) como la perspectiva adecuada de 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. Esto es, al contrario de una perspectiva basada en poblaciones-comunidades. La perspectiva 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 el comprender los procesos y funciones de los bosques de forma de 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.

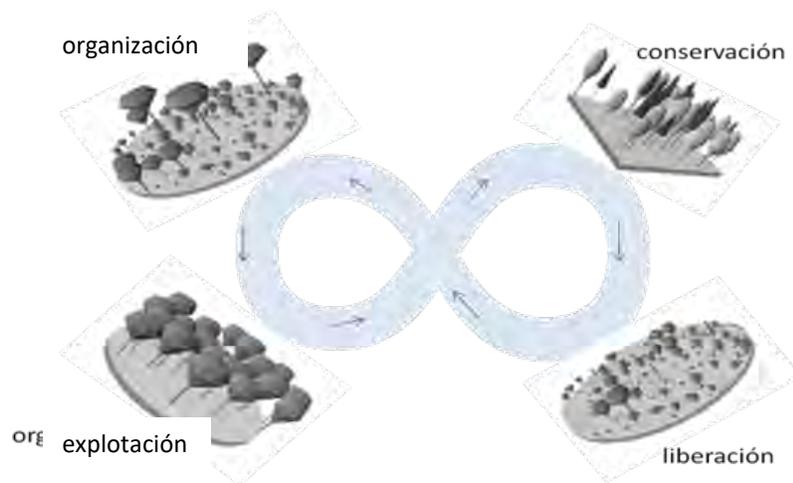


Figura 1. Estadios característicos del ciclo de Holling.

En este ciclo el flujo de materia-energía produce condiciones ambientales tales que, dependiendo de cuan capturada o libre se encuentre la energía 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.

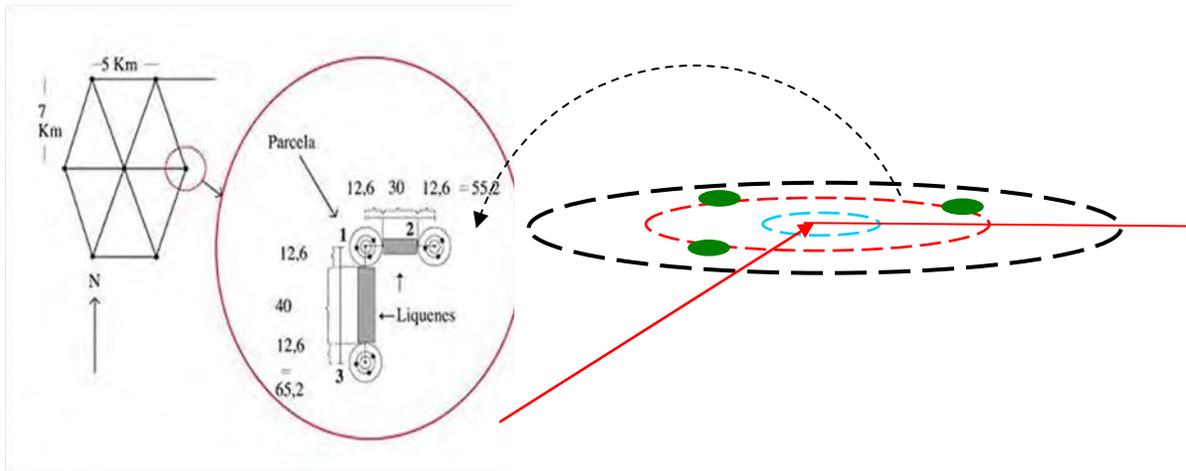


FIGURA 2. DISPOSICIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA DEL INVENTARIO FORESTAL CONTINUO.

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.

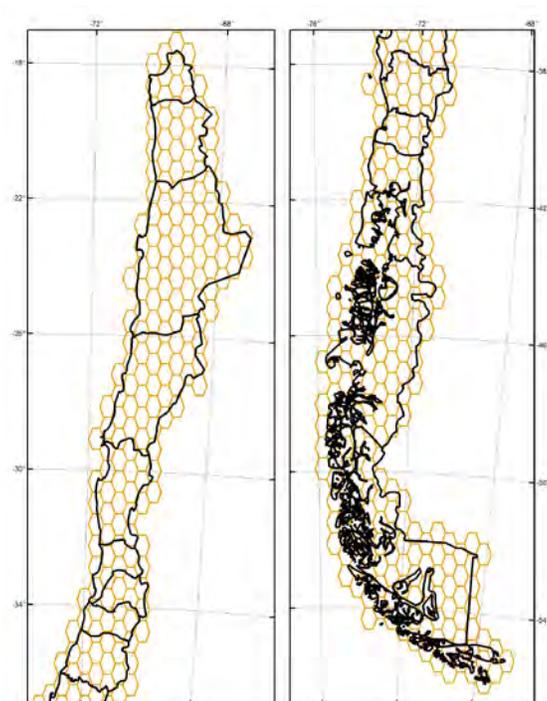


FIGURA 3. MALLA HEXAGONAL DE UNIDADES MUESTRALES DE BIODIVERSIDAD

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 los 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 el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB). El muestreo se realizó en la zona mediterránea de Chile, en las Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y del Maule.

Selección de conglomerados

La selección de los puntos de muestreo a prospectar durante la fase 3 se centró en 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 las Regiones de Valparaíso, Metropolitana y de O'Higgins, así como dentro del área piloto Cachapoal del proyecto SIMEF que comprende las comunas de Las Cabras, Coltauco y Doñihue. Para la selección de los conglomerados dentro de estas unidades, se consideraron criterios 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 Áreas de Alto Valor para la Conservación (AAVC) y zonas aledañas a ellas
	Tipo de AAVC
	Distribución homogénea en el espacio
Logísticas	Conocimiento previo de los investigadores en las zonas de trabajo
	Distancias a caminos: 500, 1000, 1500, 2000 y >2000 m
Topográficas	Pendientes
	Distancia a la costa (0 a 15 km)
Biológicas	Probabilidad de registro de especies vegetales en la época de muestreo
	Gradientes de recursos y de condiciones ambientales

Se preseleccionó de acuerdo a las variables descritas en la **Tabla 1**, un total de 80 conglomerados. Del total de conglomerados, 30 se localizaron en la Región de Valparaíso, 17 en la Región Metropolitana y 33 en la Región de O'Higgins. Del total de conglomerados 55 se localizaron en

algún tipo de AAVC. Los conglomerados localizados en AAVC, se distribuyeron en 2 Parques Nacionales, 2 Reservas Nacionales, 3 Áreas Privadas Protegidas y 16 Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad (**Tabla 2**).

Tabla 2. Distribución de los conglomerados dentro de AAVC.

Región	Tipo	Nombre	Número de Conglomerados
Valparaíso	Parque Nacional	La Campana	1
	Reserva Nacional	Lago Peñuelas	1
	Área Privada Protegida	Oasis de La Campana	1
	Sitio Prioritarios	Cerro Santa Inés	3
		Petorca	1
		Altos de Petorca y Alicahue	2
		Cordillera el Melón	4
		Altos de Pucalán	1
	Colliguay	1	
Metropolitana	Área Privada Protegida	Altos de Chicauma	1
	Sitio Prioritarios	Colina - Lo Barnechea	1
		El Roble	3
		Alto de la cuenca del Mapocho	1
		Contrafuerte cordillerano	1
		El Morado	1
		Altos de Cantillana	5
O'Higgins	Parque Nacional	Palmas de Cocalán	1
	Reserva Nacional	Río Cipreses	2
	Área Privada Protegida	Casas de Peuco y Picarquín	1
	Sitio Prioritario	Cordillera de la Costa y Cocalán	13
		Precordillera Andina Norte	5
		Cordillera de la Costa Valle Central	2

Consideraciones metodológicas para el muestreo de conglomerados

La expansión del área de muestreo hacia la zona norte de Chile, hizo necesario que los protocolos de muestreo fueran 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.

Para cumplir con ello 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

Variable	Descripción
	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 4**). 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.

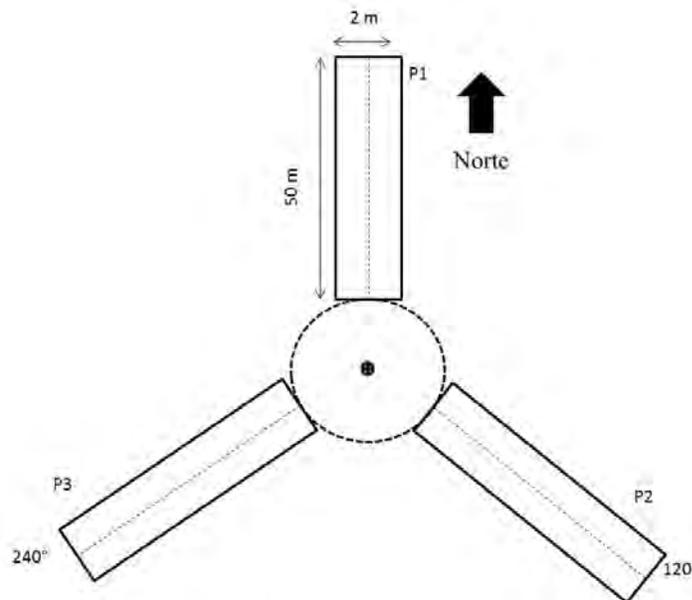


FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LAS PARCELAS DE MUESTREO

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 5**). 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.

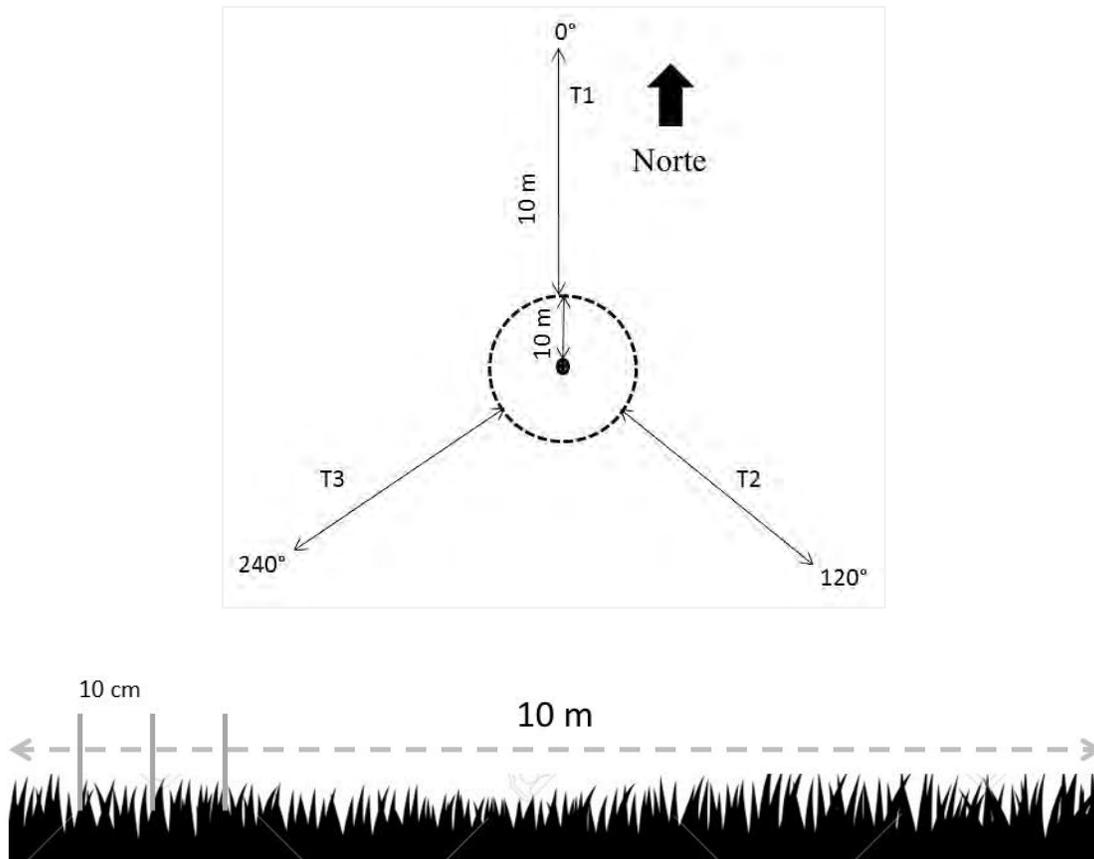


FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN Y TAMAÑO DE LOS TRANSECTOS DE MUESTREO Y ESQUEMA DEMOSTRATIVO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO POINT QUADRAT.

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 el transecto 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 6**). 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.

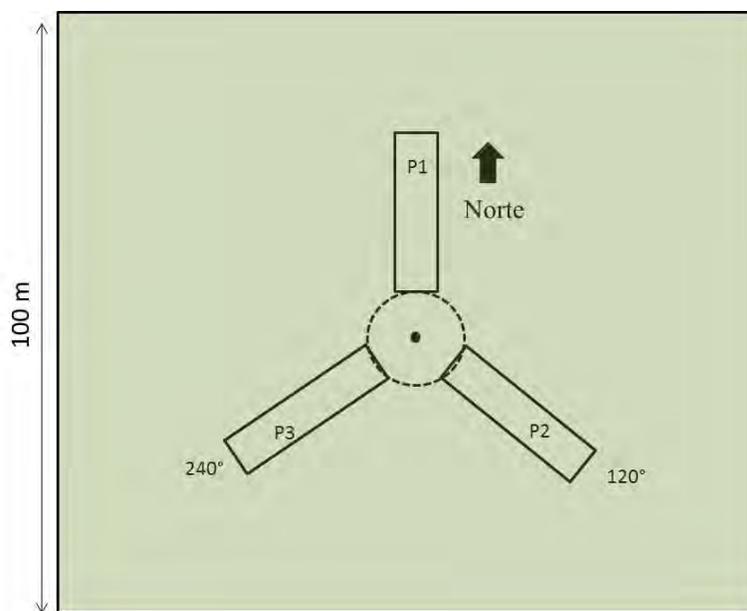


FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE BÚSQUEDA DE FLORA POR PUNTO DE MUESTREO

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.

Variables	Descripción
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 7**). 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).

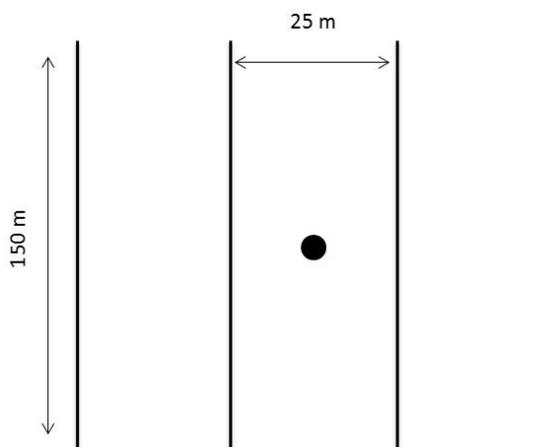


FIGURA 7. ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA ANFIBIOS Y REPTILES

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 8**). 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).

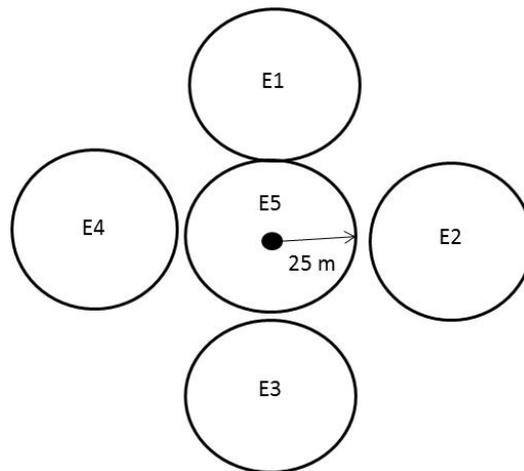


FIGURA 8. ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA AVES

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 9**). 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.

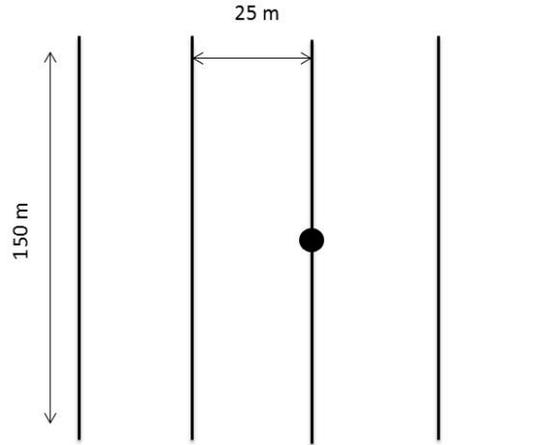


FIGURA 9. ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA MICROMAMÍFEROS

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 10**). 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.

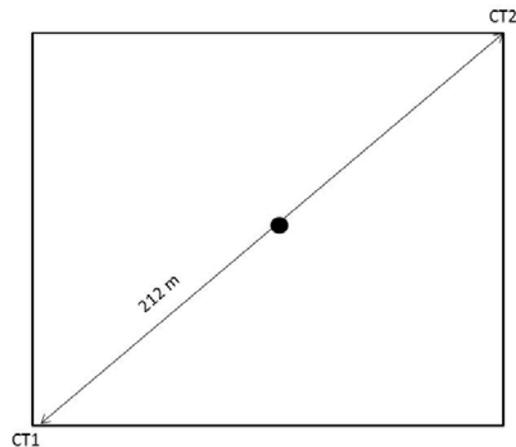


FIGURA 10. ESQUEMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA MACRO MAMÍFEROS

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 11**). 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.

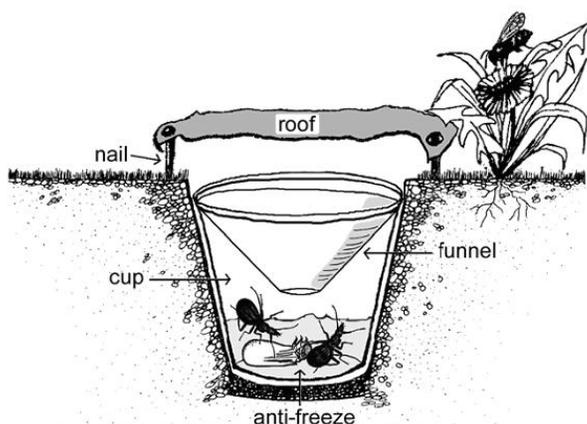


FIGURA 11. ESQUEMA TRAMPA DE CAÍDA PITFALL

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 12**).

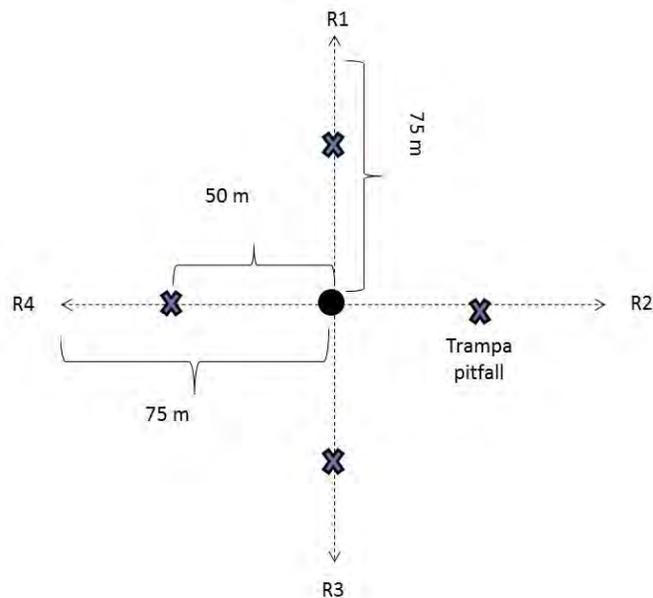


FIGURA 12. DIAGRAMA DEL DISEÑO DE MUESTREO PARA ARTRÓPODOS

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 flora, vegetación y suelo.
- b) Base de datos vertebrados
- c) Base de datos artrópodos

Resultados

Durante los meses de febrero, marzo y abril de 2018, se realizaron ocho campañas de terreno. En total se logró prospectar un total de 52 conglomerados. Por componente de biodiversidad se logró levantar información de Vegetación y Flora en 50 conglomerados, en 25 para Artrópodos y 22 para Fauna de Vertebrados. De los conglomerados prospectados, 14 tienen información de biodiversidad de los tres grupos bióticos y 17 de dos componentes de biodiversidad. Del total de conglomerados, 42 se localizan en AAVC. La distribución de los conglomerados a lo largo del área de estudio por Regiones, AAVC y componentes de biodiversidad prospectados se resume en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Distribución de los conglomerados prospectados durante las campañas de terreno realizadas entre febrero y abril de 2018.

Región	Total CONGL	AAVC	CONGL AAVC	Vegetación y Flora	Fauna	Artrópodos
Valparaíso	20	PN La Campana	1	1	1	1
		RN Lago Peñuelas	1	1	1	1
		SP Cerro Santa Inés	1	1	0	0
		SP Petorca	1			
		SP Altos de Petorca y Alicahue	2	2	0	0
		SP Cordillera el Melón	2	2	0	0
		SP Altos de Pucalán	1	1	0	1
Metropolitana	13	APP Altos de Chicauma	1	1	0	0

		SP Colina - Lo Barnechea	1	1	1	0
		SP El Roble	3	3	0	1
		SP Alto de la cuenca del Mapocho	1	1	1	0
		Contrafuerte cordillerano	1	1	1	0
		SP El Morado	1	1	0	0
		SP Altos de Cantillana	3	3	0	0
		RN Río Cipreses	2	2	1	1
		SP Cordillera de la Costa y Cocalán	8	8	5	7
O'Higgins	19	SP Precordillera Andina Norte	4	2	3	1
		SP Cordillera de la Costa Valle Central	1	1	0	1
		SP Precordillera Andina Sur	1	1	0	1
Total	52		42	33	14	15

Respecto al área piloto Cachapoal del proyecto SIMEF que comprende las comunas de Las Cabras, Coltauco y Doñihue, el proyecto SIMEF-Mediterráneo logró prospectar información en cinco conglomerados, todos ellos localizados en la comuna de Las Cabras. Estos cinco conglomerados están insertos dentro del sitio prioritario Cordillera de la Costa y Cocalán. De ellos, dos conglomerados tienen información de los tres componentes de biodiversidad, dos contiene datos de Vegetación y Artrópodos y finalmente uno concentra Vegetación y Fauna.

La distribución espacial de los conglomerados prospectados de acuerdo a su zona y componentes realizados se puede observar en las siguientes figuras:

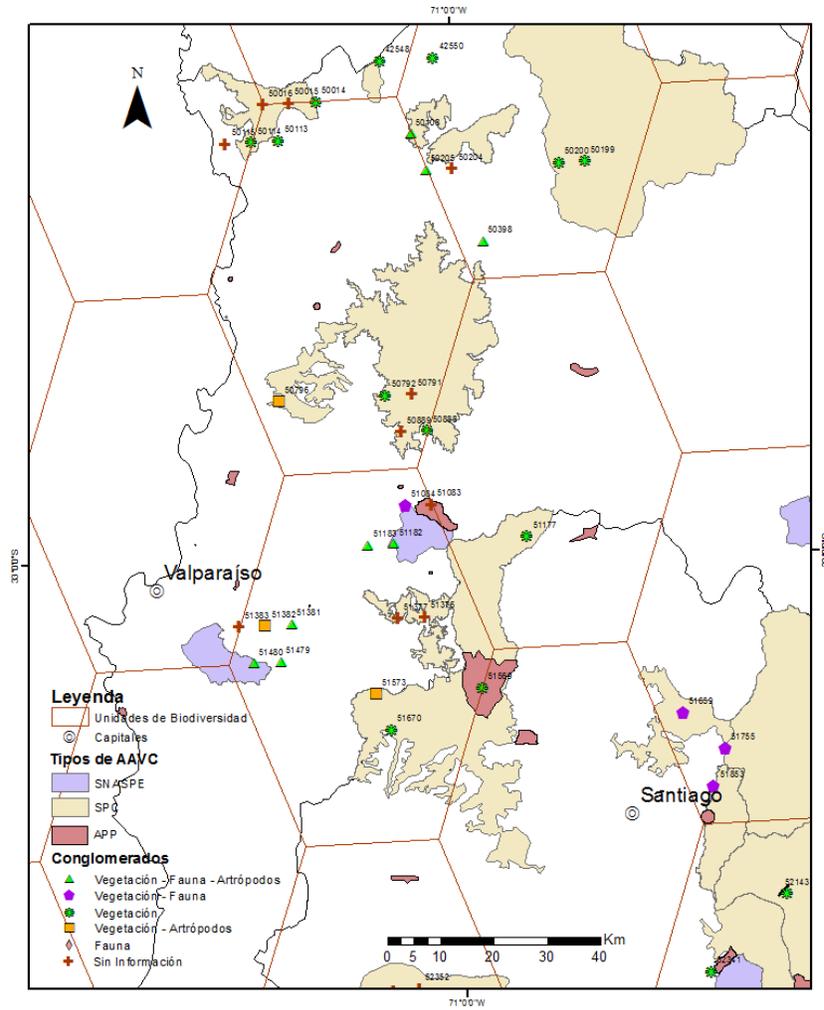


FIGURA 13. LOCALIZACIÓN DE LOS CONGLOMERADOS PROSPECTADOS EN LA ZONA NORTE DEL ÁREA DE ESTUDIO.

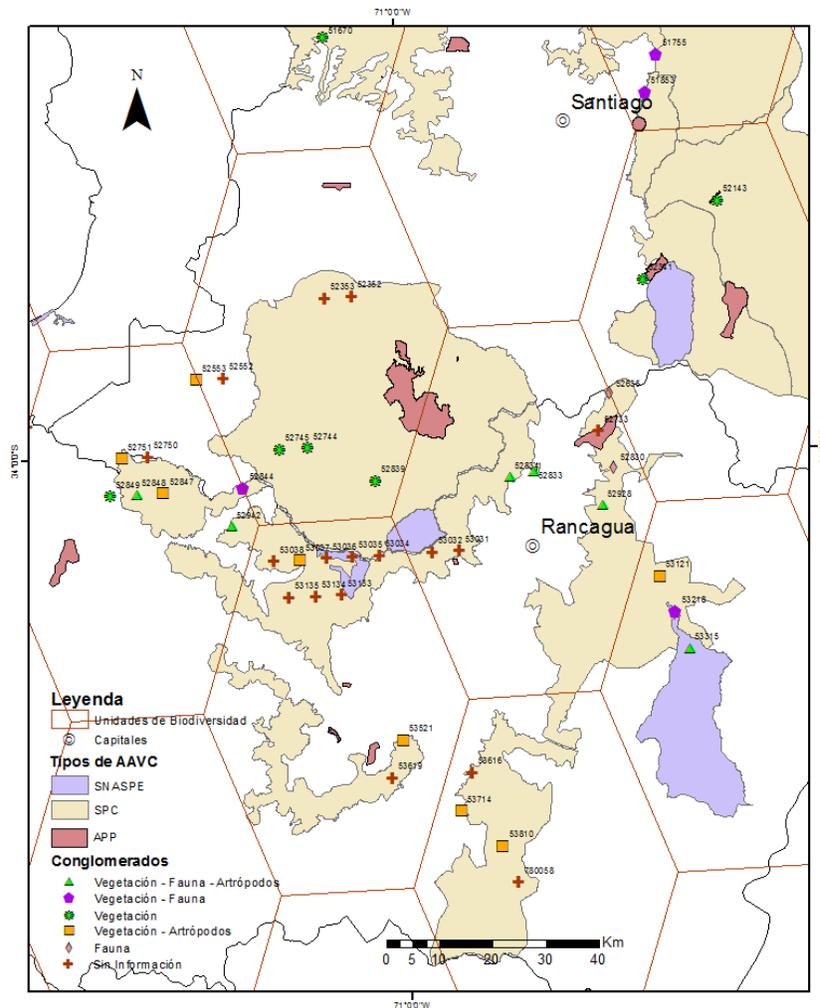


FIGURA 14. LOCALIZACIÓN DE LOS CONGLOMERADOS PROSPECTADOS EN LA ZONA SUR DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Consideraciones de Terreno

Se constató en terreno dificultades asociadas a problemas de acceso a ciertos conglomerados debido generalmente a dos circunstancias. Por una parte, existe una alta concentración de conglomerados localizados en predios privados que necesitan autorización previa para su ingreso, entre ellas recintos militares y condominios de parcelas de agrado. Junto a ello, existieron situaciones que hicieron logísticamente inaccesible acercarse a los conglomerados (i.e., presencia de portones cerrados distantes entre 5 – 10 km del conglomerado). Por último, la topografía, con altas pendientes en la mayoría de los casos, sumado a una densa vegetación arbustiva impidieron acceder de manera precisa a ciertos conglomerados. En casos donde el esfuerzo para llegar a ellos fue importante, y se observó que el sitio en términos de biodiversidad era relevante, se procedió a cuantificar ciertas variables y componentes para que quedara registro de su importancia. A pesar de estas restricciones, los equipos de terreno con una alta cuota de esfuerzo lograron los objetivos impuestos por el proyecto.

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 Nº 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.
- 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.