



**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y RECURSOS NATURALES**

INFORME FINAL

AUDITORÍA TÉCNICA

**Superficie sustituida estimada por la consultora CARTOMAPA
entre los años 1994 y 2010 producto de las actividades de la
Empresa FORESTAL ARAUCO S.A.**

**Instituto de Manejo Forestal
Laboratorio de Geomática
UACH**

Valdivia, diciembre de 2011

Materia	ÍNDICE DE CONTENIDO	Pág.
1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
3	DEFINICIONES Y CONCEPTOS	1
3.1	Proyecto Catastro	1
3.2	Categoría de Bosque utilizada en el Catastro	2
4	GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE SUSTITUCIÓN (CARTOMAPA)	3
4.1	Base cartográfica y fotográfica	3
4.2	Geoprocesamiento, fotointerpretación y cruces de la cubierta de Bosque Nativo	3
5	VERIFICACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE SUSTITUCIÓN (UACH)	4
5.1	Revisión del proceso de georreferenciación y fotointerpretación	4
5.2	Verificación en terreno de superficies con sustitución	4
5.3	Errores detectados en el proceso de verificación de superficies sustituidas	6
6	RESULTADOS	7
6.1	Área de estudio	7
6.2	Superficie sustituida estimada por CARTOMAPA	9
6.3	Auditoria Técnica	11
6.3.1	Verificación Cartográfica	11
6.3.2	Verificación de Campo	12
7	CONCLUSIONES	18
	Anexos	19

Cuadro	ÍNDICE DE CUADROS	Pág.
1	Predios seleccionados para verificación en terreno	5
2	Superficie sustituida de Bosque Nativo por filiales de Forestal ARAUCO S.A.	9
3	Superficies sustituidas desagregadas por filial y uso del suelo	9
4	Superficie Sustituida de Bosque Nativo desagregada por Región	10
5	Distribución por Región de la Superficie Sustituida estimada por CARTOMAPA desagregada por Tipo de Uso	10
6	Comparación superficie sustituida por CARTOMAPA y UACH desagregado por filial	11
7	Comparación superficie sustituida por CARTOMAPA y UACH desagregado por Región	11
8	Comparación de las superficies de bosques sustituidas estimadas por la consultora CARTOMAPA y el Laboratorio de Geomática de la UACH.	12
9	Error real encontrado por el Laboratorio de Geomática de la UACH sobre las superficies estimadas por CARTOMAPA.	12
10	Error real estimado sobre la superficie sustituida determinada por CARTOMAPA y verificada en terreno por el Laboratorio de Geomática de la UACH.	13

Figura	ÍNDICE DE FIGURAS	Pág.
1	Patrimonio de plantaciones de ARAUCO establecidas después de 1994 y superficies con detección de sustitución	7
2	Predios de ARAUCO visitados en terreno por la UACH. (55 predios)	8
3	Predio 21009, fotografía 983	14
4	Predio 21009, fotografía 981	14
5	Predio 11369	15
6	Sector ubicado en el Predio 11945	16
7	Sectores del Predio 11797	17

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe en la sociedad chilena e internacional controversia respecto a las superficies de bosques naturales sustituidas por plantaciones forestales. Frente a este escenario la empresa FORESTAL ARAUCO S.A, solicitó a la consultora CARTOMAPA la determinación de la superficie efectiva de sustitución de bosque nativo en su patrimonio, en el período comprendido entre los años 1994-2010.

La base de dicho estudio contempló el uso de información cartográfica suministrada por el Proyecto "**Catastro y Evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile**", (proyecto Catastro), corregida y georreferenciada a nivel predial con una resolución espacial de 0.5 ha y considerando como año base 1994.

CARTOMAPA evaluó el patrimonio de FORESTAL ARAUCO S.A. entre las regiones VI y X. El análisis consideró las superficies plantadas desde el año 1994 sobre los usos de suelo "Bosque Nativo", "Matorral" y "Matorral arborescente".

Posteriormente, el Laboratorio de Geomática de la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales de la Universidad Austral de Chile (UACH.), realizó una auditoría técnica de la cartografía elaborada por la empresa consultora.

Este informe describe los procedimientos metodológicos utilizados por el Laboratorio de Geomática durante el proceso de revisión de la cartografía elaborada por CARTOMAPA. El estudio consideró la verificación en gabinete del 100% de la cartografía elaborada por CARTOMAPA y una verificación de campo 40 % de la superficie detectadas con errores de fotointerpretación o georreferenciación.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo planteado fue auditar técnicamente la superficie informada como sustitución de Bosque Nativo, Matorral Arborescente Esclerófilo y Matorral Esclerófilo, cuantificada e informada por CARTOMAPA, en predios de FORESTAL ARAUCO S.A. para el período 1994-2010.

3. DEFINICIONES Y CONCEPTOS

3.1 Proyecto Catastro

El sistema de clasificación oficial de la vegetación en Chile es el adoptado por el Proyecto de cobertura nacional "**Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos del País**" (CONAF, 1997), el cual ha sido periódicamente actualizado en las diferentes regiones. Todos estos proyectos se han basado en la metodología desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger (CEPE de Montpellier), conocida como Carta de Ocupación de Tierras (**COT**). La COT tiene como objeto representar objetivamente la vegetación, de acuerdo a tres atributos:

- **Formación vegetal** (ejemplo pradera, matorral, bosque)
- **Especies dominantes**
- **Grado de intervención por el hombre.**

El Proyecto Catastro se realizó entre los años 1994-1997 y consideró una resolución espacial mínima de 6,25 ha para la definición de polígonos en las regiones donde se ubica el patrimonio de FORESTAL ARAUCO S.A.

3.2 Categoría de Bosque utilizada en el Proyecto Catastro.

A continuación se definen las formaciones vegetales que se incluyen en la cartografía del Proyecto Catastro y que fueron evaluadas como sustituidas por plantaciones forestales:

Bosque Nativo: Ecosistema en el cual el estrato arbóreo está constituido por especies nativas que presentan una altura ≥ 2 m y una cobertura de copas $\geq 25\%$. Esta clasificación se subdivide en:

- **Bosque adulto (BA):** Corresponde a un bosque primario, en general heterogéneo en cuanto a estructura vertical, tamaño de copas, distribución de diámetros y edades. Presencia de un estrato arbustivo de densidad variable y la eventual presencia de un estrato de regeneración.
- **Renoval (RE):** Corresponde a un bosque secundario originado después de una perturbación antrópica o natural (Ej. Incendio, tala rasa, derrumbe) por medio de semillas y/o reproducción vegetativa. Los renovales, en general, son homogéneos en cuanto a su estructura vertical y distribución de diámetros.
- **Bosque adulto / Renoval (BR):** Formación muy heterogénea compuesta por la mezcla de rodales de bosque adulto y renoval que no se pueden representar cartográficamente en forma independiente debido a la escala de trabajo empleada en el **Proyecto Catastro**.
- **Bosque achaparrado (KA):** Estos bosques tienen una altura entre 2 y 8 m. Se caracteriza por el poco crecimiento en altura o el crecimiento reptante por efectos ambientales del sitio.

Matorral: Formación vegetal conformada por especies arbustivas menor a 2 metros y una cobertura menor a un 25%.

Matorral Arborescente: Formación vegetal compuesta por especie típicas del matorral con presencia de especies arbóreas, arbustivas mayor o igual a 2 metros de altura y entre un 10 y menor de 25% de cobertura

4. GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE SUSTITUCIÓN (CARTOMAPA)

En los siguientes puntos se describen los materiales y metodología utilizados por la empresa consultora CARTOMAPA, para la evaluación de las superficies de bosque nativo, presumiblemente sustituidas por la empresa, en el período 1994-2010.

4.1. Base cartográfica y fotográfica

Las cubiertas cartográficas utilizadas durante el desarrollo del estudio por la empresa consultora correspondieron a:

- a. Cubierta digital original del Catastro y Evaluación de Recursos vegetacionales nativos de Chile, elaborada en el periodo años 1994-1997.
- b. Cubierta digital original del Catastro y Evaluación de Recursos vegetacionales nativos de Chile, rectificada a nivel predial, basado en la georreferenciación de las fotografías aéreas utilizadas para el Proyecto Catastro.
- c. Cartografía oficial vigente al mes de Diciembre del año 2010 con las propiedades de ARAUCO escala 1:10.000 con el uso actual del suelo.
- d. Fotografías aéreas digitales pancromáticas escala 1:20.000 del vuelo FONDEF realizado el año 1994, Proyecto Catastro.
- e. Ortofotos digitales escala 1:10.000. Base fotos FONDEF, año 1994.

Las cubiertas gráficas e imágenes digitales, fueron procesadas bajo un sistema de referencia estandarizado: Datum WGS 1984, huso 18 extendido y proyección UTM.

4.2 Geoprocesamiento, fotointerpretación y cruces de la cubierta de Bosque Nativo

El Geoprocesamiento y administración de los datos gráficos se realizó con el software ArcGis 9.3 y correspondió a:

- Intersección de coberturas digitales prediales con superficies plantadas entre el periodo 1994 - 2010, con la cubierta del proyecto catastro nativo; generando una nueva cubierta digital **con los atributos descriptivos de las áreas que el Catastro consideraba como Bosque nativo o matorral**. Este proceso permitió tener una cuantificación preliminar de la superficie eventualmente sustituida.
- Corrección de los polígonos de la nueva cubierta digital y revisión de cada predio que incluyen las categoría Bosque Nativo, Matorral Arborescente y Matorral, comparado con la imagen de la fotografía aérea 1:20.000 del año 1994, previamente georreferenciada.
- Fotointerpretación de la imagen fotográfica del año 1994 utilizando asociaciones de forma, color, textura, conocimiento experto y llevando la clasificación inicial u original del catastro desde un plano regional a uno predial, con resolución espacial de 0.5 ha.

- Una vez terminado el proceso de rectificación de la cubierta de bosque nativo se realizó un segundo cruce con la cubierta grafica de uso de suelo de FORESTAL ARAUCO S.A. para determinar la superficie real de sustitución, es decir, identificar y cuantificar todos los polígonos clasificados como bosque nativo y además que se encuentran actualmente en un estado de plantación industrial, cuyo año de plantación fue mayor o igual a 1994.

5. VERIFICACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE SUSTITUCIÓN (UACH.)

La auditoría técnica de la cartografía de sustitución de superficies de Bosque Nativo, Matorral Arborescente y Matorral realizado por la Consultora CARTOMAPA consideró las etapas que se describen a continuación.

5.1 Revisión del proceso de georreferenciación y fotointerpretación

La primera fase de la auditoría consistió en una revisión de la georreferenciación y fotointerpretación efectuados por CARTOMAPA. Esto incluyó las siguientes actividades:

- a. Cruce de las cubiertas digitales del proyecto Catastro corregido y actualizado por CONAF en todo el patrimonio de las regiones VI a X. Este proceso permitió verificar la existencia predios no incluidos por CARTOMAPA, pero con una eventual sustitución de bosque nativo o matorrales arborescentes.
- b. Realizado lo anterior, se procedió a revisar la fotointerpretación a nivel predial informada como sustitución por CARTOMAPA. En este proceso se comparó las cobertura de plantaciones realizadas posterior al año 1994 con las fotos aéreas 1994.
- c. Detección de polígonos o zonas dudosas de sustitución no informadas por CARTOMAPA.
- d. Control de campo de zonas dudosas, distribuidos en 55 predios en las diferentes regiones (Figura 2).

Esta muestra de terreno representa sobre el 40% de la superficie informada por CARTOMAPA.

5.2 Verificación en terreno de superficies con sustitución

La segunda fase consideró observaciones en terreno sobre una muestra de predios que permitió verificar y cuantificar la eventual clasificación errónea de CARTOMAPA en gabinete.

Esta muestra se distribuyó por región y consideró 55 predios seleccionados al azar, otorgándose una mayor probabilidad de selección a los predios con mayor superficie sustituida y erróneamente clasificado por CARTOMAPA.

El protocolo de revisión en gabinete y selección de predios a revisar en campo fue el siguiente:

- a. Revisión de bases de datos gráficos y alfanuméricos prediales con superficie sustituida detectadas por la consultora CARTOMAPA.
- b. Confección de una lista de predios con superficie sustituida.
- c. Selección aleatoria de predios con el método de muestreo de listo a priori, distribuido en las diferentes regiones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Predios seleccionados para verificación en terreno.

N° Muestra	Región	Código Predio	Superficie Predial	N° Muestra	Región	Código Predio	Superficie Predial
1	VI	11369	1598.9	29	VIII	11969	77.9
2	VII	11148	1323.9	30	VIII	20977	211.6
3	VII	11182	4709.6	31	VIII	21329	161.9
4	VII	11202	338.8	32	IX	21003	558.4
5	VII	11215	234.3	33	IX	21009	713.4
6	VII	11216	1030.3	34	IX	30082	523.0
7	VII	11217	212.9	35	IX	30537	196.7
8	VII	11225	484.7	36	IX	30538	129.3
9	VII	11252	777.2	37	IX	30540	119.5
10	VII	11253	246.0	38	IX	31064	141.9
11	VII	11269	545.9	39	IX	31237	319.5
12	VII	11282	993.6	40	IX	31564	511.5
13	VII	11330	141.7	41	IX	31689	132.8
14	VII	11334	1254.8	42	IX	31839	1100.7
15	VII	11348	1656.2	43	XIV	30061	571.6
16	VII	11352	25.2	44	XIV	30488	87.0
17	VII	11354	30.5	45	XIV	30660	55.1
18	VII	11357	22.8	46	XIV	30678	219.4
19	VII	11391	730.8	47	XIV	30686	98.7
20	VII	11456	498.7	48	XIV	30891	82.3
21	VII	11660	621.0	49	XIV	30918	495.1
22	VII	11954	711.9	50	XIV	30920	176.0
23	VII	12109	187.5	51	XIV	30928	98.0
24	VII	14014	414.7	52	XIV	31022	193.7
25	VII	14029	448.4	53	XIV	31036	654.3
26	VII	14112	902.9	54	XIV	31205	104.5
27	VII	14121	934.7	55	XIV	31442	648.5
28	VIII	10194	150.9	Superficie Total Revisada (ha)			24.416,8

5.3 Errores detectados en el proceso de verificación de superficies sustituidas

En este proceso los factores cartográficos (evaluados en gabinete) y de campo fueron los siguientes:

Errores de fotointerpretación: Se trata de atributos en los polígonos del catastro, probablemente extrapolados, principalmente de uso y sub-uso del suelo. Verificación de límites en la fotointerpretación realizada durante el proyecto catastro en fotos obtenidas el año 1994.

Error de georreferenciación: al georreferenciar la información de la cubierta fotográfica inicial del proyecto catastro sobre la cartografía predial de la empresa demandante, se producen errores por la falta de orto-rectificación de las fotos SAF y de ARAUCO.

Revisión intensiva de terreno:

- ✓ Verificación al interior de los rodales de presencia de tocones y vegetación mayor residual. Esto se protocolizó con fotografías de terreno e indicación de coordenadas medidas con instrumental GPS.
- ✓ Presencia de rumas de maderas nativa alrededor del rodal
- ✓ Ancho de límites de quebradas en la fotografía actual de ARAUCO

6. RESULTADOS

Este estudio consideró la revisión de la cartografía de sustitución para un total de 55 predios, los cuales abarcan una superficie de 24.416,8 ha.

6.1 Área de estudio.

Los predios considerados en este estudio se localizan entre las regiones VI y X del país, siendo administrados por Forestal Celco S.A. (FCSA), Bosques Arauco S.A. (BASA) y Forestal Valdivia S.A. (FVSA). La Figura 1 muestra la localización de los predios que presentaron superficie de bosque nativo al año 1994.

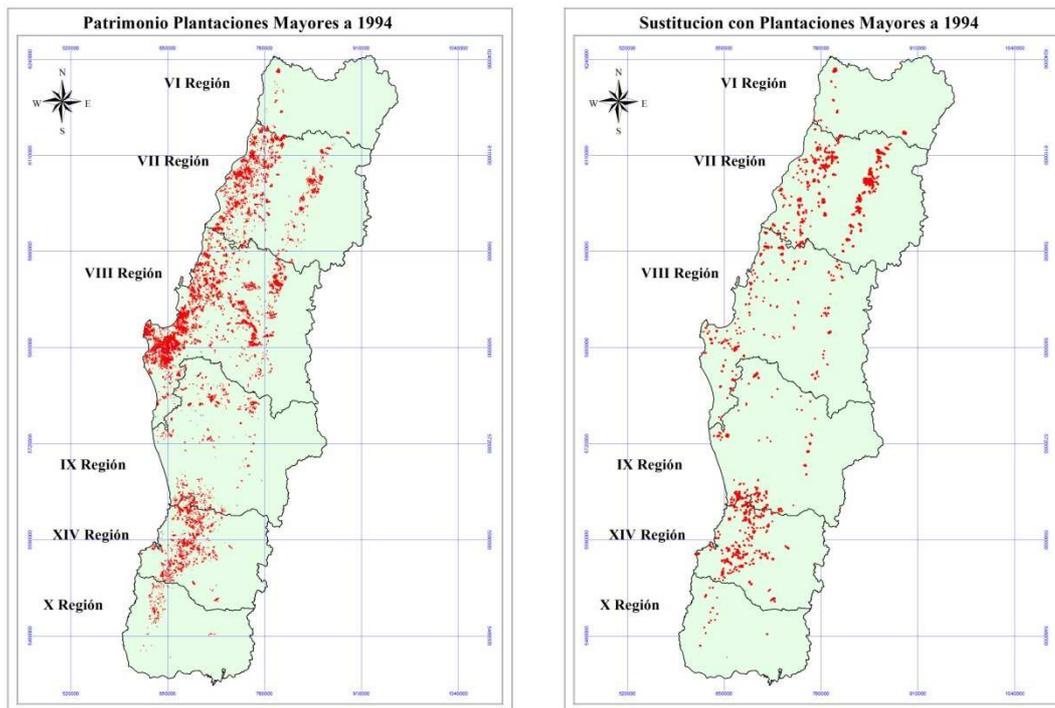


Figura 1. Patrimonio de plantaciones de ARAUCO establecidas después de 1994 y superficies con detección de sustitución

La Figura 2 presenta la selección de predios que fueron revisados por personal de la UACH. durante la etapa de verificación de áreas detectadas con sustitución. La selección de predios consideró también representar el patrimonio de las distintas empresas que administran el patrimonio de Forestal Arauco.

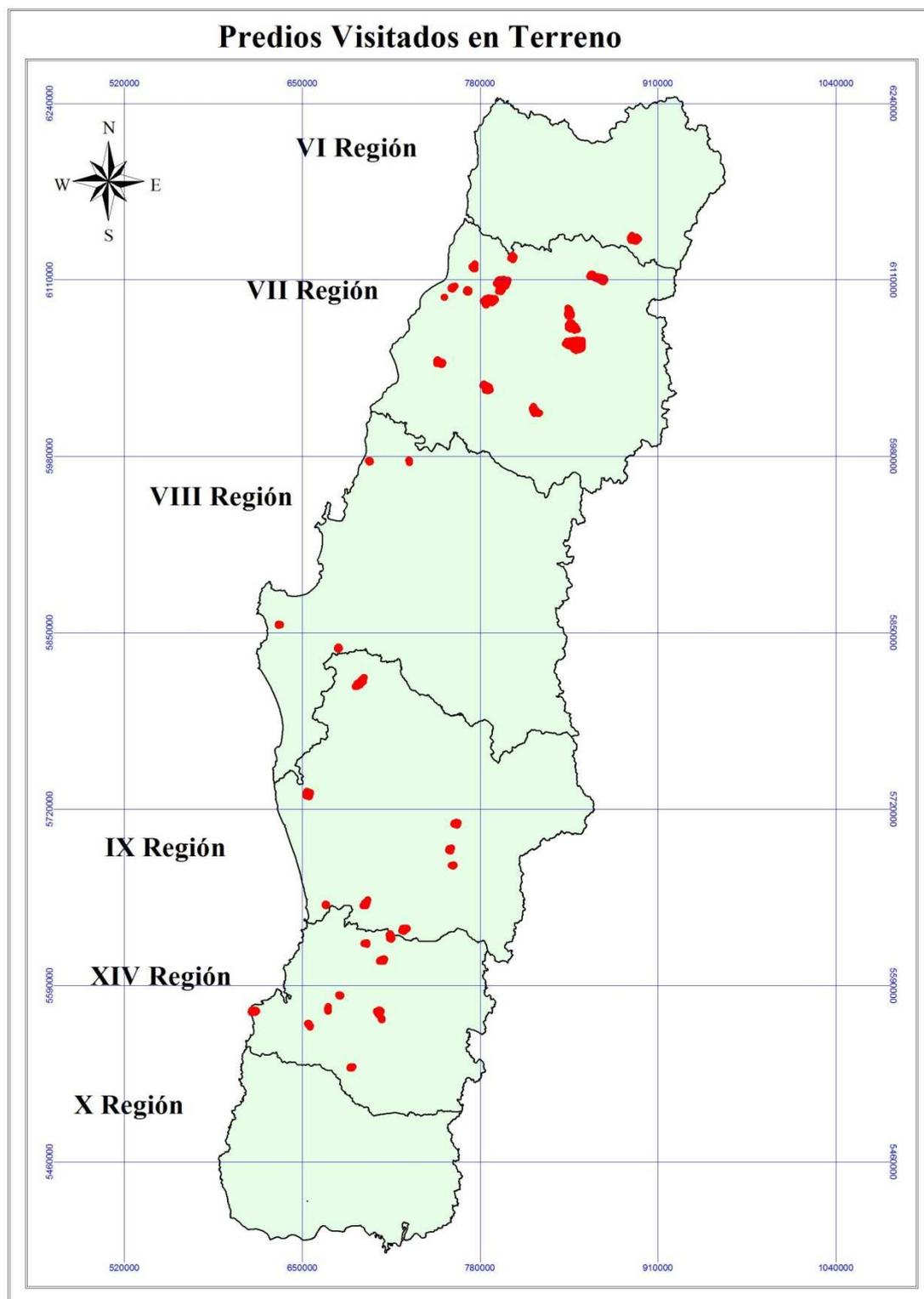


Figura 2. Predios de ARAUCO visitados en terreno por la UACH (55 predios)

6.2 Superficie sustituida estimada por CARTOMAPA

Superficie de sustitución según filial

De acuerdo a la estimación realizada por la consultora CARTOMAPA, la superficie total sustituida en el período 1994-2010 alcanza una superficie de 24.352,20 ha (Cuadro2).

Cuadro 2. Superficie Sustituida de Bosque Nativo por filiales de Forestal ARAUCO S.A.

Estimación CARTOMAPA		
Empresa	Superficie Sustituida (ha)	Diferencia Sustitución (%)
BASA	1.769,40	7,2
FCSA	16.651,10	68,4
FVSA	5.931,70	24,4
TOTAL	24.352,20	100,0

La filial que presenta las mayores superficies de sustitución, para los usos del suelo considerados, es FCSA con un 68,4%, correspondientes a 16.651,10 ha., seguido por FVSA con un 24.4% y BASA con un 7.2% de la superficie de sustitución de la empresa.

El Cuadro 3 muestra que la mayor superficie sustituida corresponde al uso del suelo "Bosque Nativo" con 12.889.40 ha; seguido por Matorral Arborescente Esclerófilo con 8.454,50 ha y Matorral esclerófilo con 3.008,40 ha. FCSA y FVSA presentan las mayores superficies de sustitución para el uso Bosque Nativo, siendo 5.448,40 ha y 5.820,60 ha respectivamente. Sin embargo, para FCSA las mayores superficies de sustitución se presentan en el subtipo Matorral Arborescente Esclerófilo (8.293,90 ha). En comparación a estas filiales, BASA presenta las menores superficies de sustitución de Bosque Nativo alcanzando 1.620,40 ha.

Cuadro 3. Superficies sustituidas desagregadas por filial y uso del suelo

SUPERFICIE SUSTITUCIÓN (ha)				
Empresa	Bosque	Matorral	Matorral	Superficie Total (ha)
	Nativo	Arborescente Esclerófilo	Esclerófilo	
BASA	1.620,40	149,0	-	1.769,40
FCSA	5.448,40	8.293,90	2.908,80	16.651,10
FVSA	5.820,50	11,60	99,60	5.931,70
TOTAL	12.889,30	8.454,50	3.008,40	24.352,20

Superficie de sustitución según región

A nivel regional, las mayores superficies de sustitución se encuentran en la VII región del Maule con 13.338,10 ha lo que equivale a un 54,8% de la superficie total sustituida; seguida por la XIV Región de los Ríos con 3.855,30 ha que equivale a un

15,8 %. Contrariamente, la Región con menor sustitución es la X Región de Los Lagos con un 0,6 % equivalente a 151,60 ha.

Cuadro 4. Superficie Sustituida de Bosque Nativo desagregada por Región

Región	Superficie total Predial (ha)	Superficie Sustituida (ha)	Superficie Sustituida (%)	Superficie Sustituida respecto a total predial por región (%)
VI	12.980,90	1.382,60	5,70	10,7
VII	259.773,70	13.338,10	54,80	5,1
VIII	497.244,30	3.094,80	12,70	0,6
IX	88.151,70	2.529,90	10,40	2,9
X	15.581,40	151,60	0,60	1,0
XIV	162.408,30	3.855,20	15,80	2,4
TOTAL	1.036.140,30	24.352,20	100,00	2,4

De acuerdo a la información entregada por CARTOMAPA la Región con mayor porcentaje de sustitución respecto a la superficie total predial, corresponde a la VI con un 10,7% equivalente a una superficie de 1.382,60 ha, seguido a continuación por la VII región con un 5,1% lo que se traduce en 13.338,10 ha. La región con menor porcentaje corresponde a la VIII con un 0,6%. No obstante este porcentaje al ser traducido a hectáreas se manifiesta en 3.094,80 ha (Cuadro 4).

De acuerdo a la información recabada por CARTOMAPA la superficie total sustituida por FORESTAL ARAUCO S.A es de 24.352,20 ha (Cuadro 5), siendo el tipo de uso Bosque Nativo y los subtipos Matorral Arborescente Esclerófilo y Matorral Esclerófilo aquellos con mayor superficie sustituida, 12.889,30 ha, 8.454,50 ha y 3.008,40 ha respectivamente.

Al analizar esta misma información pero a nivel de Región se observa que la VII región es la que presenta la mayor superficie sustituida con 13.338,10 ha. Dentro de ésta la mayor superficie la concentra el subtipo Matorral Arborescente Esclerófilo con 6.787,50 ha, seguido del tipo de uso Bosque nativo con 4.013,70 ha y finalmente el subtipo Matorral Esclerófilo con 2.536,90 ha (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución por Región de la Superficie Sustituida estimada por CARTOMAPA desagregada por Tipo de Uso

SUPERFICIE SUSTITUCIÓN (ha)				
Región	Superficie Sustituida	Bosque Nativo	Matorral Arborescente Esclerófilo	Matorral Esclerófilo
VI	1.382,60	371,90	638,90	371,80
VII	13.338,10	4.013,70	6.787,50	2.536,90
VIII	3.094,80	2.088,40	1.006,30	0,10
IX	2.529,90	2.508,10	21,80	-
X	151,60	151,60	-	-
XIV	3.855,20	3.755,60	-	99,60
TOTAL	24.352,20	12.889,30	8.454,50	3.008,40

6.3 Auditoría Técnica

A continuación se presentan los resultados de la auditoría técnica realizada por la UACH. sobre la superficie de Bosque Nativo, Matorral Arborescente Esclerófilo y Matorral Esclerófilo, informada como sustituida por CARTOMAPA para el periodo 1995-2010.

6.3.1 Verificación cartográfica

En el Cuadro 6 se compara las superficies estimadas por la consultora CARTOMAPA y las obtenidas por el Laboratorio de Geomática de la UACH.

Cuadro 6. Comparación superficie sustituida por Cartomapa y UACH desagregado por filial

Empresa	Superficie Sustitución Estimada (ha)		Error	
	CARTOMAPA	UACH	ha	%
BASA	1.769,40	1.776,90	7,50	0,4
FCSA	16.651,10	16.778,30	127,20	0,8
FVSA	5.931,70	5.974,90	43,20	0,7
TOTAL	24.352,20	24.530,10	177,90	0,7

La UACH. determinó que en la totalidad de la superficie auditada existe una diferencia de 177,90 ha respecto a la informada por CARTOMAPA, lo que equivale a un error de 0,7% de la superficie evaluada en el patrimonio de ARAUCO por la consultora .

FCSA muestra la mayor superficie de diferencia (127,20 ha), seguido de FVSA (43,20 ha).

A nivel de región (Cuadro 7), la mayor diferencia en superficie se encuentra en la VIII con 105,30 ha (3,3%). Cabe destacar que todas las diferencias son positivas a favor de la UACH, lo que implica que CARTOMAPA en todas las regiones determinó menos superficie sustituida.

Cuadro 7. Comparación superficie sustituida por CARTOMAPA y UACH desagregado por Región

Región	Superficie Sustitución Estimada (ha)		Error	
	CARTOMAPA	UACH	ha	%
VI	1.382,60	1.382,60	0	0,0
VII	13.338,10	13.366,30	28,20	0,2
VIII	3.094,80	3.200,10	105,30	3,3
IX	2.529,90	2.543,50	13,60	0,5
X	151,60	152,60	1,00	0,7
.XIV	3.855,20	3.885,00	29,80	0,8
TOTAL	24.352,20	24.530,10	177,90	0,7

A continuación se hace un paralelo entre las superficies estimadas por CARTOMAPA y la superficie estimada por el Laboratorio de Geomática (Cuadro 8), además de entregar el error real entre ambas estimaciones de superficie (Cuadro 9).

Cuadro 8. Comparación de las superficies de bosques sustituidas estimadas por consultora CARTOMAPA y el Laboratorio de Geomática de la UACH.

Región	Superficie Sustituida CARTOMAPA (ha)			Superficie Sustituida UACH (ha)		
	Bosque Nativo	Matorral Arborescente Esclerófilo	Matorral Esclerófilo	Bosque Nativo	Matorral Arborescente Esclerófilo	Matorral Esclerófilo
VI	371,90	638,90	371,80	371,90	638,90	371,80
VII	4.013,70	6.787,50	2.536,90	4.040,60	6.788,70	2.537,00
VIII	2.088,40	1.006,30	0,10	2.193,40	1.006,60	0,10
IX	2.508,10	21,80	-	2.521,70	21,80	0
X	151,60	-	-	152,60	0	0
XIV	3.755,60	-	99,60	3.785,40	0	99,60
TOTAL	12.889,30	8.454,50	3.008,40	13.065,60	8.456,00	3.008,50

Cuadro 9. Error real detectado por el Laboratorio de Geomática de la UACH sobre las superficies estimadas por CARTOMAPA.

Región	Error real (ha)		
	Bosque Nativo	Matorral Arborescente Esclerófilo	Matorral Esclerófilo
VI	0	0	0
VII	26,90	1,20	0,10
VIII	105,00	0,30	0
IX	13,60	0	-
X	1,00	-	-
XIV	29,80	-	0
TOTAL	176,30	1,50	0,10

En el tipo de uso Bosque Nativo se detectó un error total de 176,30 ha. Al analizar por región se observa que la mayor diferencia se encuentra en la VIII región con 105,00 ha y la menor diferencia en la X región con sólo 1,0 ha.

En el tipo de uso Matorral Arborescente Esclerófilo se encontró un error de 1,50 ha, siendo la VII región la que presenta la mayor diferencia con 1,20 ha.

Finalmente para el tipo de uso Matorral Esclerófilo se identificó un error de 0,10 ha, correspondiente a la VII región.

6.3.2 Verificación de campo

A continuación se presenta la información de la campaña de terreno, cuyo objetivo fue verificar la superficie sustituida estimada por CARTOMAPA (Cuadro 10).

Cuadro 10. Error real estimado sobre la superficie sustituida determinada por CARTOMAPA y verificada en terreno por el Laboratorio de Geomática de la UACH

Región	Predio	Sup. Sustituida (ha)		Error real		Región	Predio	Sup. Sustituida (ha)		Error real		
		CARTOMAPA	UACH	ha	%			CARTOMAPA	UACH	ha	%	
VI	11369	618,10	618,10	0	0	VIII	10194	76,30	76,50	0,20	0,3	
VII	11148	1,10	1,10	0	0	VIII	11969	54,00	54,00	0	0	
VII	11182	21,40	24,60	3,20	13,0	VIII	20977	67,00	67,00	0	0	
VII	11202	143,60	144,40	0,80	0,6	VIII	21329	52,20	52,20	0	0	
VII	11215	133,60	133,60	0	0	IX	21003	219,70	219,70	0	0	
VII	11216	535,90	535,90	0	0	IX	21009	240,90	242,10	1,20	0,5	
VII	11217	132,20	132,20	0	0	IX	30082	66,60	66,60	0	0	
VII	11225	57,60	57,60	0	0	IX	30537	17,4	17,4	0	0	
VII	11252	199,00	199,00	0	0	IX	30538	34,80	34,80	0	0	
VII	11253	71,80	71,80	0	0	IX	30540	50,10	50,10	0	0	
VII	11269	217,90	217,90	0	0	IX	31064	55,90	55,90	0	0	
VII	11282	445,30	445,30	0	0	IX	31237	90,50	90,50	0	0	
VII	11330	16,80	16,80	0	0	IX	31564	76,60	76,60	0	0	
VII	11334	284,30	284,30	0	0	IX	31689	39,40	39,40	0	0	
VII	11348	220,80	220,80	0	0	IX	31839	378,30	378,30	0	0	
VII	11352	6,70	6,70	0	0	XIV	30061	119,10	119,10	0	0	
VII	11354	6,90	6,90	0	0	XIV	30488	47,90	47,90	0	0	
VII	11357	1,90	1,90	0	0	XIV	30660	30,90	30,90	0	0	
VII	11391	212,00	212,00	0	0	XIV	30678	56,00	61,30	5,30	8,6	
VII	11456	44,50	44,50	0	0	XIV	30686	48,40	48,40	0	0	
VII	11660	7,10	7,10	0	0	XIV	30891	47,40	47,40	0	0	
VII	11954	148,40	149,00	0,60	0,40	XIV	30918	146,20	146,20	0	0	
VII	12109	11,20	11,20	0	0	XIV	30920	51,10	51,10	0	0	
VII	14014	136,10	136,10	0	0	XIV	30928	39,70	39,70	0	0	
VII	14029	125,90	125,90	0	0	XIV	31022	67,90	67,90	0	0	
VII	14112	161,10	161,10	0	0	XIV	31036	68,80	68,80	0	0	
VII	14121	94,80	94,80	0	0	XIV	31205	69,20	69,20	0	0	
							XIV	31442	173,00	173,00	0	0
							Total	55	6.541,30	6.552,60	11,30	0,2

El Laboratorio de Geomática detectó en la verificación que realizó en terreno, un error de 11,30 ha., lo que equivale a un 0,2% respecto a la superficie estimada por la empresa consultora.

A continuación se presentan algunos ejemplos de predios visitados en terreno.



Figura 3. Predio 21009, fotografía 983



Figura 4. Predio 21009, fotografía 981

Las figuras 3 y 4 corresponden al predio 21009, visitado en terreno, cuyas fotografías muestran regeneración de tocón, principalmente de Roble.



Figura 5. Predio 11369

La figura 5 corresponde al predio 11369, en la cual se observa presencia de Ciprés y vegetación residual.

Las figuras 6 y 7 corresponden a los predios 11945 y 11797, como ejemplo de sectores analizados en gabinete.

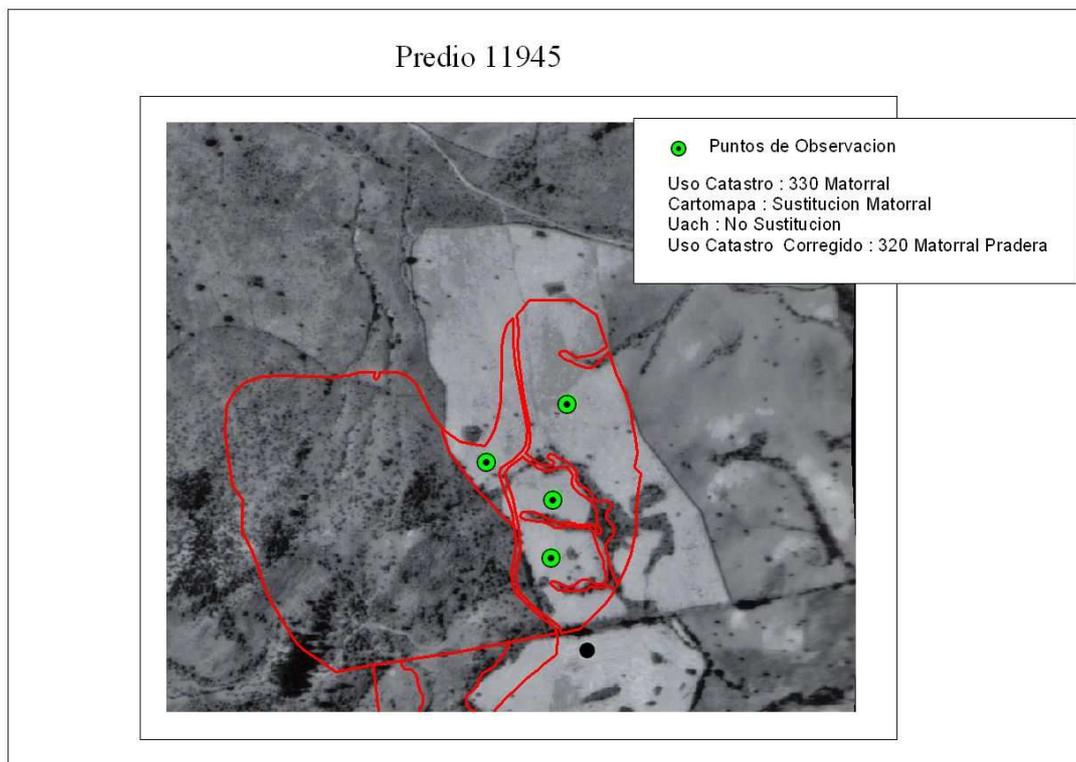


Figura 6. Sector ubicado en el Predio 11945

La figura 6 es un ejemplo de áreas detectadas indicadas como sustitución de matorral, y que corresponden a praderas. Éstas fueron catalogadas como No sustitución

Predio 11797

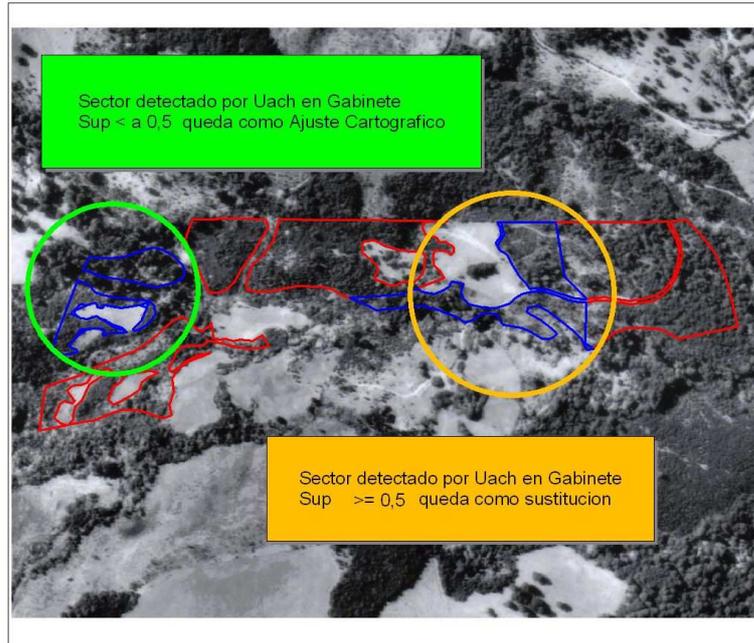


Figura 7. Sectores del Predio 11797

La figura 7 representa sectores detectados en gabinete con superficies inferiores a 0.5 hectáreas, que fueron considerados como error de ajuste cartográfico o de geoprocésamiento. Las áreas con superficies mayores o iguales a 0.5 hectáreas se consideraron como sustitución por la UACH.

7. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la estimación realizada por la consultora CARTOMAPA, la superficie total sustituida en el período 1994-2010 es de 24.352,2 ha., en tanto que la auditoría técnica realizada por el Laboratorio de Geomática de la UACH determinó que el error total de superficie informada por la consultora CARTOMAPA es de un 0,7%, equivalente a 177,90 ha.
- La filial que presenta las mayores superficies de sustitución, para los usos de suelo considerados, es FCSA con un 68,4%, correspondientes a 16.651,10 ha., seguido por FVSA con un 24.4% y BASA con un 7.3% de la superficie de sustitución de la empresa.
- CARTOMAPA estima que a nivel regional, las mayores superficies de sustitución se encuentran en la VII región del Maule con 13.338,10 (54,8% de la superficie total sustituida); seguida por la XIV Región de los Ríos con 3.855,20 ha (15,8 %). La Región con menor sustitución es la X Región de Los Lagos con un 0,6 % equivalente a 151,60 ha.
- La verificación cartográfica de la auditoría técnica concluye que en el tipo de uso Bosque Nativo se detectó un error total de 177,30 ha., y al analizar por región se observa que la mayor diferencia se encuentra en la VIII región con 105,00 ha, en tanto que, la X región presenta la menor diferencia de superficie 1,0 ha.
- En relación al tipo de uso Matorral Arborescente Esclerófilo se encontró un error de 1,50 ha, siendo la VII región la que presenta la mayor diferencia con 1,20 ha.
- La auditoría técnica determinó que FCSA muestra la mayor superficie de diferencia equivalente a 127,20 ha, seguido de FVSA con 43,20 ha.
- En cuanto a la verificación de campo, el Laboratorio de Geomática determinó una diferencia de 11,30 ha., lo que equivale a un 0,2% respecto a la superficie estimada por la empresa consultora CARTOMAPA.

1. ANEXOS

- a) Informe en formato digital**
- b) Glosario del Proyecto Catastro de Bosque Nativo de Chile**
- c) Carpeta CARTOMAPA: Anexo digital que contiene Cobertura final
CARTOMAPA**
- d) Carpeta UACH: - Sustitución UACH
- Superficie no informada por CARTOMAPA
- Sustitución CARTOMAPA**
- e) Fotografías de los predios visitados**

Anexo b:

GLOSARIO TÉRMINOS DEL PROYECTO CATASTRO DE BOSQUE NATIVO DE CHILE.

Sistema de clasificación y definiciones del bosque nativo utilizado en el proyecto catastro de la vegetación nativa de Chile¹

Para representar la vegetación en el **Proyecto Catastro** forestal de Chile, se usó como base la metodología desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y Ecológicos L. Emberger (CEPE de Montpellier), conocida como Carta de Ocupación de Tierras (COT), Esta metodología presenta permite una representación objetiva de la vegetación, facilitando su uso y administración en Sistemas de Información Geográfico (SIG).

El estado de la vegetación se describe mediante el uso de **6 atributos**:

1. **Uso actual del suelo**
2. **Formación vegetal**
3. **Estructura poblacional (origen de a población)**
4. **Densidad**
5. **Altura**
6. **Especies dominantes (hasta 6)**

Para determinar la densidad se usó la cobertura de copa (o follaje) de la vegetación. Este atributo, si bien es difícil de medir, es fácil de estimar visualmente con personal entrenado, usando la tradicional escala de cuartos.

- | | | |
|----|-------------------|----------------|
| 1. | Denso | 75-100% |
| 2. | Semi denso | 50 -75% |
| 3. | Abierto | 25 -50% |

Para el uso actual del suelo se determinaron las siguientes categorías

1. **Áreas urbanas e industriales**
2. **Terrenos agrícolas**
3. **Praderas y matorrales**
4. **Bosques**
5. **Humedales**
6. **Desiertos**
7. **Nieves**
8. **Cuerpos de agua**
9. **Áreas no reconocidas**

La determinación de estos usos del suelo, así como de los otros atributos, se basó en conceptos ecosistémicos, a diferencia del tradicional concepto de uso. Por ejemplo, en el concepto tradicional, una pradera es el lugar que el campesino o el agricultor usa para pastar animales, para el Catastro pradera es el lugar que, careciendo de árboles y arbustos, se caracteriza por la presencia dominante de pastos o hierbas.

¹ **CONAF; CONAMA; BIRF; UACH; PUC; UCT.** 1997. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales, Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago (Chile). 88 p.

Bosques por lo tanto, es el lugar o ecosistema que se caracteriza por la dominancia de los árboles. O sea, donde la densidad o cobertura de copa de los árboles es de más de 25%. Este estándar se obtuvo de publicaciones de FAO.

Por lo tanto, acorde con la metodología de la COT, se ingresó la información de carácter objetivo, de modo de poder reprocesar la información con distintos criterios o estándar. Esto es, se colectó la información sobre la participación de árboles, arbustos, hierbas y suculentas en la comunidad vegetal en base a la escala de densidad ya descrita. Mediante algoritmos computacionales se determinó la clasificación del polígono en las distintas categorías, considerando que donde los árboles son dominantes es bosque, donde dominan los arbustos y/o suculentas es matorral, donde dominan las hierbas es pradera y donde se carece de vegetación es desierto.

La **formación vegetal** es una subcategoría del uso actual del suelo, por lo que varía para las distintas categorías de uso del suelo. En el caso de los bosques existen tres categorías de formación vegetal:

1. **Plantación forestal**
2. **Bosque nativo**
3. **Bosque mixto**

La **estructura**, es un atributo que está referido, esencialmente, al bosque nativo, en cuyo caso puede tomar los siguientes valores:

1. **Bosque Adulto (BA):** es un bosque primario, donde los árboles se han originado a partir del ciclo reproductivo normal del bosque. En general, es un bosque heterogéneo en cuanto a tamaño de copas, altura de los árboles diámetro de los troncos y edades, que se desarrollan en lugares sin restricciones ambientales severas. Son siempre bosques con altura superiores a los 8 m.
2. **Renoval (RE):** corresponde a un bosque secundario, originado después de una catástrofe, ya sea natural o antrópica (incendio, tala rasa, derrumbe, tormenta, etc). Los renovals son el general bosques coetáneos, homogéneos en cuanto a la altura de los árboles, diámetros de las copas y de los troncos.
3. **Bosque adulto/renoval (BR):** bosque de origen antrópico, muy heterogéneo, formado por la mezcla de bosque adulto y renoval.
4. **Bosque achaparrado (KA):** Son en general bosques primarios, a veces secundarios, que por desarrollarse en lugares con severas restricciones ambientales (tales como cumbres, pantanos, lugares áridos o ventosos, etc.) presentan un bajo desarrollo en altura, no superando los 8 m. Si bien son árboles viejos, generalmente son bosques homogéneos con la fisonomía de los renovals.

La **altura** está referida sólo a los bosques nativos y se refiere a la altura media de los árboles dominantes. De acuerdo a la altura el bosque se clasifica en las siguientes categorías:

1. 2 - 4 m
2. 4 - 8 m
3. 8 - 12 m
4. 12 - 20 m
5. 20 - 32 m
6. >32 m

La **composición** florística describe las especies dominantes que caracterizan a la vegetación. Se considera que una especie es dominante cuando cubre más del 10% de suelo. Se consideró hasta 6 especies dominantes y su orden indica importancia dentro de la comunidad vegetal.

Dada la enorme cantidad de combinaciones de especies posibles, para el caso del bosque nativo se agruparon las composiciones similares en **tipos forestales**, de acuerdo a lo definido por el D.S. 259.

En el catastro no se determinaron directamente los bosques económicos u otras categorías similares, pues ya corresponden a una interpretación de los datos contenidos en el sistema. Sin embargo el sistema contiene la información de carácter objetivo que permite determinar esta u otra categoría interpretativa de bosques bajo diferentes criterios.

Sistema de clasificación de la vegetación

En base a los 6 atributos de la vegetación, descritos anteriormente, se estableció el Sistema de Clasificación de la Vegetación, que considera las siguientes categorías y subcategorías:

Praderas y matorrales

Se refiere a formaciones herbáceas, arbustivas y arbustivo - herbáceas. Se subdividen de acuerdo al tipo biológico preponderante (pastos o arbustos) y sus especies dominantes en las siguientes categorías:

Código	Glosa
Catastro	
3.1	Pradera
3.2	Matorral-Pradera
3.3	Matorral
3.4	Matorral arborescente
3.5	Matorral con suculentas
3.6	Suculentas
3.7	Plantación de arbustos

Bosques

La categoría Bosques está subdivida en las siguientes subcategorías:

Código	Glosa
Catastro	
4.1	Plantaciones
4.1.1	Plantación
4.1.2	Plantación joven o recién cosechada
4.1.3	Bosque de exóticas asilvestradas
4.2	Bosque Nativo
4.2.1	Bosque adulto
4.2.2	Renoval
4.2.3	Bosque adulto / Renoval
4.3.1	Bosque nativo / Plantación
4.3.2	Bosque nativo con exóticas asilvestradas