

Propuesta de organización de la producción forestal de rodales de especies exóticas en el Campo Experimental Trevelin del INTA

Cátedra de Ordenación Forestal

Universidad Nacional de la Patagonia



Diciembre de 2004



Coordinación

Dr. Francisco Carabelli

Dr. Gabriel Loguercio

Grupo de trabajo

Gustavo Aguado

Jorge Alba

Adrián Gimenez

Sofia Havrylenko

Daniel Hollman

Tatiana Niveyro

Sebastián Pérez

Patricia Rios

I N D I C E

1 Introducción **1**

2 Objetivos **2**

3 Metodología **2**

3.1 Procesamiento previo para seleccionar las parcelas de muestreo permanente a ser remedidas 2

3.2 Toma de datos en terreno 5

3.3 Procesamiento de los datos obtenidos en las PMP y aplicación de modelos de manejo 6

4. Resultados **9**

4.1 Rodales adultos de pino ponderosa 9

4.2 Rodales adultos de pino oregón 11

4.3 Rodales adultos de pino radiata 13

4.4 Rodales de edad intermedia de pino radiata post incendio 17

4.5 Rodales jóvenes de pino oregón y pino ponderosa 20

4.6 Plantación de pino oregón y pino ponderosa 22

5 Organización de la producción **23**

5.1 Consideraciones generales 23

5. 2 Plan Especial de Cortas 25

6 Referencias 28

Anexos 29

Anexo 1: Planillas de remedición de PMP **30**

Anexo 2: Croquis de ubicación de los árboles en las PMP de pino radiata adulto 42

Anexo 3: Fotos de los rodales visitados 44

Anexo 4: Plan Especial de Cortas – Articulación propuesta en tiempo y espacio 46

Propuesta de organización de la producción forestal de rodales de especies exóticas en el Campo Experimental Trevelin del INTA

1 Introducción

En el año 2001 los estudiantes y el personal docente de la asignatura Ordenación Forestal de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), conjuntamente con personal técnico de INTA desarrollaron una propuesta para actualizar el esquema de ordenación de los rodales implantados que existen en el predio del Campo Experimental Trevelin. Para realizar esta tarea tuvieron en cuenta el estado en aquel momento de los rodales de mayor edad, varios de los cuales habían sido intervenidos en el período posterior a la elaboración del plan de ordenación en 1991, y el anexado de las superficies y producciones de rodales que se habían establecido luego que se realizara el citado plan.

Aquella propuesta pretendía otorgar un marco de planificación de la producción forestal a corto y mediano plazo. No obstante, se indicaba que dado que su objetivo era principalmente académico, su aplicación en la práctica debería perfeccionarse mediante un inventario de mayor detalle que permitiese ajustar la información de base. Esta circunstancia, sumada a que el esquema de articulación espacial de los rodales a intervenir no se condecía estrechamente con el contexto real de trabajo, hacía de aquella propuesta una guía general más que un plan preciso de actuaciones.

En esta nueva oportunidad, los estudiantes de la asignatura del curso 2004, asistidos por el equipo docente y por los técnicos de INTA han trabajado en un análisis más detallado de la información existente, proveniente principalmente de las parcelas de muestreo permanente –PMP- y de información expresamente obtenida de la remedición de dichas parcelas. Adicionalmente se incluye en la presente planificación una serie de rodales jóvenes (< 20 años) de pino ponderosa y pino oregón, y un área de regeneración natural de pino radiata establecida luego de un incendio en el año 1987, que no habían sido incluidos en el trabajo del año 2001. Si bien continúa siendo esencialmente un ejercicio académico, la pretensión del equipo de trabajo es que un ajuste gradual de la propuesta la convierta en una herramienta técnica útil para la organización de la producción de los rodales implantados en el Campo Experimental Trevelin.

2 Objetivos

Tanto el objetivo general como los objetivos específicos de la presente propuesta se adecuan a aquellos presentados en el trabajo del año 2001, que seguidamente se reiteran.

Objetivo general

El objetivo principal fue organizar espacial y temporalmente la producción actual y futura de varios rodales de especies exóticas de distintas clases de edad, para que puedan brindar productos en forma sostenida.

Objetivos específicos

Los objetivos particulares que se plantearon fueron los siguientes:

- Caracterizar la estructura de los rodales, cuantificar sus existencias en volumen, el crecimiento actual y proyectar el crecimiento futuro.

- Indicar el tipo, intensidad y momento de las intervenciones más adecuadas según el estado actual, el potencial de mejoramiento de la producción forestal de cada rodal y los sistemas silviculturales óptimos de cada especie.

- Proponer un esquema de ordenación que articule en tiempo y espacio la producción de corto plazo (rodales de mayor edad) con las producciones de mediano y largo plazo (rodales de edad intermedia y rodales jóvenes).

3 Metodología

Debido al limitado tiempo disponible para la realización de los trabajos de campo en el marco del desarrollo de la cursada, se decidió no remedir todas las PMP, sino solo un número que representara las principales estructuras presentes de cada especie.

3.1 Procesamiento previo para seleccionar las parcelas de muestreo permanente a ser remedidas

a) Información dasométrica

A partir de mediciones de parcelas de muestreo permanentes (PMP) realizadas entre los años 2001 y 2004 por técnicos del INTA en los rodales de mayor edad (de aquí en adelante "adultos"), se agruparon las parcelas por especie, a saber: pino radiata, pino

ponderosa y pino oregón. De un total de 25 PMP, 6 correspondían a p. ponderosa, 8 a p. radiata y 11 a p. oregón.

Para la caracterización estructural se determinaron los valores de las variables dasométricas de las PMP de cada especie, considerando para ello la distribución de clases diamétricas, el número de árboles por hectárea, el área basal, la altura media, el diámetro cuadrático medio, el volumen y la densidad relativa. La distribución de frecuencias de cada PMP fue posteriormente graficada mediante diagramas de barras.

b) Grupos de rodales

Se consideró la distribución del número de individuos según clases diamétricas para agrupar las PMP de cada especie por su similitud (tablas 1, 2, 3).

Una vez conformados estos subgrupos de PMP, se promediaron los valores de las variables dasométricas para obtener la "PMP promedio". Finalmente, para cada grupo o subgrupo de rodales se seleccionó para ser remedida aquella PMP cuyas variables dasométricas (incluyendo la distribución de frecuencias diamétricas) más se aproximaban a esta parcela promedio teórica.

Tabla 1. Valores de las variables dasométricas de las PMP de los rodales 23, 27 y 3 de pino ponderosa.

DAP (mm)	23	27	3	Promedio
< 5				
7,5				
12,5				
17,5	3		20	8
22,5	47	180	100	109
27,5	160	160	320	213
32,5	130	460	180	257
37,5	127	160	20	102
42,5	63	20		28
47,5	50		40	30
52,5	17			6
57,5	10			3
62,5				
67,5				
72,5				
77,5				
82,5				
N/ha	608	980	680	756
Ab (m^2/ha)	59	75	47	60
H (m)	33,68	21,68	18,42	25
Dg (cm)	35,3	31,2	29,5	32
DR	10,0	13,4	8,6	11
Vol (m^3/ha)	754	651	397	600

Tabla 2. Valores de las variables dasométricas de las PMP de los rodales 33, 32, 30a, 39b y 22a de pino radiata.

DAP (cm) Parcela	R 33 43 (2001)	R 32 38 (2001)	R 33 44 (2001)	R 30a 4 (2001)	R 30a 3 (2004)	R 30apr 2 (2003)	R 39bpr 1 (2003)	R 22a 1 (2004)
< 5		20						
7,5	60	160	20	20				
12,5	100	60						
17,5	100	200	40	100				
22,5	120	200	40	80				
27,5	140	340	20	80				20
32,5	200	220	40	40	40	60		
37,5	160	240	100	140	120	60		20
42,5	120	140	80	80	40	60	20	60
47,5	100	160	60	40	100	80	40	40
52,5	40	20	100	80	40	60	20	80
57,5	20			40		20	40	
62,5			40	40			60	
67,5				60			40	20
72,5				40			20	
77,5			20	20				
N/ha	1160	1760	560	680	340	340	240	240
Ab (m^2/ha)	99	130	84	128	49	53	66	43
H (m)	35,86	29,16	32,6	39,6	31,24	31,2	49,34	36,4
Dg (cm)	33	47,3	43,7	49	42,7	44,6	59,3	47,9
DR	17,3	18,9	12,7	18,3	7,4	8	8,6	6,3
Vol (m^3/ha)	899	1147	821	1216	456	473	1008	633

Tabla 3. Valores de las variables dasométricas de los rodales 17d, 34, 41 y 46 de pino Oregón.

DAP (cm)	17d	34		41							46	Promedio
Parcela	p1	p1	p2	p1	p1b1	p2b1	p2b2	p3b1	p4b1	p4b2	p1	
< 5												
7.5												
12.5												
17.5												
22.5		60							50			10
27.5		60		60					100		20	22
32.5	112	100	120	180	300	100	200	400	100		20	148
37.5	160	120		160	300	700	100	100	150	200	60	186
42.5	112	120	60	160	100			100	200	200	120	107
47.5	64	40	100	40	200		200		50	400	60	105
52.5		60	40				200		50	100	60	46
57.5											40	4
62.5											20	2
67.5												
72.5												
77.5												
N/ha	448	560	320	600	900	800	700	600	700	900	400	630
Ab (m^2/ha)	53.69	65	45	66	105	83	103	56	82	145	65	79
H (m)	24.75	36.4	38.75	33.13	30.59	28.31	34.5	28.2	32.03	34.5	42.8	33
Dg (cm)	39.06	38.3	42	37.5	38.5	36.4	43.2	34.4	38.6	45.4	45.5	40
DR	8.59	10.4	6.9	10.8	16.9	13.8	15.6	9.5	13.2	21.6	9.6	12
Vol (m^3/ha)	552.55	916	694	835	1286	958	1381	627	1003	1975	1099	1030

3.2 Toma de datos en terreno

a) Planos

Se utilizó como base el plano confeccionado para el Plan de Ordenación del Campo Experimental Trevelin (escala 1:5000) y un fotomosaico obtenido a partir de fotografías aéreas del año 1999.

b) Información dasométrica

La actualización de los valores de las variables dasométricas se efectuó mediante la remedición de algunas de las PMP que incluyen los tres grupos de especies consideradas. Como se indicó previamente, tales PMP fueron seleccionadas en gabinete y representan aquellas que mejor se aproximan a la parcela "promedio" para cada grupo o subgrupo de rodales adultos por especie (tabla 4).

Tabla 4. Parcelas remedidas en el año 2004.

Especies	Parcelas
P. ponderosa	23 r23
P. radiata	P2r30a, p44r33
P. oregón	P2b2r4, p1r41, p4b1r41 , p4b2r41

Observaciones: r = rodal

En todas aquellas PMP que habían sido remedidas o instaladas en 2001 se midió el DAP de todos los árboles con cinta diamétrica –la excepción la constituyó la PMP 2 del rodal 30apr de pino radiata, que había sido instalada en mayo de 2003, en la que por este motivo no se midieron los diámetros-. Se verificó además la sanidad y forma de los árboles, se evaluó la estructura y la estabilidad individual de cada árbol y una apreciación a nivel de rodal y se realizó una simulación de corta considerando para ello el tipo de intervención –raleo por lo bajo, por lo alto, combinado o corta final- la calidad y el porte de cada individuo –teniendo en cuenta que si el tratamiento prescripto era raleo ciertos individuos con buen porte y calidad que mostraban potencial de crecimiento tras la corta eran seleccionados para permanecer en el rodal-. En algunas PMP se esquematizó la ubicación de los individuos para generar perfiles horizontales de la estructura que permitiesen ilustrar la situación pre intervención (ver Anexo II). Complementariamente, en cada PMP se describió la situación topográfica, básicamente pendiente y exposición.

3.3 Procesamiento de los datos obtenidos en las PMP y aplicación de modelos de manejo

a) Variables dasométricas

Con los antecedentes de la información dasométrica colectada para la elaboración del Plan de Ordenación del Campo Experimental (Chauchard y col., 1991), las mediciones posteriores de parcelas permanentes hechas por los técnicos de la Estación y los datos obtenidos de la medición de las PMP efectuada por los estudiantes y el equipo docente durante el curso 2004, se construyó una base de datos para cada parcela medida. Los datos provenientes de la remedición de cada PMP se presentan en el Anexo I.

La base de datos contiene la siguiente información:

- nº de árbol.
- DAP de 2001 y 2004.
- área basal de 2001 y 2004.
- altura media de 2001 y 2004.
- volumen de 2001 y 2004.
- sanidad y forma de 2001 y 2004.

- silvicultura recomendada.
- incrementos de los valores de las variables.
- observaciones.

Las alturas medias se calcularon con distintas funciones. Para el rodal 23 de pino ponderosa se utilizó la función empleada por los técnicos del ex IFONA para el Plan de Ordenación del año 1991, para los rodales de pino radiata se empleó la ecuación ajustada por los estudiantes del curso de Ordenación Forestal del año 2001 cuando desarrollaron la propuesta de actualización del esquema de ordenación de los rodales implantados y para los rodales de pino oregón se emplearon ecuaciones que incorporan coeficientes resultantes de relaciones altura/diámetro y el logaritmo del DAP (tabla 5).

Tabla 5. Funciones de altura media en metros empleadas para las distintas especies.

Especie	Rodal	PMP	Función utilizada
Pino ponderosa	23		H = -15.724+13.258*LOGDAP(mm)
Pino oregón	41	P1, P2b2,P4b2	H = 31.823*LOGDAP(mm)-51.562
		P4b1	H = 21.934*LOGDAP(mm)-27.376
Pino radiata	30a, 33	2 (30a), 44(33)	H = 0.4221*DAP+16.711

b) Volumen

Para calcular el volumen se emplearon funciones específicas en cada grupo de especies (Davel 1998, Gonda y col. 2001, Chauchard y col. 1991 –tabla 6-).

Tabla 6. Ecuaciones ajustadas para estimar volumen total en metros cúbicos.

Especie	Función utilizada	Autor/año
Pino ponderosa	VT s/c = 0.000214+0.00003*DAP^2*H+0.000538*DAP	Gonda y col. 2001
Pino oregón	VT c/c = 0.0221695+0.000031855* DAP^2*H	Davel 1998
Pino radiata	VT c/c = 5.1359*AB^1.0899	Chauchard y col. 1991

Observaciones: F: factor de forma

Una vez obtenidas las existencias actuales, a partir de las simulaciones de corta se establecieron los volúmenes que se obtendrían en la intervención y los volúmenes remanentes de cada rodal.

c) Estimación del incremento y de las intervenciones

La estimación del incremento se basó en el método de control, que se fundamenta en la diferencia de inventarios sucesivos (en este caso corresponde a la remedición de las parcelas permanentes establecidas).

Se compararon los datos del inventario realizado en el año 2001 con aquellos de la remedición efectuada en el año 2004. Con esta información se calcularon los incrementos periódico, corriente actual y el de la estructura remanente, una vez que se realizara la intervención prevista –en este caso luego de realizar la simulación de corta-

Las intervenciones futuras para cada rodal se calcularon a partir de los incrementos corrientes asociados con las PMP de cada especie. Se consideró que estos incrementos (de los árboles individuales) no variarán sensiblemente dentro de límites razonables, por lo que se pueden proyectar en el tiempo. Para aproximar el momento de las intervenciones se tuvo además en cuenta el diámetro medio cuadrático actual de cada PMP y el diámetro meta que se debe alcanzar para la cosecha del rodal de cada especie, el cual había sido definido en la propuesta de actualización del esquema de manejo de rodales implantados efectuada en 2001 (tabla 7).

Tabla 7. Diámetros meta que debe alcanzar cada especie.

Especie	Diámetro meta (cm)
P. ponderosa	45
P. radiata	55
P. oregón	50

d) Aplicación de modelos de manejo para rodales de edad intermedia y rodales jóvenes

Para los rodales de pino radiata desarrollados a partir de regeneración natural luego del incendio de 1987 se aplicó un modelo de manejo basado en la condición actual de las estructuras, la mayor parte de las cuales ha tenido raleos. Para proyectar las intervenciones y la evolución de los valores de las variables dasométricas se empleó la versión docente (Sistema-Radiata3, versión 1.01) del simulador para pino radiata desarrollado en Chile (Fundación Chile, 1995).

En el caso de las plantaciones jóvenes de pino ponderosa y pino oregón se aplicaron modelos de manejo desarrollados específicamente para tales especies (Davel 1998, Andenmatten 1999).

4 Resultados

Para cada grupo y/o subgrupo de rodales se presentan por especie y clases de edad –masas adultas e intermedias- los principales resultados de la caracterización dasométrica por especie y rodal, así como los valores dasométricos de la intervención y de la estructura remanente. En el Anexo III se presentan fotos de algunos de los rodales visitados.

4.1 Rodales adultos de pino ponderosa

Caracterización de la estructura actual y simulación de corta

La estructura que presenta la PMP remedida del rodal 23 corresponde a un fustal alto de calidad regular a buena. Si bien el valor de estabilidad calculado es de 0.78 (menor a 0.80 se considera estable), hay en ciertos sectores evidencia de volteo por viento. La cobertura de copas es cercana al 100% y no se observa regeneración natural de la especie.

Los resultados del análisis del área que ocupa la especie se elaboraron a partir de la remedición de la PMP 23. Dicha parcela representa a los rodales 27, 3 y 23 que ocupan una superficie de **8.85** ha y es la que tiene valores de las variables dasométricas más cercanas al promedio de los mencionados rodales (tabla 8).

Tabla 8. Valores actuales, remanentes y de corta de las variables dasométricas en el rodal 23.

Estructura	Frecuencia (árb./ha)	H media (m)	DCM (cm)	AB (m^2/ha)	Vol. Total (m^3/ha)
Actual	608	29.5	37.6	67.5	875
Intervención	306	27	32	24.6	292
Remanente	302	31.5	42.4	42.9	582

Observaciones: DCM: diámetro cuadrático medio.

Los incrementos periódico –para 3 años- y corriente se calcularon para el área basal, el diámetro cuadrático medio y el volumen total (tabla 9).

Tabla 9. Incrementos de los valores de las variables dasométricas.

Variables	Incremento periódico	Incremento corriente (Ic)	Ic remanente
AB(m^2/ha)	8.2	2.7	2.3
DCM(cm)	2.3	0.8	1.2
Volumen (m^3/ha)	144	48	38.7

Propuesta de manejo

Se propone realizar un raleo por lo bajo en el corto plazo, es decir durante el año 2005, con el cual se podrá extraer un volumen de **292** m^3/ha, mientras que proyectado a la superficie de los rodales 3, 23 y 27 dicho volumen de extracción sería de **2590** m^3. La estructura adoptaría la forma de una distribución normal y el diámetro cuadrático medio remanente sería levemente menor al propuesto como meta (45 cm). Este diámetro se alcanzaría 3 años después de este raleo (Figura 1).

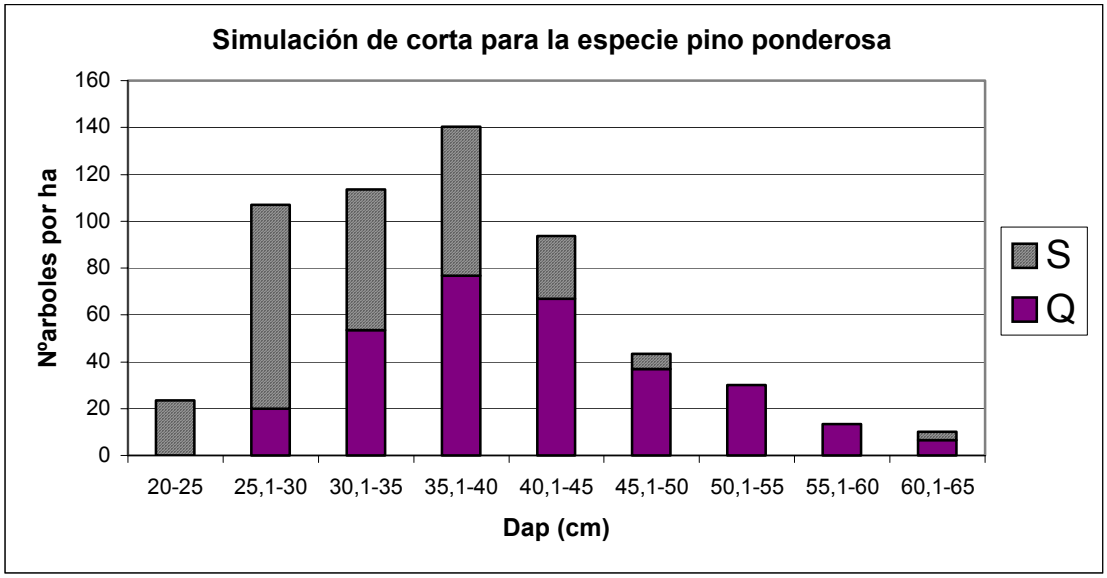


Figura 1. Estructura actual y remanente en la PMP de pino ponderosa (Observaciones: S: árboles que se cortan; Q: árboles selectos).

En función de la proyección de los crecimientos actuales, se sugiere que la corta final -tala rasa- se ejecute 6 años después del raleo -año 2011- para que las intervenciones no sean tan frecuentes. Se alcanzará un diámetro cuadrático medio de **49.5** cm y una posibilidad de **679** m^3/ha, que llevada a la superficie total de pino ponderosa será de **6000** m^3. Esta posibilidad se estimó por medio de la fórmula de los crecimientos progresivamente menguantes de Wirenklee.

Una vez realizada la corta final, se recomienda reforestar con pino oregón dado que la calidad de sitio es buena y esta especie tiene un mayor valor económico.

4.2 Rodales adultos de pino oregón

Caracterización de la estructura actual y simulación de corta

La estructura que presentan las PMP del rodal 41 corresponde a un fustal alto de calidad regular a buena, en el que no se evidencia riesgo de inestabilidad. Este rodal, que tiene la superficie más importante entre las plantaciones adultas de pino oregón, fue intervenido mediante un raleo suave por lo bajo. La cobertura de copas es cercana al 100% y se observa regeneración natural de la especie.

Los resultados del análisis del área que ocupa la especie se elaboraron a partir de la remedición de las PMP p1r41, p2b2r41, p4b1r41 y p4b2r41. Dicha parcela representa a los rodales 17d, 16b, 38b, 46 y 34 que en total ocupan una superficie de **22.07** ha y son las que tienen valores de las variables dasométricas más cercanas al promedio de los mencionados rodales (tabla 10).

Tabla 10. Valores actuales, remanentes y de corta de las variables dasométricas en el rodal 41.

Estructura	Frecuencia (árb./ha)	H media (m)	DCM (cm)	AB (m^2/ha)	Vol. Total (m^3/ha)
Actual	667	34	41.3	91	1192
Intervención	367	33	38.8	44	562
Remanente	300	33.5	44.9	47	629

Observaciones: DCM: diámetro cuadrático medio

Los incrementos periódico –para 3 años- y corriente se calcularon para el área basal, el diámetro cuadrático medio y el volumen total (tabla 11) a partir de la remedición de la PMP 1.

Tabla 11. Incremento de las variables dasométricas para pino oregón.

Variables	Incremento periódico	Incremento corriente (Ic)	Ic remanente
AB(m^2/ha)	8.7	2.9	1.6
DCM(cm)	2	0.7	1.15
Volumen (m^3/ha)	133	44.2	25.3

Propuesta de manejo

Se propone realizar un raleo por lo bajo en el corto plazo, es decir durante el año 2005, con el cual se podrá extraer un volumen de **563** m^3/ha, y de **11719** m^3 en la superficie de los rodales 17d, 16b, 38b, 46 y 34. La estructura adoptaría la forma de una

distribución normal y el diámetro cuadrático medio remanente sería menor al propuesto como meta (50 cm). Este diámetro se alcanzaría 4 años después de este raleo (Figura 2)

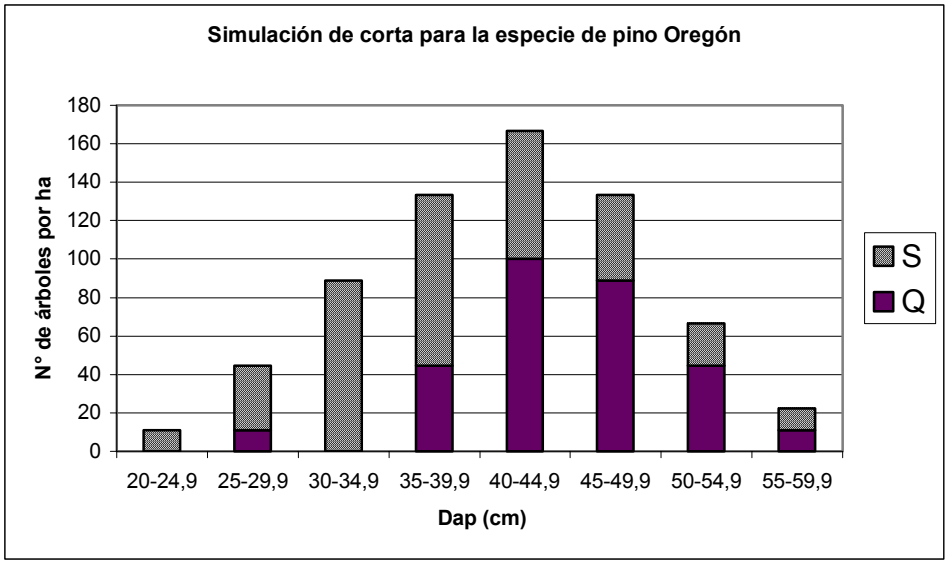


Figura 2. Estructura actual y remanente en la PMP de pino oregón (Observaciones: S: árboles que se cortan; Q: árboles selectos).

Una vez realizada la corta final, se recomienda forestar nuevamente con pino oregón o aprovechar la regeneración natural si ésta se instala satisfactoriamente en un período no superior a los 10 años, dado que la calidad de sitio es buena y esta especie tiene un mayor valor económico.

En función de la proyección de los crecimientos actuales, se sugiere que la corta final – en forma de aclareos sucesivos – comience a ejecutarse en 2008 y se prolongue hasta 2018. En 2008 el diámetro cuadrático medio será **48.5** cm y la posibilidad de **675** m^3/ha, la que llevada a la superficie total de pino oregón será de aproximadamente **14900** m^3 (tabla 12). Esta posibilidad se estimó, al igual que para pino ponderosa, por medio de la fórmula de de Wirenklee.

Tabla 12. Valores de intervención para los rodales adultos de pino oregón.

Rodal	Sup.	Volumen en 2004 (m^3)	Raleo 2005 (m^3)	Existencias en 2008 (m^3)	Corta final 2008 -2018 (m^3)*
17d	0.8	953	465	592	604
16 b	2.75	983	479	610	622
38b	0.8	953	465	592	604
46	0.63	751	366	466	478
34	3.8	4531	2210	2813	2825
41	13.29	15847	7731	9838	9850
Total	**22.07**	**24021**	**11719**	**14913**	

* Las existencias tienen incorporado un valor de crecimiento ponderado de 25,3 m3/ha/año y se calcularon con la fórmula de Wirenklee.

4.3 Rodales adultos de pino radiata

Caracterización de la estructura actual y simulación de corta

Rodal 30a

La estructura de la PMP 2 es la de un fustal alto (fig. 3) y presenta una distribución irregular de los individuos debido al bajo prendimiento y al sitio. Los árboles tienen roturas en las bifurcaciones a más de 10 metros de altura siendo la calidad general de fuste de regular a buena. Hay un buen cierre de copas, cercano al 100%. No se observa regeneración natural de la especie y la presencia del sotobosque es muy escasa.

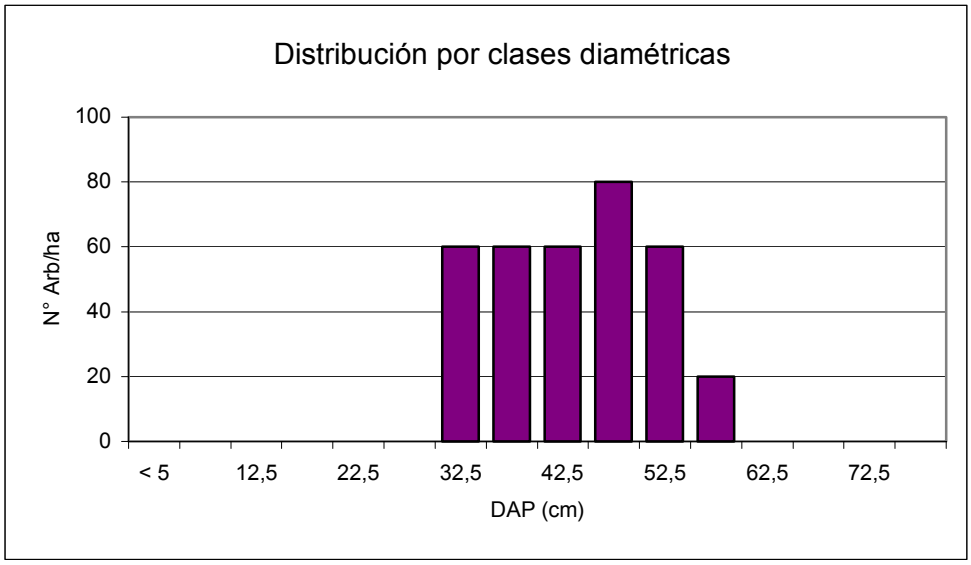


Figura 3. Estructura actual en la PMP 2 de pino radiata.

Los resultados del análisis del área que ocupa la especie en el sector raleado se elaboraron a partir de la remedición de esta PMP. Dicha parcela representa a los rodales 3a, 14, 16a, 22a, 28, 40a, 40b, 1, 35, 39b y 15b que en total ocupan una superficie de **23.67** ha y es la que tiene los valores de las variables dasométricas más cercanas al promedio de los mencionados rodales (tabla 13).

Tabla 13. Valores actuales, remanentes y de corta de las variables dasométricas en el rodal 30a.

Estructura	Frecuencia (árb./ha)	H media (m)	DCM (cm)	AB (m^2/ha)	Vol. Total (m^3/ha)
Actual	340	29.8	47.2	53	507
Intervención	200	30.5	33.5	27	256
Remanente	140	29.3	33.1	26	255

Rodal 33

La estructura que presenta la PMP 44 (fig. 4) -que no tuvo intervenciones- es la de un fustal alto-oquedal presentando los individuos una buena calidad de fuste. Se encuentran dispuestos irregularmente con una baja densidad y sin presencia de regeneración de la especie. La parcela se halla en un sitio de pronunciada pendiente, que llega a ser de 45° en la mitad superior, ladera arriba y se reduce a 35° en la mitad inferior.

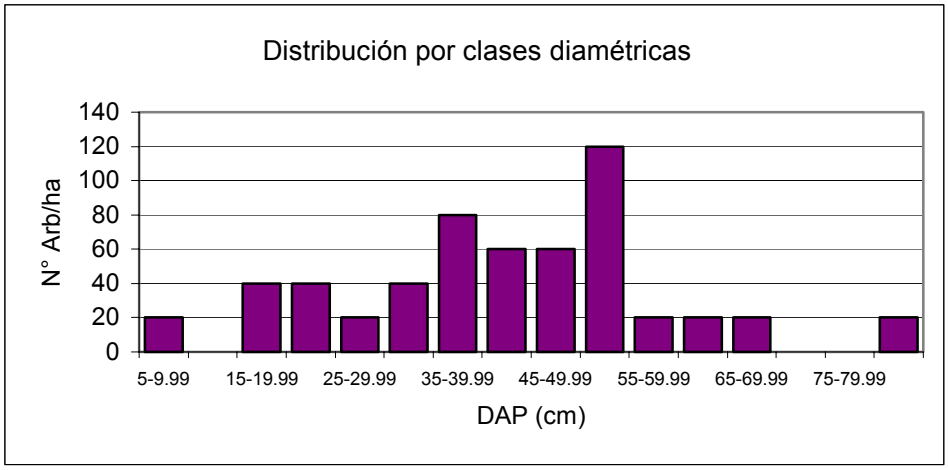


Figura 4. Estructura actual en la PMP 44 de pino radiata.

Los resultados del análisis del área que ocupa la especie en el sector no raleado se elaboraron a partir de la remedición de esta PMP. Dicha parcela representa a los rodales 33, 32 y 30a que en total ocupan una superficie de **11.85** ha y es la que tiene los valores de las variables dasométricas más cercanas al promedio de los mencionados rodales (tabla 14).

Tabla 14. Valores actuales, remanentes y de corta de las variables dasométricas en el rodal 33.

Estructura	Frecuencia (árb./ha)	H media (m)	DCM (cm)	AB (m^2/ha)	Vol. Total (m^3/ha)
Actual	560	32.2	45.6	91.5	884
Intervención	280	33.5	42.6	39.9	392
Remanente	280	30.3	48.4	51.6	492

Observaciones: DCM: diámetro cuadrático medio

Los incrementos periódico –para 3 años- y corriente se calcularon para el área basal, el diámetro cuadrático medio y el volumen total (tabla 15) a partir de la remedición de la PMP 44.

Tabla 15. Incrementos de las variables dasométricas para pino radiata.

Variables	Incremento periódico	Incremento corriente (Ic)	Ic remanente
AB(m^2/ha)	5.5	1.8	2.34
DCM(cm)	1.5	0.5	0.65
Volumen (m^3/ha)	63	21.2	27.5

Propuesta de manejo

Rodal 30a

Se sugiere que la corta final –en forma de tala rasa – comience a ejecutarse en 2005 y se prolongue hasta 2015. Se proponen dos alternativas silvícolas de intervención que podrían ser plausibles, a saber: a) dejar como dosel de protección para el pino oregón, regularmente distribuidos aquellos árboles de mala forma y/o condición sanitaria y cortar todos los de buena calidad tecnológica, b) dejar como dosel de protección dos filas y extraer una, donde se plantaría oregón. Luego de diez años -por ejemplo- se cortarían las filas de pino radiata remanentes y se plantaría pino oregón, que ya tendría la protección de aquel plantado diez años antes.

Dado que el diámetro cuadrático medio ya se ha alcanzado, estas alternativas silvícolas tendrían por finalidad proteger las plantas de pino oregón, que es la especie que reemplazará a pino radiata, de acuerdo con el criterio de los técnicos de INTA. La posibilidad en la primera intervención sería de **255** m^3/ha, la que llevada a la superficie de pino radiata con raleos sería de aproximadamente **6000** m^3. La estructura remanente se aproximaría a una distribución normal (fig. 5). El volumen de corta final sería de **252** m^3/ha, lo que proyectado a la superficie del subgrupo de rodales arrojaría un valor de **5900** m^3/ha.

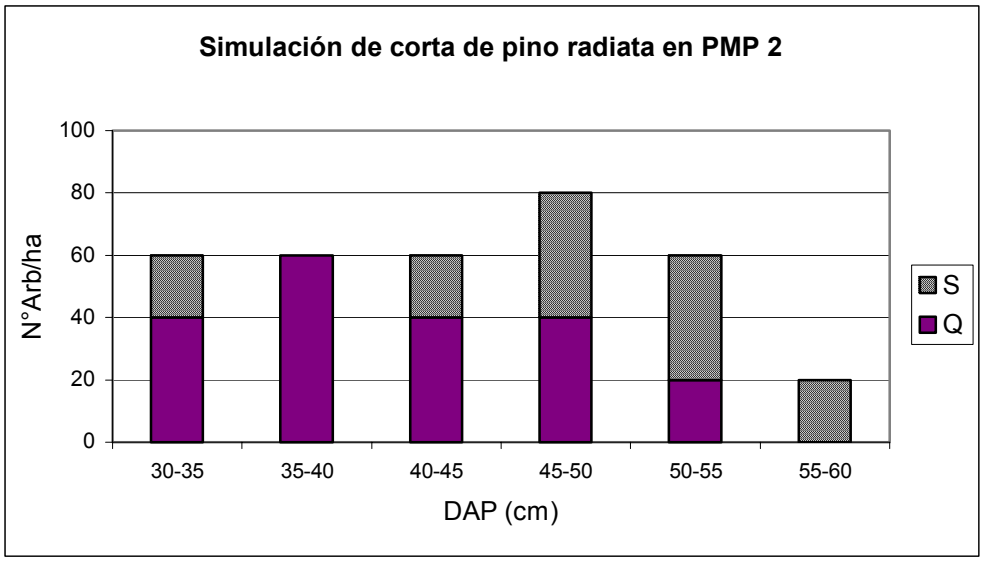


Figura 5. Estructura actual y remanente en la PMP 2 de pino radiata (Observaciones: S: árboles que se cortan; Q: árboles selectos)

Rodal 33

Se plantea efectuar una tala rasa y reemplazar esta especie por pino oregón. Dado que la PMP y los rodales que representa no han sido raleados –la excepción la constituye el rodal 30a, que ha sido parcialmente raleado- a pesar de lo cual se incluyó en este subgrupo, se propone realizar un raleo final previo a la corta reproductora. El volumen a cosechar mediante el raleo sería de aproximadamente **392** m^3/ha, de acuerdo con la simulación de corta efectuada en la PMP 44, el que llevado a la superficie del subgrupo de rodales **4600** m^3. Mientras tanto, el volumen de la corta final que se sugiere realizar -al igual que con el subgrupo de rodales adultos raleados de la especie- en un período de 10 años, sería de **452** m^3/ha y de **5800** m^3 proyectada a la superficie del subgrupo de rodales. La estructura remanente luego del raleo tendría casi todos los árboles en el rango diamétrico de 40 a 60 cm de DAP (fig. 6).

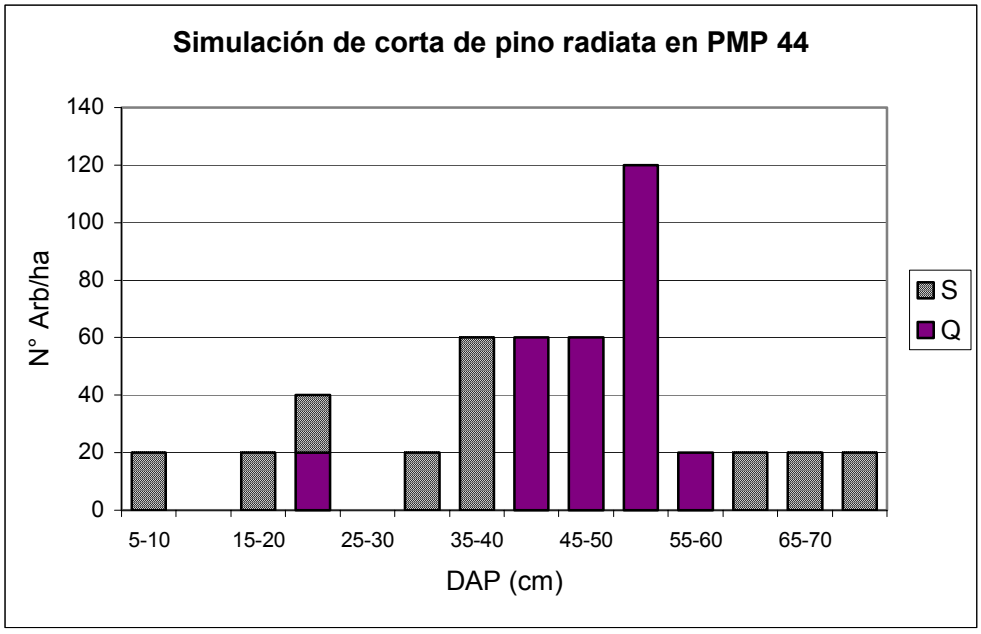


Figura 6. Estructura actual y remanente en la PMP 44 de pino radiata (Observaciones: S: árboles que se cortan; Q: árboles selectos).

Para reemplazar esta especie por oregón sería recomendable limpiar bien el sitio sacando restos de arbustos y con la primera reducción de la densidad tras el raleo, plantar en hileras. El sitio lo permite teniendo en cuenta que a pesar de ser la pendiente muy pronunciada se halla en un sector protegido de los vientos y el suelo muy húmedo

4.4 Rodales de edad intermedia de pino radiata post incendio

Las proyecciones de las intervenciones aplicando el modelo de simulación arrojaron resultados levemente distintos para cada subrodal de 1/3 de la superficie total del rodal 42. Cada PMP representa un subsector (o subrodal) de 10 ha de superficie. Los resultados de la simulación de las intervenciones se presentan en las siguientes tablas (tablas 16, 17, 18).

La PMP 1 del rodal 44b instalada en 2001 presenta una estructura regular. El objetivo de manejo para esta PMP y el subrodal de 10 ha de superficie que representa es de producción. Existen plantas de buena forma y calidad para sucesivos raleos, aunque también se puede concentrar crecimiento, dependiendo de la intensidad de las futuras intervenciones. Se ha efectuado una poda hasta los 15 cm de diámetro aproximadamente.

La PMP 1 del rodal 42 instalada en 2003 tiene también una estructura regular. Del mismo modo que para la PMP anterior, el objetivo de manejo para el subrodal de 10 ha que representa es el de producción. La calidad de los árboles es regular, pues hay árboles

con mala forma. El sitio es regular, los individuos tienen una poda baja, hasta 2 m de altura, en tanto los árboles de menor diámetro tienen podas hasta 4 m de altura. La propuesta para el manejo inicial de este sector es efectuar un raleo por lo bajo.

La PMP 1 de la transecta 4 en el rodal 42 tiene una estructura regular y el sector que representa, de 10 ha será manejado con objetivo de producción. Hay árboles selectos que han tenido una primera poda, pero debería haberse efectuado ya la siguiente. Se sugiere efectuar un raleo liberando árboles selectos (complementando por lo bajo) y hacer una poda de selectos.

Tabla 16. Valores de rendimiento a partir de la PMP1 del rodal 44b.

EDAD (años)	HDOM (m)	ARB /ha	ABASAL (m^2/ha)	DCM (cm)	VOLUMEN (m^3sc/ha)	HMED (m)
R 14.00	16.18	569	13.00	17.06	61.06	14.22
14.00	16.18	380	9.50	17.84	**46.78**	14.59
15.00	17.43	380	12.55	20.51	69.58	15.80
16.00	18.63	380	15.68	22.92	94.93	17.07
17.00	19.79	380	18.81	25.10	121.92	18.26
18.00	20.91	380	21.90	27.09	150.26	19.39
19.00	21.98	377	24.93	29.02	179.56	20.46
20.00	23.00	374	27.88	30.82	210.11	21.50
21.00	23.98	371	30.76	32.51	241.42	22.50
R 22.00	24.90	368	33.55	34.09	273.26	23.45
22.00	24.90	200	21.16	36.70	**174.52**	24.21
23.00	25.79	200	24.27	39.30	205.94	25.21
24.00	26.63	200	27.32	41.71	237.44	26.06
25.00	27.42	200	30.32	43.93	269.52	26.87
26.00	28.18	200	33.24	46.00	302.01	27.63
27.00	28.89	200	36.10	47.94	334.79	28.35
28.00	29.57	200	38.88	49.75	367.80	29.03
29.00	30.21	200	41.59	51.46	400.90	29.67
T 30.00	30.82	200	44.24	53.07	**434.22**	30.27

Tabla 17. Valores de rendimiento a partir de la PMP 1 del rodal 42.

EDAD (años)	HDOM (m)	ARB /ha	ABASAL (m^2/ha)	DCM (cm)	VOLUMEN (m^3sc/ha)	HMED (m)
R15.00	17.43	900	39.86	23.75	211.45	15.34
15.00	17.43	400	21.92	26.42	**121.16**	16.20
16.00	18.63	400	24.95	28.18	149.45	17.56
17.00	19.79	400	27.89	29.80	177.87	18.68
18.00	20.91	400	30.75	31.29	207.66	19.79
19.00	21.98	400	33.52	32.67	238.33	20.84
R20.00	23.00	400	36.21	33.95	269.57	21.82
20.00	23.00	300	28.88	35.01	**216.23**	22.12
21.00	23.98	300	31.77	36.72	247.57	23.11
22.00	24.90	300	34.58	38.31	279.16	24.03
23.00	25.79	300	37.31	39.79	311.26	24.90
24.00	26.63	300	39.96	41.18	343.70	25.72
R25.00	27.42	300	42.53	42.49	376.40	26.50
25.00	27.42	200	28.64	42.70	**255.67**	26.75
26.00	28.18	200	31.60	44.85	288.05	27.51
27.00	28.89	200	34.50	46.86	320.88	28.23
28.00	29.57	200	37.32	48.74	353.99	28.92
29.00	30.21	200	40.07	50.51	387.30	29.57
T30.00	30.82	200	42.75	52.17	**420.75**	30.18

Tabla 18. Valores de rendimiento a partir de la PMP 1 (T4) del rodal 42.

EDAD años	HDOM m	ARB /ha	ABASAL m^2/ha	DCM cm	VOLUMEN m^3sc/ha	HMED m
R 15.00	17.43	940	24.00	18.03	121.23	14.82
15.00	17.43	400	12.83	20.21	**71.30**	15.85
16.00	18.63	400	15.96	22.54	97.97	17.27
17.00	19.79	400	19.09	24.65	125.25	18.44
18.00	20.91	400	22.17	26.57	153.72	19.54
19.00	21.98	400	25.19	28.32	183.68	20.61
R 20.00	23.00	400	28.13	29.92	214.72	21.65
20.00	23.00	300	22.43	30.85	**172.44**	21.95
21.00	23.98	300	25.48	32.88	203.70	23.01
22.00	24.90	300	28.45	34.75	235.35	23.95
23.00	25.79	300	31.35	36.48	267.58	24.84
24.00	26.63	300	34.17	38.08	300.14	25.68
R 25.00	27.42	300	36.92	39.58	333.08	26.47
25.00	27.42	200	26.95	41.42	**244.37**	26.95
26.00	28.18	200	29.95	43.67	276.97	27.71
27.00	28.89	200	32.89	45.76	309.87	28.42
28.00	29.57	200	35.75	47.71	343.07	29.09
29.00	30.21	200	38.54	49.54	376.48	29.73
T 30.00	30.82	200	41.26	51.25	**410.20**	30.34

4.5 Rodales jóvenes de pino oregón y pino ponderosa

Estos rodales se encuentran en distintas clases de edad y situaciones de densidad (tabla 19). Para ambas especies se aplicaron modelos de manejo basados en la metodología propuesta por Andenmatten y Letorneau para pino ponderosa (2003) y pino oregón (Andenmatten 1999) y ajustada por Davel (1999, inédito) para pino oregón.

Tabla 19. Edad y superficie de las plantaciones jóvenes de pino oregón y pino ponderosa.

Especie	Edad (años)	Superficie (ha)
Pino oregón	6-9	35,44
Pino oregón	12	2
Pino oregón	16	5,5
Pino ponderosa	6	14,79
Pino ponderosa	10	10
Pino ponderosa silvopastoril	12	54,5
Total		**122,2**

El modelo de manejo para pino ponderosa se aplicó a dos estructuras básicas, la de macizo (tabla 20) y la silvopastoril (tabla 21), mientras que en el caso de pino oregón la modelación se realizó para la producción de madera en macizo (tabla 22). En el primer caso se adoptó la calidad de sitio II del modelo. El modelo simula la producción para un esquema de raleo regulando la densidad entre 700 y 500 de IDR. Además se incluye un raleo precomercial cuando el diámetro medio cuadrático supera 8 cm, dejando un número de árboles tal que cuando el IDR llegue a 700, el diámetro medio cuadrático es de 30 cm. Los siguientes raleos se aplican cuando la densidad vuelve a un IDR de 700. El diámetro medio cuadrático meta es 50 cm.

Para el modelo silvopastoril de pino ponderosa se utilizó la información del promedio de parcelas permanentes del rodal 2a, y se consideró el raleo que se realizó efectivamente en el año 2003. Los restantes raleos se simularon regulando el IDR entre 500 y 300 hasta que el diámetro medio cuadrático fuera de 50 cm.

En los dos casos se produciría madera libre de nudos por lo que para el macizo se deben hacer podas a los 10, 12 y 16 años y para el sistema silvopastoril a los 11, 13 y 18 años -porque se empezó con mayor densidad que en el macizo-.

Tabla 20. Producción del modelo de manejo de pino ponderosa (calidad de sitio II).

Prescripciones silviculturales	Edad	Antes del raleo	Después del raleo	Volumen de corta (m^3/ha)
Edad que se alcanza H: 1,3 m	5	900	900	-
Raleo precomercial	10	900	530	7
1° raleo comercial	27	530	360	54
2° raleo comercial	37	360	230	90
Cosecha	48	230		378

Tabla 21. Producción del modelo de manejo silvopastoril de pino ponderosa (calidad de sitio II).

Prescripciones silviculturales	Edad	Antes del raleo	Después del raleo	Volumen de corta (m^3/ha)
Edad que se alcanza H: 1,3 m	5	1202	1202	-
Raleo precomercial	11	1202	633	13
1° raleo comercial	21	633	330	58
2° raleo comercial	30	330	180	74
Cosecha	45	180	-	282

Tabla 22. Producción del modelo de manejo de pino oregón (calidad de sitio II).

Prescripciones silviculturales	Edad	Antes del raleo	Después del raleo	Volumen de corta (m^3/ha)
Edad que se alcanza H: 1,3 m	4	900	900	-
Raleo precomercial	10	900	550	4
1° raleo comercial	28	550	350	95
2° raleo comercial	36	350	230	128
Cosecha	43	230	-	651

4.6 Plantación de pino oregón y pino ponderosa

En el esquema de organización de la producción se incorporaron los valores de producción volumétrica de pino oregón y pino ponderosa de las reforestaciones que reemplazarán a las masas adultas actuales de pino radiata, pino oregón y pino ponderosa en los años correspondientes (tabla 23), de acuerdo con los momentos previstos para realizar las cortas finales de las mismas. De este modo, el cálculo de los flujos de producción puede proyectarse a un período extenso, que permite consolidar la noción de sostenibilidad para la generación de materia prima.

Tabla 23. Especies, época y superficie de nuevas plantaciones.

Especie a plantar	Año	Superficie (ha)
Pino oregón en pino radiata sin raleo	2005	11,85
Pino oregón en pino radiata con raleo	2005	23,67
Pino ponderosa en P. ponderosa	2005	8,85
Pino oregón en P. oregón	2005	22,07
Total		**66,44**

5 Organización de la producción

5.1 Consideraciones generales

El esquema de organización de la producción se estableció para un período de 55 años a partir del año 2005 y hasta el año 2060. Las superficies, especies y clases de edad por especie en los rodales involucrados se presentan en la tabla 24. El volumen global de producción estimado para el período es de 194.000 m^3, lo que en promedio representa una producción anual en torno a 3500 m^3. Del volumen global, 143.000 m^3 corresponden a los rodales en producción actual, distribuidos en clases de edad adultos, intermedios y jóvenes, mientras que 51.000 m^3 representarían la producción de las nuevas plantaciones en el área que hoy ocupan los rodales adultos.

Tabla 24. Producción global para el período 2005-2060 de los rodales implantados según especie, clase de edad y superficie.

Clase de edad	Especie	Superficie (ha)	Volumen (m^3)
Adultas	Pino radiata sin raleo	11,85	10.500
(66,44 ha)	Pino radiata con raleo	23,67	12.000
	Pino ponderosa	8,85	8.600
	Pino oregón	22,07	26.500
Postincendio	Pino radiata (a)	10	5.500
(30 ha)	Pino radiata (b)	10	6.800
	Pino radiata (c)	10	6.000
Jóvenes	Pino oregón 6-9 años	35,44	28.300
(122,23 ha)	Pino oregón 12 años	2	1.600
	oregón 16 años	5,5	4.400
	Pino ponderosa 6 años	14,79	7.200
	Pino ponderosa 10 años	10	4.900
	Pino ponderosa 12 años silvopastoril	54,5	20.800
Reforestaciones	Pino oregón en Pino radiata sin raleo	11,85	9.500
(66,44 ha)	Pino oregón en Pino radiata con raleo	23,67	19.000
	Pino ponderosa en P. ponderosa	8,85	4.400
	Pino oregón en P. oregón	22,07	17.700
Total		**285,11**	**193.700**

Los modelos de manejo utilizados para cada especie y clase de edad, conjuntamente con los años en los que teóricamente deberían efectuarse las intervenciones, tanto de conducción como de reproducción, se presentan en la tabla 25.

Tabla 25. Modelos de producción por especie y clase de edad.

Especie	Clase edad	Año de intervención	Volumen por intervención (m^3/ha) Raleo prec.	Raleo 1	Raleo 2	Raleo 3	Corta final
Radiata s/r	Adulta	2005		392			
		2015					452
Radiata c/r	Adulta	2005			255		
		2015					252
Ponderosa	Adulta	2005		292			
		2011					679
Oregón	Adulta	2005			562		
		2008					641
Radiata	Intermedio a)	2005			14		
		2012				100	
		2020					434
	Intermedio b)	2005		90			
		2010			55		
		2015				120	
		2020					420
	Intermedio c)	2005		50			
		2010			45		
		2015				90	
		2020					410
Oregón	Joven (6-9)	2005	9				
		2023		84			
		2031			133		
		2038					574
	Joven (12)	2005	12				
		2019		84			
		2027			133		
		2034					574
	Joven (16)	2005	20				
		2015		84			
		2023			132		
		2030					575
Ponderosa	Joven (6)	2008	6				
		2025		54			
		2035			84		
		2046					345
	Joven (10)	2005	6				
		2022		54			
		2032			84		
		2043					345
	Joven (12) Silvopastoril	2013		58			
		2022			74		
		2037					250
Oregón en radiata	Nuevo (0)	2017	12				
		2031		84			
		2039			133		
		2046					574
Oregón en oregón	Nuevo (0)	2020	12				
		2037		84			
		2047			133		
		2059					574
Ponderosa en ponderosa	Nuevo (0)	2021	7				
		2028		54			
		2038			84		
		2060					349

Dentro del período de 55 años (2005-2060), la mayor parte de la producción estaría concentrada en 8 años: 2005, 2008, 2015, 2020, 2037, 2038, 2046 y 2059. En estos años se cosecharía el 74% de la producción total. Del total de 55 años, habría 29 años donde están previstas intervenciones -raleos y cortas finales-. Por lo tanto, la producción debería redistribuirse para posibilitar un flujo anual ininterrumpido de cosecha del orden de 3500 m^3. La superficie total afectada durante el período, teniendo en cuenta las repoblaciones en los rodales cosechados a tala rasa, sería de 285 ha. Por lo tanto, la producción promedio en volumen por hectárea durante el período sería de 680 m^3.

Asumiendo en forma teórica un modelo de organización como serie ordenada de rodales, con un turno de 40 años -promediando los turnos para las 3 especies- y una producción de 640 m^3/ha, para una superficie de 220 ha, daría un volumen anual de corta de 3500 m^3, lo que evidencia que tanto los cálculos realizados como la propuesta de manejo son plausibles.

Como la propuesta de manejo conlleva la producción de madera libre de nudos, la aplicación de este esquema de manejo implica no sólo aumentar los volúmenes totales de cosecha sino también aquellos de madera de calidad.

5.2 Plan Especial de Cortas

Durante una reunión celebrada con los técnicos del Campo Experimental Luis Tejera, Martín Honorato y Carlos Buduba se discutieron y acordaron los criterios para realizar las intervenciones en el período 2005-2010. Tales criterios fueron los siguientes:

- Producción anual del orden de 3000 m^3, de la que aproximadamente un tercio debería provenir de pino oregón para disponer de madera de valor con vistas a su comercialización.
- En el caso de pino radiata, prioridad de intervenir los rodales no raleados.
- Pequeños volúmenes anuales de extracción en el caso de pino ponderosa, dado que los rodales se encuentran todavía alejados del diámetro meta y que la superficie total que ocupan estos rodales es pequeña (8,8 hectáreas).

Con estas restricciones, se estableció la secuencia de cortas, seleccionando sobre un plano del Campo Experimental los rodales por especie que serán intervenidos durante el período 2005-2010. Tales rodales y sus producciones medias se detallan en la tabla 28.

Tabla 28: Detalle del Plan Especial de Cortas para el período 2005-2010.

Especie	Rodales	Superficie (ha)	Año corta	Vol. referencia (m^3/ha)	Vol. Corta (m^3)
Pino radiata	33	2,36	2005	392	925
	40 b	0,8		392	314
	35	1,1		392	431
				Subtotal	**1670**
	32	1,62	2006	392	635
	1	2,67		255	681
				Subtotal	**1316**
	3a	2,5	2007	255	638
	14	2		255	510
				Subtotal	**1148**
	14	0,7	2008	255	179
	40 a	2,8		255	714
	16a	1,3		255	332
				Subtotal	**1224**
	22a	0,7	2009	255	179
	28	0,32		255	82
	30a	1,32		255	337
	39b	0,6		255	153
	15b	1,5	2009	255	383
				Subtotal	**1132**
	30a	4,47	2010	255	1140
				Subtotal	**1140**
Pino ponderosa	3b	1,7	2005	292	**496**
	3b	1,7	2006	292	**496**
	3b	1,7	2007	292	**496**
	3b	1,2	2008	292	**350**
	17e	0,5	2009	292	**146**
	15a	0,12	2010	292	35
	17b	0,7		292	204
	34b	0,2		292	58
	30b	0,76		292	222
				Subtotal	**520**
Pino oregón	41	2,2	2005	562	**1236**
		2,2	2006	562	**1236**
		2,2	2007	562	**1236**
		2,2	2008	562	**1236**
		2,2	2009	562	**1236**
		2,2	2010	562	**1236**
Total		**48,54**			**17553**

Los volúmenes y superficies anuales de corta para el período de aplicación del Plan Especial se sintetizan en la tabla 29. La disposición espacial de las superficies anuales de corta se presenta en el Anexo IV.

Tabla 29: Detalle de las superficies y volúmenes de corta por especie y año.

Parámetro	Año	Especie			Total anual	
		Pino radiata	Pino ponderosa	Pino oregón	(m^3)	(Ha)
Volumen (m^3)	2005	1670	496	1236	3402	
Superficie (ha)		4,26	1,7	2,2		8,16
Volumen (m^3)	2006	1316	496	1236	3048	
Superficie (ha)		4,29	1,7	2,2		8,19
Volumen (m^3)	2007	1148	496	1236	2880	
Superficie (ha)		4,5	1,7	2,2		8,4
Volumen (m^3)	2008	1224	350	1236	2810	
Superficie (ha)		4,8	1,2	2,2		8,2
Volumen (m^3)	2009	1132	146	1236	2514	
Superficie (ha)		4,44	0,5	2,2		7,14
Volumen (m^3)	2010	1140	520	1236	2896	
Superficie (ha)		4,47	1,78	2,2		8,45
Total volumen (m^3)					**17549**	
Total superficie (ha)						**48,54**

6 Referencias

Andenmatten E. 1999. Proyección de Tablas de Rodal para Pino Oregón en la región Andino Patagónica de las Provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Tesis para optar por el grado de Magíster en Ciencias Mención Manejo Sustentable de Recursos Forestales en la Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 62 p.

Andenmatten E. y F. Letorneau. 2003. Predicción y proyección del rendimiento de pino ponderosa en las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Revista de Ciencias Forestales: Quebracho 10: 14-25.

Carabelli F., G. Loguercio, M. González, M. Jaime, R. Roveta y F. Todone. 2002. Actualización del Esquema de Ordenación de Rodales Implantados en la Estación Experimental Agroforestal Trevelin de INTA. Cátedra de Ordenación Forestal, Departamento de Ingeniería Forestal, Fac. de Ingeniería, Sede Esquel. UNPSJB. 52 p.

Chauchard L., F. Carabelli, M. Godoy, N. Hansen, L. Lugano y L. Tejera. 1992. Plan de Ordenación de la Estación Forestal Trevelin. Instituto Forestal Nacional. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Ministerio de Economía. 98 p.

Davel M. 1998. Identificación y caracterización de zonas de crecimiento para pino oregón en la Patagonia Andina Argentina. Tesis para optar por el grado de Magíster en Ciencias Mención Manejo Sustentable de Recursos Forestales en la Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 123 p.

Fundación Chile (Coord.). 1995. Crecimiento y manejo de pino radiata. Sistema-Radiata3, versión 1.01, Serie Docente. Proyecto Modelo Nacional de Simulación de Pino Radiata.

Gonda H. E., G. O. Cortés. 2001. Ecuaciones para el Manejo de las Plantaciones de Pino Ponderosa en Neuquén. Altura-diámetro, volumen total sin corteza, calidad de sitio en base al largo de entrenudos o acículas, productividad para densidades variables. Publicación Técnica N° 30. CIEFAP-Proyecto Forestal de Desarrollo, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación-Universidad Nacional del Comahue. 24 p.

Prodan M., R. Peters, F. Cox y P. Real. 1997. Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA.BMZ.GTZ.

A N E X O S

ANEXO I

Planillas de remedición de PMP

Pino ponderosa Rodal 23, PMP 23

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP(cm)04	AB 04 (m2)	Vol. Total 04	SILVICULTURA
1	SBF	43	0,15	1,94	Q
2	SBF	31	0,08	0,83	S
4	SBF	38	0,11	1,41	Q
5	SBF	31,3	0,08	0,85	S
6	SBF	38,2	0,11	1,43	S
7	SBF	34	0,09	1,06	Q
8	SBF	56,3	0,25	3,84	Q
9	SBF	32,6	0,08	0,95	S
10	SBF	27,5	0,06	0,60	S
12	SBF	40	0,13	1,61	Q
14	SBF	41,2	0,13	1,74	S
15	SBF	44,5	0,16	2,12	Q
17	SBF	44,2	0,15	2,08	Q
18	SBF	39,7	0,12	1,58	Q
19	SBF	47	0,17	2,44	Q
20	SBF	45	0,16	2,18	Q
21	SBF	41,2	0,13	1,74	S
22	SBF	41,5	0,14	1,77	Q
23	SBF	39,9	0,13	1,60	Q
24	SBF	47	0,17	2,44	Q
25	SBF	55	0,24	3,62	Q
26	SBF	51,2	0,21	3,03	Q
27	SBF	38,3	0,12	1,44	S
28	SBF	33,6	0,09	1,02	Q
29	SBF	36,5	0,10	1,27	Q
30	SBF	58	0,26	4,14	Q
31	SBF	44,5	0,16	2,12	Q
32	SBF	49	0,19	2,71	Q
34	SBF	61	0,29	4,69	Q
35	SBF	52,6	0,22	3,24	Q
36	SBF	37,1	0,11	1,33	S
37	SBF	46,3	0,17	2,35	Q
38	SBF	49,5	0,19	2,78	S
39	SBF	53,2	0,22	3,33	Q
40	SBF	43,7	0,15	2,03	Q
41	SBF	34,3	0,09	1,08	S
42	SBF	41,7	0,14	1,80	S
43	SBF	38,8	0,12	1,49	Q
44	SBF	34,6	0,09	1,11	S

45	SBF	42,9	0,14	1,93	Q
46	SBF	43,5	0,15	2,00	Q
48	SBF	41,2	0,13	1,74	Q
49	SBF	42,9	0,14	1,93	Q
51	SBF	40	0,13	1,61	S
52	SBF	37,8	0,11	1,39	Q
53	SBF	34,9	0,10	1,13	S
54	SBF	44,5	0,16	2,12	Q
55	SBF	40	0,13	1,61	Q
56	SBF	38	0,11	1,41	S
57	SBF	38,5	0,12	1,46	Q
58	SBF	33	0,09	0,98	Q
59	SBF	29,6	0,07	0,73	Q
60	SBF	31,7	0,08	0,88	Q
61	SBF	31,3	0,08	0,85	Q
63	SBF	36,7	0,11	1,29	Q
64	SBF	38,8	0,12	1,49	Q
64	SBF	48,8	0,19	2,68	Q
66	SBF	41,9	0,14	1,82	Q
70	SBF	33,3	0,09	1,00	Q
72	SBF	42	0,14	1,83	Q
73	SBF	41,5	0,14	1,77	Q
74	SBF	31,6	0,08	0,87	Q
75	SBF	38,7	0,12	1,48	Q
76	SBF	31,2	0,08	0,84	Q
77	SBF	29,5	0,07	0,73	S
78	SBF	36,7	0,11	1,29	Q
80	SBF	35,2	0,10	1,16	Q
81	SBF	35,2	0,10	1,16	Q
84	SBF	57	0,26	3,96	Q
85	SBF	52,2	0,21	3,18	Q
86	SBF	53	0,22	3,30	Q
87	SBF	58,2	0,27	4,17	Q
88	SBF	38,6	0,12	1,47	Q
90	SBF	38	0,11	1,41	Q
91	SBF	49	0,19	2,71	Q
92	SBF	48,2	0,18	2,60	Q
93	SBF	36,4	0,10	1,26	S
94	SBF	48,5	0,18	2,64	Q
95	SBF	45	0,16	2,18	Q
96	SBF	49,2	0,19	2,74	Q
97	SBF	44	0,15	2,06	Q
98	SBF	43	0,15	1,94	Q

99	SBF	29,3	0,07	0,71	S
101	M				
103	SBF	39	0,12	1,51	Q
104	SMF	22	0,04	0,33	S
105	SBF	24,1	0,05	0,42	S
106	SBF	29	0,07	0,69	S
107	SBF	30,5	0,07	0,79	Q
108	SBF	40,1	0,13	1,62	S
109	SBF	37,1	0,11	1,33	Q
110	SBF	40,5	0,13	1,67	S
111	SBF	36,3	0,10	1,25	S
112	SBF	37	0,11	1,32	S
113	SBF	32,5	0,08	0,94	Q
114	SBF	44,5	0,16	2,12	S
115	SBF	40	0,13	1,61	S
116	SBF	28	0,06	0,63	S
117	SBF	39	0,12	1,51	Q
118	SBF	33	0,09	0,98	S
119	SBF	37,3	0,11	1,35	S
121	SBF	37,7	0,11	1,38	S
122	SBF	63	0,31	5,08	S
123	SBF	37,3	0,11	1,35	S
124	SBF	24	0,05	0,42	S
125	SBF	38,3	0,12	1,44	S
126	SBF	38,5	0,12	1,46	S
127	SBF	29,3	0,07	0,71	S
128	SBF	26,5	0,06	0,54	S
129	SBF	33	0,09	0,98	Q
130	SBF	38	0,11	1,41	S
131	SBF	34,5	0,09	1,10	S
132	SBF	27,5	0,06	0,60	S
133	M				
134	SBF	40	0,13	1,61	S
135	SBF	62	0,30	4,89	Q
136	SBF	26,8	0,06	0,56	S
137	SBF	31,1	0,08	0,84	S
138	SBF	32,4	0,08	0,93	Q
139	SBF	28	0,06	0,63	S
140	SBF	29	0,07	0,69	Q
141	SBF	31,2	0,08	0,84	S
142	SBF	29,8	0,07	0,75	S
143	SBF	39,5	0,12	1,56	S
144	SBF	43	0,15	1,94	S

145	SBF	37,5	0,11	1,36	S
146	SBF	27,6	0,06	0,61	S
147	SBF	31,6	0,08	0,87	S
148	SBF	29,6	0,07	0,73	S
149	SBF	28,7	0,06	0,67	Q
150	SBF	27,2	0,06	0,58	S
151	SBF	29,9	0,07	0,75	S
152	SBF	28,3	0,06	0,65	S
153	SBF	29,4	0,07	0,72	S
154	SBF	33,2	0,09	0,99	S
155	SBF	26,7	0,06	0,56	S
156	SBF	24,3	0,05	0,43	S
157	M				
158	M				
159	SBF	35,4	0,10	1,17	Q
160	SBF	27,2	0,06	0,58	S
161	M				
162	SBF	30,1	0,07	0,77	Q
164	SBF	28	0,06	0,63	Q
165	SBF	31,7	0,08	0,88	S
166	SBF	26,4	0,05	0,54	S
167	SBF	26,6	0,06	0,55	S
168	SBF	29	0,07	0,69	S
169	SBF	28	0,06	0,63	Q
170	SBF	27,5	0,06	0,60	S
172	SBF	23,6	0,04	0,40	S
173	SBF	22,9	0,04	0,37	S
176	SBF	36	0,10	1,23	Q
177	M				
178	M				
179	SBF	27	0,06	0,57	Q
181	SBF	32,2	0,08	0,92	Q
183	SBF	29,2	0,07	0,71	S
184	SBF	25,6	0,05	0,50	S
185	SBF	32,2	0,08	0,92	S
187	SBF	32	0,08	0,90	Q
188	SBF	24,6	0,05	0,45	S
189	SBF	44,3	0,15	2,10	Q
190	SBF	32,6	0,08	0,95	S
191	SBF	34,2	0,09	1,07	S
192	SBF	35,9	0,10	1,22	S
193	SBF	31,5	0,08	0,86	S
195	M				

196	SBF	29,7	0,07	0,74	S
198	M				
199	SBF	44,8	0,16	2,16	Q
200	SBF	51,4	0,21	3,06	Q
201	SBF	37	0,11	1,32	Q
202	SBF	52,8	0,22	3,27	Q
204	SBF	52,2	0,21	3,18	Q
205	M				
206	SBF	49,9	0,20	2,84	Q
207	SBF	48,8	0,19	2,68	S
208	SBF	47,2	0,17	2,46	Q
209	SBF	31	0,08	0,83	S
210	SBF	34,1	0,09	1,06	Q
212	SBF	42,2	0,14	1,85	S

Pino oregón, Rodal 41

Parcela 4 b1

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP(cm)04	AB 04 (m2)	Vol. Total 04	SILVICULTURA
1	SBF	42	0,14	1,72	C
3	SBF	51	0,20	2,67	S
6	SBF	36,5	0,10	1,25	C
7	SBF	38	0,11	1,37	S
9	SBF	56	0,25	3,31	S
10	SBF	44,5	0,16	1,96	C
11	SBF	42	0,14	1,72	S
15	SBF	41	0,13	1,62	C
16	SBF	40	0,13	1,54	S
17	SBF	22,5	0,04	0,41	C
18	SBF	46	0,17	2,11	S
19	SBF	36	0,10	1,21	C
20	SBF	28,5	0,06	0,71	S
21	SBF	28	0,06	0,68	C

Parcela 4 b2

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP(cm)04	AB 04 (m2)	Vol. Total 04	SILVICULTURA
1	SBF	55,5	0,24	3,53	C
2	SBF	41,5	0,14	1,76	S
3	SBF	42,5	0,14	1,87	C
4	SBF	42,5	0,14	1,87	S
5	SBF	49	0,19	2,63	S
6	SBF	50,5	0,20	2,82	C
7	SBF	41,5	0,14	1,76	S
8	SBF	50,5	0,20	2,82	S
9	SBF	34,5	0,09	1,13	C

Parcela 2 b2

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP(cm)04	AB 04 (m2)	Vol. Total 04	SILVICULTURA
1	SBF	35	0,10	1,17	C
2	SBF	49,5	0,19	2,69	S
3	SBF	37	0,11	1,34	C
4	SBF	53,5	0,22	3,24	S
5	SBF	52	0,21	3,03	C
6	SBF	31	0,08	0,87	C
7	SBF	54	0,23	3,31	S

Parcela 1

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP(cm)04	AB 04 (m2)	Vol. Total 04	SILVICULTURA
1	SBF	45,3	0,16	2,18	S
3	SBF	45,7	0,16	2,22	S
7	SBF	46	0,17	2,26	S
9	SBF	35,4	0,10	1,20	C
15	SBF	36,5	0,10	1,29	C
17	SBF	37,8	0,11	1,41	S
18	SBF	44	0,15	2,03	S
19	SBF	32,6	0,08	0,98	C
20	SBF	41	0,13	1,71	C
23	SBF	32,8	0,08	1,00	C
26	SBF	32,6	0,08	0,98	C
28	SBF	29,1	0,07	0,75	C
29	SBF	48,4	0,18	2,55	C
33	SBF	34,8	0,10	1,15	C
35	SBF	44,7	0,16	2,11	S
38	SBF	46	0,17	2,26	S
41	EBF	34,5	0,09	1,13	C
43	SBF	47,9	0,18	2,49	C
45	SBF	45	0,16	2,14	C
48	SBF	34,2	0,09	1,11	C
50	SBF	37,8	0,11	1,41	S
56	SBF	41,5	0,14	1,76	S
59	SBF	41,5	0,14	1,76	C
60	SBF	47,3	0,18	2,41	S
64	SBF	30	0,07	0,80	C
67	SBF	41	0,13	1,71	S
69	SBF	37,2	0,11	1,36	C
73	SBF	37,8	0,11	1,41	S
74	SBF	29	0,07	0,74	C
77	SBF	39	0,12	1,52	C

Rodal post-incendio de Pino Radiata

Radiata1

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP(cm)04	SILVICULTURA
1	SBF	29	C
2	SBF	23,9	C
3	SBF	23,4	S
4	SBF	24,3	S
5	SBF	27,3	C
6	SBF	22,8	S
7	BIF	24	C
8	SBF	25,7	S
9	SBF	23,8	S
10	SBF	26,1	S
11	BIF	21,12	C
12	SBF	22,3	S
13	SBF	23,6	C
15	SBF	23	S
16	SBF	25	C
17	SBF	24	S
18	SBF	26,3	S
19	SBF	25	S
20	SBF	24,1	C
21	SBF	24,4	S
22	SBF	20,3	S
23	SBF	15,1	C
24	SBF	14,4	S
25	SBF	20,3	S
26	SBF	19,4	S
27	SBF	19,5	C

C: competidor
S: selecto

Radiata 2

Nº ARBOL	SANIDAD FORMA 04	DAP (cm) 04	PODA	ALTURA	SILVICULTURA
1	SBF	28.2	4		S
2	SBF	18.8	2.5		C
3	SBF	20,9	3		C
4	SBF	23.1	2.5		S
5	SBF	28.8	s/p	14.4	
6	SMF	20.7	s/p		C
7	SBF	21,1	2		
8	SBF	16.8	2		C
9	SBF	21.7	2.3	11.9	C
10	SBF	26,1	2,5		
11	SBF	23,4	2		
12	SMF	23.2	2		C
13	SBF	24.6	3		S
14	SBF	23,6	3		S
15	SMF	26,6	3,8	12,2	C
16	SBF	29.5	3.5		S
17	SBF	29	2,5		
18	SBF	21,1	3,5		S
19	SMF	20	2		C
20	SBF	24.3	2		S
21	SBF	21	2		
22	SBF	26,9	3		S
23	SBF	23.8	3.06	12.2	C
24	SBF	18.2	3		C
25	SBF	28,1	4		S
26	SBF	22,4	3		C
27	SBF	19.1	2		C
28	SMF	22,5	2		C
29	SBF	21,8	s/p		
30	SBF	19.1	s/p		C
31	SBF	25.4	2		
32	SMF	27,1	2		C
33	SBF	23,9	s/p		C
34	SBF	24.6	s/p		
35	SBF	28,2	s/p		C
36	SBF	26,1	s/p		
37	SMF	18.2	s/p		C
38	SBF	25.1	s/p		
39	SMF	22,5	s/p		C
40	SMF	22,5	s/p		
41	SBF	22.5	s/p		
42	SMF	24.6	s/p		C
43	SBF	26,2	s/p		
44	SBF	21,5	s/p		
45	SBF	26,2	s/p		C

C: competidor, S: selecto

Pino radiata Rodal 30a, PMP 2

N° ARBOL	SANIDAD-FORMA 03	DAP(cm) 03	AB(m^2) 03	Vol. Total 03	SILVICULTURA	OBSERVACION
1	SBF	49	0,19	1,83	Q	Buena copa
3	SBF	48,2	0,18	1,76	Q	
4	SBF	38,3	0,12	1,04	S	
5	SBF	51,3	0,21	2,03	Q	
10	SBF	38,1	0,11	1,03	S	
13	SBF	47,7	0,18	1,72		No esta
15	SBF	33,2	0,09	0,75	Q	
16	SBF	36,9	0,11	0,96	S	
17	SBF	43,3	0,15	1,38	Q	
19	SBF	40,4	0,13	1,18	S	
21	SBF	44,8	0,16	1,49	Q	
28	SBF	45,8	0,16	1,57	S	
31	SBF	53,3	0,22	2,22	Q	Buena copa
33	SBF	31,9	0,08	0,68	S	
34	SBF	32,5	0,08	0,71	Q	
36	SBF	52,8	0,22	2,17	S	
40	SBF	59,2	0,28	2,83	Q	

Pino radiata Rodal 33, PMP 44

N° ARBOL	SANIDAD-FORMA04	DAP 04	AB(m2) 04	Vol. Total 04	SILVICULTURA
1	SBF	41,9	0,14	1,28	Q
2	ENF	36,3	0,10	0,92	S
3	ENF	22,2	0,04	0,30	S
4	SMF	36	0,10	0,90	S
6	SBF	50,2	0,20	1,94	Q
8	ENF	22,9	0,04	0,32	Q
9	SBF	51,8	0,21	2,08	Q
11	SMF	49,2	0,19	1,85	Q
12	ENF	37	0,11	0,96	S
13	SBF	56	0,25	2,49	Q
14	ENF	16,8	0,02	0,16	S
15	SMF	41,3	0,13	1,24	Q
17	SBF	51	0,20	2,01	Q
18	SBF	53,2	0,22	2,21	Q
19	SBF	46,7	0,17	1,64	Q

21	SBF	53,8	0,23	2,27	Q
22	SBF	66,8	0,35	3,73	S
23	SBF	45	0,16	1,51	Q
24	SBF	63,4	0,32	3,31	S
26	ENF	8,2	0,01	0,03	S
28	SBF	34,1	0,09	0,80	S
29	SBF	44	0,15	1,43	Q
30	SBF	54,7	0,23	2,36	Q
31	SBF	83	0,54	6,13	S

ANEXO II

Croquis de ubicación de los árboles en las PMP de pino radiata adulto

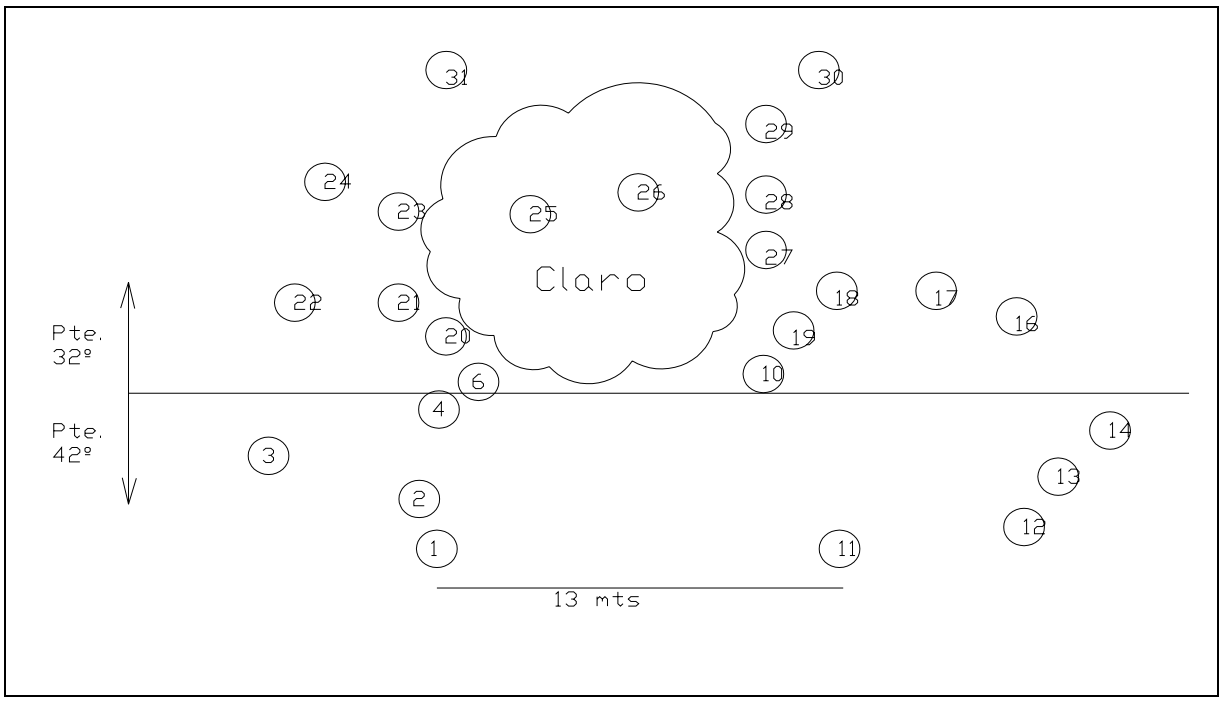


Figura 1: PMP 44, Rodal 33 de pino radiata.

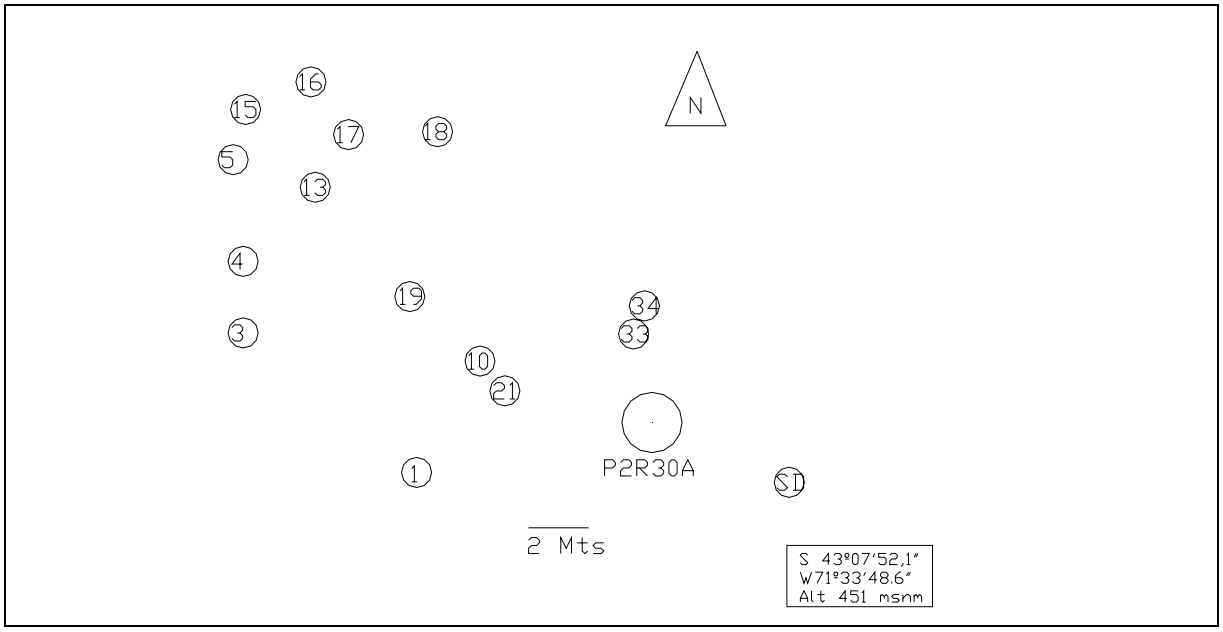


Figura 2: PMP 2, Rodal 30a de pino radiata.

ANEXO III

Fotos de los rodales visitados



Fig. 1: PMP 23, Rodal 23 de p. ponderosa.



Fig 2: PMP 2, Rodal 30a de p. radiata.



Fig.3: Sector en raleo del rodal postincendio de p. radiata.



Fig.4: Sector raleado del rodal postincendio de p. radiata.



Fig. 5: Sector con raleo intenso en el rodal 41 de pino oregón.

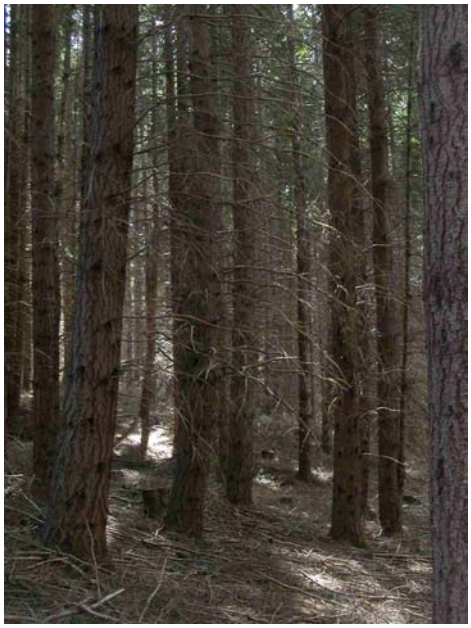
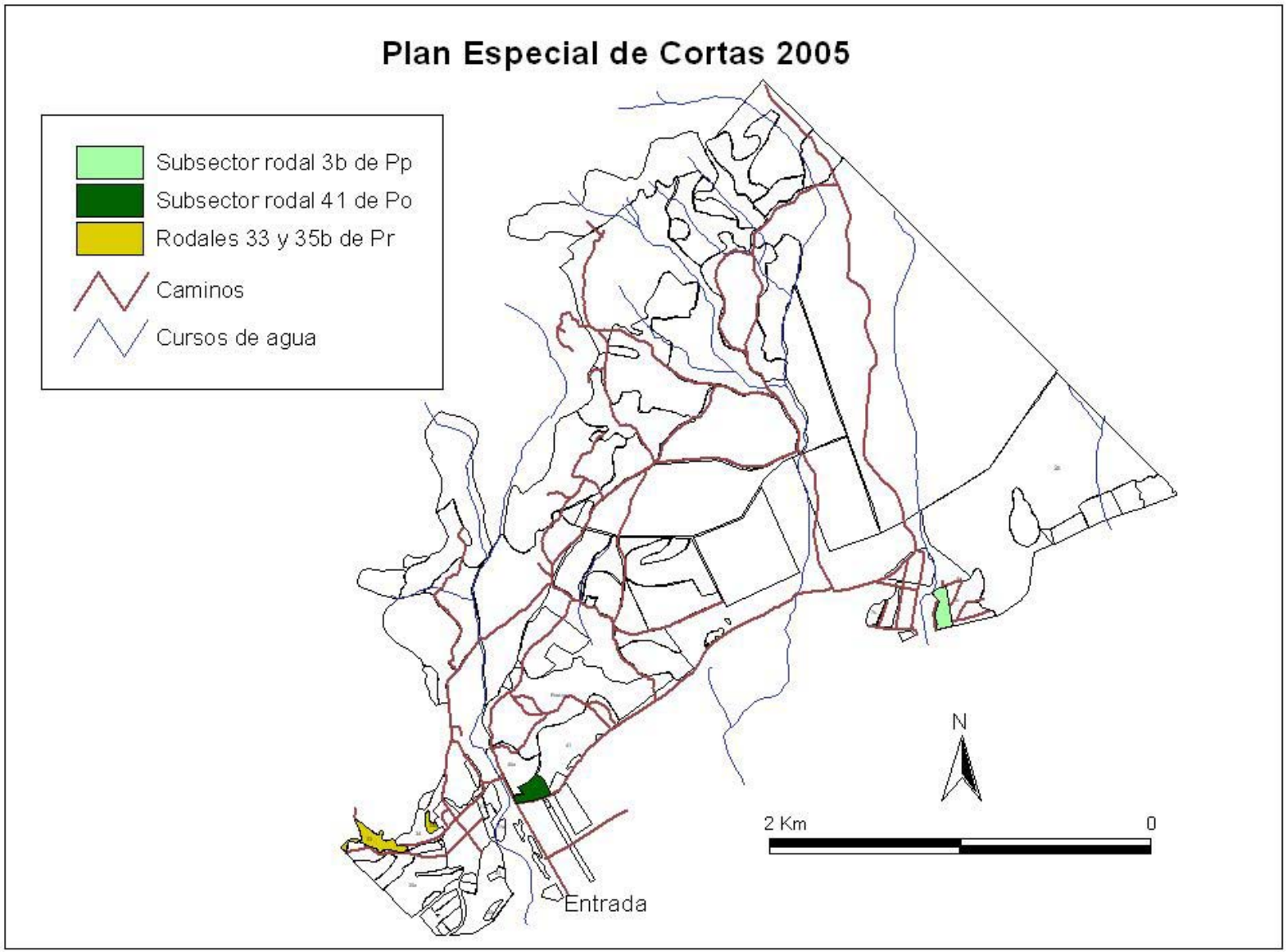


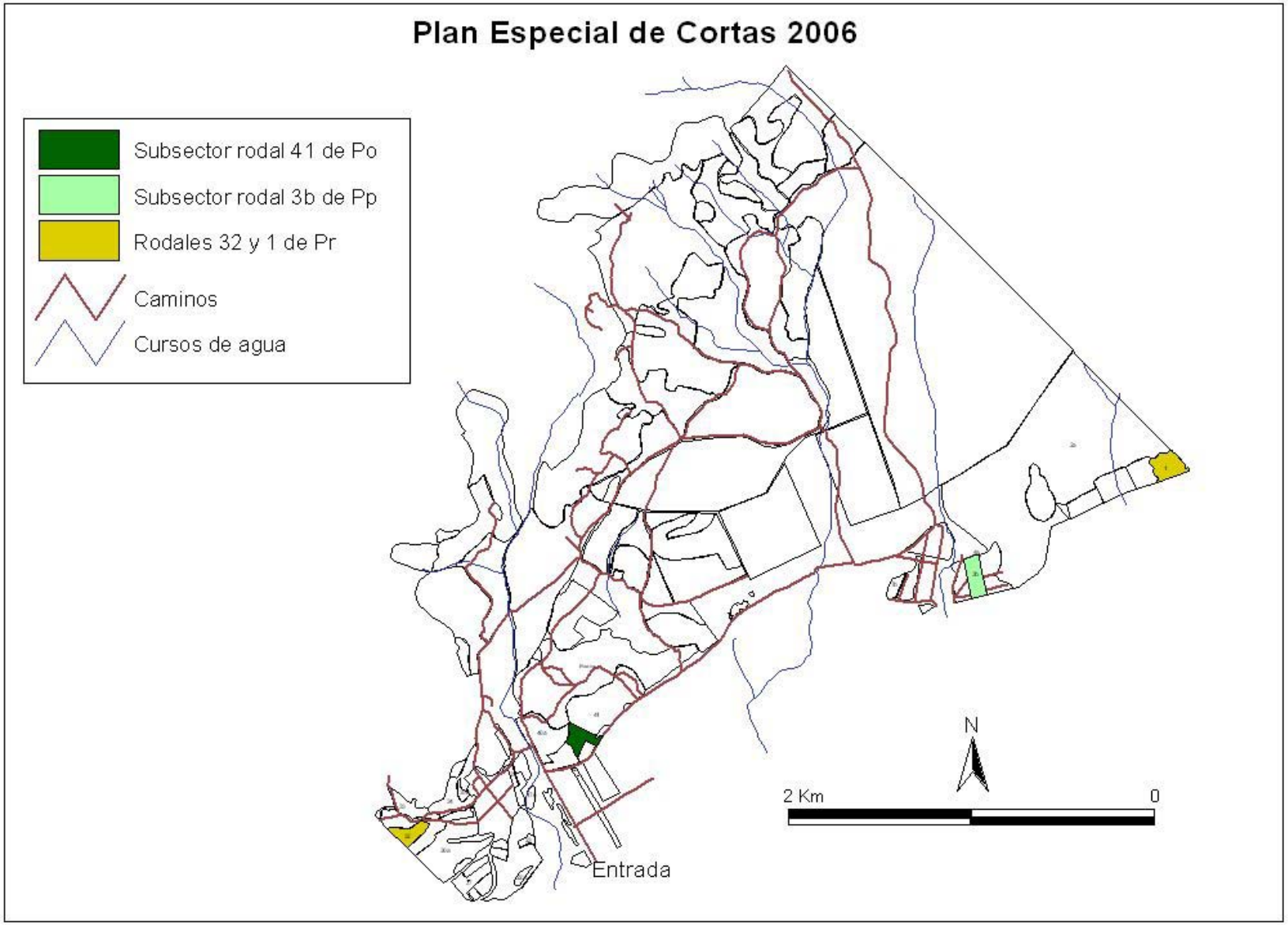
Fig. 6: Sector con raleo suave en el rodal 41 de pino oregón.

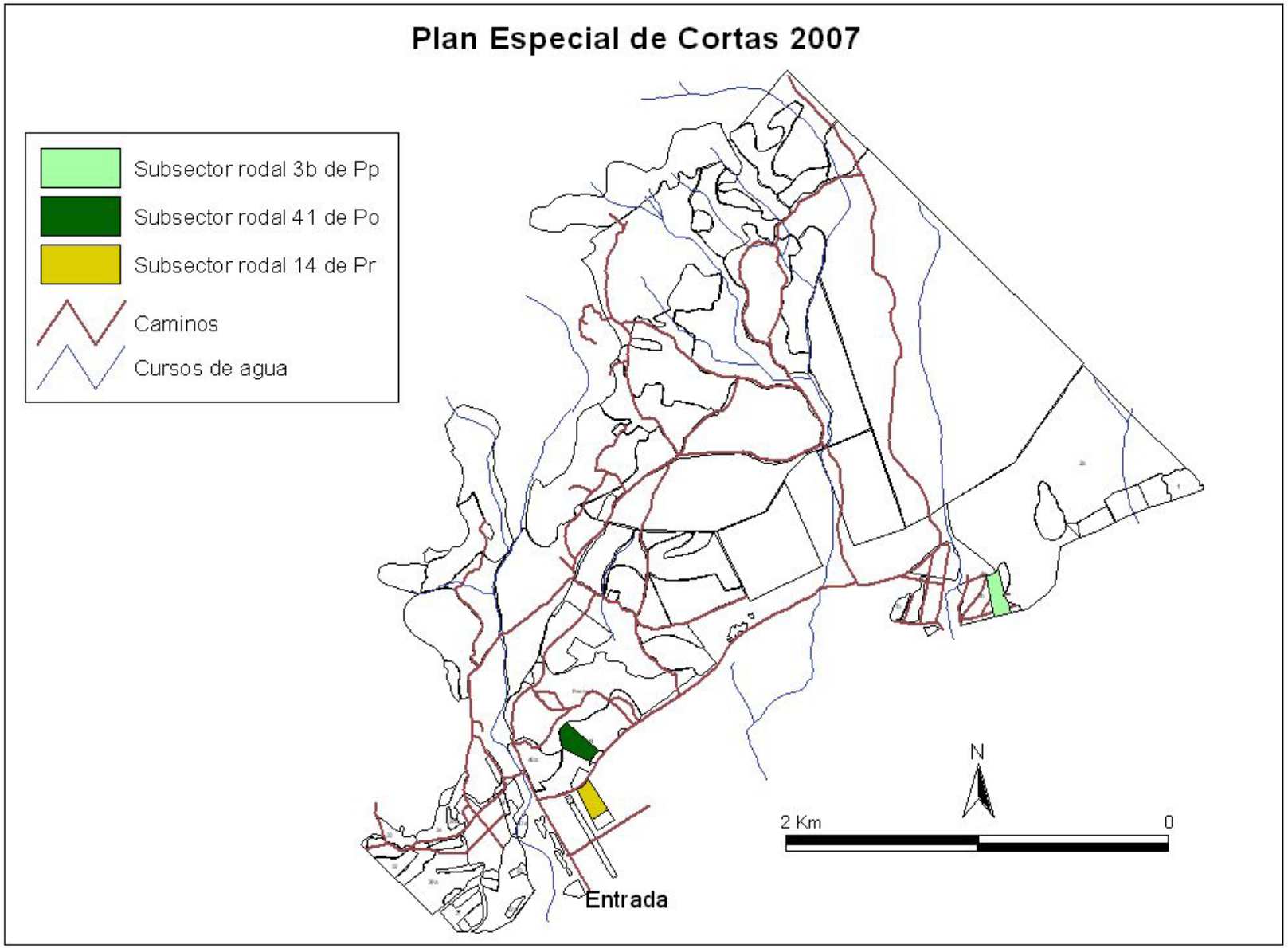
ANEXO IV

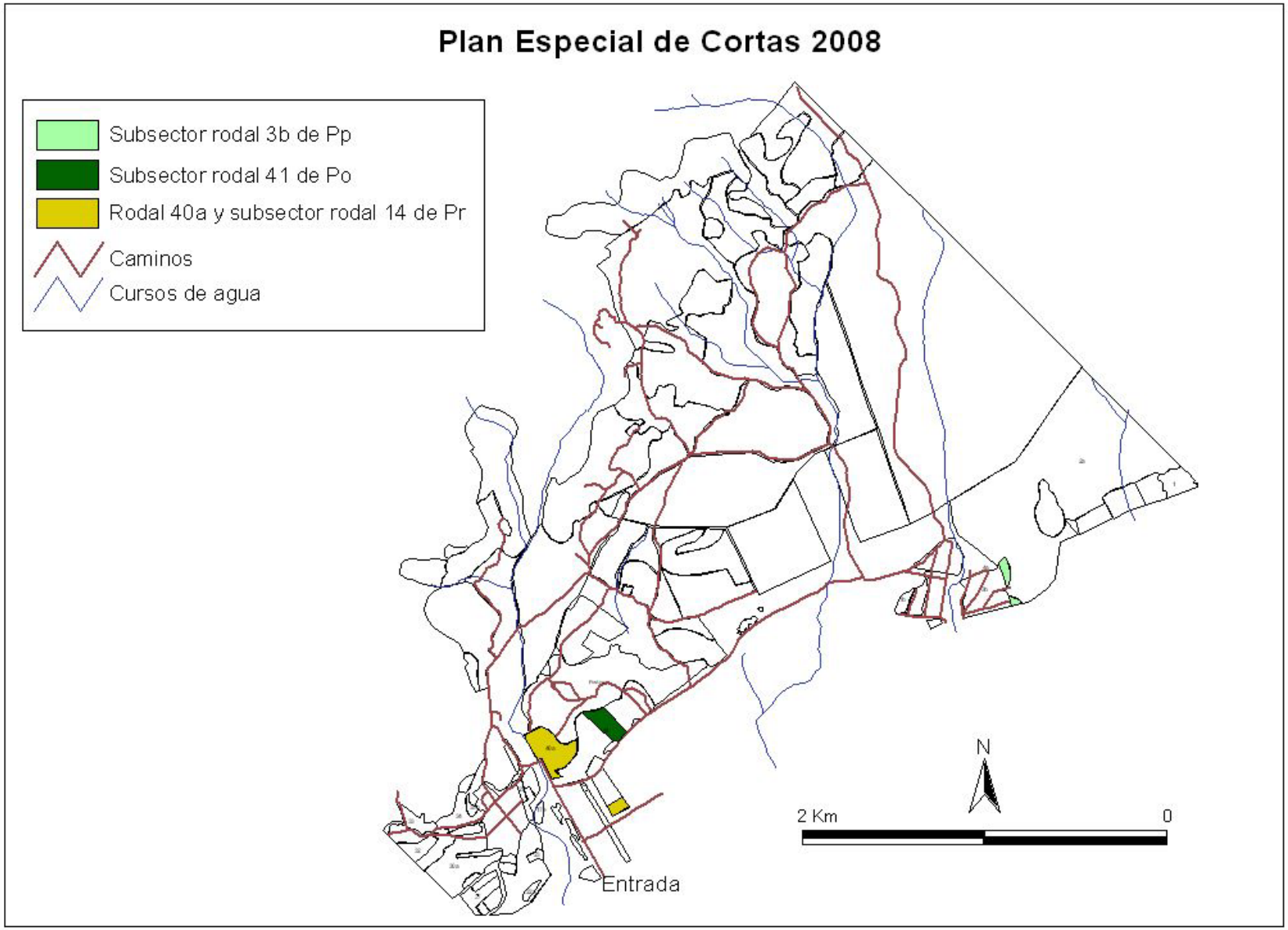
Plan Especial de Cortas

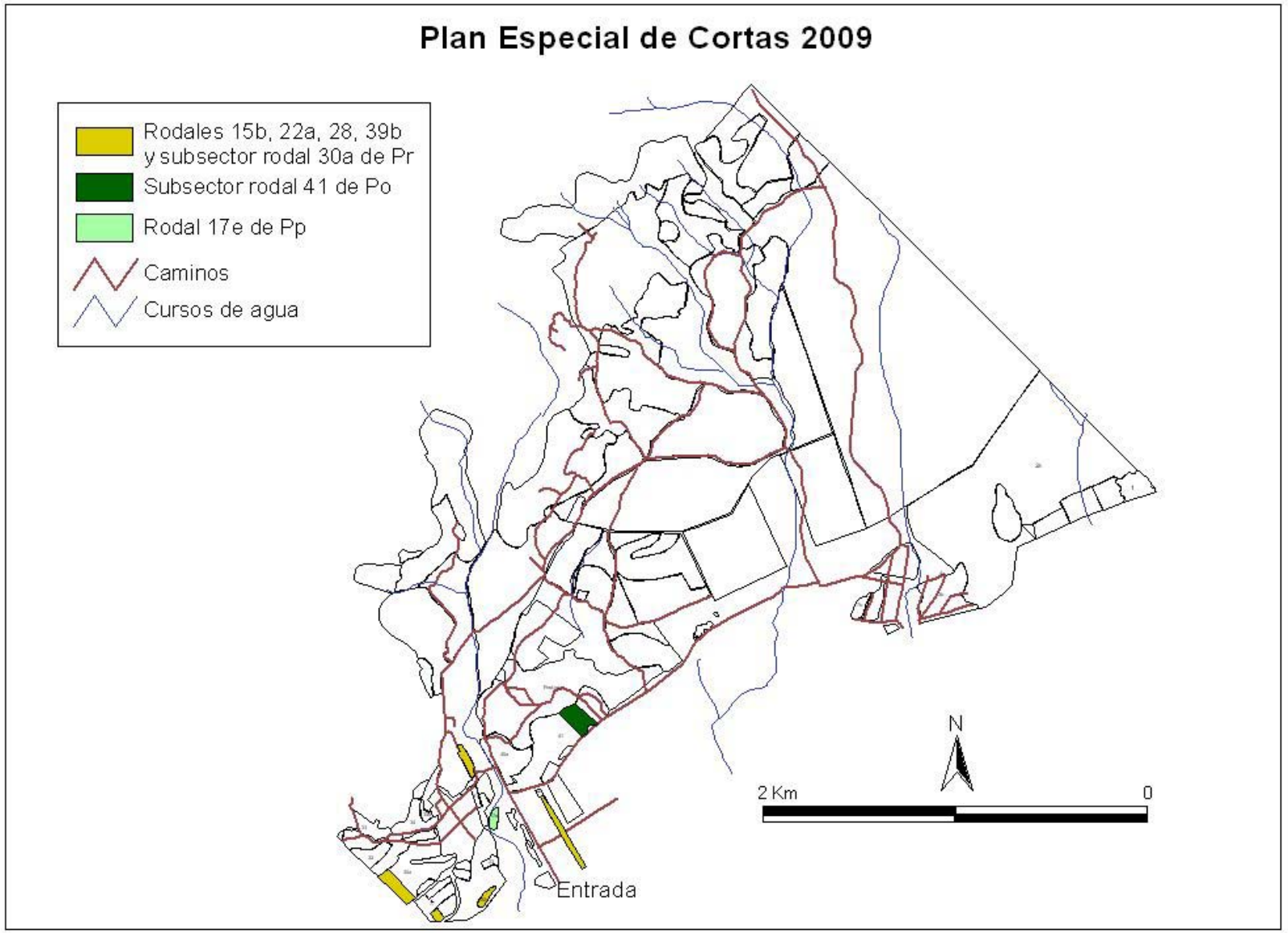
Articulación propuesta en tiempo y espacio

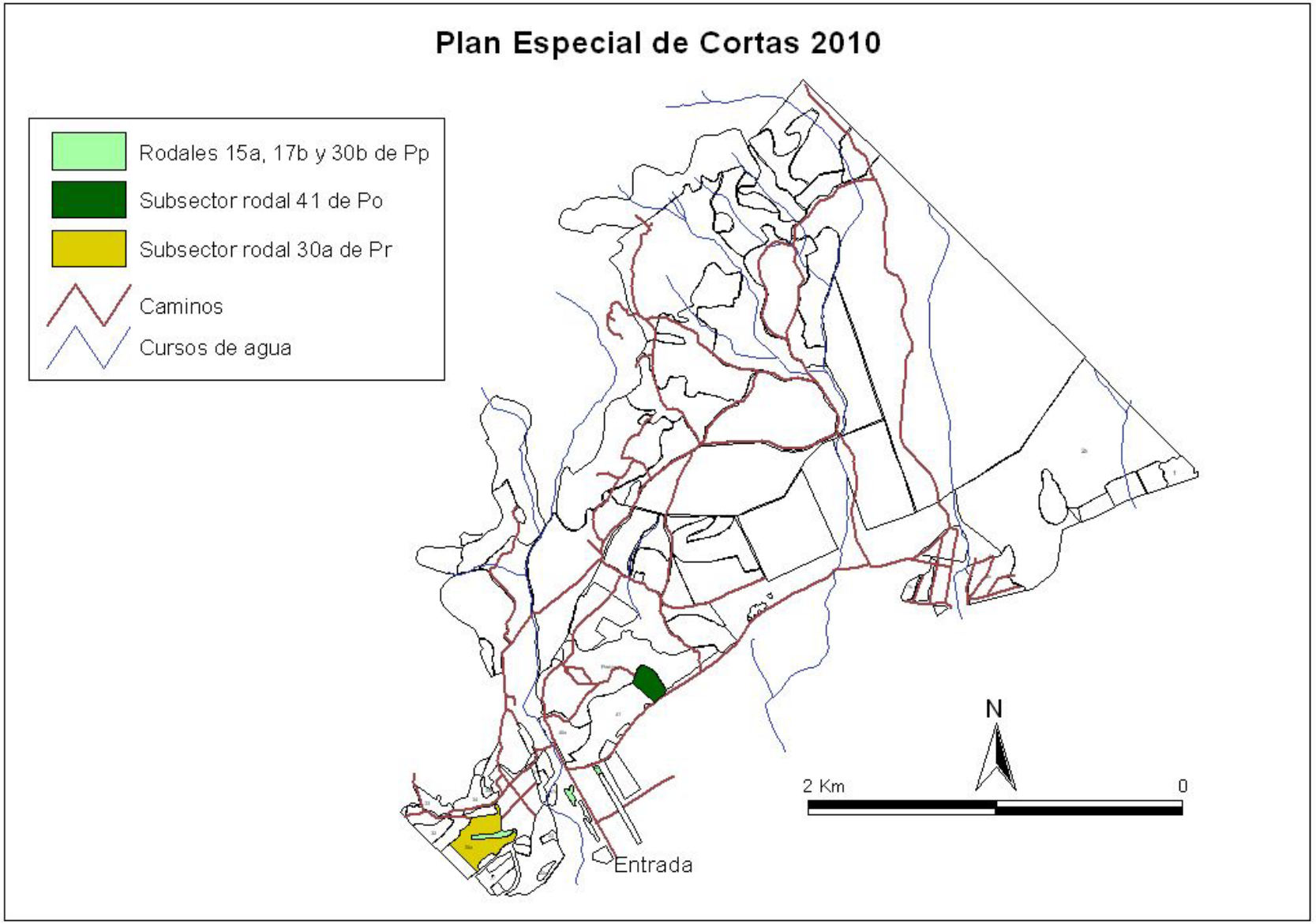

Plan Especial de Cortas 2005
Subsector rodal 3b de Pp
Subsector rodal 41 de Po
Rodales 33 y 35b de Pr
Caminos
Cursos de agua
N
2 Km
0
Entrada


Plan Especial de Cortas 2006
Subsector rodal 41 de Po
Subsector rodal 3b de Pp
Rodales 32 y 1 de Pr
Caminos
Cursos de agua
N
2 Km
0
Entrada


Plan Especial de Cortas 2007
Subsector rodal 3b de Pp
Subsector rodal 41 de Po
Subsector rodal 14 de Pr
Caminos
Cursos de agua
N
2 Km
0
Entrada


Plan Especial de Cortas 2008
Subsector rodal 3b de Pp
Subsector rodal 41 de Po
Rodal 40a y subsector rodal 14 de Pr
Caminos
Cursos de agua
N
2 Km
0
Entrada


Plan Especial de Cortas 2009
Rodales 15b, 22a, 28, 39b y subsector rodal 30a de Pr
Subsector rodal 41 de Po
Rodal 17e de Pp
Caminos
Cursos de agua
N
2 Km
0
Entrada


Plan Especial de Cortas 2010
Rodales 15a, 17b y 30b de Pp
Subsector rodal 41 de Po
Subsector rodal 30a de Pr
Caminos
Cursos de agua
N
2 Km
0
Entrada