



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y**  
**CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**  
**DEPARTAMENTO DE GESTIÓN FORESTAL Y SU MEDIO**  
**AMBIENTE**

---

**DISEÑO PARA LA ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DE UN BOSQUE**  
**NATIVO DEL TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ- COIGÜE**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**JOSÉ MIGUEL AFFELD PÉREZ**

Profesor Guía: Dr. Horacio Bown Intveen. Ingeniero Forestal.

---

**Santiago, Chile**

**2014**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y CONSERVACIÓN DE LA**  
**NATURALEZA**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**  
**DEPARTAMENTO GESTIÓN FORESTAL Y SU MEDIO AMBIENTE**

**DISEÑO PARA LA ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DE UN BOSQUE**  
**NATIVO DEL TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ- COIGÜE**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**JOSÉ MIGUEL AFFELD PÉREZ**

Calificaciones:	Nota	Firma
Prof. Guía Sr. Horacio Bown Intveen	.....	.....
Prof. Consejero Sr. Manuel Toral Ibáñez	.....	.....
Prof. Consejero Sr. Antonio Vita Alonso	.....	.....

## **DEDICATORIA**

**A mi familia**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Madre y mi Padre, sin lugar a dudas las dos personas que más quiero en la vida, a los cuales respeto y admiro profundamente. Gracias por todo el cariño y apoyo brindado en estos años de estudio, les estaré eternamente agradecido.

A mis Hermanos María Francisca y Cristián, que siempre estuvieron presentes en este camino. A Gladys, gracias por ese tremendo cariño que nos tienes, siempre podrás contar conmigo.

A mis abuelos María Luisa y Vicente, no tengo palabras para agradecerles todo el cariño, preocupación y apoyo brindado en este tiempo, son los mejores abuelos que uno podría tener.

A mi tío, amigo y compadre, el Vito. Gracias tío por tu apoyo incondicional, siempre estuviste a mi lado cuando te necesite, éstas son las cosas que no se olvidan nunca en la vida. También a mi tía Alejandra y mi primo Vicente, realmente los sentí como mi familia todo este tiempo que estuve en Santiago, un fuerte abrazo para ustedes.

A mis amigos de la Residencia Universitaria Cardenal Caro, de la Universidad y amigos de la vida, sin lugar a dudas este camino se hizo mucho más ameno con su ayuda.

A mi profesor guía, Horacio Bown Intveen, gracias por su apoyo y dedicación en este trabajo y por confiar siempre en mí. A mis profesores consejeros, Antonio Vita y Manuel Toral, por su buena disposición siempre.

A la Empresa ZBaum que me dio la posibilidad de realizar mi práctica profesional y mi memoria de título con ellos, les estaré siempre muy agradecido.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MATERIAL Y MÉTODOS .....	11
2.1 Material.....	11
2.2 Método.....	13
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
3.1 División del bosque en cuarteles .....	18
3.2 División del bosque en rodales.....	20
3.2.1 Rodalización en terreno.....	20
3.2.2 Descripción de variables cualitativas de los rodales .....	26
3.2.3 Resultado de estadísticas descriptivas de los rodales.....	30
3.3 División del bosque en cantones .....	33
3.4 Propuesta de ordenación .....	38
4. CONCLUSIONES .....	45
5. BIBLIOGRAFÍA .....	46
6. APÉNDICE .....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción cualitativa de los rodales del predio Catrico.....	27
Cuadro 2. Resumen de cantones para el predio Catrico .....	34
Cuadro 3. Grupos de rodales del predio Catrico .....	41

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de división de un bosque en Cuarteles, Cantones y Rodales.....	4
Figura 2: Ubicación del Predio Catrico en la comuna de Lanco, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile.....	12
Figura 3. Esquema de una rodalización en terreno.....	14
Figura 4. Mapa de cuarteles del predio Catrico.....	19
Figura 5. Rodalización inicial del rodal 5, según criterio de textura de la imagen. ....	21
Figura 6. Rodalización final del rodal 5 en terreno, según los criterios establecidos por la empresa.....	22
Figura 7. Cartografía original del predio Catrico .....	24
Figura 8. Cartografía final del predio Catrico.....	25
Figura 9. Propuesta de delimitación de cantones para el predio Catrico. ....	37
Figura 10. Dinámica de la ordenación del predio Catrico .....	40
Figura 11. Mapa de grupos para la propuesta de ordenación del predio Catrico. ....	44

## GLOSARIO

### Estado de desarrollo:

- Brinzal: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP (diámetro a la altura del pecho) entre 0-10 cm.
- Latizal bajo: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 10-15 cm.
- Latizal alto: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 15-25 cm.
- Fustal delgado: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 25-30 cm.
- Fustal medio: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 30-35 cm.
- Fustal grueso: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 35-40 cm.
- Maduro: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 45-50 cm.
- Sobre maduro: estado de desarrollo donde el individuo posee un DAP entre 50-55 cm.

### Tipo de regeneración:

- Monte alto: regeneración de los individuos proveniente de semilla
- Monte bajo: regeneración de los individuos provenientes de propagación vegetativa
- Monte medio: regeneración de los individuos mediante monte alto y monte bajo.



## **DISEÑO PARA LA ORGANIZACIÓN TERRITORIAL DE UN BOSQUE NATIVO DEL TIPO FORESTAL ROBLE-RAULÍ-COIGÜE**

### **RESUMEN**

Se organizó territorialmente el predio Catrico, administrado por la empresa Forestal ZBaum, ubicado en la Comuna de Lanco, Provincia de Valdivia, Región de los Ríos, Chile ( $39^{\circ} 27' 37''\text{S}$  -  $72^{\circ} 42' 59''\text{O}$ ). Esta organización territorial permitirá a la empresa gestionar de mejor manera los recursos forestales que se encuentran dentro del predio. Estos recursos son en su mayoría bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y plantaciones forestales de especies exóticas y nativas.

Para realizar la organización territorial, se dividió el bosque en cuarteles, cantones y rodales. El predio se dividió en tres cuarteles, uno de producción de bosque nativo, uno de producción de plantaciones forestales y un tercero de protección. Los rodales se delimitaron según variables físicas y vegetacionales. Como variables físicas se tienen elementos inalterables de la cartografía, como: cursos de agua, quebradas y caminos. Como variables vegetacionales se consideraron: la composición de especies, la estructura y el estado de desarrollo del bosque. También se tomaron variables cualitativas de cada rodal. Posterior a ello se procedió a la delimitación de cantones dentro del predio, lo cual consiste en la unificación de rodales, en lo posible con características vegetacionales similares, colindando estas nuevas unidades de gestión, también con accidentes inalterables de la cartografía.

Se obtuvo una nueva cartografía para el predio Catrico, mucho más detallada y ordenada en orden jerárquico en cuarteles, cantones y rodales, además de una descripción cualitativa más detallada del bosque.

Se propone una ordenación forestal para el predio Catrico, con una rotación de 120 años, en donde se empleará el modelo silvícola de cortas de protección.

Es indispensable para una buena gestión de un predio forestal, contar con una cartografía adecuada, fidedigna y clara en cuanto a la información que en ella aparece, para que no existan errores de interpretación por parte del gestor a la hora de tomar decisiones silvícolas a aplicar en el bosque.

**Palabras clave:** Roble-Raulí-Coigüe, cuarteles, cantones, rodales, variables físicas y vegetacionales.

## **DESIGN FOR THE TERRITORIAL ORGANIZATION OF A PRIMARY FOREST TYPE ROBLE-RAULÍ- COIGÜE**

### **ABSTRACT**

Forestry land Catrico was territorially organized. This land is administered by ZBaum enterprises and located in Lanco city, Valdivia province the Los Ríos region of Chile ( $39^{\circ} 27' 37''\text{S} - 72^{\circ} 42' 59''\text{O}$ ). This territorial organization will allow the company a better management of the forestry resources inside it, which are, by the most part, woods of Roble-Rauli-Coigüe and forestry plantations of exotic and native species.

In order to realize the territorial organization the forest was divided in working circles, compartments and stands. Three working circles were made, one to produce native species, one for forestry plantations and the last one for protection. The compartments were delimited by physical and vegetation variables. Unchangeable physical variables in the cartography are water courses, roads and creeks. As vegetation variables were considered the presence of different species, structure and stage of forestry development. Also was taken in consideration qualitative variables of each stand. After that, compartments were delimited inside the land by unifying stands, if possible with similar vegetation features. These new management units coexist among unchangeable geographic features.

A new cartography was made for Catrico land, much more detailed and hierarchical ordered in working circles, compartments and stands, plus a qualitative description of the woods.

A forest regulation is proposed for Catrico land for a 120 year rotation applying the shelterwood silvicultural model.

It is essential for the good management of a forestry land to have a reliable and adequate cartography. It becomes crucial then to have a good source of information in order to prevent the silviculturist to make management mistakes in the future.

**Key Words:**

Roble-Rauli-Coigue, working circles, compartments, stands, physical variables, vegetation variables.

## 1. INTRODUCCIÓN

El tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe corresponde a renovales representados por cualquiera de las tres especies o una combinación de ellas, que representan más del 50% de los individuos con DAP (Diámetro a la altura del pecho) mayor a 10 cm por hectárea (Donoso, 1981). Estos bosques se ubican aproximadamente entre los 34° y 41° S, ocupando amplias áreas en la Cordillera de los Andes y de la Costa (Donoso y Lara, 1999). Aguilar *et al.* (1997) indican que en la Provincia de Valdivia la presencia de este tipo forestal como mezcla de las tres especies es prácticamente inexistente, encontrándose mayoritariamente como bosques puros.

Debido a la alta variabilidad que presentan los renovales de este tipo forestal, para efecto de algunas normas de manejo se han definido cinco sub tipos forestales: a) Renovales de Roble-Raulí, b) Renovales puros de Coigüe, c) Renovales de Roble-Raulí que incluyen Coigüe, d) Renovales de Roble-Raulí con especies tolerantes y e) Renovales de Coigüe con especies tolerantes (CONAF,1994).

Según Donoso (1981), se trata de un tipo forestal de alta diversidad y de alto interés económico. Las especies que conforman este tipo forestal, son las que poseen mayor potencialidad de uso dado su alto valor comercial y la magnitud del área que cubren. Una parte importante se encuentra en la Región de Los Ríos (Aguilar *et al.*, 1997). El tipo forestal abarca 1,37 millones de hectáreas (10,2 % del total de bosque nativo del país), de los cuales 86,1 % son de renovales o de bosques de segundo crecimiento (CONAF, 1997).

Donoso (1993) plantea que la tendencia del clima en esta área está caracterizada por un aumento gradual de la precipitación de norte a sur, manteniéndose una influencia mediterránea hacia el norte, especialmente en el valle central. El rango de precipitaciones va desde 1.500 a 3.000 mm anuales. El rango de temperaturas medias extremas, en el mes más frío, es de 0 a 10°C, y en el más cálido de 16 a 20°C.

Según Donoso (1981), los suelos sobre los que se distribuyen estos bosques, generalmente derivan de cenizas o escoria volcánica (trumaos). Son profundos con buen

drenaje, de pH ácido o moderadamente ácido. También se pueden presentar en deslizamientos o suelos de ñadis de mal drenaje.

Dentro de los diferentes tipos forestales que conforman el bosque nativo en Chile, uno de los géneros con mayor distribución en el territorio nacional y con una gran cantidad de especies comerciales, son los bosques de *Nothofagus*. La gran plasticidad de este género influyó en su utilización masiva como madera aserrada hasta fines de los años 60, cuando fue desplazada por la madera de *Pinus radiata* D. Don. El aprovechamiento comercial se realizaba a través de continuos floreos, práctica que consistió en extraer los mejores ejemplares del bosque sin considerar aspectos silvícolas para regenerar el recurso (FAO, 2013).

La participación actual del bosque nativo en Chile, en cuanto a trozas de la industria generadora de las exportaciones forestales del país, corresponde al 9,7 % del total nacional (2,4 millones m<sup>3</sup>ssc) (FAO, 2013). Esta cifra es testimonio que hoy la industria maderera se enfoca en las plantaciones forestales y no en el bosque nativo.

Toral *et al.* (2014) mencionan que en el año 2007, el valor de las exportaciones de productos tradicionales del bosque nativo fue de US\$ 17,6 millones FOB cayendo en el 2012 a US\$ 6,6 millones FOB y, de esa cifra Raulí participa en 8,3%, Roble 3,7% y Coigüe 1,6%. También mencionan que de la producción nacional de madera aserrada del bosque nativo, estas tres especies tuvieron una participación de 42% en el año 2011.

Según la Ley N°20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal, la ordenación forestal se define como: el conjunto de intervenciones silviculturales que, organizadas espacial y temporalmente, persiguen una estructuración tal del bosque que permite un rendimiento sostenido, sin afectar negativamente su productividad, ni de manera significativa las funciones ambientales del mismo, conforme a las prescripciones técnicas contenidas en un plan de manejo forestal (CONAF, 2014).

Por otro lado, según esta misma ley, se entiende por plan de manejo forestal a un instrumento que, reuniendo los requisitos que se establecen en este cuerpo legal, planifica la gestión del patrimonio ecológico o el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de un terreno determinado, resguardando la calidad de las aguas y evitando el deterioro de los suelos. Será plan de manejo de preservación cuando tenga como objetivo fundamental resguardar la diversidad biológica, asegurando la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las

especies y ecosistemas contenidos en el área objeto de su acción. Será plan de manejo forestal cuando su objetivo sea el aprovechamiento del bosque nativo para la obtención de bienes madereros y no madereros, considerando la multifuncionalidad de los bosques y la diversidad biológica (CONAF, 2014).

La ordenación por rodales es un método flexible de ordenación, pero que, al mismo tiempo, permite mantener la identidad de inventario forestal, actividades silvícolas y límites dasocráticos de los rodales (Balteiro, 2012).

Según Balteiro (2012), este método se puede aplicar en rodales donde:

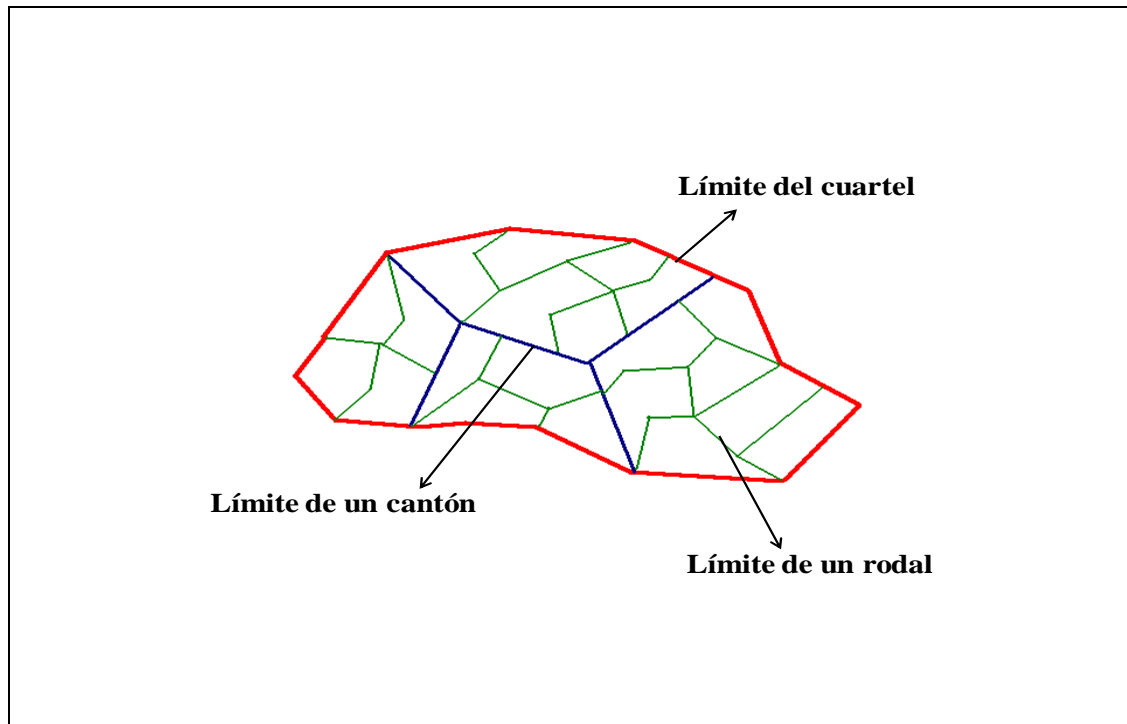
- Es preciso una minuciosa gestión a nivel de Rodal
- Se producen maderas de alta calidad
- Existen objetivos de producción
- Existe viabilidad de realizar silvicultura a nivel de Rodal
- Coexisten especies/calidades de estaciones forestales distintas, localizadas en diferentes Rodales
- Potencialmente en masas procedentes de regeneración artificial.

Por lo mencionado anteriormente, este método se adapta muy bien a bosques con estructuras muy heterogéneas, como lo son los del predio en estudio, Catrico, ubicado en la comuna de Lanco, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos ( $39^{\circ} 27' 37''\text{S} - 72^{\circ} 42' 59''\text{O}$ ) (Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, 2013). Bajo este sistema, se puede dividir el bosque en tantos rodales como sea necesario para trabajar cada uno de ellos en forma independiente.

La mayoría de la bibliografía consultada en este trabajo, es de procedencia española, donde ya existe un método establecido para realizar la ordenación por rodales. También se menciona la terminología ocupada en Francia, ya que bajo la metodología francesa, se construyó el plan de ordenación de la Reserva Nacional Malleco, mencionada más adelante en este trabajo. Los términos cuarteles, cantones y rodales, pueden llevar a una confusión o mala interpretación del método en Chile. Estas tres unidades de gestión quedan claramente definidas en la siguiente revisión bibliográfica.

A modo de ejemplo, en España, un bosque se divide en cuarteles, ya sea de producción, protección u otra índole, posteriormente estos son divididos en cantones. Estas unidades dasocráticas son permanentes e inalterables. Los cantones pueden ser divididos en una

última unidad, los rodales. Esto se hace cuando los cantones son muy heterogéneos y se puede encontrar dentro de un mismo cantón, situaciones diferentes, como: diferencia de edades entre los individuos, diferente estado de desarrollo, estructura u otras (Ver Figura 1). Según Vita (1996), la terminología francesa se refiere al cuartel como “serie” y al rodal como “parcela”.



**Figura 1.** Esquema de división de un bosque en Cuarteles, Cantones y Rodales.

Un método común de ordenación forestal en España es el método de los tramos. Este se divide en tres subtipos: método de tramos periódicos, método del tramo único y método del tramo móvil. El primer método busca dividir el cuartel en tramos bajo la ecuación  $T/p$ , siendo  $T$  la rotación y  $p$  el periodo durante el cual, mediante cortas de aclareo sucesivo, se conseguirá la regeneración de cada tramo y su organización como una masa regular. El método del tramo único puede definirse como el modelo práctico de gestión, alternativo o sustitutorio del método de tramos periódicos, con el que se pretende conseguir también, la estructura global de masa regular. Por último el método del tramo móvil, es un paso adelante en el camino de flexibilidad, que se inicia con el método de tramos periódicos y pasa por el del tramo único. En el método, la regeneración del tramo deja de ser norma de obligado cumplimiento: los cantones que se incluyen en el tramo móvil pueden demorar su regeneración, en principio, hasta dos periodos consecutivos (Madrigal, 1994).



La zona de los Pirineos, en España, es un área donde la gestión forestal ha tenido un gran peso y la mayoría de la superficie de bosque había sido en algún momento ordenada. Por otra parte, existe una gran superficie de pastos alpinos y subalpinos y una todavía importante actividad ganadera extensiva. A ello cabe sumar la importancia de las demandas paisajísticas y de usos sociales, ya que se trata de una zona actualmente muy tercerizada, con instalaciones turísticas de invierno y segundas residencias (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2008).

En cuanto a los bosques de esta zona, algunos ya habían sido ordenados por tramos y otros nunca habían sido ordenados (caso de algunos bosques comunales). Presentan en general al inicio de su ordenación una serie de características comunes como son: escasas actividades de gestión durante los dos últimos decenios, abundantes masas jóvenes con necesidad de tratamientos de mejora y, en muchos casos, problemas de estabilidad de los bosques (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2008).

La ordenación por rodales ha permitido planificar una gestión multifuncional, al plantear distintos objetivos simultáneamente a nivel de bosque: producción maderera, calidad de paisaje, fomento a la ganadería extensiva y conservación de la biodiversidad. Estos objetivos se traducen en actividades a nivel de rodal, que tienen un tamaño medio de entre 4-6 ha, y que raramente superan las 10 ha (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2008). Según Vita (1996), las dimensiones de los rodales pueden variar de 3 ó 4 ha en el caso de silvicultura muy intensiva, sitios heterogéneos, objetivos de protección y bosques pequeños, a 20 ó 25 ha en terrenos planos sobre sitios homogéneos donde la función de producción puede ser optimizada. Según Dubourdiou (1989), citado por Vita (1996), en Francia las extensiones más comunes son de 8 a 15 ha.

Por otra parte, se han realizado ordenaciones por rodales en otras zonas de Cataluña. Un ejemplo a destacar son las ordenaciones por rodales iniciadas en 2004 en la zona del litoral Catalán, concretamente en los montes de UP (Utilidad Pública) N° 3 y UP N° 65 de Girona, en el macizo de Montgrí, que en conjunto suman cerca de 2.600 ha de bosque con repoblaciones de *Pinus halepensis* y *Pinus pinea*. La ordenación por rodales ha permitido implementar diferentes modelos silvícolas a nivel de rodal en función de los objetivos y la calidad, abordando la evolución hacia masas mixtas con latifoliadas en los rodales repoblados más antiguos (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2008).

Según las IGOMA (Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados) de 1971, un rodal es una unidad territorial diferenciada transitoriamente dentro de un cantón no homogéneo, por tener diferentes especies, edad, espesura o calidad de la

estación. Al respecto, Pita (1964) señala que el rodal es una unidad silvícola y dasocrática temporal que se fija más en la masa que en el espacio territorial que ocupa. Los rodales constituyen una división temporal, con vigencia únicamente para el periodo de ordenación inmediato (10-20 años). Los límites de los rodales no son permanentes ni se señalizan sobre el terreno; sólo se plasman a nivel cartográfico (González *et al.*, 2006).

La rodalización tiene como objetivo delimitar los rodales y caracterizarlos. Los trabajos de rodalización constituyen la fase clave de la ordenación por rodales ya que es una etapa en que se realiza un reconocimiento y análisis exhaustivo del terreno, que permite obtener:

- La diferenciación y delimitación espacial de los rodales, unidades últimas de gestión.
- Un diagnóstico general del bosque, con caracterización de estructuras horizontal y vertical y su variabilidad.
- Una propuesta de intervenciones según las necesidades, condiciones y vocación de cada rodal, del contexto económico del momento y de los objetivos generales para el bosque.
- Una elección del tipo de inventario más adecuado para cada rodal
- Una identificación y delimitación de áreas con valores naturales destacados, biotopos relevantes, áreas de cambio de uso forestal, etc.

Según Reque y Pérez (2011), la rodalización se define como el proceso de delimitación, definición y caracterización de los diferentes rodales de un espacio forestal. La correcta y precisa realización de la rodalización es imprescindible para la toma de decisiones en silvicultura.

Según González *et al.* (2006), la fase de rodalización se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Definición de los criterios de rodalización
2. Preparación de la cartografía de trabajo
3. Rodalización en campo:
  - a. Identificación y delimitación de rodales
  - b. Caracterización del rodal y propuesta de gestión
  - c. Elección del tipo de inventario a realizar
  - d. Agrupación de rodales en tipologías

Con la ayuda de la cartografía de trabajo; se recorre exhaustivamente el espacio forestal, diferenciando rodales dentro de los cantones en base a los criterios establecidos y tomando al mismo tiempo una serie de datos que caracterizarán cada rodal (González *et al.*, 2006). En caso de rodales arbolados, hay que evitar realizar la descripción desde el exterior de los mismos (desde caminos, pista o punto elevados) ya que a menudo algunos aspectos estructurales y otros detalles importantes pasan desapercibidos si no se analiza el bosque o masa desde el interior. En muchos casos, la observación desde algún punto elevado puede ser de ayuda para realizar una primera aproximación o comprobar la delimitación de los rodales ya realizada desde el interior de la masa (González *et al.*, 2006).

Otra misión importante del trabajo de rodalización es realizar una primera caracterización de los rodales. Durante el recorrido por el interior de cada rodal se analiza la composición y estructura de éste, realizando algunas paradas para hacer una descripción silvícola. El resultado será una descripción cualitativa del rodal, que deberá poder ser interpretada de forma inequívoca (González *et al.*, 2006).

Según González *et al.* (2006), con el fin de facilitar y agilizar el proceso de rodalización en campo, es necesario preparar previamente la cartografía de trabajo. Con ayuda de imágenes y fotografías aéreas, se dibujarán los límites de los rodales que se vayan identificando. Las coberturas mínimas necesarias para una cartografía de trabajo son la base topográfica general y una división dasocrática permanente. Se entiende por división dasocrática permanente a la división inalterable de la cartografía, como lo pueden ser los límites de los Cantones (unidad de gestión que abarca varios rodales) o límites de zonas de protección, como riberas. La base topográfica general incluye: retículas UTM, curvas de nivel, cursos de agua, límites del bosque y división dasocrática permanente.

Es importante que la cartografía de trabajo tenga una buena resolución de la imagen y que en lo posible, esté dividida en grillas, con una separación de 500 metros entre cada una, lo que facilita mucho el trabajo de las cuadrillas en terreno, sobre todo en la ubicación dentro del bosque.

Los mejores resultados se obtienen con la preparación de una cartografía de trabajo a escala 1:5.000 o 1:10.000, con ortofotomapa en color, algunos elementos topográficos principales (curvas de nivel, cursos de agua, caminos, senderos, construcciones) y la división dasocrática permanente. Un formato de hoja A4 que contenga 1 o 2 rodales permite un manejo cómodo en campo (González *et al.*, 2006).

Como ejemplo de un plan de ordenación forestal en Chile, se puede citar el plan de ordenación de la Reserva Nacional Malleco de 1998, el cual es de carácter público. La Reserva Nacional Malleco, que fue la primera Área Silvestre Protegida de Chile, es representativa del bosque nativo Chileno y de la relación histórica del hombre con este recurso, ya que contiene cinco de los doce tipos forestales descritos para el país y los sectores de más fácil acceso (aproximadamente diez mil hectáreas) fueron entregados en concesión privada entre 1920 y 1966 (CONAF, 1998).

Los objetivos específicos de este plan de ordenación fueron:

- Conservar las formaciones vegetales naturales presentes dentro de la Reserva.
- Establecer un Plan especial de manejo forestal que cumpla con un uso sustentable del bosque.
- Restaurar y mejorar el funcionamiento de la red hídrica de la Reserva.
- Fomentar una línea de investigación sobre flora y fauna con énfasis en lo relativo a impactos en hábitat de fauna por intervenciones en bosque nativo.
- Integrar la Reserva a la comunidad local, a través del traspaso de tecnologías e incorporación de la comunidad en el desarrollo de la Reserva.
- Erradicar las causas de deterioro del suelo y restaurar las áreas que presentan problemas de erosión.
- Proporcionar actividades de educación ambiental o de recreación compatibles con los recursos naturales de la unidad (CONAF, 1998).

En lo que respecta a la zonificación de la Reserva, se agruparon las unidades de gestión (cantones) para formar una unidad de Ordenación (cuartel o serie). El cuartel es esencialmente una unidad de objetivos y generalmente una unidad de tratamientos. Es además una unidad en cuanto a la duración de la rotación (CONAF, 1998).

Los rodales definidos con fotointerpretación, eran de superficies muy variables, con deslindes muy irregulares. Para considerar una gestión a largo plazo eficiente, se deben definir unidades elementales de gestión, el cantón, como menor unidad de información y descripción del bosque y luego de gestión y planificación silvícola. Esos cantones deben ubicarse fácilmente y a largo plazo en terreno. Entonces, es necesario privilegiar los límites naturales o creados para la gestión (cumbres, quebradas, caminos, etc). El diseño de cantones debe seguir las siguientes prioridades:

1. Delimitar los cuarteles.
2. Delimitar las estaciones.
3. Apoyarse sobre los ríos, quebradas y caminos para delimitar cantones.

4. Obtener un cantonamiento, con deslindes simples y una superficie máxima recomendable de 25 hectáreas para los cuarteles de producción y 50 hectáreas para los cuarteles de protección.
5. En lo posible los cantones deberán tener rodales con similares estados de desarrollo.

Según Mendoza y Martín (1993), un cuartel será el conjunto de rodales de una misma condición que reciben un tratamiento silvícola semejante, el cual puede efectuarse en el mismo periodo o en varios periodos sucesivos. En este último caso, el lapso total de aplicación de los tratamientos, deberá ser suficientemente corto como para que la condición terminal de los rodales que lo integran, se siga considerando similar al final de dicho periodo.

Por otro lado, González *et al.* (2006), mencionan que se podrán diferenciar cuarteles en caso de existir algún condicionante a la gestión forestal o servidumbre importante. También se podrán establecer cuarteles de una superficie razonable, en caso de bosques muy extensos, para hacer más cómoda la gestión de los datos de cantones y rodales. También mencionan que no existen rangos de superficie máxima o mínima de un cuartel, pero Pita (1973) citado por González *et al.* (2006), señala que la superficie de los cuarteles puede situarse entre un mínimo de 100-300 ha y un máximo de 1.000 ha. Vita (1996), menciona que el tamaño de una serie (cuartel) depende de varios factores, entre los cuales se pueden mencionar la superficie total del predio, de cada tipo forestal, de la intensidad de la silvicultura y naturaleza del propietario. No existe un límite superior aconsejado. Una serie (cuartel) puede llegar a tener 10.000 ha o más. En países como Francia tienen habitualmente entre 500 y 5.000 ha. Como límite inferior, se aconseja establecer series (cuarteles) que tengan al menos 50 o 100 ha.

Los cantones corresponden a unidades donde se localizan e implementan las prescripciones forestales. Generalmente se encuentran definidos por límites naturales como cursos de agua, divisorias de agua y exposición, y/o artificiales como caminos, canchas y cercos, entre otros (Bown, 2007). Según Bown (2007), una prescripción forestal corresponde a un programa de intervenciones que se realiza a lo largo de la vida de un rodal.

Algunas de las líneas básicas del método de ordenación por rodales, son las que menciona González Molina (2003):

- Se limita la planificación a un período mucho más corto que el correspondiente a la rotación (normalmente entre 10-20 años).

- La unidad dasocrática permanente mínima la constituye el cantón, el cual puede estar subdividido en más de un rodal.
- El rodal es una unidad temporal y constituye la unidad última de inventario, así como la unidad silvícola de cortas. Es definido en cada ordenación en función del estado real de la masa, de los objetivos a nivel de bosque y de las necesidades de gestión.

El predio Catrico también está compuesto por bosques del tipo forestal Siempreverde y matorral arborescente. Según Donoso (1993), este tipo forestal se extiende desde los 40° 30' hasta los 47° de latitud sur, y por debajo de los 1.000 m de altitud en la Cordillera de los Andes y desde los 38°30' hasta los 47° S aproximadamente en la Cordillera de la Costa, y en áreas de mal drenaje del llano central al sur de los 40° de latitud. Una estimación de la superficie ocupada por este tipo forestal entrega la cifra de 4.349.388 hectáreas que incluye bosques comerciales y de protección.

El matorral arborescente se define como: Matorral con árboles mayor a 2 m de altura en que la cobertura del tipo biológico árbol está entre 10-25%, el tipo biológico arbusto entre 10 a 100% y el tipo biológico herbáceas entre 0-100% (CONAF *et al.*, 1997).

De acuerdo a Gajardo *et al.* (2005), una estación forestal se refiere a una unidad ambiental homogénea, definida a través del conjunto de sus caracteres físicos y bióticos. Se pueden interpretar como subtipos forestales que son particulares a los bosques que se requieren ordenar.

El objetivo general de esta memoria fue diseñar una organización territorial para la gestión operativa de un bosque del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe para el predio Catrico, Comuna de Lanco, Región de Los Ríos. Los objetivos específicos era dos, el primero: aplicar variables físicas y vegetacionales para realizar una propuesta de delimitación de rodales para el predio Catrico y, el segundo, realizar una propuesta de delimitación de cantones para el mismo predio.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

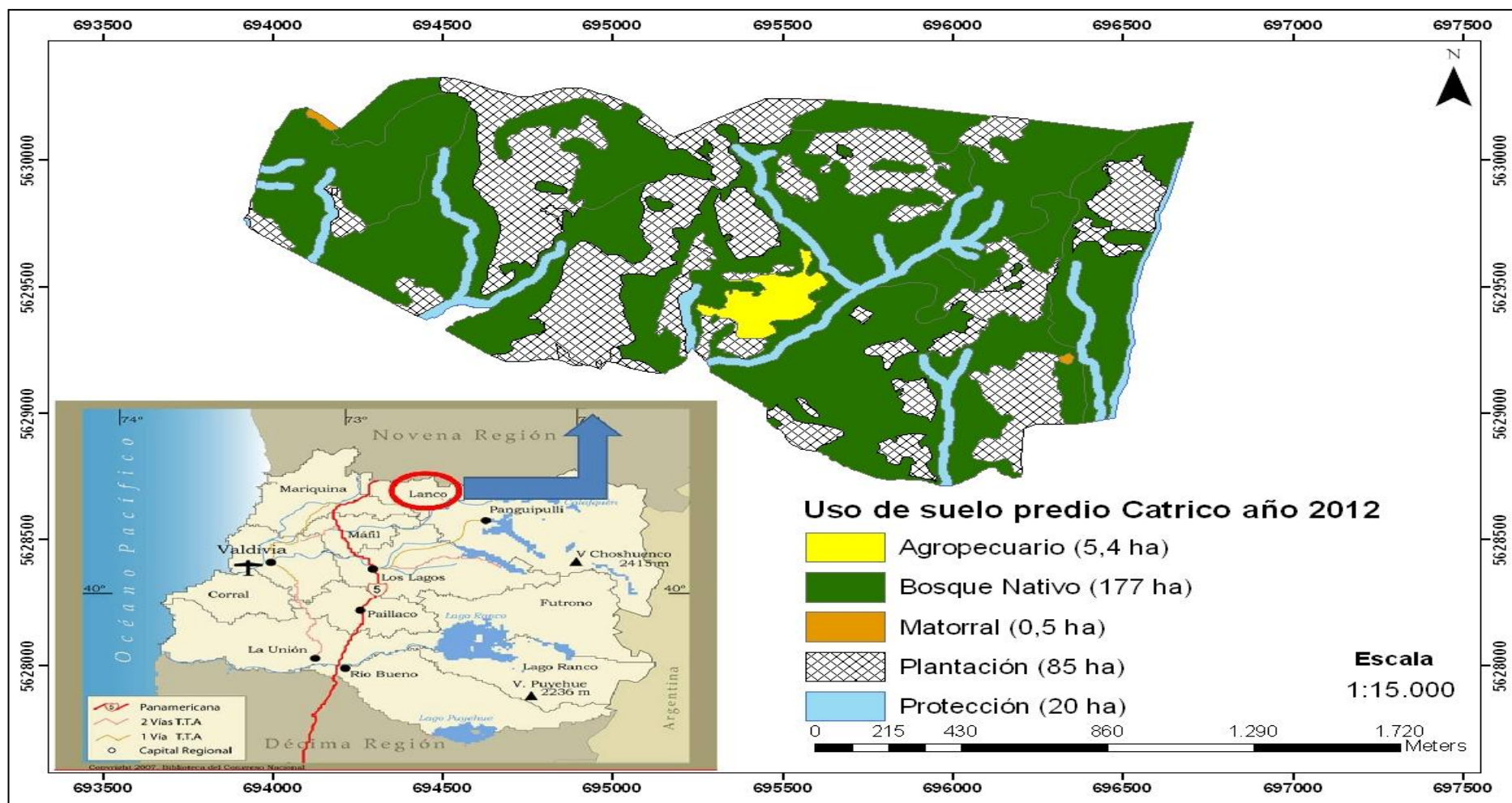
### 2.1 Material

El trabajo se realizó en los meses de Febrero y Marzo de 2012, en la Región de Los Ríos en las cercanías de la ciudad de Lanco, camino a Panguipulli, en el predio Catrico (39° 27' 37''S - 72° 42' 59''O), administrado por la empresa Forestal ZBaum. El predio tiene una extensión total de 289 hectáreas, de las cuales 177 ha pertenecen a bosque nativo, 6 ha destinadas a uso agrícola, 20 ha son de protección, 0,5 ha matorrales y 85 ha son plantaciones (Figura 2).

El nombre de la serie de suelo donde se encuentra el predio Catrico es la serie "Lanco". Se trata de un suelo con un origen de cenizas volcánicas recientes (IIRN, 1964). Los suelos de esta serie se ubican en la Depresión Intermedia, poseen drenaje pobre hasta imperfecto a moderado. La temperatura media anual del suelo es de 11 a 12 °C, la media de Julio es 8 a 9 °C y la máxima media en Enero es de 21 a 23 °C (INIA, 1985).

El clima de la zona es del tipo marino fresco. El régimen térmico se caracteriza por una temperatura media anual de 12,5°C, con una máxima media del mes más cálido (Enero) de 27,1°C y una mínima media del más frío (Junio) de 3,3°C. El periodo libre de heladas aprovechables es de tres meses. Registra anualmente 1.094 días-grado y 1.449 horas de frío. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación media anual de 2.139mm, sin estación seca, existiendo dos meses, Febrero y Marzo, que son no húmedos (Novoa *et al*, 1989).

El predio Catrico se encuentra en la Cuenca del Río Cruces, sub Cuenca del Río Leufucade entre Antilhue y Río Cruces (MOP, 1980).



**Figura 2:** Ubicación del Predio Catrico en la comuna de Lanco, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile. Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012



## 2.2 Método

Se delimitaron tres cuarteles en el predio Catrico, uno de producción de bosque nativo, otro de producción de plantaciones forestales y, por último uno de protección. Estos cuarteles fueron divididos en cantones los cuales contienen las unidades últimas de división, los rodales. Los rodales son unidades dasocráticas no permanentes, que pueden modificarse cada cierto tiempo o cuando el objetivo perseguido es alcanzado, como por ejemplo, conseguir heterogeneidad en la edad del bosque. La rodalización, delimitación de los nuevos rodales, se hizo bajo los criterios propuestos por la empresa. Estos fueron: estructura, estado de desarrollo y composición de especies.

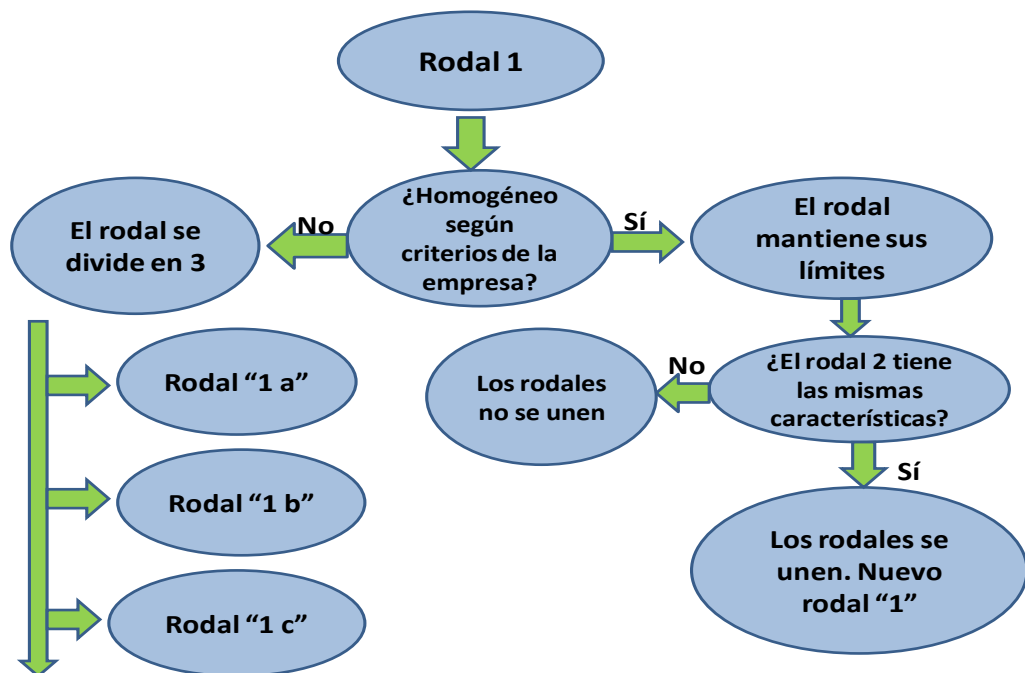
Para el caso de estudio del predio Catrico, Forestal ZBaum hizo una rodalización previa sobre una imagen World view-2, escala 1:10.000. En esta rodalización sólo se utilizó la diferencia de textura de la imagen para dividir los rodales, sin hacer un trabajo previo en terreno.

Antes del trabajo en terreno, se identificaron posibles puntos en la cartografía original de la empresa, donde la estructura del rodal pudiese cambiar; por ejemplo, de un estado de Fustal medio a uno de Latizal. Esto se hizo bajo el criterio de textura de la imagen. También se identificaron variables físicas como: cursos de agua, caminos y senderos de manera que aparezcan en la cartografía, ya que en el eventual caso de dividir o juntar rodales, esto se debe hacer de manera que los nuevos límites coincidan con alguno de estos hitos.

Cuando no fue posible hacer coincidir los nuevos límites con variables físicas, se procedió a delimitar los nuevos rodales con puntos GPS cada 15 o 20 metros justo donde estos cambian de estructura. Se dejó una marca con una cinta biodegradable en el lugar donde se tomó el punto GPS.

Una vez ya en terreno se verificaron los límites de la cartografía base hecha originalmente por la empresa, para ver si realmente se justifica dicha separación. En el caso de que no correspondiera, se procedió a recorrer en forma minuciosa el rodal para fijar los nuevos límites. También puede presentarse el caso en que la cartografía base indique la separación de dos rodales, cuando estos en realidad no presentan ninguna diferencia de acuerdo a los criterios de rodalización establecidos: estado de desarrollo, estructura y composición de especies. En este caso se procedió a unir a los dos rodales.

La agregación y partición de rodales en terreno es una práctica común en la rodalización. Los rodales en la cartografía base fueron asignados cada uno con un número. En el caso en que se divida un rodal, los resultantes fueron enumerados con el mismo número del rodal original acompañado de una letra minúscula. Por ejemplo, si el rodal “1” no fuera homogéneo según los criterios de la empresa, éste se divide (por ejemplo) en tres nuevos rodales. En este caso las nuevas unidades quedan definidas como “1a”, “1b” y “1c”. Las letras minúsculas no tienen ningún significado más que diferenciar los nuevos rodales. En el caso que el rodal “1” limite con el rodal “2” y posean las mismas características, estos se unen, denominando al nuevo rodal como “1” desapareciendo el “2”. Si no poseen las mismas características, ya sea de composición de especie, estado de desarrollo o estructura, se mantienen sus límites originales. Lo mencionado anteriormente se ilustra en la forma de un diagrama en la Figura 3.



**Figura 3.** Esquema de una rodalización en terreno.

Esta nueva división del bosque, da lugar a una nueva cartografía mucho más detallada y precisa. No necesariamente debe contener más rodales de los originales, sino que también puede ser el caso contrario, pero lo importante es que la información de la nueva cartografía sea correcta, bajo los criterios que se establecieron para la rodalización.

Al observar una rodalización que fue hecha basándose exclusivamente en las diferencias que se pueden apreciar en la textura de la imagen satelital, se pueden extraer tres datos de importancia para una rodalización:

- Si se trata de un rodal de especies nativas o exóticas
- La presencia de claros dentro del bosque
- Si se trata de rodales nativos en estado de renoval o sobremaduro.

La importancia de una ordenación por rodales es el nivel de detalle que se poseerá del patrimonio forestal. En la rodalización del predio Catrico, que contempló un trabajo en terreno, se construyó una tabla de atributos para cada rodal que ayudará a la gestión silvícola del mismo. Esta tabla (Ver apéndice) de atributos contiene los siguientes aspectos:

- Especie principal (N° árboles/ha).
- Especie secundaria (N° árboles/ha).
- Especie dominante (N° árboles/ha).
- Tipo forestal
- Estado de desarrollo (Brinzal, Latizal bajo, Latizal alto, Fustal delgado, Fustal medio, Fustal grueso, Maduro y Sobre maduro).
- Cobertura de copas (%)
- Densidad (N° árboles/ha).
- Estructura (Coetánea o Multietánea)
- Pendiente (%)
- Exposición
- Sanidad
- Forma (se refiere a la forma de los fustes de los árboles)
- Origen (monte alto, bajo o medio)
- Oportunidad de hacer un clareo, un raleo, una corta de regeneración, de liberación o de mejoramiento.

También se procedió, una vez terminada la nueva cartografía, a comparar los rodales resultantes con los que ya existían. Para llevar a cabo esta comparación se consideraron las siguientes estadísticas descriptivas:

- Número de rodales que no tuvieron modificación alguna.
- Número de rodales al inicio de la rodalización.
- Número de rodales al término de la rodalización.
- Superficie promedio de los rodales al inicio de la rodalización.
- Superficie promedio de los rodales al término de la rodalización.
- Superficie mínima y máxima de los rodales al inicio de la rodalización.
- Superficie mínima y máxima al término de la rodalización.

- Perímetro promedio de los rodales al inicio de la rodalización.
- Perímetro promedio de los rodales al término de la rodalización.
- Número de rodales que fueron divididos y en cuantos “nuevos rodales”.

Mediante estas estadísticas descriptivas se pretendió dar una idea de los cambios que ocurren al realizar una rodalización en terreno y los beneficios que esto conlleva.

La etapa de establecer cantones corresponde a la agrupación de rodales que son colindantes y que tienen, en lo posible, un mismo objetivo silvícola. Para efectos de este trabajo se formaron cantones de producción y de protección. Los cantones pueden estar compuestos por uno o más rodales, incluso por alguna fracción de algún rodal, lo importante es agrupar rodales en una sola unidad, los cantones, y hacer limitar esta unidad con elementos inalterables de la cartografía, tales como: senderos, caminos, quebradas, plantaciones de especies exóticas, terrenos de uso agrícola y los límites del predio. De esta forma, se obtuvo una estructura más jerarquizada de la cartografía final, la que se organizó primero en cuarteles, después en cantones y, posteriormente, en rodales.

Previo a la rodalización actual, elaborada durante 2012, el predio Catrico no contaba con cartografía ni descripción de rodales. Si bien se sabía que estaba compuesto por bosque nativo del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, no se conocía su estado de desarrollo, estructura, ni composición de especies. Durante 2011 la empresa Forestal ZBaum comienza a administrar el predio elaborando una cartografía preliminar basada en una imagen satelital, donde el único criterio utilizado para dividir el predio fue la textura de la imagen. Lo anterior puede conducir a una ordenación errónea con consecuencias no deseadas sobre la calidad del bosque. Por esto el presente trabajo tuvo como principal objetivo delimitar rodales en el terreno basado en la descripción preliminar. Esta labor permitió:

- Un conocimiento detallado de la composición y estructura de los rodales
- Una correcta organización territorial de acuerdo a los criterios propuestos por la empresa.
- Una descripción cualitativa de los bosques del predio Catrico.

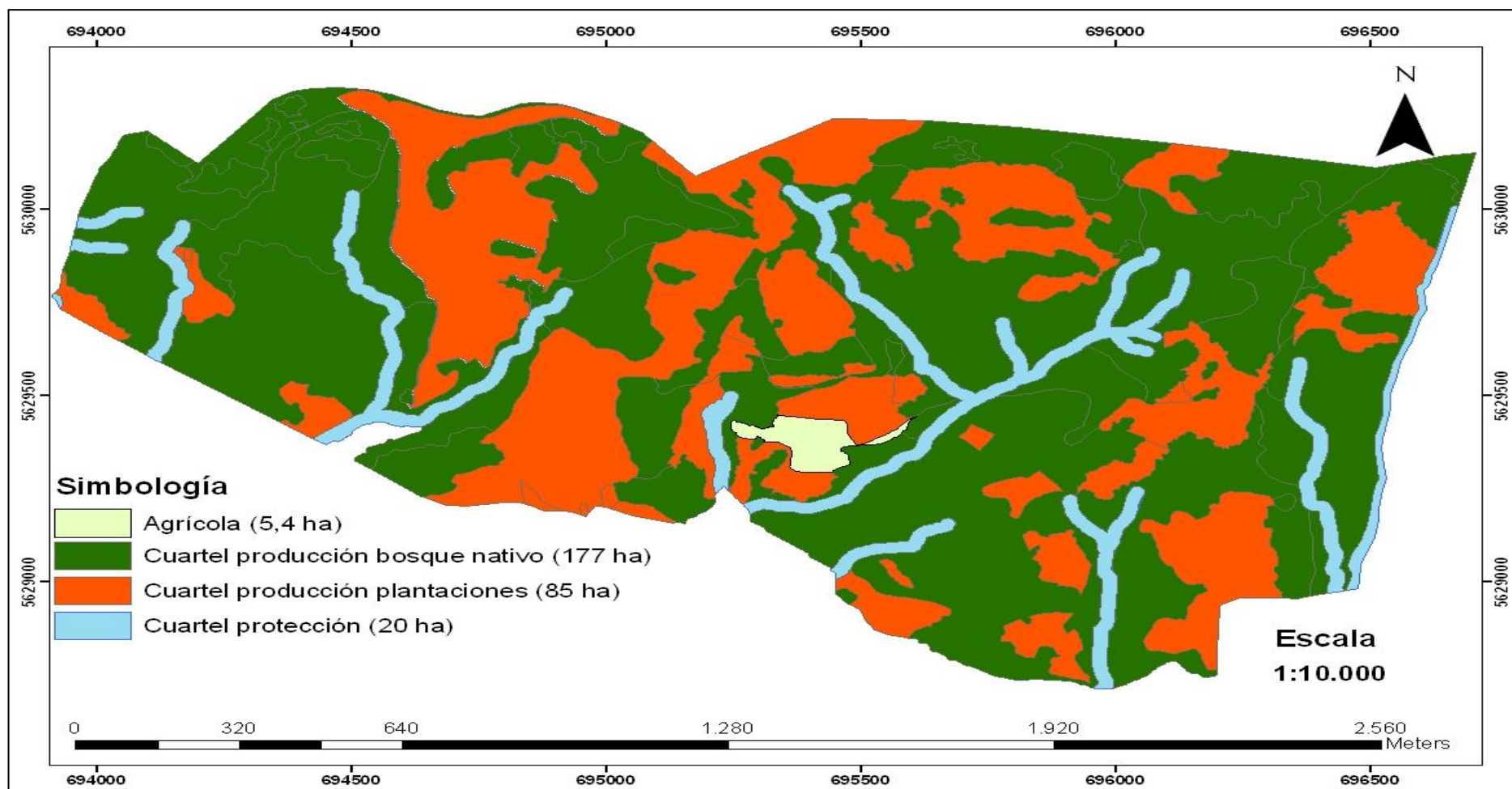
Una vez terminada la delimitación en terreno de los nuevos rodales, según los criterios establecidos, se procedió a describir cualitativamente cada rodal según el formulario de descripción cualitativa proporcionado por la empresa (ver apéndice). Esta descripción es muy importante para el futuro del bosque, ya que entrega información extra sobre el estado del bosque y que difiere de los criterios de rodalización, los cuales fueron: estado de desarrollo, estructura y composición de especies. Esta descripción cualitativa y única

para cada rodal del predio, fue ocupada como mecanismo de validación del diseño territorial propuesto, pues queda de manifiesto, por lo expuesto en este trabajo, de la importancia que tiene para el bosque un buen diseño territorial y la descripción detallada del predio.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 División del bosque en cuarteles

Se establecieron tres cuarteles para el predio Catrico (Ver Figura 4), el primero corresponde a un cuartel de producción de bosque nativo del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, con una superficie de 177 ha y un total de 62 rodales en donde estas unidades se encuentran en diferentes estados de desarrollo, principalmente en estado de Latizal bajo y Latizal alto. El segundo es un cuartel de producción de plantaciones forestales, con especies nativas y exóticas, con una superficie de 85 ha y un total de 34 rodales. Este cuartel no fue dividido de acuerdo a las especies que componían las plantaciones, ya que el tamaño total del cuartel no lo amerita. Las especies que componen estas plantaciones son: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*, Labillardiere) y (*Eucalyptus nitens* Shining Gum), Pino insigne (*Pinus radiata*, D. Don), Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*, (Mirb) Franco) y Raulí (*Nothofagus alpina*, Raulí (Poepp y Endl.) Oerst). El tercer cuartel es de protección y tiene una superficie de 20 ha y abarca principalmente las zonas de protección de los cursos de agua del predio.



**Figura 4.** Mapa de cuarteles del predio Catrico. Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012.

## 3.2 División del bosque en rodales

### 3.2.1 Rodalización en terreno

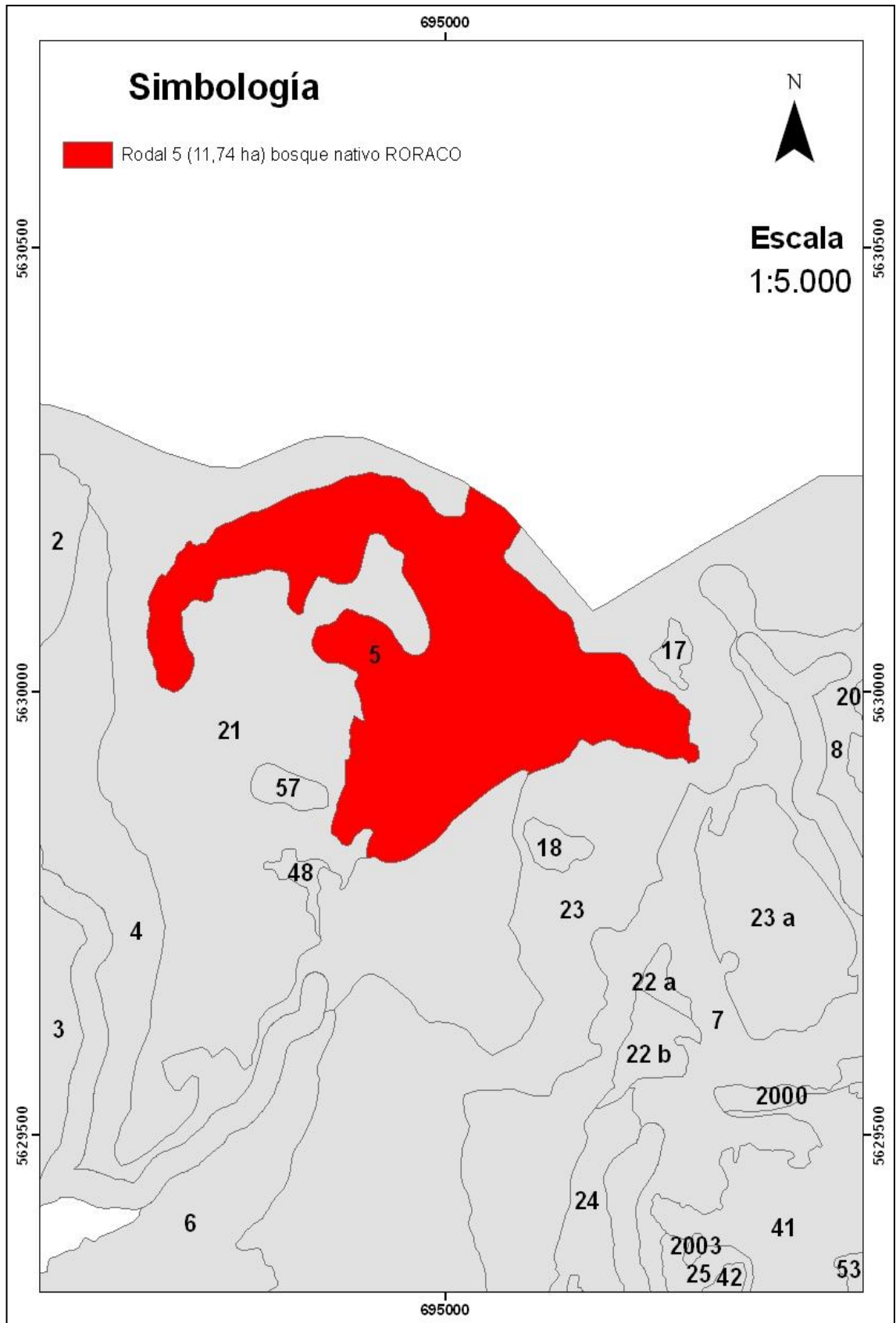
El trabajo de rodalización en terreno consistió en recorrer el Predio Catrico minuciosamente, rodal por rodal, para obtener una cartografía más detallada que permitiera una mejor gestión de éste. Cabe recordar que la empresa Forestal ZBaum, había hecho una rodalización previa sobre una imagen satelital, en la cual se formaron los rodales sólo a partir de la diferencia de textura de la imagen. Es por esto que, con el trabajo en terreno se pretendió corroborar esa delimitación previa y, si era necesario, corregirla, ya sea uniendo o separando los rodales existentes en base a los criterios anteriormente señalados.

Para facilitar la comprensión del trabajo de rodalización se presenta un ejemplo de un rodal antes y después de ser recorrido en terreno. El rodal que se ocupó como ejemplo es el 5 (11,74 ha), que en la cartografía inicial y según la diferencia de textura de la imagen, se catalogó como un rodal de bosque nativo del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y como especie principal al Roble (Figura 5). Sin embargo, una vez recorrido el rodal en terreno y aplicando los criterios de rodalización de la empresa, que eran: composición de especies, estado de desarrollo y estructura, se determinó que el rodal 5 debía ser dividido en siete rodales, básicamente por su diferencia en el estado de desarrollo del bosque (Figura 6). De esta manera se delimitaron los siguientes nuevos rodales y su respectivo estado de desarrollo:

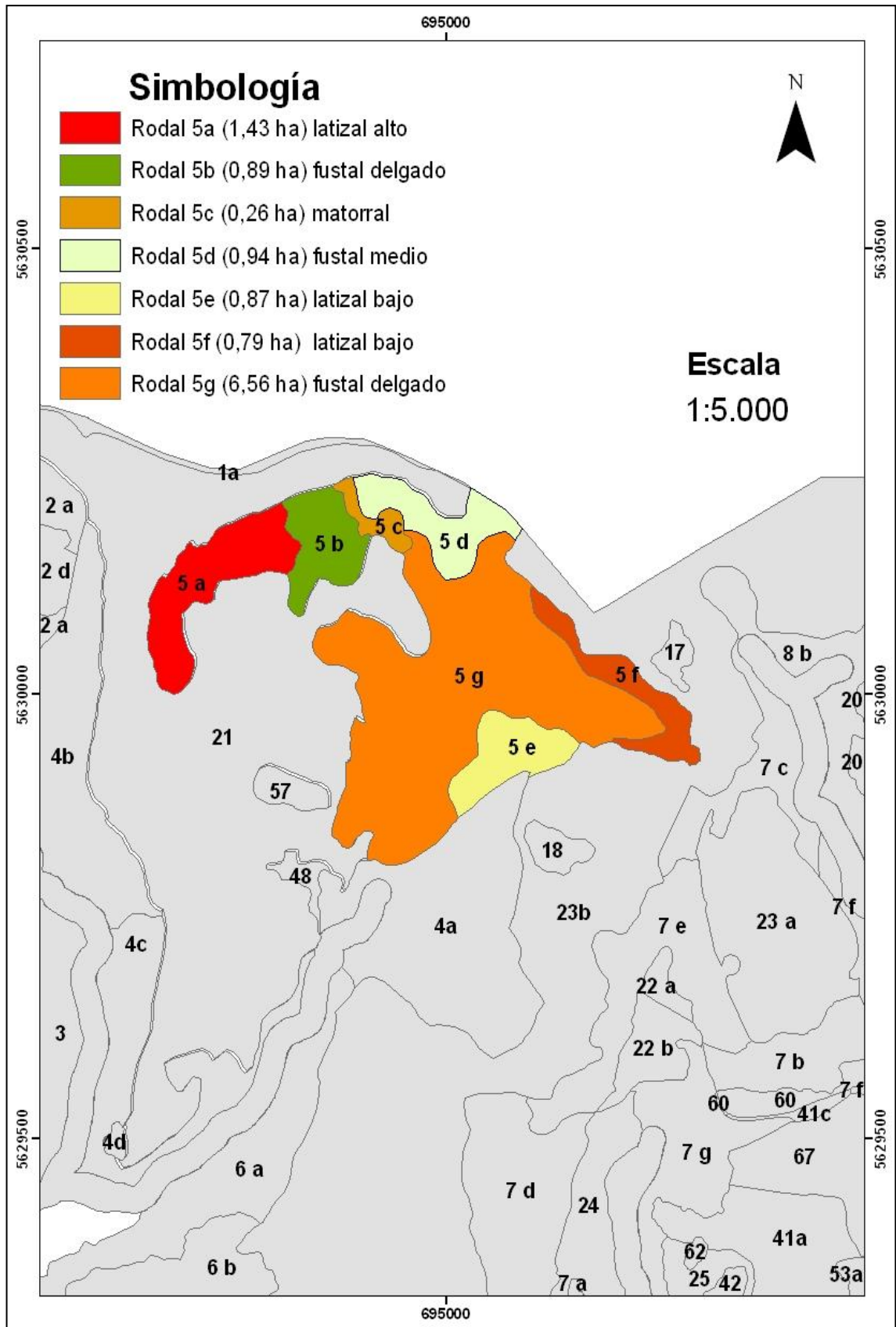
- Rodal 5a, estado de desarrollo: Latizal alto (1,43 ha).
- Rodal 5b, estado de desarrollo: Fustal delgado (0,89 ha).
- Rodal 5c, la delimitación de este rodal no fue por el estado de desarrollo del bosque, sino por el uso de suelo, en este caso corresponde a un matorral arborescente de maqui y quila (0,26 ha).
- Rodal 5d, estado de desarrollo: Fustal medio (0,94 ha).
- Rodal 5e, estado de desarrollo: Latizal bajo (0,87 ha).
- Rodal 5f, estado de desarrollo: Latizal bajo (0,79 ha).
- Rodal 5g, estado de desarrollo: Fustal delgado (6,56 ha).

Si bien los nuevos rodales 5b y 5g tienen el mismo estado de desarrollo, no se puede dejar como una sola unidad, ya que físicamente hay una separación entre los dos por el rodal 5c que corresponde a un rodal con uso de suelo de matorral arborescente; lo mismo ocurre con los rodales 5e y 5f, pues a estos dos los separa el rodal 5g.





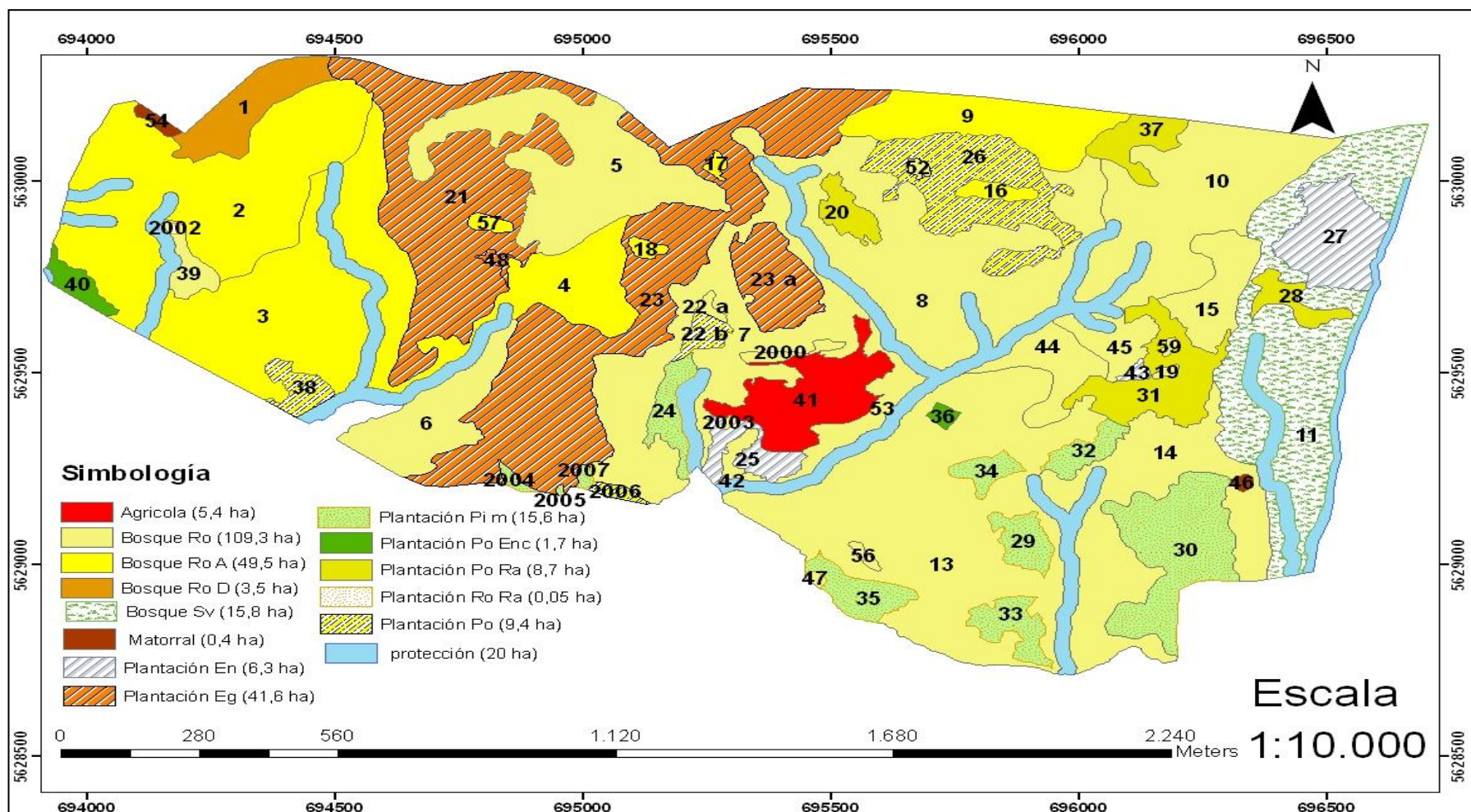
**Figura 5.** Rodalización inicial del rodal 5, según criterio de textura de la imagen.  
Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012.



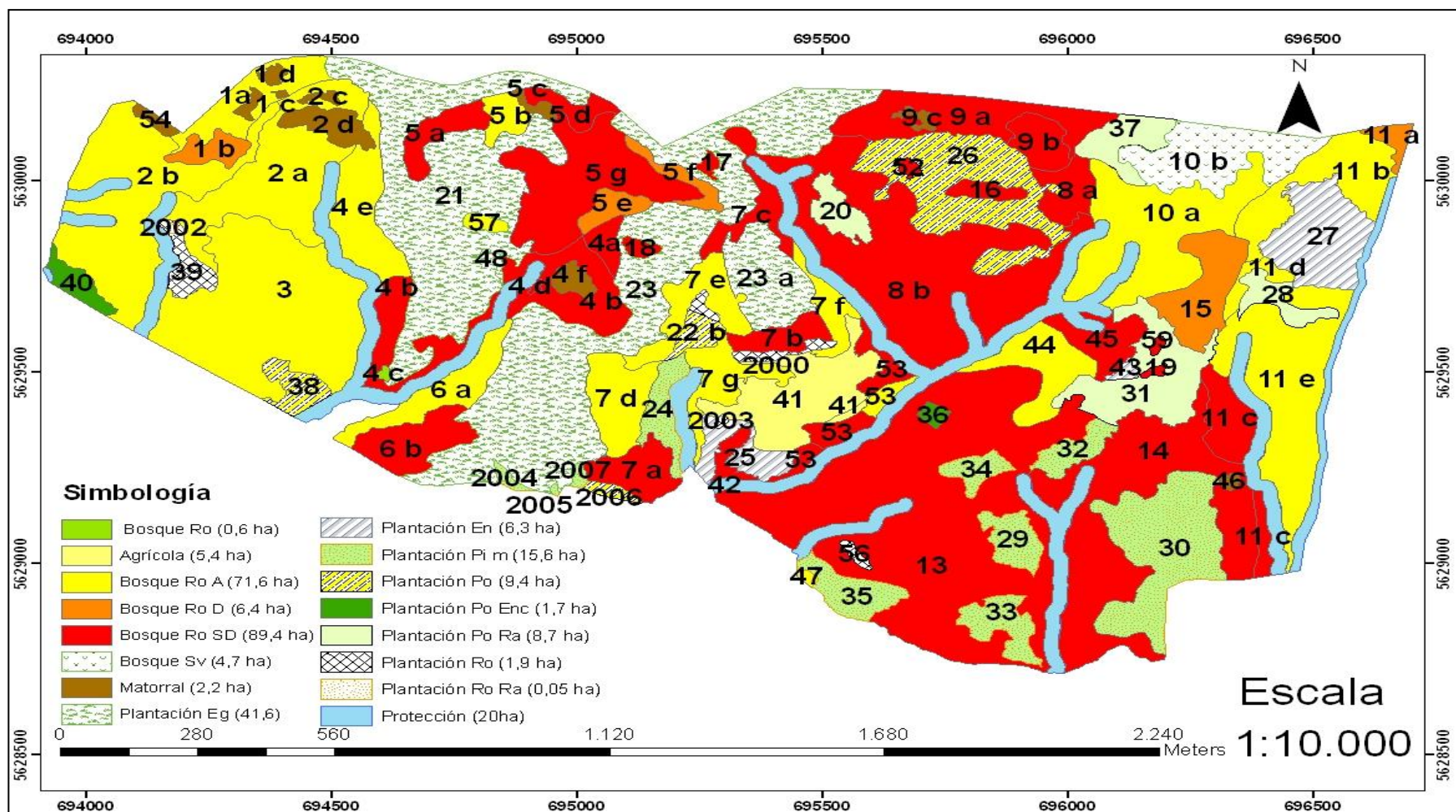
**Figura 6.** Rodalización final del rodal 5 en terreno, según los criterios establecidos por la empresa. Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012.

Como resultado de la rodalización en terreno, se obtiene una nueva cartografía del predio Catrico (Figura 8), donde se pueden observar más rodales que en la cartografía original (Figura 7). No sólo llama la atención el número mayor de rodales, sino también el nivel de detalle de la nueva cartografía y los errores que presentaba ésta originalmente. A modo de ejemplo, en la cartografía inicial se presenta al rodal 11 como un bosque del tipo forestal Siempreverde, cuando en realidad es un bosque perteneciente al tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. Por otro lado, el rodal 10, se definía como un bosque del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe; sin embargo, al recorrer éste en terreno, se percató que existía una sección de este rodal que no pertenecía a este tipo forestal, sino que, según su composición de especies, pertenecía al tipo forestal Siempreverde, separándose el rodal en dos unidades de gestión diferentes, el rodal 10a y el 10b, el primero perteneciente al tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe y el segundo al tipo forestal Siempreverde. La importancia que tiene para este trabajo delimitar bien los rodales con bosque Siempreverde, es que a la empresa no le es atractivo desde un punto de vista comercial este último tipo de bosque.

También se puede mencionar el aumento notorio en la cantidad de superficie con uso de suelo de Matorral, lo que no se pudo percatar con la rodalización hecha sólo con la diferencia de textura de la imagen satelital y que para la empresa es de suma importancia constatar este tipo de superficie, para poder destinarlas a otros usos, como la plantación de especies exóticas y nativas, para poder así aumentar el valor económico del predio.



**Figura 7.** Cartografía original del predio Catrico. Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012. Eg: *Eucalyptus globulus*; En: *Eucalyptus nitens*; Pi m: Pino Oregon mixto; Po: pino Oregon; Po enc: Pino Oregon-encino; Po Ra: Pino Oregon-Raulí; Ro: Roble; Ro Ra: Roble-Raulí; Ro A: Roble abierto; Ro SD: Roble semidenso; Ro D: Roble denso; Sv: Siempre verde.



**Figura 8.** Cartografía final del predio Catraco Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012. Eg: *Eucalyptus globulus*; En: *Eucalyptus nitens*; Pi m: Pino Oregón mixto; Po: pino Oregón; Po enc: Pino oregón-encino; Po Ra: Pino Oregón-Raulí; Ro: Roble; Ro Ra: Roble-Raulí; Ro A: Roble abierto; Ro SD: Roble semidenso; Ro D: Roble denso; Sv: Siempre verde

### 3.2.2 Descripción de variables cualitativas de los rodales

Otra tarea importante de realizar al momento de definir los rodales en terreno, es hacer una descripción cualitativa de cada uno de ellos. Estos datos fueron anotados en un formulario de descripción cualitativa, elaborado por la empresa Forestal ZBaum (Ver apéndice). Los ítems que fueron evaluados en cada rodal se muestran en el Cuadro 1. Con esta información, la empresa conoce con detalle las características del bosque y por consiguiente puede hacer una asignación eficiente de los recursos económicos para las diferentes prácticas silviculturales que van en beneficio de mejorar el estado del bosque.

Esto se asemeja a lo mencionado por González *et al.* (2006), en el “Manual de ordenación por rodales”, donde exponen que: “Otra misión importante del trabajo de rodalización es realizar una primera caracterización de los rodales. Durante el recorrido por el interior de cada rodal se analiza la composición y estructura de éste, realizando algunas paradas para hacer una descripción silvícola. El resultado será una descripción cualitativa del rodal, que deberá poder ser interpretada de forma inequívoca. Para ello es necesario utilizar la terminología forestal correcta y concreta”.

González *et al.* (2006), proponen una descripción silvícola similar a la ocupada por la empresa Forestal ZBaum (Ver apéndice).

Las descripciones cualitativas pueden tener un nivel mayor o menor de detalles. Todo depende de la información que se desee recopilar del bosque en pro de un mejor conocimiento de éste, que ayude a tomar las mejores decisiones al decidir las prácticas silvícolas a implementar.

**Cuadro 1.** Descripción cualitativa de los rodales del predio Catrico.

RESUMEN DE RODALES PREDIO CATRICO																			
N° Rodal	Sup (ha)	Nuevos rodales	Sup (ha)	Perímetro (km)	Sp princ	Sp sec	TF	Estado des	Cobertura (%)	Densidad	Estructura	Pendiente (%)	Exposicion	Sa	F	Or	U. suelo		
1	3,53	1a	2,89	2,77	Ro	Li-Arr-Rd	RRC	LA	45	A	C	10	E	B	R	MM	BN		
		1b	0,99	0,53	Ro	Arr-Li	RRC	LB	75	D	C	12	SE	B	R	MB	BN		
		1c	0,20	0,26	Mt													Mt	
		1d	0,21	0,22	Mt														Mt
		1e	0,05	0,10	Mt														Mt
2	19,15	2a	6,94	2,46	Ro		RRC	FD	25	A	C	21	SE	B	B	MA	BN		
		2b	9,42	2,71	Ro	Rd-Li-Arr	RRC	LA	45	A	C	21	SO	B	B	MA	BN		
		2c	0,17	0,25	Mt													Mt	
		2d	1,09	0,51	Mt													Mt	
3	12,11		2,07	Ro	Li-Av-Arr	RRC	LA	50	A	C	25	SE	B	R	MA	BN			
4	10,72	4a	4,29	1,25	Ro		RRC	LA									BN		
		4b	3,03	1,09	Ro	Rd-Li-Arr-Ol	RRC	FD	40	A	C	45	SO	R	R	MA	BN		
		4c	2,28	1,64	Ro	Rd-Li	RRC	LA	65	SD	C	15	SO	R	R	MA	BN		
		4d	0,08	0,12	Ro		RRC	LB	80	D	C	8	S	R	R	MA	BN		
5	11,74	5a	1,43	0,69	Ro	Rd-Li-Arr	RRC	LA	55	SD	C	30	S	B	B	MA	BN		
		5b	0,89	0,46	Ro	Li-Arr	RRC	FD	35	A	C	40	SE	B	B	MA	BN		
		5c	0,26	0,32	Mt							8	S				Mt		
		5d	0,94	0,59	Ro	La-Li-Arr	RRC	FM	60	SD	M	21	S	B	B	MA	BN		
		5e	0,87	0,45	Ro	Li-Arr	RRC	LB	75	D	C	32	S	B	B	MM	BN		
		5f	0,79	0,74	Ro	La-Li-Arr-Ol	RRC	LB	75	D	C	40	SO	B	B	MM	BN		
6	5,03	5g	6,56	1,73	Ro	Li-La	RRC	FD	55	SD	C	46	SO	B	B	MA	BN		
		6a	2,59	1,25	Ro	Rd-Li-Av	RRC	FD	40	A	C	18	O	R	R	MA	BN		
		6b	2,54	0,79	Ro	Li-Rd	RRC	LB	65	SD	C	10	O	B	R	MM	BN		

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012. A: abierto; Allo: avellanillo; Arr: arrayán; Av: avellano; B: Buena; BN: bosque nativo; C: coetáneo; D: denso; E: este; Estado des: estado de desarrollo; F: forma; FD: fustal delgado; FM: fustal medio; LA: latizal alto; LB: latizal bajo; La: laurel; Li: lingue; M: multietánea; Ma: mala (o); MA: monte alto; MB: monte bajo; MM: monte medio; Mt: matorral; NO: nor-oeste; NE: nor-este; O: oeste; Ol: olivillo; Or: origen; R: regular; Ro: roble; Rd: radial; RRC: Roble-Raulí-Coigüe; S: sur; Sa: sanidad; SD: semi denso; SE: sur-este; SO: sur-oeste; Sp princ: especie principal; Sp Sec: especies secundarias; SV: siempre verde; TF: tipo forestal; Ul: ulmo.

**Cuadro 1 continuación.** Descripción cualitativa de los rodales del predio Catrico.

RESUMEN DE RODALES PREDIO CATRICO																	
N° Rodal	Sup (ha)	Nuevos rodales	Sup (ha)	Perímetro (km)	Sp princ	Sp sec	TF	Estado des	Cobertura (%)	Densidad	Estructura	Pendiente (%)	Exposicion	Sa	F	Or	U. suelo
7	12,99	7a	1,92	0,66	Ro	Li	RRC	LB	70	SD	C	10	SO	R	R	MA	BN
		7b	1,26	0,61	Ro	Li-Rd	RRC	LB	60	SD	C	15	SE	R	B	MA	BN
		7c	1,30	1,06	Ro	Li	RRC	LB	65	SD	C	18	S	R	R	MA	BN
		7d	2,72	0,83	Ro	Li-Rd-Av	RRC	LA	40	A	C	10	SO	R	R	MA	BN
		7e	2,49	1,25	Ro	Li-Rd	RRC	LA	40	A	C	12	SO	B	B	MA	BN
		7f	1,13	0,85	Ro	Li-Rd-Av	RRC	LA	50	A	C	18	NE	R	B	MA	BN
		7g	1,89	1,14	Ro	Li-Rd-Av	RRC	LA	50	A	C	15	SO	R	B	MA	BN
8	16,59	8a	1,49	0,69	Ro	Rd-Arr	RRC	LB	65	SD	C	10	SO	R	R	MA	BN
		8b	15,07	4,29	Ro	Rd-Li-Arr	RRC	LA	45	SD	C	10	SO	R	R	MA	BN
9	6,09	9a	4,48	1,89	Ro	La-Av-Ol-Allo	RRC	LA	60	SD	C	24	SE	B	B	MA	BN
		9b	1,39	0,49	Ro		RRC	FD	70	SD	C	32	S	B	B	MA	BN
		9c	0,22	0,35	Mt												M
10	12,47	10a	7,77	2,23	Ro	Li-Rd-Ol	RRC	FD	40	A	C	25	O	B	R	MA	BN
		10b	4,69	1,36	SV	Av-Li-Ma-Arr	SV	LA	75	SD	M	30	O	Ma	R	MM	BN
11	15,80	11a	0,53	0,43	Ro	Ro-Arr-Allo	RRC	LB	80	D	C	18	SO	R	R	MA	BN
		11b	4,03	1499,43	Ro	Rd-Li-Av-Allo	RRC	LA	30	A	C	18	S	Ma	R	MA	BN
		11c	2,41	1,17	Ro	Rd-Li-Av	RRC	LB	65	SD	C	13	S	R	R	MA	BN
		11d	0,65	0,62	Ro	Av-Li	RRC	LA	50	A	C	15	S	R	R	MA	BN
		11e	8,15	2,46	Ro	Li-Av-Ra	RRC	LA	40	A	C	25	SE	R	R	MA	BN

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012. A: abierto; Allo: avellanillo; Arr: arrayán; Av: avellano; B: Buena; BN: bosque nativo; C: coetáneo; D: denso; E: este; Estado des: estado de desarrollo; F: forma; FD: fustal delgado; FM: fustal medio; LA: latizal alto; LB: latizal bajo; La: laurel; Li: lingue; M: multietánea; Ma: mala (o); MA: monte alto; MB: monte bajo; MM: monte medio; Mt: matorral; NO: nor-oeste; NE: nor-este; O: oeste; Ol: olivillo; Or: origen; R: regular; Ro: roble; Rd: radial; RRC: Roble-Raulí-Coigüe; S: sur; Sa: sanidad; SD: semi denso; SE: sur-este; SO: sur-oeste; Sp princ: especie principal; Sp Sec: especies secundarias; SV: siempre verde; TF: tipo forestal; Ul: ulmo.



**Cuadro 1 continuación.** Descripción cualitativa de los rodales del predio Catrico.

RESUMEN DE RODALES PREDIO CATRICO																	
N° Rodal	Sup (ha)	Nuevos rodales	Sup (has)	Perímetro (km)	Sp princ	Sp sec	TF	Estado des	Cobertura (%)	Densidad	Estructura	Pendiente (%)	Exposicion	Sa	F	Or	U. suelo
13	26,04			5,45	Ro	Rd	RRC	LB	70	SD	C	20	E	B	R	MM	BN
14	11,76			3,89	Ro	Rd	RRC	LA	65	SD	C	20	SE	B	R	MM	BN
15	3,27			1,00	Ro	Rd-Li-Arr	RRC	LA	85	D	C	15	SO	R	R	MB	BN
16	0,61			0,39	Ro	Rd	RRC	LA	55	SD	C	30	S	B	Ma	MM	BN
17	0,21			0,23	Ro	Allo-Li-Rd	RRC	LB	75	SD	C	10	SE	R	R	MA	BN
18	0,30			0,23	Ro	La-Rd	RRC	LA	70	SD	C	10	SO	B	R	MA	BN
19	0,11			0,15	Ro		RRC	LA	75	SD	C	28	NO	B	R	MA	BN
42	0,56			0,54	Ro	Rd	RRC	LB	55	SD	C	27	S	B	B	MM	BN
44	2,80			1,07	Ro	Ul-Li-Av	RRC	LA	40	A	C	55	NO	B	R	MA	BN
45	1,77			0,90	Ro	Arr	RRC	LA	65	SD	C	15	NO	B	R	MA	BN
46	0,14			0,15	Mt												M
47	0,11			0,14	Ro		RRC	LA									BN
52	0,18			0,18	Ro		RRC	LA	70	SD	C	17	SO	B	R	MM	BN
53	2,20	53a	1,06	0,69	Ro	Rd-Allo	RRC	LB	70	SD	C	36	SE	R	R	MB	BN
		53b	0,39	0,34	Ro	Li	RRC	FD	40	A	C	8	SE	B	B	MA	BN
		53c	0,73	0,62	Ro		RRC	LB	60	SD	C	8	SE				BN
54	0,26			0,27	Mt											M	
57	0,32			0,24	Ro	Li-Allo-Ol-Rd	RRC	LA	35	A	C	25	S	R	R	MA	BN
59	0,10			0,14	Ro		RRC	FD	75	SD	C	12	SO	B	B	MA	BN
62	0,06			0,10	Ro		RRC	LA									BN

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012. A: abierto; Allo: avellanillo; Arr: arrayán; Av: avellano; B: Buena; BN: bosque nativo; C: coetáneo; D: denso; E: este; Estado des: estado de desarrollo; F: forma; FD: fustal delgado; FM: fustal medio; LA: latizal alto; LB: latizal bajo; La: laurel; Li: lingue; M: multietánea; Ma: mala (o); MA: monte alto; MB: monte bajo; MM: monte medio; Mt: matorral; NO: nor-oeste; NE: nor-este; O: oeste; Ol: olivillo; Or: origen; R: regular; Ro: roble; Rd: radial; RRC: Roble-Raulí-Coigüe; S: sur; Sa: sanidad; SD: semi denso; SE: sur-este; SO: sur-oeste; Sp princ: especie principal; Sp Sec: especies secundarias; SV: siempre verde; TF: tipo forestal; Ul: ulmo.

### 3.2.3 Resultado de estadísticas descriptivas de los rodales

La rodalización inicial del predio Catrico contenía 29 rodales, de los cuales 27 unidades correspondían a bosques del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe (177 hectáreas) y sólo dos unidades correspondían a matorrales (0,43 hectáreas). De los 29 rodales iniciales, 18 no tuvieron modificaciones, ya que cumplían con los criterios que la empresa establecía para que no fueran modificados. Sin embargo, 11 rodales, que corresponden al 38% del total de los rodales iniciales del predio, tuvieron que ser modificados, ya que al recorrerlos en terreno se pudo apreciar que no cumplían con los criterios establecidos y se dividieron en cuantos rodales fuese necesario. Esto significa que el 65,7% de la superficie del predio que corresponde a bosque nativo, estaba mal rodalizada. Por ende, la información que poseía la empresa, en gran medida, estaba errada. Sin lugar a dudas esta cifra amerita invertir recursos económicos para obtener un correcto conocimiento del bosque y una buena cartografía del predio.

El perímetro de los rodales, una vez terminado el trabajo en terreno y confeccionada la nueva cartografía con los nuevos rodales, disminuyó de un promedio de 1,74 km a 1,04 km. Por otro lado, la superficie promedio de los rodales después del trabajo en terreno es de 2,87 ha, la cual es considerablemente más baja que la superficie promedio inicial de los rodales que era de 6,87 ha. Esto se debe principalmente a la división de 11 rodales, ya que el número total de unidades del predio Catrico pasó de 29 a 62. Con la disminución del promedio del perímetro y de la superficie de los rodales, más el aumento del número total de rodales, se corrobora que la rodalización inicial de la empresa estaba errónea, ya que los rodales no estaban bien delimitados según los criterios que quería la empresa. Los datos anteriormente expuestos se pueden apreciar en el Cuadro 1.

La superficie mínima y máxima, antes y después de la rodalización, fue la misma, ya que la superficie mínima antes del trabajo era de 0,06 ha y la máxima era de 26,04 ha, que corresponden a los rodales 62 y 13 respectivamente, los cuales no fueron objeto de modificaciones. Es por esta razón que las cifras de la superficie mínima y máxima no fueron modificadas.

Por último, la superficie de rodales de matorrales ascendió de 0,4 a 2,2 ha en la cartografía final.

Según González *et al.* (2006), el tamaño de los rodales diferenciados es variable. Conviene que no sean demasiado pequeños para no complicar innecesariamente la gestión y tampoco demasiado grandes como para no ser internamente homogéneos. Sólo en casos muy excepcionales puede diferenciarse algún rodal extremadamente pequeño (menor a una hectárea), por ejemplo una microreserva de flora o fauna, un área recreativa, etc.

En el caso del predio Catrico, se dejaron rodales muy pequeños sin modificar, como los rodales: 16, 17, 18, 19, 42, 47, 52, 57, 59 y 62. Esto debido a que son rodales de bosque nativo del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe que se encuentran insertos en medio de plantaciones y que era necesario que fueran cuantificados por parte de la empresa. La característica general de estos rodales, aparte de su pequeña superficie, es que son homogéneos tanto en: composición de especie, estado de desarrollo y estructura, por lo que no se justifica una división de ellos.

También, como consecuencia de la división de rodales que presentaban diferencias en cuanto a los criterios establecidos por la empresa, se generaron rodales con una superficie menor a una hectárea. La justificación de la delimitación de estos rodales pequeños son cuatro:

- La presencia de matorrales en los rodales de la cartografía inicial y que no se sabía de la existencia de ellos. Para la empresa era de importancia cuantificarlos, ya que en ellos se pueden realizar plantaciones suplementarias o plantaciones con especies exóticas y nativas.
- La presencia de diferencias en la estructura, estado de desarrollo o composición de especies en los rodales de la cartografía inicial.
- La delimitación de superficies que pueden contener árboles de alto valor económico
- Delimitar zonas donde se encuentren especies amenazadas y que no pueden ser intervenidas.

Cabe resaltar el nivel de detalle que entrega el Cuadro 1: la cantidad de nuevos rodales que se formaron en el predio, las especies principales y acompañantes de cada rodal, el estado de desarrollo del bosque, su cobertura de copas, densidad, estructura, pendiente y exposición. Todos estos componentes ayudan a tomar decisiones fundamentadas con

datos más confiables y cuantificables en terrenos, que ayudarán a tomar las mejores decisiones en pro de mejorar el estado del bosque.

### 3.3 División del bosque en cantones

La formación de cantones para el predio Catrico, nueve en total, se hizo mediante la agrupación de rodales, que preferentemente tuvieran un mismo estado de desarrollo del bosque. Sin embargo, por un tema de distribución espacial de los rodales en el predio, hubo cantones que tuvieron que constituirse con rodales con más de un estado de desarrollo. Es por esto que al tomar decisiones silvícolas a implementar en los cantones, hay que tener en cuenta esta excepción. Los rodales que conforman los cantones, son contiguos entre sí, excepto algunos rodales de bosque nativo que están insertos en medio de plantaciones forestales y que poseen una superficie muy pequeña. Estos rodales de superficie pequeña no fueron producto de la rodalización, sino que son relictos de bosque nativo que quedaron en medio de plantaciones forestales y que por un tema de administrar todas las áreas de bosque nativo del predio, fueron anexados a diferentes cantones ocupando como criterio para ello, la proximidad al cantón más cercano.

Como prioridad, los cantones se formaron haciéndolos limitar con elementos inalterables de la cartografía, como: caminos, quebradas y cursos de agua. También los cantones se hicieron limitar con plantaciones forestales que, al ser formaciones vegetales totalmente diferentes al bosque nativo y claramente diferenciables en la cartografía, ayudan a la delimitación de los cantones. Al respecto, Bown (2007), señala que los cantones corresponden a unidades donde se localizan e implementan las prescripciones forestales. Generalmente se encuentran definidos por límites naturales como cursos de agua, divisorias de agua y exposición, y/o artificiales como caminos, canchas y cercos, entre otros. Comprenden en forma total o parcial uno o más rodales contiguos que serán, además, dentro de lo posible, similares en cuanto a las características físicas, vegetacionales y de desarrollo. Lo expuesto por Bown (2007), en cuanto a la metodología para delimitar los cantones es muy similar a lo propuesto por Forestal ZBaum.

González *et al.* (2006), señalan que la división dasocrática permanente en cuarteles y cantones, se establece previamente a la diferenciación de rodales y es definitiva, ya que no se modificará en función de los resultados del inventario. Para el caso del predio Catrico se hizo de forma contraria a lo que mencionan González *et al.* (2006), porque en el predio existen superficies de bosque nativo mezcladas con áreas de plantaciones de especies exóticas, esto provoca una gran disgregación espacial de los rodales de interés para este estudio, que son los de bosque nativo. Si se realizara primero la división dasocrática permanente sobre la cartografía original, quedarían mezclados rodales de bosque nativo con plantaciones forestales. El procedimiento que mencionan González *et al.* (2006), podría realizarse, por ejemplo, si se supiera de ante mano que el predio Catrico es, en su totalidad, del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe. En este caso se podrían

formar primero los cuarteles y cantones sobre la cartografía y posterior a ello ir a terreno y dividir los cantones en cuantos rodales sea necesario, bajo los criterios que se establezcan, en este caso: estado de desarrollo, composición de especies y estructura.

A continuación en el Cuadro 2, se muestran los cantones que fueron formados, los rodales que los componen, el estado de desarrollo de cada rodal o su uso de suelo correspondiente, como matorral y la superficie de cada cantón.

**Cuadro 2.** Resumen de cantones para el predio Catrico

Cantón N°1		Cantón N°2		Cantón N°3		Cantón N°4		Cantón N°5	
N° rodal	Des	N° rodal	Des	N° rodal	Des	N° rodal	Des	N° rodal	Des
1a	LA	3	LA	2a	FD	4a	LA	7a	LA
1b	LB			2c	M	5a	LA	7b	LA
1c	M			2d	M	5b	FD	7c	LA
1d	M			4b	FD	5c	M	7d	LA
1e	M			4c	LA	5d	FM	7e	LA
2b	LA					5e	LA	7f	LA
54	M					5f	LA	7g	LA
						5g	FD	42	LA
						6a	FD	53a	LA
						6b	LB	53b	FD
						17	LA	53c	LB
						18	LA	62	LA
						57	LA		
Sup: 15,9 ha		Sup: 12,1 ha		Sup: 13,5 ha		Sup: 22 ha		Sup: 15,5 ha	

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012. LA: Latizal Alto; LB: Latizal Bajo; FD: Fustal Delgado; FM: Fustal Medio; M: Matorral; Sup: superficie.

**Cuadro 2 continuación.** Resumen de cantones para el predio Catrico

Cantón N°6		Cantón N°7		Cantón N°8		Cantón N°9	
N° rodal	Des	N° rodal	Des	N° rodal	Des	N° rodal	Des
8b	LA	8a	LA	4d	LB	13	
9a	LA	9b	FD	11a	LB	47	
9c	M	10a	FD	11b	LA		
16	LA	10b	LA	11c	LB		
52	LA			11d	LA		
				11e	LA		
				14	LA		
				15	LA		
				19	LA		
				44	LA		
				45	LA		
				46	M		
				59	FD		
Sup: 20,6 ha		Sup: 15,3 ha		Sup: 35,8 ha		Sup: 26,2 ha	

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012. LA: Latizal Alto; LB: Latizal Bajo; FD: Fustal Delgado; M: Matorral; Sup: superficie.

Otra consideración importante es la inclusión del rodal 10b en el cantón N°7, ya que este último rodal es del tipo forestal Siempreverde, el cual se rige por otras normas de manejo que no son compatibles con las del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, por lo que es importante tener esto en cuenta.

El tamaño de los cantones es un tema a tener en cuenta. Al respecto De la Hoz *et al.* (2004), mencionan que el tamaño de los cantones está ligado a la intensidad de la gestión y las características del cuartel, pudiendo existir cantones grandes (entre 40 y 80 hectáreas), cantones intermedios (entre 20 y 40 hectáreas) y cantones pequeños (entre 10 y 20 hectáreas). Con respecto a los cantones pequeños, señalan que estos serán adecuados en bosques merecedores de una gestión muy detallada en razón, bien de sus cualidades naturales (masas irregulares complejas en su estructura y composición específica, bosques con valores sobresalientes, etc.) o bien de su vocación (bosques maderables o con otros recursos valiosos o muy productivos). En cuanto a los cantones de tamaño intermedio, entre 20 y 40 hectáreas, constituyen la generalidad de los casos, ya que se trata de superficies óptimas para el tipo de gestión forestal más frecuente en el caso del bosque mediterráneo, tanto por sus características naturales como por la vocación de los mismos. Las extensiones de los cantones mencionadas anteriormente, sirven sólo de referencia para tener una idea de la amplitud de los cantones utilizados en otras partes, ya que De la Hoz *et al.* (2004), mencionan estas cifras para bosques mediterráneos, y el predio Catrico corresponde a un bosque con condiciones totalmente diferentes a uno mediterráneo.

González *et al.* (2006), señalan que la superficie de un cantón debe ser, en general, superior a las 10 hectáreas según las IGOMA (Instrucciones Generales de Ordenación de Montes Arbolados) de 1971. Pita (1973), citado por González *et al.* (2006), menciona que la superficie media se podrá situar alrededor de las 30 hectáreas.

El caso del predio Catrico, se ajusta bien a lo que mencionan De la Hoz *et al.* (2004), en cuanto al tamaño de los cantones, ya que cinco de estas unidades están en el rango de entre 10 y 20 ha, entrando en la categoría de pequeños y los cuatro restantes están en la categoría de intermedio con una superficie de entre 20 y 40 ha. Por la superficie total de bosque nativo y de matorral del predio Catrico (177 ha) y de su heterogénea composición en cuanto a estado de desarrollo del bosque, no es conveniente la creación de cantones de mayor tamaño, ya que esto podría dificultar la gestión del predio.

Por otro lado, la superficie de los cantones del predio Catrico también coincide con lo mencionado por González *et al.* (2006), ya que ningún cantón tiene una superficie menor a 10 ha. Sin embargo, no coincide con lo mencionado por Pita (1973), citado por González *et al.* (2006), ya que la superficie promedio de los cantones del predio Catrico es de 17,64 ha, muy por debajo de las 30 ha que propone Pita (1973).

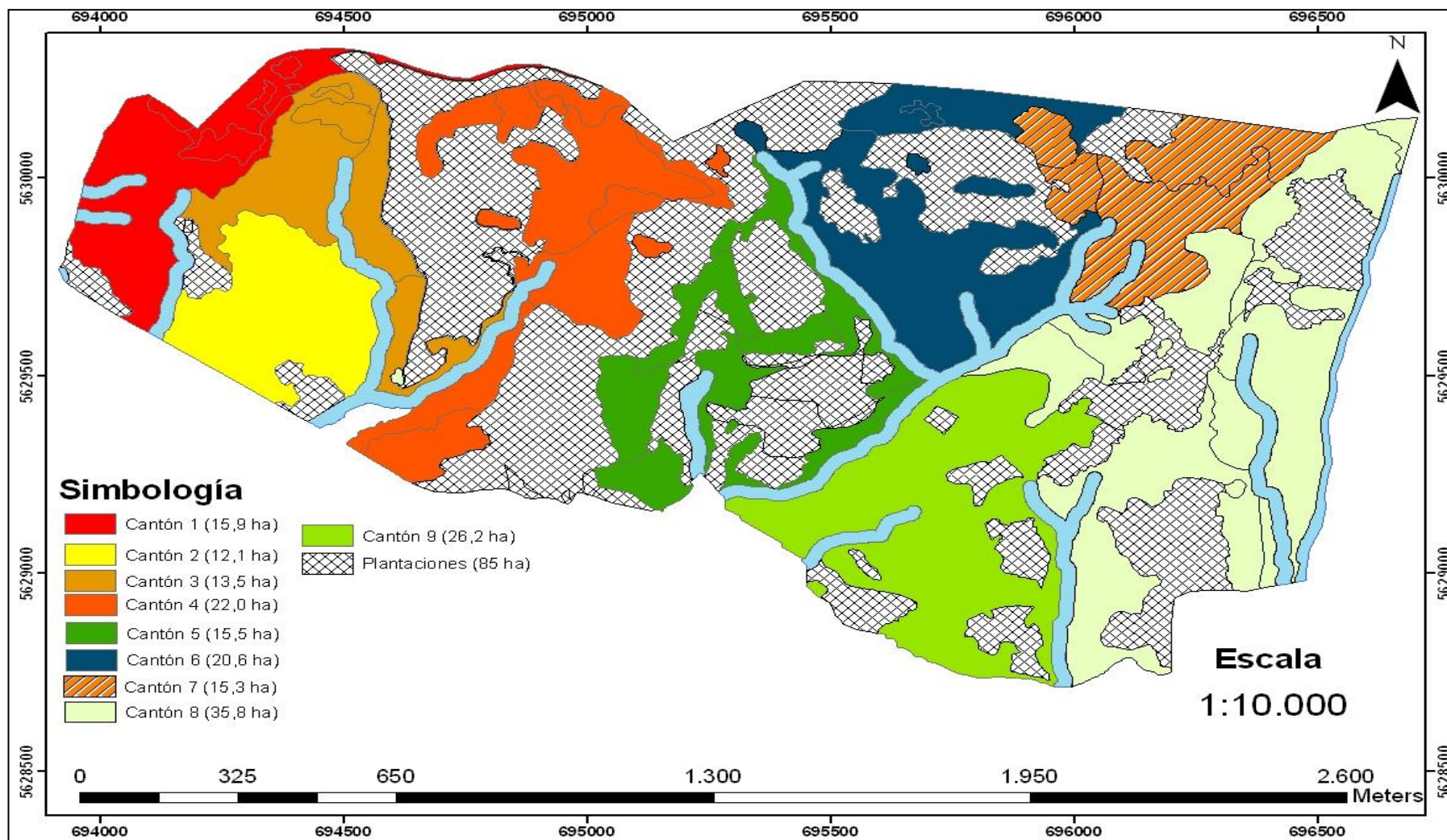
También hay que tener en consideración, a la hora de formar los cantones, que estos tengan una superficie adecuada para que las operaciones silvícolas a realizar en ellos sean económicamente rentables. Al respecto, Bown (2007), señala que existen también razones de escala que justifican la existencia de los cantones. Generalmente se requerirá un área mínima de intervención para hacer que las operaciones sean económicamente factibles. Además, al existir límites claros se facilita el monitoreo y control de las actividades

Con lo expuesto anteriormente, esto es:

- Los criterios que se utilizaron para formar los cantones.
- La superficie de cada cantón.
- Los rodales que componen cada cantón.

en la Figura 9 se expone la propuesta de formación de cantones para el predio Catrico.





**Figura 9.** Propuesta de delimitación de cantones para el predio Catrico. Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012.

### 3.4 Propuesta de ordenación

La ordenación forestal que se propone para el cuartel de producción de bosque nativo del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, es una regulación por área, esto con el fin de homogeneizar el bosque. La superficie total de bosque nativo en el predio es 177 ha, pero a esta cifra se le descontará el rodal 10b que pertenece al tipo forestal Siempreverde (4,69 ha) y la superficie total correspondiente a matorrales (2,2 ha), quedando un total final de 170 ha. La razón por la que no se incluyen estas superficies son: el complejo manejo de un bosque del tipo forestal Siempreverde y su bajo interés económico por parte de la empresa. Por otro lado, la empresa destinará los rodales de matorrales a otros usos, como la plantación de especies exóticas o nativas.

La rotación que se empleará es de 120 años y un periodo de aplicación de la ordenación de 20 años. El modelo silvícola a aplicar en esta ordenación es el de cortas de protección. Al respecto Vita (1996), señala que este modelo, debido a sus características combinadas de concentración de los trabajos de regeneración en el tiempo y en el espacio propio de los montes regulares con un desarrollo progresivo de las intervenciones de acuerdo al funcionamiento natural de los rodales, este método sin lugar a dudas, es el más adecuado para manejar los bosques nativos constituidos por especies latifoliadas.

La rotación de 120 años difiere a la mencionada por otros autores como De la Maza y Gilchrist (1983), citado por Toral *et al.* (2014), en donde mencionan que si el objetivo de los renovales es la obtención de madera aserrada, se puede esperar una edad de rotación comprendida entre 60 y 80 años, realizando intervenciones silvícolas periódicas a partir de los 30 años de edad, o cuando el diámetro cuadrático medio del rodal alcance los 20 cm. Cabe recordar que el predio Catrico no ha tenido intervenciones silvícolas en el pasado, por lo que posee una gran heterogeneidad de estados de desarrollo del bosque, predominando los estados de Latizal alto y bajo, y sectores donde no existe regeneración de las especies de interés. El objetivo de esta primera ordenación sería homogeneizar la estructura del bosque para facilitar su manejo posterior, es por esto la determinación de emplear una edad de rotación de 120 años. Probablemente una vez logrado este objetivo, se podrá disminuir los años de rotación, como los que menciona De la Maza y Gilchrist (1983).

Aplicando la ecuación de una regulación por área, esta es:

$$Ar = (A/R)*p$$

Donde:

- Ar: área cosechada y regenerada en el periodo de aplicación de la ordenación
- A: superficie total a intervenir
- R: longitud de la rotación
- p: periodo de aplicación de la ordenación

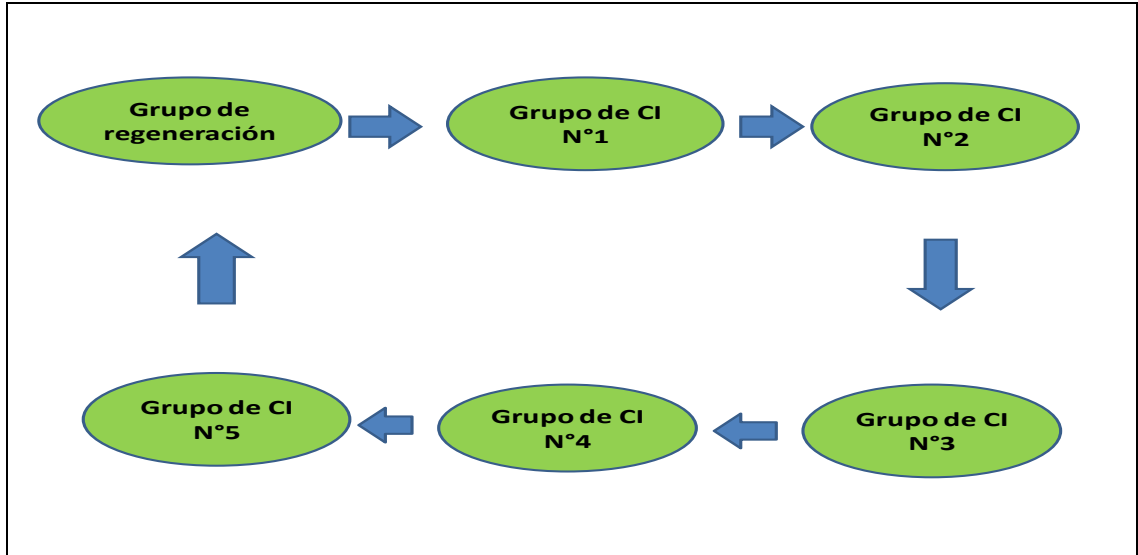
se obtiene una superficie a intervenir de aproximadamente 28 hectáreas por cada periodo de aplicación.

Para esta ordenación se formarán 6 grupos, los cuales se mencionan a continuación:

- Grupo de regeneración
- Grupo de cortas intermedias N°1
- Grupo de cortas intermedias N°2
- Grupo de cortas intermedias N°3
- Grupo de cortas intermedias N°4
- Grupo de cortas intermedias N°5

El criterio para asignar los rodales al grupo de regeneración será la necesidad de regenerar estos, así los rodales que presenten una cobertura de copas abierta, pocos individuos por hectárea, estado de desarrollo maduro o sobre maduro y poca presencia de regeneración, serán asignados a este grupo. Una vez completada la superficie del grupo de regeneración se proseguirá asignando rodales al grupo de cortas intermedias N° 1, 2, 3, 4 y 5. El objetivo de estos grupos de cortas intermedias, es favorecer el crecimiento de los individuos tanto en altura como en diámetro.

La dinámica de esta ordenación es que, una vez transcurrido un periodo de aplicación de ordenación, es decir 20 años, el grupo de regeneración, una vez cumplido su objetivo, pasa inmediatamente a formar parte del grupo de cortas intermedias N°1 y el grupo de cortas intermedias N°5 pasa a formar el siguiente grupo de regeneración y así sucesivamente (Ver figura 10).



**Figura N°10.** Dinámica de la ordenación del predio Catrico. CI: cortas intermedias.

Si bien la unidad básica de gestión silvícola es el cantón, en este caso particular del predio Catrico, debido a su gran heterogeneidad en la estructura del bosque y su distribución espacial, los rodales que componen los diferentes grupos, no necesariamente se encuentran dentro de un mismo cantón ni colindan entre sí (Ver figura 11).

Los grupos a formar, su superficie y los rodales que los componen, se detallan en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Grupos de rodales del predio Catrico

Grupo regeneración		Grupo CI N°5		Grupo CI N°4		Grupo CI N°3		Grupo CI N°2		Grupo CI N°1	
Rodal	Sup (Ha)	Rodal	Sup (Ha)	Rodal	Sup (Ha)	Rodal	Sup (Ha)	Rodal	Sup (Ha)	Rodal	Sup (Ha)
1a	2,89	3	12,11	4a	4,29	7b	1,26	13	26,04	1b	0,99
2a	6,94	5b	0,89	5a	1,43	7c	1,30	45	1,77	4d	0,08
2b	9,42	7e	2,49	5d	0,94	8a	1,49			4c	2,28
4b	3,03	7f	1,13	5g	6,56	8b	15,07			5e	0,87
6a	2,59	7g	1,89	7a	1,92	9a	4,48			5f	0,79
7d	2,72	10a	7,77	11b	4,03	9b	1,39			6b	2,54
47	0,11	11d	0,65	11e	8,15	11c	2,41			11a	0,53
		44	2,80	53b	0,39					14	11,76
				57	0,32					15	3,27
										16	0,61
										17	0,21
										18	0,30
										19	0,11
										42	0,56
										52	0,18
										53a	1,06
										53c	0,73
										59	0,10
										62	0,06
<b>Total</b>	<b>27,7</b>		<b>29,7</b>		<b>28,0</b>		<b>27,4</b>		<b>27,8</b>		<b>27,0</b>

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012. CI: cortas intermedias.

Las características de los rodales que componen el grupo de regeneración son las siguientes:

- Baja cobertura de copas.
- Abundante presencia de especies que compiten en crecimiento con las especies de interés, por lo general *Chusquea culeu* (colihue).
- Escasa o nula regeneración.
- Baja densidad de individuos.
- Ejemplares maduros o sobre maduros.

Lo que se pudo apreciar en terreno es que estos rodales fueron floreados en el pasado, lo que llevó a una degradación de éstos. Se encontró una baja cantidad de individuos de las especies de interés por hectárea y gran cobertura de colihue, que impiden la regeneración. Se propone que la regeneración se haga, en un inicio, artificialmente. Para esto se acoge lo mencionado por el INFOR (Instituto Forestal, 2012), el cual señala que si la calidad de los individuos remanentes es buena, conviene mantenerlos para que incrementen en diámetro, proceso que puede ser acelerado por el espacio que tienen las

copas a su disposición. Sin embargo, por la baja densidad de estos remanentes, no se aprovecha el potencial de sitio en forma suficiente y se cuenta con una alta invasión de especies competidoras, en especial de especies como quila (*chusquea quila*) y colihue. Un concepto de manejo puede consistir en despejar los espacios de especies competidoras donde se quiere efectuar plantaciones complementarias y plantar especies de semi sombra o sombra, incluyendo Raulí, que dentro de los *Nothofagus* es la especie más tolerante a la sombra (INFOR, 2012). Además, se puede mencionar, como incentivo a la ejecución de esta práctica, que las nuevas tablas de valores del reglamento de Ley 20.283 sobre la recuperación del Bosque nativo, otorga un incentivo que considera plantar hasta 600 plantas/ha. Además, la tabla subvenciona la construcción de un cerco para proteger la plantación contra el ganado. Por último, se menciona que, cuando los remanentes de *Nothofagus* en el estrato alto alcancen sus diámetros objetivos, se los cosecha con los cuidados pertinentes.

Otro modelo silvícola aplicable al grupo de regeneración, es el del “árbol semillero”. Al respecto Vita (1996), menciona que en los bosques de la zona sur del país este método se puede aplicar para regenerar Ulmo, Tineo, Ciruelillo, Ciprés de la cordillera, Ciprés de las Guaytecas, Alerce y las diferentes especies de *Nothofagus*, con excepción de Lengua. En el caso del Roble es frecuente observar abundante regeneración de esta especie agrupada en forma ovalada junto a un individuo adulto, hasta una distancia equivalente a 2-3 veces su altura. Además menciona que debido a las limitaciones que presenta el método frente a la competencia de vegetación indeseable, en todos los casos señalados su aplicación se recomienda solamente cuando el rodal presenta baja cobertura arbórea, generalmente debido a causas de origen antrópico. La aplicación del método consistirá entonces, solamente en actividades de preparación del sitio, debido a que la corta de árboles ya se efectuó con anterioridad, aunque sin normas de manejo.

Lo señalado por Vita (1996), respecto al método del árbol semillero, es totalmente aplicable al grupo de regeneración del predio Catrico, debido a las características que este presenta y que fueron descritas anteriormente. El problema que podría presentar este modelo es que la regeneración establecida tenga muchas dificultades de prosperar debido a la abundante presencia de especies competidoras. Este problema, si bien puede tener un costo económico más alto, se puede solucionar mediante la plantación suplementaria, ya que en este caso los individuos plantados tendrán un mayor tamaño y vigor que le permiten competir de mejor manera con especies invasoras.

El resto de los grupos (grupos de cortas intermedias) está compuesto casi en su totalidad, por rodales en estado de desarrollo de Latizal bajo y Latizal alto, con coberturas de copas densa y semi densa. La especie principal y dominante de estos rodales es el Roble, con especies tolerantes como acompañantes. Si bien en los rodales

se observan especies tolerantes, estas en muy pocos casos presentan características de interés económico. En estos grupos se ejecutarán cortas intermedias, para mejorar la calidad de los individuos y preparar los rodales para que en un futuro integren el grupo de regeneración. Según Vita (1996), de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se realizan y a algunas características propias, es posible distinguir los siguientes tipos de cortas intermedias: a) limpias, b) clareos, c) cortas de liberación, d) cortas de mejoramiento, e) cortas sanitarias y de salvamento, f) raleos y g) podas.

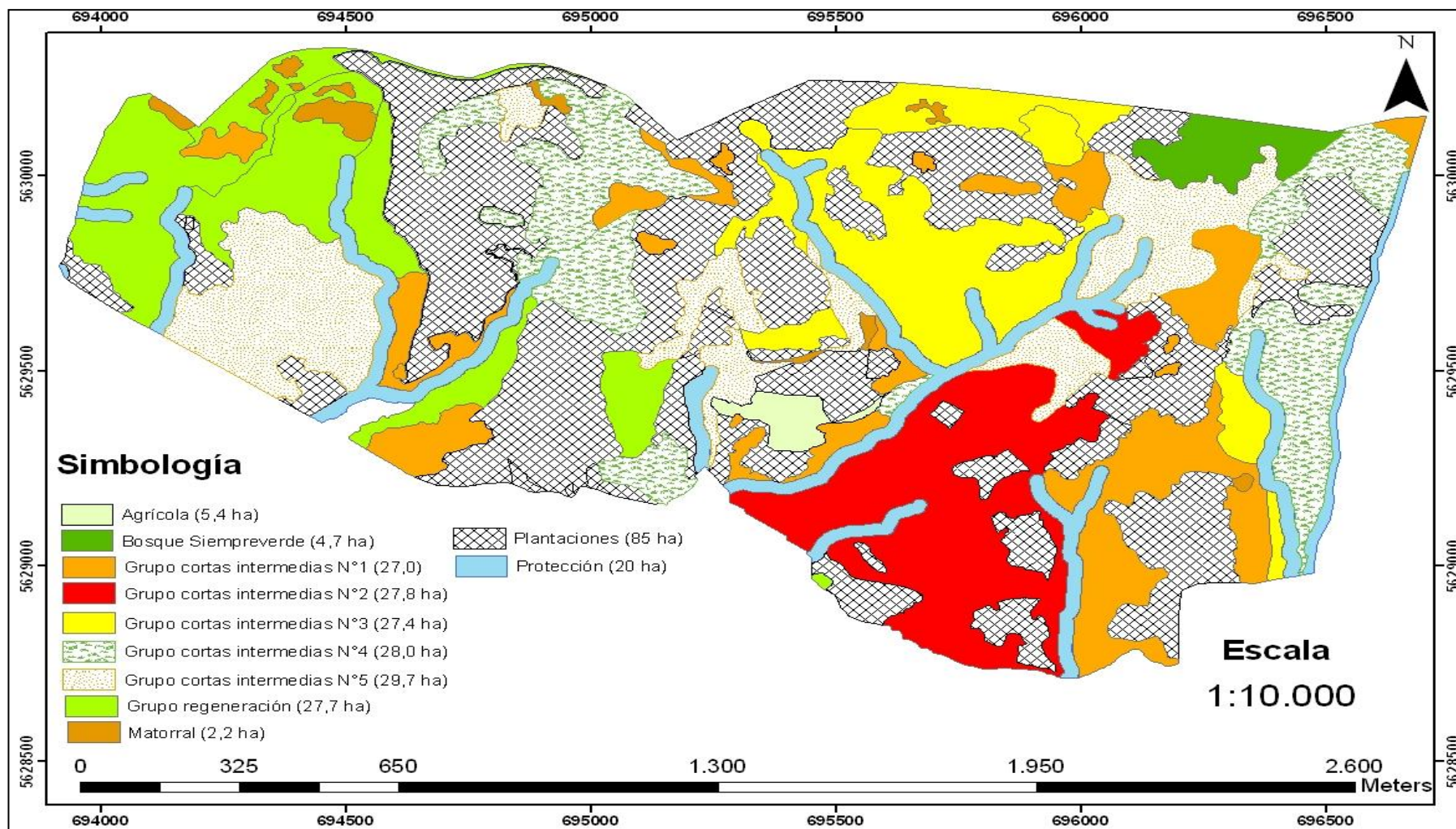


Figura 11. Mapa de grupos para la propuesta de ordenación del predio Catrico. Fuente: Forestal ZBaum. Marzo, 2012.



#### 4. CONCLUSIONES

- Un buen diseño de organización territorial en la gestión de un predio forestal es de suma importancia, ya que a partir de esta herramienta es que se pueden programar en el tiempo y el espacio las futuras intervenciones silvícolas a realizar en el predio.
- La aplicación de variables físicas y vegetacionales para delimitar los rodales en el predio Catrico permitió una división adecuada del bosque, cumpliendo los objetivos que la empresa Forestal ZBaum buscaba, obteniéndose una nueva cartografía para el predio.
- La etapa de rodalización en terreno es fundamental para poder llevar a cabo una organización territorial con un nivel de detalle como el que se presentó en este trabajo.
- Se obtuvo una descripción cualitativa y detallada de cada rodal del predio. Esta información es vital para la gestión del bosque, ya que en base a estos datos se sabe qué tipo de intervenciones silvícolas se necesitan para mejorar el estado de éste.
- Para la organización territorial del predio Catrico, se dividió al bosque en 3 Cuarteles, 9 Cantones y 62 Rodales. El 38% de los rodales cambió en forma y tamaño posterior al trabajo de terreno.
- Se propuso una ordenación forestal con una rotación de 120 años, con el objetivo de homogeneizar el bosque en cuanto a su estructura y poder obtener madera de alta calidad. El modelo silvícola a aplicar en esta ordenación forestal es el de cortas de protección.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, A.; CARRASCO, C.; TRINCADO, G.; RIOS, R. y DIAZ, A. (1997). Evaluación de los insectos barrenadores de madera asociados al tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en la provincia de Valdivia X Región: una aproximación hacia la evaluación de pérdidas. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 37 p. Informe Convenio, 235 p.
- BALTEIRO, L. 2012. Cátedra de Ordenación de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, España.
- BOWN, H. 2007. Ordenación y Producción Forestal. En: HERNÁNDEZ, J.; DE LA MAZA, C. Y ESTADES, C. 2007. Biodiversidad: manejo y conservación de recursos forestales. 1° edición. Editorial universitaria. Santiago, Chile. Pp 453-507.
- CONAF (CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL). 1994. Normas de manejo para raleo de renovales del tipo forestal RO-RA-CO. Solicitud de aplicación. Santiago, Chile. 8 p.
- CONAF (CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL).; UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.; PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.; UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO. 1997. Catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe nacional con variables ambientales. Santiago, Chile. 88p.
- CONAF (CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL). 1998. Plan de Ordenación Reserva Nacional Malleco. 195 p.
- CONAF (CORPORACIÓN NACIONAL FORESTAL). 2014. Ley sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal [En línea]. <[http://www.concursosolbn.conaf.cl/ayuda/Ley\\_20283.pdf](http://www.concursosolbn.conaf.cl/ayuda/Ley_20283.pdf)>. [Consulta: 6 de Junio 2014].
- DE LA HOZ, F.; OLIET, J.; ABELLANAS, B.; CUADROS, S.; FERNÁNDEZ, P. y ZAMORA, R. 2004. Manual de Ordenación de Montes. Consejería del Medio Ambiente, Junta de Andalucía. España. 357p.
- DE LA MAZA, C. y GILCHRIST, J. 1983. Algunos antecedentes para el manejo de renovales de Raulí. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Boletín Técnico 61. 30 p.

- DONOSO, C. 1981. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 421 p.
- DONOSO, C. 1989. Antecedentes básicos para la silvicultura del tipo forestal siempre verde. *Bosque*: 10(1): 37-53.
- DONOSO, C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. pp. 363-387.
- DONOSO, C. y LARA, A. 1999. Silvicultura de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 483 p.
- DUBOURDIEU, J. 1989. Manuel d' aménagement. 3 eme ed. Office National des Forets. France. 151 p.
- FAO. 2013. Resumen del estado actual del manejo y ordenación forestal en Chile [En línea]. <<http://www.fao.org/docrep/008/j2628s/J2628S06.htm>>. [Consulta: 17 de Junio de 2013].
- GAJARDO, R.; LUEBERT, F. y ESTAY, M. 2005. Ensayo de una tipología de es estacion forestales en el Parque Nacional Tolhuaca, Chile. *Bosque*, 26 (2): 47-56.
- GONZÁLEZ, J.; PIQUÉ, M. y VERICAT, P. 2006. Manual de Ordenación por rodales, Gestión multifuncional de los espacios forestales. 1º Edición. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Barcelona, España. 203 p.
- GONZALEZ MOLINA, J. 2003. Propuesta de estructura para los proyectos de ordenación de rodales. *Montes* 72: 59-67.
- IIRN (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS NATURALES) CORFO. 1964. Suelos, descripciones proyecto aerofotogramétrico Chile/O.E.A/B.I.D. Publicación N°2. 391 p.
- INFOR (INSTITUTO FORESTAL). 2012. Informe Técnico 190, reporte de Prácticas Silvícolas. Estado actual y propuestas silvícolas para los renovales de *Nothofagus* en la zona centro sur de Chile. Santiago, Chile. 46 p.
- MADRIGAL, A. 1994. Ordenación de Montes Arbolados. Madrid, España. Editorial ICONA. 375 p.
- MENDOZA y MARTÍN. 1993. Conceptos Básicos del Manejo Forestal. 1º Edición. México D.F. Editorial Limusa. 159 p.
- MOP (MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS). 1980. Clasificación de Cuencas Hidrográficas de Chile. [Consulta en línea]. <<http://documentos.dga.cl/CUH1101.pdf>>. [Consulta: 3 de Enero de 2014].

- NOVOA, A.; VILLASECA, S.; DEL CANTO, P.; ROUANET M., L.; SIERRA, C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. INIA. Santiago, Chile. 221 p.
- PITA, P. 1964. La calidad de la estación en las masas de *P. sylvestris* de la Península Ibérica. En Anales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid, España. Pp. 5-28.
- REQUE, J y PÉREZ, R. 2011. Del monte al rodal. Manual SIG de inventario forestal. Universidad de Valladolid – Vicerrectorado de Docencia, Valladolid, España. 172 p.
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CIENCIAS FORESTALES. 2008. Actas de la Reunión sobre la Ordenación por rodales: Experiencias y Aplicación. Solsona, España. 150 p.
- SUBSECRETARIA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO. 2013. <<http://www.subdere.cl/municipales/comunas?tid=485>>. [Consulta: 15 de octubre de 2013].
- TORAL, M.; GONZÁLEZ, A. y NAVARRO, R. 2014. Propuesta de Manejo para el Tipo Forestal Roble-Raulí- Coigüe Bajo el Método de Selección. 1º Edición. Santiago, Chile. 161 p.
- INIA (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS). 1985. Suelos volcánicos de Chile. Ediciones INIA. Santiago, Chile. 723 p.
- VITA, A. 1996. Los Tratamientos Silviculturales. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 147 p.

## 6. APÉNDICE

Formulario de descripción cualitativa de los rodales.

FORMULARIO DESCRIPCIÓN CUALITATIVA					
Descripción General			Diagrama de identificación		Nativo
					Plantaciones
Fecha		Pendiente Med (°)	1. Manejable		2. Transformación
Fundo		Pendiente Max (°)	1.1 Bosque Adulto		2.1 Bosque Adulto
Rodal(es) Anterior		Coordenadas UTM	1.1.1 Raleo		2.1.1 Listo cosecha
Rodal actual		Punto GPS	1.1.2 Regeneración		2.1.2 Degradado
Exposición			1.2 Renoval		2.2 Renoval
Cuadrilla			1.2.1 Raleo		
Descripción Cualitativa del Bosque					
Tipo Forestal		Origen			Cobertura de Copas
Especies Dominantes		Estado de Desarrollo			Sanidad
Especies Intermedias		Estructura			Forma
Especies Suprimidas		Densidad			
Observaciones:					

**Fuente:** Forestal ZBaum. Marzo, 2012.

Descripción cualitativa propuesta por González *et al* (2006):

- Especies arbóreas principales, secundarias y accesorias
- Especies arbóreas en el estrato dominante y porcentaje (mínimo 5%)
- Especies arbóreas en el estrato dominado y porcentaje (mínimo 5%)
- Tipos de mezcla en el caso de masas mixtas:
  - Pie a pie: copas tangentes
  - Por golpes: grupos de diámetro < 30 m
  - Por bosquetes: grupos de diámetro 30-60 m
  - Por parcelas: grupos de diámetros > 60 m
- Estructura de la masa
  - Monoestratificada
  - Biestratificada
  - Multiestratificada
- Distribución en edad (forma principal de la masa)
  - Coetánea
  - Regular
  - Semirregular
  - Irregular pie a pie (copas tangentes)
  - Irregular por golpes (grupos de diámetro < 30 m)
  - Irregular por bosquetes (grupos de diámetro 30-60 m)
- Forma fundamental de la masa
  - Monte alto
  - Monte bajo
  - Monte medio
- Otras formas culturales de la masa (derivadas, complementarias, transitorias)
  - Monte adhesionado
  - Masa con reserva, con sub piso, con varios pisos
  - Masa en transformación, masa en conversión.
- Clases naturales de edad (masas regulares)
  - Diseminado: regenerado hasta una altura de 25 cm.
  - Repoblado: desde los 25 cm hasta que se inicia la tangencia de copas (altura 1,30 m)
  - Monte Bravo: entre el inicio de la tangencia de copas y la poda natural (altura de 2-2,2 m)
  - Latizal: entre la poda natural y los 20 cm de DAP (latizal bajo: DAP < 10 cm, latizal alto: 10 < DAP < 20 cm)
  - Fustal: DAP > 20 cm (fustal bajo: 20 < DAP < 35 cm, fustal medio: 35 < DAP < 50 cm, fustal alto: DAP > 50 cm)
- Edad de la masa diferenciada por especies

- Índice de espesura
  - Incompleta hueca: las copas no se tocan y la distancia entre ellas es superior al diámetro medio de sus copas.
  - Incompleta clara: las copas no se tocan y la distancia entre ellas es inferior al diámetro medio de sus copas. }
  - Completa: existe tangencia de copas
  - Trabada: las copas se entrelazan.
- Estado de regenerado. Especies y abundancia
- Vitalidad de la masa
- Impresión general de la masa en el caso de masas irregulares
  - Descapitalizada (pocas existencias)
  - En equilibrio
  - capitalizada