



**Guía práctica de
Ordenación Forestal
para el manejo restaurativo
de un bosque esclerófilo degradado**

CONTENIDOS:

Proyecto GEF 5135 Corredores Biológicos de Montaña

Jaime Rovira

Pablo Cruz

Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Jorge Burgos

REVISIÓN Y EDICIÓN:

Proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña

Marianne Katunaric

Jaime Rovira

Sofía Flores

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Paulina Quilaqueo

Financiado por:

Proyecto GEFSEC ID 5135 “Protegiendo la Biodiversidad y Múltiples Servicios Ecosistémicos en Corredores Biológicos de Montaña, en el Ecosistema Mediterráneo de Chile”. Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente (2016-2022).

Citar como:

MMA - ONU Medio Ambiente. (2022). *Guía práctica de Ordenación Forestal para el manejo restaurativo de un bosque degradado*. Desarrollado y financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 41pp.

Foto portada: Pablo Cruz.



PRÓLOGO

La Ordenación Forestal nace oficialmente en Chile con la Ley 20.283 el año 2008, aunque el concepto comenzó a debatirse desde los primeros proyectos de esa Ley desde el año 1991. Con 30 años de proceso, ya ha comenzado a estar presente en las mallas curriculares de algunas universidades, se han elaborado planes piloto en iniciativas de CONAF y propietarios y, posiblemente el hito más importante, se ha establecido como mecanismo de mitigación de cambio climático en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales (ENCCRV). En otro ámbito de avances, la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC) en su línea de Acuerdos de Producción Limpia (APL), CONAF y el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), a través del Proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña, han apoyado financieramente para que dueños privados implementen un modelo de ordenación forestal para bosques mediterráneos degradados.

Este último hito mencionado, puede entenderse como la convergencia de servicios del Estado que unen sus responsabilidades institucionales en un mismo instrumento. CONAF (Ministerio de Agricultura), por una parte, es la responsable del modelo dada su potestad sobre los bosques; ASCC (Ministerio de Economía) apoyando una opción productiva sustentable en torno al bosque y; el MMA, con su responsabilidad por la conservación de los ecosistemas naturales, en este caso, los bosques.

La presente guía nace por la necesidad de transmitir las buenas experiencias ganadas en el APL de la región de Valparaíso y para contribuir a capacitar a los interesados en la elaboración de planes de manejo bajo criterios de la ordenación forestal, cuidando todos los aspectos involucrados en el uso sustentable del bosque.

En sus contenidos se abordan los pasos para la confección de un plan de ordenación forestal y, de manera inédita, se plantean criterios e indicadores del estado de conservación del bosque y la biodiversidad para su monitoreo en el tiempo de ejecución planificado.

ÍNDICE

1. Confección de un plan de Ordenación Forestal	6
1.1. Definición	6
1.2. Zonificación y cartografía	7
1.2.1. Relacionadas con el objetivo de la Ordenación Forestal	7
1.2.2. Relacionadas con obligaciones legales, ambientales y de protección	8
1.2.3. Representación de otras varias	8
1.3. Clasificación de la zona de bosques en unidades de manejo	11
1.3.1. Según degradación y posibilidades de acciones de recuperación	11
1.3.2. Según composición o subtipo forestal	14
1.4. Caracterización de rodales en terreno	15
1.4.1. Caracterización cualitativa	15
1.4.2. Caracterización cuantitativa (Unidad de Manejo de Conversión)	17
1.5. Modelo de Ordenación Forestal para bosque degradado	20
1.5.1. Parámetro de Ordenación Forestal: Superficie teórica máxima de entresaca (Stme)	20
1.5.2. Análisis de la información cuantitativa enfocada a la planificación	22

ÍNDICE

1.5.3. Determinación del crecimiento	24
1.5.4. Elaboración de información para establecer el marco de planificación	25
1.6. Planificación del periodo de Ordenación Forestal	26
1.7. Costos e ingresos posibles en la Ordenación Forestal	29
1.7.1. Costos de elaboración del plan de Ordenación Forestal	29
1.7.2. Costos de ejecución	30
1.7.3. Costos administrativos de intervención	30
1.7.4. Ganancias e ingresos potenciales	32
1.7.5. Balance financiero de la Ordenación Forestal en el caso de recuperación forestal	33
2. Criterios e indicadores del estado de conservación del bosque y la biodiversidad	34
2.1. Introducción	34
2.2. Indicadores prácticos, de biodiversidad, a escala de rodal, para bosque esclerófilo manejado de la zona central chilena	35
2.3. Indicadores prácticos, de biodiversidad, a escala supra rodal, de predio o de paisaje, para bosque esclerófilo manejado de la zona central chilena	38
3. Bibliografía	41

1. Confección de un plan de Ordenación Forestal

1.1. Definición

Un plan de Ordenación Forestal es un proyecto de planificación del uso de un bosque, que tiene como objetivo fundamental armonizar su manejo con la conservación de su estructura, composición y funcionamiento.

Esta meta se logra basando la planificación en parámetros de Ordenación Forestal. Lo primero es conocer e incorporar todo el bosque del predio en la caracterización y planificación del uso. Así, cuando se analiza el estado de conservación del bosque, dicho análisis debe contener la globalidad de situaciones presentes en todo el bosque. Por ejemplo, una propiedad mediana, podrá contener áreas de bosques con poca degradación, en que aun existen las especies originales, pero con la estructura alterada, conviviendo con áreas de espinos y otros matorrales espinosos, que representan una fuerte degradación de larga data.

También, puede haber áreas con una densidad extremadamente reducida por extracciones o incendios recientes. Así, la caracterización y propuestas de uso o de restauración deben considerar el conjunto de sectores

o zonas silvestres del predio; sus urgencias, mecanismos específicos de restauración, su localización y la relación entre ellas, entre otras.

El segundo aspecto fundamental a considerar es el trabajar la planificación para un plazo largo, considerando el efecto futuro de las acciones presentes y estableciendo explícitamente obligaciones futuras, derivadas de esas acciones.

En general, el plan debe declarar cómo las acciones presentes no alterarán el bosque o, incluso, lo mejorarán en el futuro. Un principio básico es el respeto de los rendimientos sostenidos. Es decir, la biomasa que se extrae por concepto del manejo del bosque en un periodo, debe ser, siempre, inferior al crecimiento del bosque del predio en ese mismo periodo.

Otro principio es la protección de la diversidad de hábitats y de especies nativas en el bosque, especialmente los ambientes húmedos, los singulares y las comunidades de especies amenazadas de extinción.

Esta guía, describe los pasos necesarios, para la construcción de un plan de ordenación forestal, que cumpla con las condiciones descritas. Un aspecto metodológico importante es que este debe reducir en todo lo posible los costos de su planificación y ejecución. Por tanto, en esta guía se hace énfasis en reducir los tiempos en terreno para toma de datos, así como el procesamiento de información. En contraposición, este modelo de ordenación forestal requiere que, a cambio de las economías descritas, exista el mayor acompañamiento a los interesados en la ejecución de las acciones del plan.

1.2. Zonificación y cartografía

Una primera acción es la representación cartográfica de un predio en una zonificación de usos (ver Figura 1). La zonificación tiene como objetivo identificar todos los posibles usos/funciones existentes, haciendo énfasis en aquellas relevantes para el objetivo del plan y la conservación del bosque. Una clasificación clásica es la que se presenta a continuación, dejándose el detalle de la descripción de cada zona en este Capítulo 1 sobre la confección del plan.

1.2.1. Relacionadas con el objetivo de la Ordenación Forestal

- ▶ Zona de bosques. Aquellas que contienen áreas cuyo bosque tiene una cobertura mayor al 10% en zonas áridas o semiáridas o de 25% en circunstancias más favorables (se recomienda consultar con CONAF cual cobertura corresponde a la zona de trabajo [6]. En el caso del bosque esclerófilo, debido a su degradación, esas zonas tienen como objetivo principal su recuperación mediante acciones silvícolas.
- ▶ Zonas de enriquecimiento. Áreas que no tienen considerables restricciones al crecimiento de la vegetación, pero que su alto grado de degradación obliga a que su recuperación incluya enriquecer con vegetación nativa. Normalmente, se originan por el abandono de la actividad agrícola, que en el pasado sustituyó sectores de bosque. Caen en esta categoría, aquellas con cobertura menor al 10 % (o menores a 25 %).
- ▶ Zonas de protección de suelo. Son áreas sin vegetación leñosa o con ella, pero con fuertes restricciones naturales de crecimiento. Estas zonas tendrán un uso no extractivo, de protección de hábitats y se les asignará un tratamiento ajustado a su valor.

▶ Zonas de protección especial. Aquellas con vegetación o especies de valor ambiental/cultural/otro. Estas zonas se identificarán y se asignarán tratamientos ajustados a su valor.

▶ Zonas de uso especial. Áreas no clasificadas, como ensayos de investigación, u otras.

▶ Zonas de infraestructura. Se identifican construcciones, tales como casas, galpones, tranques, áreas de silos, viveros.

1.2.2. Relacionadas con obligaciones legales, ambientales y de protección

La delimitación de las siguientes zonas permite resguardar las obligaciones ambientales y legales, especialmente aquellas incluidas en el Reglamento de suelo agua y humedales [7].

▶ Zonas riparianas. Áreas de protección en torno a vertientes, quebradas permanentes o intermitentes, cauces de agua superficial de todo tipo, cuyo ancho debiera ser a lo menos de 12,5 metros por cada lado, medidos desde la

línea central del cauce. Son sectores especialmente valiosos por su diversidad biológica y por constituir corredores biológicos. Esta zona corresponde a la Zona de Protección de Exclusión de Intervención (ZPEI) [7].

▶ Zonas de protección de incendios. Se identifican sectores como cortafuegos y cortacombustibles. Los cortacombustibles, específicamente, son áreas de 10 metros desde la carpeta de caminos hacia el exterior (unos 11,5 metros desde la línea central del camino).

▶ Zonas con pendientes mayores a 60%. Se construyen a partir de un modelo digital de terreno. En propiedades medianas a grandes se recomienda no considerar polígonos con más de 60% de pendiente, cuando son áreas aisladas y menores a 0,25 hectáreas.

1.2.3. Representación de otras zonas

▶ Zonas de cultivo. Se incluyen áreas de agricultura, huertos, cultivos y monocultivos forestales.

▶ Zona de Infraestructura de caminos. Áreas desti-

nadas a los caminos existentes y los proyectados en esta planificación. Suelen construirse, con un área de influencia de 1,5 m por lado, sobre la línea central del camino. Sólo deben crearse en zonas donde el camino

cruza bosques. No debe construirse sobre cultivos u otras áreas de no bosque. Así también, las áreas riparianas tendrán prioridad sobre los cortacombustibles cuando existan traslapes.

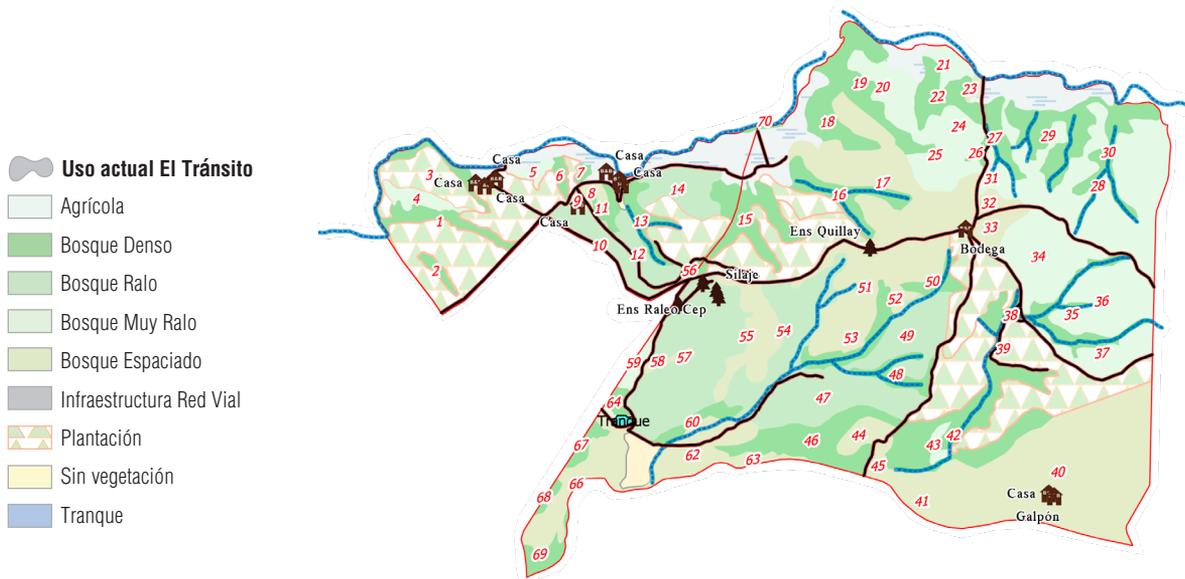


Figura 1. Ejemplo de construcción cartográfica: Bosques, cultivos, faja caminos, cortacombustible, etc. Los polígonos con bosque, llamados rodales se numeran correlativamente.

Es importante que cada una de las zonas no se superponga con ninguna, es decir, la suma de todas las áreas debe ser igual a la superficie total del predio. Por ello, se recomienda que sólo exista (en formato digital una capa cartográfica que las contenga a todas (ver Figura 2). Esta separación es muy ventajosa en

etapas de auditoría de las ejecuciones. Por ejemplo, reconocer que un área de cortacombustible es independiente del rodal donde se ubica, permite cuantificar su área, y separar esta acción de aquella aplicada al rodal. De igual forma ocurre con zonas riparianas.

Uso actual El Tránsito



Figura 2. Detalle de los tipos de capas espaciales que deben considerarse para la construcción del plan de ordenación forestal.

1.3. Clasificación de la zona de bosques en unidades de manejo

La zona de bosques se clasifica en rodales, definidos como “áreas con bosque homogéneo respecto de su composición, origen y estado de desarrollo”. Los rodales no debieran tener un tamaño menor al 2 % de la superficie de bosque total, y no superar las 50 hectáreas. Obtenida la separación en rodales, será necesario clasificar cada uno según los siguientes criterios:

1.3.1. Según degradación y posibilidades de acciones de recuperación

En este modelo, el hecho de asumir que la totalidad del bosque se encuentra en un estado de degradación, cambia la estrategia de caracterización tradicional de bosques.

En bosques sanos, es necesario conocer en cada rodal, su origen, su composición y estructura, a partir de la cual es posible interpretar su funcionamiento y dinámica. Ello porque la silvicultura posible de usar para no dañar el bosque, siempre debe basarse en su dinámica.



Cuando el bosque está alterado, la acción prioritaria es la recuperación de procesos ecosistémicos, siendo el principal la regeneración natural. Así, la clasificación del bosque se basará, en identificar cuáles fragmentos de bosques tienen un nivel de degradación menor

(bajo), que permitiría su recuperación sólo con silvicultura, distinguiéndolas de otras, cuya degradación mayor, requiere acciones más costosas, como regeneración artificial (reforestación). Con esta lógica se construirán dos tipos de Unidades de Manejo:



- **Unidad de Manejo de Conversión.** Grupo de rodales que, estando degradados, podrían recuperarse manejando su estructura convirtiéndola, sin necesidad de agregar nuevas plantas. Estos rodales pertenecerán a una unidad de manejo llamada de Conversión.

Ello significa que, recibirán el tratamiento de resalveo, que consiste en reducir el número de vástagos por espécimen (cepa) y podar ramas bajas, manteniendo la cobertura de copa y especies acompañantes del sotobosque. Se propone que estos bosques sean aquellos que posean más de 50 % de cobertura arbórea.

Dentro de esta unidad de manejo, se recomienda para subdividirla, en dos estratos: bosques densos, cuando su cobertura es mayor a 75% y; bosques ralos, aquellos con cobertura entre 50% y 75%.

- **Unidad de Manejo de Restauración.** Aquellos sectores de bosque con cobertura entre 10% y 50%. Estos bosques muy abiertos y ralos que poseen un espaciamiento tan grande entre especímenes, que es muy difícil que pueda establecerse una regeneración natural,

a pesar que los individuos existentes sean ayudados con silvicultura (ver Cuadro 1).

En esos sectores se realiza reforestación con las comunidades de especies propias de ese bosque.



1.3.2. Según composición o subtipo forestal

Si la fotointerpretación lo permite, será necesario identificar, si los fragmentos corresponden a los subtipos Rodales Mixtos de Especies Arbóreas Esclerófilas (RMEAE)¹ [5] y el subtipo Espinal, dentro del tipo forestal esclerófilo.

A su vez, estos rodales se asignarán a las unidades de manejo descritas, según su cobertura.

Con esta clasificación la zona de bosque tendrá la siguiente estratificación y objetivos de uso (ver Cuadro 1). En cada caso, existirá alguna combinación de los estratos por cobertura y por subtipo forestal, o todas las combinaciones.

Los parámetros de ordenación forestal se aplican a la Unidad de Manejo de Conversión. En el ejemplo, sólo los espinales coinciden en el subtipo “Espinal”.

Cuadro 1. Confección de las unidades de manejo y las posibles combinaciones de divisiones que pueden contener en un ejemplo, correspondiente a un predio de Casablanca, región de Valparaíso.

Unidad de Manejo	Estratos por cobertura	Superficie ha	Cobertura (aprox.)	Estratos por subTipo Forestal	Objetivo	Act Bonificable (L. 20.283)
De Conversión	Bosques densos	197	> de 70%	Rodales Mixtos de Especies Arbóreas Esclerófilas	Resalveo a la cepa. Conversión a monte medio.	Corta para bosques irregulares
	Bosques raros	132	≥ 70 y 50%	Espinal		
De Restauración	Bosques muy raros	147	< 50%	Rodales Mixtos de Especies Arbóreas Esclerófilas	Enriquecimiento	Plantación suplementaria
	Bosques abiertos	222		Espinal		

¹ Se caracteriza este bosque matorral, por presentar especies como peumo, litre, boldo, quillay con ejemplares de molle, maitén y bollén, variando en latitud y exposición. Se distingue además por presentar un sotobosque denso compuesto por otras especies esclerófilas. Cabe mencionar que en las zonas más húmedas y sombrías la especie predominante es el peumo; por el contrario, en zonas secas es el quillay.

1.4. Caracterización de rodales en terreno

En forma presencial (en terreno), se registran dos tipos de información relevante para la planificación.

1.4.1. Caracterización cualitativa

La primera es una inspección (pericial) para describir atributos del bosque que no pueden ser registrados con inventarios cuantitativos, tales como:

- Restricciones ambientales. Limitaciones de suelo, de pendientes u otras.
- Caracterización del bosque. Composición, origen, estructura, nivel de degradación, especies de valor estructural.
- Objetivo de uso y tratamiento silvícola. Según la información anterior se asigna un tipo de uso, luego una propuesta de acción silvícola y un nivel de prioridad para las acciones.
- Diagnóstico de valores de biodiversidad. Se registra el valor o existencias de atributos que deben considerarse para la conservación de biodiversidad, como podrían ser, existencias de árboles viejos, habitáculos para fauna u otras (ver Capítulo 2).

- Otras. Una situación importante sería registrar la existencia de especies invasoras que constituyen un problema a controlar.

Es recomendable el uso de formularios estructurados que tienen la ventaja de trasvasiar la información a bases de datos (ver Figura 3).



Figura 3. Tipo de formulario estructurado para una evaluación cualitativa. La estrategia de uso es indicar en el formulario la mínima información requerida, bajo el principio "si se marca algo, debe influenciar la decisión sobre el rodal", por tanto la información innecesaria estorba, cuesta, y complica la planificación. Ejemplo de formulario llenado en predio de Casablanca, Valparaíso. Adaptado de Cruz (2020).

APLICAR A TODO EL RODAL				FORMULARIO CUALITATIVO					
M1: Identificación Nombre del Ejecutor:		Año referencia		Tipo de Plan		Tipificación de Uso			
Nombre del Predio		N° Rodal	N° Rod anterior	Superficie	<input checked="" type="checkbox"/> Primer periodo	<input checked="" type="checkbox"/> Bosque productivo			
<i>Predio Santa Luisa del Tránsito</i>		11		7.9	<input type="checkbox"/> Revisión intermedia	<input type="checkbox"/> Bosque otro uso			
						<input type="checkbox"/> Bosque sin uso comercial			
M2: Restricciones del Sitio			Grado de Erosión		Restricciones de suelo		textura		
Altitud msnm		Exposición		<input checked="" type="checkbox"/> nula		36 arenoso		44 poco profundo	
		nula desde hasta		4 severa		37 franco		45 profundo	
		<input checked="" type="checkbox"/> b		3 moderada		38 limoso		46 muy profundo	
				5 muy severa		39 arcilloso		47 excesivo	
Posición Fisiográfica		Pendiente		tipo		40 rocoso		drenaje	
8 Plano		magnitud		30 Nadis		41 muy rocoso		48 normal	
<input checked="" type="checkbox"/> 11 Valle		<input checked="" type="checkbox"/> leve (< 35%)		31 Trumao		42 con estructura		49 sin drenaje	
12 Ladera Superior		22 moderada (35 - 45%)		32 Arenal		43 sin estructura		Capacidad de Uso	
13 Ladera Media		28 fuerte (45 - 60%)		33 Metamórfico				clase e	
14 Ladera Inferior		29 muy fuerte (>60%)		34 Granítico					
15 Meseta				35 Otro					
16 Terraza									
M3: Caracterización del Recurso Forestal				Especie Principal de Manejo		Daños y Riesgos		Biodiversidad	
Tipo Forestal y		Est. Desarrollo		lo componen las Especies...		Síntomas...		Refugio para	
subtipo a <i>Rod. Mixt.</i>		desde... hasta		c <i>Ramos</i> e <i>Zai</i> g		53 Tr. con curvaturas		flora fauna	
Composición		12 regeneración		d		54 Tr. perforados		50 fuera de peligro	
1 puro		13 monte bravo		e		55 Resina en troncos		65 ganado	
<input checked="" type="checkbox"/> 14 mixto		14 latizal		f		56 Orejas de palo		66 hongos	
Estructura		15 fustal delgado		g		57 Follaje seco		67 barrenadores	
<input checked="" type="checkbox"/> 16 multietánea		16 fustal grueso		h		58 Follaje masticado		68 insectos	
<input type="checkbox"/> 17 coetánea		5 sobremaduro		i		59 F. Amarillento		69 veget. dañina	
		6 multiestratificado		j		60 Defoliación		70 animales infer.	
		7 en fajas		k		61 Muerte apical		71 fact. abióticos	
		8 en bosquetes coetan.		l		62 fuertes		72 El sitio tiene valor	
		9 pie a pie		m		63 moderados		89 cultural	
		10 monte alto		n		64 leves		90 paisajístico	
		11 monte medio		o		65 en peligro		91 otro*	
		12 monte bajo		p		66 vulnerable		Grado de restricción	
		13 desconocido		q		67 rara		alto medio bajo	
		14 plantación		r		68 insuf. conocida		<input checked="" type="checkbox"/> 92	
<input checked="" type="checkbox"/> sin estructura por degradación		15 regeneración y masa adulta		s		69		<input type="checkbox"/> 93	
		regen. ocupando una sup %		t		70		<input type="checkbox"/> 94	
		b %		u		71		<input type="checkbox"/> 95	
		20 Muy denso (>10%)		v		72		<input type="checkbox"/> 96	
		19 Denso (100 - 75%)		w		73		<input type="checkbox"/> 97	
		20 Ralo (75 - 50%)		x		74		<input type="checkbox"/> 98	
		21 Muy ralo (50 - 25%)		y		75		<input type="checkbox"/> 99	
		22 Espaciado (25 - 10%)		z		76		<input type="checkbox"/> 100	
		23		aa		77		<input type="checkbox"/> 101	
		18		ab		78		<input type="checkbox"/> 102	
		19		ac		79		<input type="checkbox"/> 103	
		20		ad		80		<input type="checkbox"/> 104	
		21		ae		81		<input type="checkbox"/> 105	
		22		af		82		<input type="checkbox"/> 106	
		23		ag		83		<input type="checkbox"/> 107	
		18		ah		84		<input type="checkbox"/> 108	
		19		ai		85		<input type="checkbox"/> 109	
		20		aj		86		<input type="checkbox"/> 110	
		21		ak		87		<input type="checkbox"/> 111	
		22		al		88		<input type="checkbox"/> 112	
		23		am		89		<input type="checkbox"/> 113	
		18		an		90		<input type="checkbox"/> 114	
		19		ao		91		<input type="checkbox"/> 115	
		20		ap		92		<input type="checkbox"/> 116	
		21		aq		93		<input type="checkbox"/> 117	
		22		ar		94		<input type="checkbox"/> 118	
		23		as		95		<input type="checkbox"/> 119	
		18		at		96		<input type="checkbox"/> 120	
		19		au		97		<input type="checkbox"/> 121	
		20		av		98		<input type="checkbox"/> 122	
		21		aw		99		<input type="checkbox"/> 123	
		22		ax		100		<input type="checkbox"/> 124	
		23		ay		101		<input type="checkbox"/> 125	
		18		az		102		<input type="checkbox"/> 126	
		19		ba		103		<input type="checkbox"/> 127	
		20		bb		104		<input type="checkbox"/> 128	
		21		bc		105		<input type="checkbox"/> 129	
		22		bd		106		<input type="checkbox"/> 130	
		23		be		107		<input type="checkbox"/> 131	
		18		bf		108		<input type="checkbox"/> 132	
		19		bg		109		<input type="checkbox"/> 133	
		20		bh		110		<input type="checkbox"/> 134	
		21		bi		111		<input type="checkbox"/> 135	
		22		bj		112		<input type="checkbox"/> 136	
		23		bk		113		<input type="checkbox"/> 137	
		18		bl		114		<input type="checkbox"/> 138	
		19		bm		115		<input type="checkbox"/> 139	
		20		bn		116		<input type="checkbox"/> 140	
		21		bo		117		<input type="checkbox"/> 141	
		22		bp		118		<input type="checkbox"/> 142	
		23		bq		119		<input type="checkbox"/> 143	
		18		br		120		<input type="checkbox"/> 144	
		19		bs		121		<input type="checkbox"/> 145	
		20		bt		122		<input type="checkbox"/> 146	
		21		bu		123		<input type="checkbox"/> 147	
		22		bv		124		<input type="checkbox"/> 148	
		23		bw		125		<input type="checkbox"/> 149	
		18		bx		126		<input type="checkbox"/> 150	
		19		by		127		<input type="checkbox"/> 151	
		20		bz		128		<input type="checkbox"/> 152	
		21		ca		129		<input type="checkbox"/> 153	
		22		cb		130		<input type="checkbox"/> 154	
		23		cc		131		<input type="checkbox"/> 155	
		18		cd		132		<input type="checkbox"/> 156	
		19		ce		133		<input type="checkbox"/> 157	
		20		cf		134		<input type="checkbox"/> 158	
		21		cg		135		<input type="checkbox"/> 159	
		22		ch		136		<input type="checkbox"/> 160	
		23		ci		137		<input type="checkbox"/> 161	
		18		cj		138		<input type="checkbox"/> 162	
		19		ck		139		<input type="checkbox"/> 163	
		20		cl		140		<input type="checkbox"/> 164	
		21		cm		141		<input type="checkbox"/> 165	
		22		cn		142		<input type="checkbox"/> 166	
		23		co		143		<input type="checkbox"/> 167	
		18		cp		144		<input type="checkbox"/> 168	
		19		cq		145		<input type="checkbox"/> 169	
		20		cr		146		<input type="checkbox"/> 170	
		21		cs		147		<input type="checkbox"/> 171	
		22		ct		148		<input type="checkbox"/> 172	
		23		cu		149		<input type="checkbox"/> 173	
		18		cv		150		<input type="checkbox"/> 174	
		19		cw		151		<input type="checkbox"/> 175	
		20		cx		152		<input type="checkbox"/> 176	
		21		cy		153		<input type="checkbox"/> 177	
		22		cz		154		<input type="checkbox"/> 178	
		23		ca		155		<input type="checkbox"/> 179	
		18		cb		156		<input type="checkbox"/> 180	
		19		cc		157		<input type="checkbox"/> 181	
		20		cd		158		<input type="checkbox"/> 182	
		21		ce		159		<input type="checkbox"/> 183	
		22		cf		160		<input type="checkbox"/> 184	
		23		cg		161		<input type="checkbox"/> 185	
		18		ch		162		<input type="checkbox"/> 186	
		19		ci		163		<input type="checkbox"/> 187	
		20		cj		164		<input type="checkbox"/> 188	
		21		ck		165		<input type="checkbox"/> 189	
		22		cl		166		<input type="checkbox"/> 190	
		23		cm		167		<input type="checkbox"/> 191	
		18		cn		168		<input type="checkbox"/> 192	
		19		co		169		<input type="checkbox"/> 193	
		20		cp		170		<input type="checkbox"/> 194	
		21		cq		171		<input type="checkbox"/> 195	
		22		cr		172		<input type="checkbox"/> 196	
		23		cs		173		<input type="checkbox"/> 197	
		18		ct		174		<input type="checkbox"/> 198	
		19		cu		175		<input type="checkbox"/> 199	
		20		cv		176		<input type="checkbox"/> 200	
		21		cw		177		<input type="checkbox"/> 201	
		22		cx		178		<input type="checkbox"/> 202	
		23		cy		179		<input type="checkbox"/> 203	
		18		cz		180		<input type="checkbox"/> 204	
		19		ca		181		<input type="checkbox"/> 205	
		20		cb		182		<input type="checkbox"/> 206	
		21		cc		183		<input type="checkbox"/> 207	
		22		cd		184		<input type="checkbox"/> 208	
		23		ce		185		<input type="checkbox"/> 209	
		18		cf		186		<input type="checkbox"/> 210	
		19		cg		187		<input type="checkbox"/> 211	
		20		ch		188		<input type="checkbox"/> 212	
		21		ci		189		<input type="checkbox"/> 213	
		22		cj		190		<input type="checkbox"/> 214	
		23		ck		191		<input type="checkbox"/> 215	
		18		cl		192		<input type="checkbox"/> 216	
		19		cm		193		<input type="checkbox"/> 217	
		20		cn		194		<input type="checkbox"/> 218	
		21		co		195		<input type="checkbox"/> 219	
		22		cp		196		<input type="checkbox"/> 220	
		23		cq		197		<input type="checkbox"/> 221	
		18		cr		198		<input type="checkbox"/> 222	
		19		cs		199		<input type="checkbox"/> 223	
		20		ct		200		<input type="checkbox"/> 224	
		21		cu		201		<input type="checkbox"/> 225	
		22		cv		202		<input type="checkbox"/> 226	
		23		cw		203		<input type="checkbox"/> 227	
		18		cx		204		<input type="checkbox"/> 228	
		19		cy		205		<input type="checkbox"/> 229	
		20		cz		206		<input type="checkbox"/> 230	
		21		ca		207		<input type="checkbox"/> 231	
		22		cb		208		<input type="checkbox"/> 232	
		23		cc		209		<input type="checkbox"/> 233	
		18		cd		210		<input type="checkbox"/> 234	
		19		ce		211		<input type="checkbox"/> 235	
		20		cf		212		<input type="checkbox"/> 236	
		21		cg		213		<input type="checkbox"/> 237	

La caracterización cualitativa debe realizarse en cada uno de los rodales creados en la zona de bosque. En el ejemplo de la Figura 3, se define el rodal como bosque productivo (Módulo 1 o M1 casilla 3), en general, sin restricciones de sitio (Módulo 2 o M2). En el Módulo 3 se ha identificado la presencia de una especie vegetal en una categoría de conservación (casilla 82) con un grado de restricción bajo (casilla 94). Esto se interpreta como que la presencia de esta especie es escasa y si permitiría su protección además del manejo en zonas cercanas. Pero, si fuera el caso de que la especie es tan abundante como para recomendar que este rodal no se use, entonces se habría marcado la casilla 4 en el Módulo 1 (M1) y en el Módulo 3, la casilla 93 o incluso 92.

1.4.2. Caracterización cuantitativa (Unidad de Manejo de Conversión)

Todo manejo de conversión lleva aparejado la extracción de una cantidad de biomasa. Para respetar el objetivo de protección de la capacidad productiva y de restauración del bosque esclerófilo, esa extracción, ocurrida en un período

determinado, debe ser menor que el crecimiento total del bosque, en biomasa o volumen aéreo en ese mismo período. Lo importante es que dentro del período de 10 años, siempre la extracción sea menor al crecimiento. Para ello, es fundamental el desarrollo de un modelo predictivo de ese crecimiento, que determinará claramente la información cuantitativa que se requiere y su nivel de precisión. Se debe elegir el método más barato de captura de datos en terreno y que a su vez requiera el menor tiempo/costo de procesamiento. Este modelo requiere cuantificación de los siguientes aspectos cuantitativos y sólo aplica a la Unidad de Manejo de Conversión, ya que en la Unidad de Restauración sólo se hará enriquecimiento:

- Crecimiento del bosque total (biomasa, o volumen aéreo)
- Intensidad de extracción de resalveo, según estrato.

Esta información será usada para la construcción del parámetro de ordenación, que guiará la planificación. Es decir condicionará la superficie de intervención máxima de todo el período, y las cuotas

de superficie a intervenir por año, medidas de un modo aproximado. Nótese que NO determina ninguna condición para la intervención silvícola en cada rodal, ya que no corresponde a un inventario de existencias.

Diseño muestral

Para la colecta de datos de la Unidad de Manejo de Conversión se realizan los siguientes pasos:

- Se determina una densidad de muestreo posible (normalmente condicionado por los costos). Como referencia, en los planes de Ordenación Forestal aprobados en el periodo 2018 y 2021 en la región de Valparaíso, se ha levantado información en una parcela muestral de 200 metros cuadrados por cada 20 hectáreas.
- Se distribuyen las unidades muestrales con asignación proporcional usando la superficie de la combinación de estratos (ver ejemplo en Cuadro 2).

El tipo de unidad muestral recomendada es alguna que capture la mayor heterogeneidad posible dentro de

cada rodal. Se recomienda usar transectos con ancho 10 m y un largo mínimo de 20 m (parcelas de 200 m²).

Intensidad de muestreo

En cada unidad muestral el individuo es la cepa, sobre la que se determina:

- Especie.
- Número de vástagos por clase de DAP (diámetro a la altura del pecho) en clases de 5 cm, a partir de 10 cm.
- Estimar el número de vástagos que se extraen con una aplicación de resalveo.

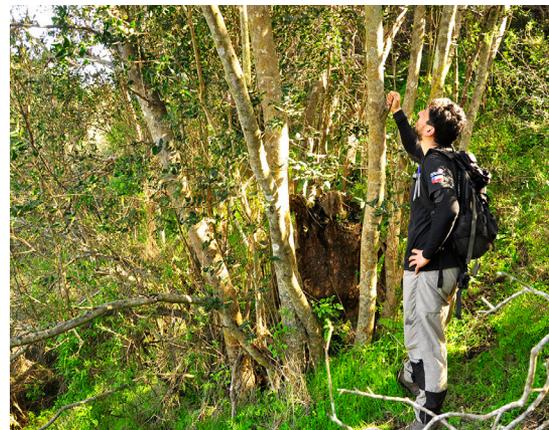


Figura 4. En el formulario se presentan los datos de la parcela 7. Corresponde a un transecto de ancho 10 m y largo 30 m, en que se determinaron 11 cepas, en que se cuentan en total 59 vástagos de diferentes diámetros, de las que se propone eliminar 30. Se registran parcialmente los datos de calidad en una escala de 1 a 3: 1 = bueno; 3= malo; 2= indeciso entre 1 y 3. Adaptado de Cruz (2020). Qu: *Quillaja saponaria*, quillay; Pe: *Cryptocarya alba*, peumo; Bo: *Peumus boldus*, boldo; Li: *Lithraea caustica*, litre.

Muestreo cuantitativo para bosques de Monte Bajo / M. Medio

Nombre del Predio	Nom Ejecutor	Rodal	Estrato	Año referencia
<i>Santa Luisa del Tránsito</i>		<i>11</i>	<i>Denso</i>	<i>15-jun-21</i>

Tipo parcela

Prodadn n° parcela Dist.al 6 cepa/m
 Tradicional n° parcela Dist.al 6 cepa/m
 Transecto n° parcela ancho largo

1			
2			
3			
4			

1			
2			
3			
4			

1	<i>7</i>	<i>10</i>	<i>30</i>
2			
3			
4			

Parcela	esp	10 - 15		15 - 20		20-25		25-30		30-35		35-40		40-45		45-50		50-55		más 55	
		sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad	sale	calidad
<i>7</i>	<i>Qu</i>	<i>3</i>	<i>1 1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>			<i>2</i>													
	<i>Pe</i>	<i>4</i>	<i>2 2</i>	<i>3</i>	<i>1 3</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>													
	<i>Pe</i>	<i>3</i>	<i>3 1</i>	<i>2</i>				<i>2</i>													
	<i>Bo</i>	<i>4</i>	<i>3 1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>													
	<i>Pe</i>	<i>5</i>	<i>4 1</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>														
	<i>Li</i>	<i>3</i>	<i>1 1</i>																		
	<i>Qu</i>	<i>4</i>	<i>2 1</i>	<i>1</i>																	
	<i>Pe</i>	<i>2</i>																			
	<i>Pe</i>	<i>4</i>	<i>4 3</i>	<i>3</i>	<i>1 1</i>																
	<i>Qu</i>			<i>2</i>	<i>2 1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>													
	<i>Pe</i>					<i>3</i>	<i>1 1</i>														

1.5. Modelo de Ordenación Forestal para bosque degradado

La condición de degradación del bosque obliga a aplicar un modelo de ordenación especial, en el sentido de que el único objetivo es la recuperación del bosque, en primer lugar, y porque será temporal, concluyendo cuando el bosque esté restaurado, pudiendo pasar a un objetivo productivo. En un mediano plazo, de 20 o 30 años, sería necesario evaluar el establecimiento de un modelo de ordenación con parámetros (indicadores) apropiados a un bosque sano [2]. Por estas razones, este modelo de ordenación forestal se ha construido sobre la base de un solo parámetro.

1.5.1. Parámetro de Ordenación Forestal: Superficie teórica máxima de entresaca (Stme)

Los parámetros de ordenación forestal, normalmente, entregan una medida, de algún atributo, que permite conducir o decidir las acciones, en la planificación, que aseguren la conservación del bosque o, en este caso, su recuperación (o rehabilitación). Un parámetro universal de uso del bosque, por ejemplo, es que, las extracciones

totales de cada periodo, no sean mayores al crecimiento.

Pero, para este modelo se ha asumido que todos los bosques mediterráneos chilenos están degradados, con fuerte alteración de su estructura, sobre expresión de arbustos espinosos, ausencia de regeneración, heterogeneidad de la cobertura, fuerte fragmentación [4] y bajo nivel de producción de biomasa. Por ello, se propone un único parámetro o indicador, que oriente la planificación hacia la recuperación del bosque. Entonces, basándose en el crecimiento anual, como límite de la extracción en el mismo período, sería razonable que, esta siempre estuviera por debajo del crecimiento y la diferencia fuera una capitalización (un apoyo a la recuperación del bosque. El parámetro llamado **Superficie teórica máxima de entresaca (Stme)** aporta dicha medida de extracción [2].

Una regla clásica de silvicultura es que, cuando se extrae madera de un rodal, se fija automáticamente un plazo, para la siguiente intervención para extracción de una biomasa similar. En ese plazo, llamado ciclo de corta (CC), la extracción hará efecto sobre los árboles manejados y se recuperará el volumen que se extrajo.

Si se aplica dicha regla, en bosques degradados, un rodal intervenido volverá a recuperar el nivel de producción de biomasa, pero seguirá siendo menor al necesario para superar su degradación. Por tanto, el plazo hasta una próxima intervención debiera ser mayor al CC. La Stme usa esta lógica para ser usada en la planificación:

Criterio: Las cortas se harán, en magnitud y plazo (periodo entre cortas) tal, que siempre se obtendrá una acumulación de biomasa, en cada rodal, mayor al extraído (ver Figura 5).

Para su construcción se determina el CC de cada rodal, luego se escoge el más largo, llamado ciclo de corta máximo (CCmáx) y se establece para todos los rodales. Al determinar un solo plazo para todos los rodales, se imponen automáticamente dos condiciones a cumplir en la planificación:

- Número de áreas a manejar cada año en el predio, llamadas unidades de ordenación (UO): deben existir un número de áreas de manejo igual a los años del CCmáx.

Cuando se maneje la última área, se habrá cumplido un CCmáx y se puede volver al primero. Esta estrategia de división, de la zona manejada del bosque del predio, hace que se ajuste el criterio de rendimiento sostenido al requerimiento de acumular masa en el bosque, requisito para su recuperación (restauración que posibilita uso productivo, en el vocabulario de manejo forestal).

$$N_{uo} = CC_{máx}$$

- La superficie total de la zona de bosque a manejar debe repartirse en partes iguales en cada UO. Entonces, automáticamente, queda definida la superficie media de las UO:

$$S_{uo} = S / CC_{máx} \text{ (ha/año)}$$

Donde:

UO= Unidades de Ordenación. Área compuesta de rodales enteros o partes de rodal que se agrupan para ser intervenidos en un año.

Nuo= será el número de unidades de ordenación totales para el bosque completo.

CCmáx = es el ciclo de corta máximo, escogido entre todos los ciclos de corta del grupo de rodales (años).

Suo = superficie anual máxima que debe tener cada unidad de ordenación (hectáreas).

S= superficie total de la Unidad de Manejo de Conversión (hectáreas).

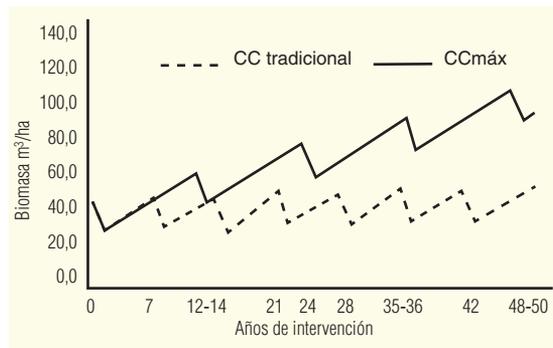


Figura 5. Ejemplo de comparación de la acumulación de biomasa al usar un CC tradicional, y un CCmáx, empleado en bosques degradados.

1.5.2. Análisis de la información cuantitativa enfocada a la planificación

La información de inventario debe procesarse, para cada estrato muestreado, para determinar una tabla de rodal original clásica (ver Cuadro 2) (densidad y área basal unitaria), además de una tabla de rodal residual que contiene la información de la condición que tendría cada estrato al ser manejado. La tabla de rodal se construye sólo para la Unidad de Manejo de Conversión (ver Cuadro 3), que, en el ejemplo, contiene los estratos densos.

Cuadro 2. Resultado de la Estratificación y asignación de rodales a cada estrato, basada en su cobertura. Ejemplo de predio demostrativo de Casablanca (RMEAE = Rodales Mixtos de Especies Arbóreas Esclerófilas).

	Subtipo	Nºrodales	Sup(ha)
Bosques densos	RMEAE	32	196,6
Bosques raros	RMEAE	7	131,6
Bosques muy raros	RMEAE	14	147,5
Bosques abiertos	Espinal	18	221,7
	TOTALES	71	697,4

Las diferencias entre las tablas originales y las residuales permiten estimar las extracciones o el efecto de la silvicultura, tanto para densidad, área basal o volumen.

Cuadro 3. Tablas de rodal con Área Basal (AB) (m²/ha), original y residual, obtenidas del inventario cuantitativo. Ejemplo para el estrato del subtipo RMEAE con cobertura densa, compuesto por **32 rodales** y cuya superficie es de 196 hectáreas (DMC: diámetro medio cuadrático).

M. Clase	Densidad Inicial (N/ha)							Área Basal Inicial (m ² /ha)						
	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	Total	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	Total
12,5	7	40	520	113	13	30	723	0,1	0,5	6,4	1,4	0,2	0,4	8,9
17,5	-	23	143	57	17	23	263	-	0,6	3,4	1,4	0,4	0,6	6,3
22,5	-	-	33	30	13	27	103	-	-	1,3	1,2	0,5	1,1	4,1
27,5	10	-	-	13	27	30	80	0,6	-	-	0,8	1,6	1,8	4,8
32,5	-	-	-	-	7	3	10	-	-	-	-	0,6	0,3	0,8
37,5	-	-	7	-	7	-	13	-	-	0,7	-	0,7	-	1,5
42,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52,5	-	-	10	-	-	-	10	-	-	2,2	-	-	-	2,2
57,5	-	-	-	-	13	-	13	-	-	-	-	3,5	-	3,5
Total	17	63	713	213	97	113	1.217	0,7	1,1	14,1	4,7	7,4	4,0	32,0
DMC	23	15	16	17	31	21	18							

M. Clase	Densidad Residual (N/ha)							Área Basal Residual (m ² /ha)						
	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	Total	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	Total
12,5	7	20	370	100	-	30	527	0,1	0,2	4,5	1,2	-	0,4	6,5
17,5	-	13	90	50	3	20	177	-	0,3	2,2	1,2	0,1	0,5	4,2
22,5	-	-	20	-	7	10	37	-	-	0,8	-	0,3	0,4	1,5
27,5	-	-	-	-	7	10	17	-	-	-	-	0,4	0,6	1,0
32,5	-	-	-	-	3	3	7	-	-	-	-	0,3	0,3	0,6
37,5	-	-	7	-	7	-	13	-	-	0,7	-	0,7	-	1,5
42,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
47,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52,5	-	-	10	-	-	-	10	-	-	2,2	-	-	-	2,2
57,5	-	-	-	-	10	-	10	-	-	-	-	2,6	-	2,6
Total	7	33	497	150	37	73	797	0,1	0,6	10,4	2,4	4,4	2,1	19,9
DMC	13	15	16	14	39	19	18							

1.5.3. Determinación del crecimiento

El crecimiento a escala de rodal se determina con el método de tabla de edad/clase [2] (ver Cuadro 4), utilizando las relaciones de AB de la tabla de rodal del estrato y crecimientos diametrales promedio de cada especie presente en el bosque del predio, las que pueden ser obtenidas de un muestreo en terreno o de bibliografía² [3].

Cuadro 4. Metodología para determinar la tabla de edades, usando crecimientos diametrales de terreno. Valores obtenidos de los planes de Ordenación Forestal del APL Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo, región de Valparaíso.

Crecimiento diametral (obtenido en terreno)		Edad (años)							
Especie	Crecimiento DAP (cm/año)	M.Clase (cm DAP)	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	
Espino	0,7	12,5	12,5	21	18	23	20	21	
Litre	0,6	17,5	17,5	29	25	32	28	29	
Boldo	0,7	22,5	22,5	38	32	41	36	38	
Molle	0,5	27,5	27,5	46	39	50	44	46	
Quillay	0,62	32,5	32,5	54	46	59	52	54	
Peumo	0,6	37,5	37,5	63	54	68	60	63	
		42,5	42,5	71	61	77	69	71	
		47,5	47,5	79	68	86	77	79	
		52,5	52,5	88	75	95	85	88	
		57,5	57,5	96	82	104	93	96	

² Se obtuvo datos de parcelas, con el mismo tipo de manejo de resalveo, realizado el 2008, en predios del mismo tipo de bosque esclerófilo, en Casablanca y en Hijuelas. La medición se realizó el 2015. Fuente: Cruz et al. (2021).

Para cada especie se establece una edad por clase de DAP, dividiendo ese DAP por el crecimiento diametral anual disponible por estudios propios o de alguna otra fuente. Esta tabla (ver Cuadro 4) divide a la tabla de volumen para obtener el crecimiento acumulado por especie en cada clase (Cuadro 5). La suma total de esta tabla será el crecimiento total del estrato, que en este ejemplo sería de 4,94 m³/ha/año.

El volumen se obtiene aplicando alguna función de volumen general para las especies del bosque, o específicas para cada especie, si se cuenta con ellas.

Cuadro 5. Obtención de la tabla de crecimiento para el rodal y por especie, como el cociente de la tabla de volumen y la tabla de edades. El crecimiento final es de 4,94 m³/ha/año, en este ejemplo.

Volumen (m ³ /ha)								Crecimiento (m ³ /ha/año)							
M.Clase	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	Total	Espino	Litre	Boldo	Molle	Quillay	Peumo	Total	
12,5	0,3	2,1	24,9	2,8	0,9	2,5	33	0,02	0,10	1,39	0,13	0,05	0,12	1,80	
17,5	0,0	2,5	15,2	3,3	2,5	4,2	28	-	0,08	0,61	0,10	0,09	0,14	1,03	
22,5	0,0	0,0	6,4	3,2	3,5	8,7	22	-	-	0,20	0,08	0,10	0,23	0,61	
27,5	2,7	0,0	0,0	2,3	11,0	15,7	32	0,07	-	-	0,05	0,25	0,34	0,71	
32,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	2,6	7	-	-	-	-	0,08	0,05	0,12	
37,5	0,0	0,0	4,3	0,0	5,5	0,0	10	-	-	0,08	-	0,09	-	0,17	
42,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	-	-	-	-	-	0,00	
47,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	-	-	-	-	-	-	0,00	
52,5	0,0	0,0	14,2	0,0	0,0	0,0	14	-	-	0,19	-	-	-	0,19	
57,5	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	0,0	29	-	-	-	-	-	0,31	-	
Total	3,0	4,5	64,9	11,6	56,4	33,7	174,2	0,08	0,2	2,5	0,4	1,0	0,9	4,94	

1.5.4. Elaboración de información para establecer el marco de planificación

El análisis del Cuadro 6 contiene la información suficiente para establecer el marco de planificación que permite la recuperación del bosque del ejemplo del piloto demostrativo ya citado.

Cuadro 6. Información procesada requerida para la establecer el marco de la planificación (RMEAE: Rodales mixtos de especies arbóreas esclerófilas; CC: ciclo de corta)

UM	Tipo bosque	Sup (ha)	Crecimiento (m ³ /ha/año)	Posibilidad de extracción (m ³ /ha)	CC	CC ajustado	Crecimiento ponderado	pos extrac. ponderado
De Conversión	(RMEAE) denso	197	4,94	52	10,6	11	971	10.270
	(RMEAE) ralo	132	3,14	24	7,6	8	413	3.131
	Total general	328					1.383	13.402

- La posibilidad de extracción, se obtiene con la resta del volumen original y residual.
- El ciclo de corta (CC) es el cociente entre la posibilidad de extracción y el crecimiento. El CC ajustado es el redondeo hacia arriba del CC. De esta columna se determina el CC máximo de 11 años.
- El crecimiento ponderado 1.383 corresponde a la multiplicación del crecimiento unitario por la superficie de cada tipo de bosque. Luego, el cociente entre el crecimiento ponderado sobre la superficie

total, determina que el incremento medio unitario de la Unidad de Manejo de Conversión sea de 4,2 m³/ha/año (ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Atributos calculados para establecer la planificación, determinado por el parámetro Stme (Superficie teórica máxima de entresaca)

Sup total Unidad Conversión=	328,1 ha
Incremento medio=	4,2 m ³ /ha
Incremento total=	1.383 m ³ /predio/año
Pos extracción media=	40,8 m ³ /ha
CC mayor=	11,0 años
SUP media UO=	29,8 ha/año
Nº de UO	11,0
Equiproducción=	1.218 m ³ /predio/año
Acumulación anual=	164,9 m ³ /predio/año

La aplicación de CC_{máx} de 11 años determina construir 11 Unidades de Ordenación de las 328,1 ha para conversión, cada una con 29,8 ha promedio. Si se estima la extracción, que tendría cada UO, usando la extracción media, en 1.218 m³/año (equiproducción) (Pos_extrac>_media= 40,8 m³/ha x SUP media UO = 29,8 ha/año), que restados del incremento de biomasa anual de la unidad de conversión, significa una acumulación anual de 164,9 m³ cada año.

1.6. Planificación del periodo de Ordenación Forestal

En acuerdo con CONAF de Valparaíso se estableció que el plan de Ordenación Forestal comprendería un periodo de planificación de 10 años. La planificación consiste en la creación de unidades de ordenación (UO anuales), agrupando rodales, de manera que cada año se cumpla el monto de extracción definido como equiproducción de 1.218 m³/anuales, (Cuadro 7) y que debiera coincidir aproximadamente con 30 hectáreas anuales (redondeando las 29,8 ha del Cuadro 7). Ocurrirá normalmente que las unidades de ordenación (anuales) no coincidan exactamente con los valores promedio de los parámetros (en este caso del Cuadro 7), de manera que la planificación sea flexible.

El requisito principal es que los valores totales del periodo de planificación (de 10 años), respeten el sentido de los parámetros. Se construyen 10 UO de las 11 posibles para calzar con los 10 años del periodo de planificación.

Los criterios para la determinación de las UO y su ejecución en el primer período, son:

- a) Se propone iniciar las faenas desde las zonas con más infraestructura y cercanas hacia el camino principal público.
- b) Elegir áreas con menores pendientes.
- c) En lo posible no dividir los rodales identificados.
- d) Será decisión del propietario cuál UO interviene para dar flexibilidad a la gestión.
- e) El propietario se obliga a terminar una UO antes de iniciar las faenas en la siguiente.

Para este ejemplo, se deben construir las UO que estén en torno a 30 hectáreas y una extracción en torno a 1.218 m³ totales por cada año (Cuadro 8).



Cuadro 8. Unidades de ordenación (UO) confeccionadas aplicando los límites determinados por el Parámetro Stme (Superficie teórica máxima de entresaca)

		anual	período		
Extracción total (m ³ /total)		1.218	12.183		
Sup UO media (ha/total)		30	298		
UO	rodal	sup (ha)	Extrac rod	Sup total	Extrac total
1	53	7,3	381		
1	54	22,2	527	29,4	908,1
2-3	57	41,0	977	41,0	977
3	46	17,5	912		
3	60	3,9	205	23,2	1.209
3	64	1,8	92		
4	47	24,9	592	24,9	592
5	48	5,2	270		
5	49	16,2	385	28,6	844
5	50	7,2	189		
6	39	8,1	423		
6	42	21,8	1.141	29,9	1.564
7	29	14,6	761		
7	30	10,0	524	24,6	1.284
8	19	13,8	4 722		
8	22	8,8	461		
8	26	0,9	47	28,7	1.500
8	27	5,2	270		
9	15	13,9	728		
9	16	9,8	510	31,7	1.654
9	18	8,0	416		
10	11	2,9	149		
10	12	6,5	155		
10	13	6,1	318	28,0	962,2
10	14	11,1	264		
10	56	1,5	76		
Total				289,9	11.493

Como se describe en el ejemplo, la unidad de ordenación 1 incluye 2 rodales, que totalizan 908 m³, en una superficie de 29,4 hectáreas. Si se suma otro rodal, para alcanzar la equiproducción anual media de 1.218 m³/año, se excederá la superficie anual. En el caso, se prefirió, en general, que la superficie esté en lo posible en torno a 30 hectáreas cada año.

Así también, el rodal 57 que tiene 41 hectáreas cubre dos UOs. Esto significa que, en ese año, se ejecutarán cerca de 30 hectáreas del rodal, y las 11 restantes durante el siguiente (UO 3). En dos años, se habrían realizado 64 hectáreas. Esta programación ocurre, debido al criterio de no separar rodales artificialmente.

Más importante que la fijación de los datos por año, es la sumatoria total del periodo de 10 años, de manera de dar flexibilidad a la gestión. En este caso, la superficie propuesta es menor a la media establecida (en 8,4 hectáreas aproximadamente) y una extracción menor a la fijada (690 m³).

1.7. Costos e ingresos posibles en la Ordenación Forestal

En este capítulo se expone la relación de costos e ingresos de la planificación y de la ejecución de un plan de Ordenación Forestal tipo como el presentado.

Los datos de costos y precios se obtuvieron de seis casos en la región de Valparaíso y la ejecución de dos años de intervenciones. Algunos costos fueron tomados de los estándares que CONAF paga a extensionistas que trabajan en el sector.

1.7.1. Costos de elaboración del plan de Ordenación Forestal

El primer desembolso es la inversión en la confección del plan de Ordenación Forestal (Cuadro 9). Se recopilaron los costos para cuatro tamaños de superficies.

La cartografía de un plan de Ordenación Forestal requiere un detalle mayor que lo convencional en planes de manejo tradicionales, porque debe contener la planificación de 10 años.

Por ello, además de un especialista en sistemas de información geográfica, se requiere conocer cómo incorporar aspectos legales y aspectos prácticos del manejo.

Cuadro 9. Costos de elaboración del plan de Ordenación Forestal.

Rango de superficie (ha)	Costos por actividad según tamaño (en miles de pesos)			
	1.000	500	250	50
Síntesis				
1. Cartografía	464	329	284	194
2. Operacionales	1.414	728	637	397
3. Mano de Obra	2.250	1.290	960	630
4. Admin. y Finanzas	1.725	828	552	276
Totales	5.853	3.175	2.433	1.497
Beneficios consultor (25%)	1.463	794	608	374
Precio total	7.316	3.969	3042	1.872
Valor unitario miles de \$/ha	7,3	7,9	12,2	37,4
UTM = \$52.200 ; US\$ = \$783 (agosto 2021)				

El ítem “operacionales” contiene principalmente la caracterización del bosque e inventario en terreno. Un gasto importante en esta línea es la obligatoriedad de marcar, con pintura, los árboles que saldrían de los rodales incluidos en la planificación (Artículo 37° del D.L 701³).

³ Artículo 37°. El plan de manejo de bosque nativo deberá señalar los criterios de elección de los árboles a dejar. Asimismo, se deberán marcar los árboles a extraer o los residuales en una superficie de verificación de los criterios de selección que se hayan señalado en el plan de manejo. Esta disposición no será aplicable cuando se trate de cortas a tala rasa.

1.7.2. Costos de ejecución

Las ejecuciones en la región de Valparaíso se han cotizado en torno a los \$ 1,2 millones por hectárea. El costo de la ejecución es sensible a la dificultad que impone el terreno, en una combinatoria de dos variables principales: densidad del bosque y la relación pedregosidad/pendiente. La pedregosidad, en especial, es un factor importante que afecta el costo de las faenas, porque el corte de vástagos debe hacerse lo más cerca posible del suelo. Los factores de dificultad generan la siguiente combinatoria:

Cuadro 10. Relación entre las variables de complejidad de ejecución

		Densidad		
		denso	ralo	
Dificultad terreno	terreno simple	1	1	0,8
	terreno complejo	1,2	1,2	0,96

La combinatoria de factores permite sensibilizar el costo de ejecución en cuatro opciones, las que pueden ajustar el costo base:

Cuadro 11. Costos de ejecución según factores de dificultad.

Ejecución	Denso/complejo	Denso/simple	Ralo/complejo	Ralo/simple
Factor	1,2	1	0,96	0,8
Costo ejecución m\$/ha	1.440	1.200	1.152	960

1.7.3. Costos administrativos intervención

Estos costos se relacionan con tramitaciones de intervención obligadas por la legislación y que, por su complejidad, no pueden ser realizadas por el propietario, es decir requieren supervisión de un profesional que conozca el proceso y el tipo de informe que se pide.

Cuadro 12. Costos administrativos asociados a los permisos. Cada ítem incluye la superficie anual ejecutada

Ítemes	Costo en miles de \$
Postulación al fondo concursable incentivos	90
Aviso de ejecución de faena	30
Informe de ejecución de actividades bonificables	400
Total parcial	520
Beneficios consultor (30%)	156
Total	676

La postulación al fondo concursable de la Ley 20.283 es obligatoria si se desea tener incentivos. Es importante destacar, que el Estado puede rechazar la solicitud si existe una demanda mayor que los fondos disponibles para el año y, eventualmente, no se alcance el puntaje necesario para quedar dentro del beneficio. Dicho puntaje lo asigna CONAF usando un algoritmo basado en los antecedentes del proyecto presentado.

El aviso de ejecución de faena es un documento que se consigue en la web de CONAF o en sus oficinas y que obliga a “avisar” las acciones que se ejecutarán.

El informe de ejecución de actividades bonificables, (Artículo 22° letras (b) y (c)) debe presentarse en el caso que se haya postulado y ganado el concurso de incentivos de la Ley 20.283. Este informe dará paso a una revisión del servicio forestal (CONAF), que podrá aceptar u objetar el pago de bonificaciones.

Los costos del Cuadro 13, se asocian a la superficie ejecutada anual. Asumiendo una superficie de ejecución anual variable entre 5 al 15 % de la superficie total, según el tamaño predial, se estimaron los costos unitarios correspondientes.

Cuadro 13. Costos administrativos según tamaño predial.

Costos administrativos	Tamaño superficie (ha)			
Tamaño superficie bosque predial	1.000	500	250	50
% intervención anual	5	7	10	15
Sup. intervención anual (ha/año)	50	35	25	8
Costos en miles de \$ /ha/año	14	19	27	90
Costo en UTM/ha/año	0,3	0,4	0,5	1,7



1.7.4. Ganancias e ingresos potenciales

Las ganancias o ingresos convencionales posibles, en la región de Valparaíso, básicamente son dos:

- a) incentivos de la Ley 20.283.
- b) ventas de la biomasa que puede ser destinada a leña, carbón o leña de quillay (tiene precio de leña).

Cuadro 14. Estándares de rendimientos e ingresos potenciales experimentados en algunos predios de Casablanca, región de Valparaíso (valor UF 31 julio 2021 = \$29.757,64).

Concepto	Estándar	Miles de \$/ha
Venta leña		
Precio miles de \$/kg	0,07	
Extracción media de kg/ha	3.000	
Venta potencial de leña		210
Incentivos (Ley 20.283)		
Corta para bosques irregulares		483
Pago asistencia técnica		94
Total ingresos		787



1.7.5. Balance financiero de la Ordenación Forestal en el caso de recuperación forestal

En este balance, el costo de ejecución usado es el de nivel “denso/simple”. También se asume que en todos los casos se postulará a incentivos de la Ley 20.283.

El balance unitario se debe calcular sobre la superficie total de bosque de la unidad de manejo. Ello, porque para un tamaño de superficie determinado, por ejemplo de 500 hectáreas, sólo se podría ejecutar 35

hectáreas anuales, porque las 465 hectáreas restantes están en reserva, bajo algún cuidado y en general acumulando biomasa. Entonces el rendimiento total se logra sobre las 500 hectáreas.

En el Cuadro 15 el balance financiero resultante es negativo lo que indican un déficit existente, al contrastar los costos del manejo, con criterios de Ordenación Forestal, versus los ingresos, donde se contabilizan sólo los obtenidos por venta de leña y bonificación de la Ley 20.283⁴ [8].

Cuadro 15. Balance financiero de modelo de Ordenación forestal para recuperación de bosques mediterráneos.

Estándares supuestos	Valores unitarios	Tamaño superficie			
Superficies bajo ordenación forestal	ha/total	1.000	500	250	50
Superficie ejecución supuesta	ha/añual	50	35	25	8
Costos (valor UF 31 de julio 2021 = \$29.757,64)					
<i>Elaboración plan Ordenación Forestal</i>					
Total	Miles de \$/predial o cada 10 años	7.316	3.969	3.042	1.872
Unitario	m\$/ha/10años	7,3	7,9	12,2	37,4
<i>Costos ejecución</i>					
Total	Miles de \$/año	60.000	42.000	30.000	9.000
Unitario	Miles de \$/ha/año	1.200	1.200	1.200	1.200
<i>Costos control servicio forestal</i>					
Total	Miles de \$/año	676	676	676	676
Unitario	Miles de \$/ha/año	14	19	27	90
Total costos	Miles de \$/año	67.992	46.645	33.718	11.548
Ingresos potenciales					
Total	Miles de \$/año	39.367	27.557	19.683	5.905
Unitario	Miles de \$/ha/año	787	787	787	787
Balance					
Total	Miles de \$/año	-28.625	-19.089	-14.034	-5.643
Unitario	Miles de \$/ha/año	-29	-38	-56	-113

⁴ En la actualidad, existen otras opciones de otros ingresos, como venta de hojas de boldo y ramas de quillay o bonos de carbono (ver https://gefmontana.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/12/Informe-Final_Plan-de-Financiamiento-APL_gefmontana.pdf)

2. Criterios e indicadores del estado de conservación del bosque y la biodiversidad

Posibles indicadores de biodiversidad a escala de predio y de rodal.

Elaborado por Jaime Rovira, Pablo Cruz y Jorge Burgos, con la colaboración de Pau Vericat.

2.1. Introducción

Se trata de una tarea encargada por el Comité de Coordinación del segundo Acuerdo de Producción Limpia (APL) de Manejo Sustentable del Bosque Mediterráneo, en la región de Valparaíso⁵.

Se solicitó, a una comisión de profesionales, de las instituciones integrantes del APL, que propusieran indicadores de sustentabilidad, y dentro de ellos, indicadores de protección de la biodiversidad.

La comisión encargada del trabajo desarrolló una propuesta de posibles indicadores de sustentabilidad. Posteriormente, el Proyecto GEF Corredores Biológicos de Montaña del Ministerio del Medio Ambiente, organizó un curso de Ordenación Forestal, donde invitó al investigador catalán Dr. Pau Vericat⁶ con el encargo de transmitir la experiencia europea, sobre indicadores de protección de biodiversidad, dentro del manejo de bosques con criterios de Ordenación Forestal.

A partir del intercambio de experiencias, se revisaron esos indicadores europeos y reemplazaron o enriquecieron los desarrollados en el marco del APL. La comisión de profesionales acordó que los indicadores deben ser:

- Cualitativos o cuantitativos.
- Relacionados efectivamente con la biodiversidad.
- Específicos del ámbito geográfico-ecológico.
- Comparables en el tiempo.
- Fáciles de medir, integrables en el inventario forestal.

⁵ Segundo Acuerdo de Producción Limpia (APL) "Manejo Sustentable del Bosque Nativo Mediterráneo región de Valparaíso", que sumó un total de 3.990 hectáreas de bosque recuperado con manejo forestal sustentable.

⁶ <https://gefmontanacurso.mma.gob.cl/#modulosprofesorado>



2.2. Indicadores prácticos, de biodiversidad, a escala de rodal, para bosque esclerófilo manejado de la zona central chilena

A continuación, se exponen los indicadores de biodiversidad, que concuerdan el comité de profesionales del segundo APL de Manejo Sustentable del Bosque Mediterráneo, en la región de Valparaíso.

Cuadro 16. Indicadores de biodiversidad a escala de rodal.

Propiedad de la biodiversidad	Indicador	Aspectos prácticos del indicador		
		Muestreo costo vs. eficiencia	Facilidad de medirlo	Muestreo tiempo vs. eficiencia
Composición	Diversidad de especies arbóreas	X		X
Composición	Sectores con especies amenazadas de extinción	X	X	X
Estructura	Árboles especiales (con cavidades, muy grandes, torcidos, especiales (con líquenes o musgo))		X	

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cosovic *et al.* (2020).



Diversidad de especies arbóreas en el rodal.

La diversidad de especies de un bosque es una característica que lo caracteriza. La composición de especies presentes. En el caso del bosque esclerófilo, un bosque sano se asocia a la convivencia de una diversidad de especies propias de ese tipo de bosque, predominando algunas de ellas.

Es deseable que exista esa diversidad. Durante la etapa de evaluación cualitativa, el rodal debe ser caracterizado también por este indicador, indicando el listado de especies arbóreas presentes en el rodal y cuáles de ellas predominan (ver título 1.4.1 de esta guía).

Al realizar el manejo del rodal, cuando le toque, en la planificación, se debe cuidar la preservación de la diversidad de especies arbóreas propias de ese bosque. Al aplicar el resalveo, debe favorecerse siempre a la especie más escasa. Cada cierto número de años y, de todos modos, a los 10 años, cuando toca la segunda intervención en el mismo rodal, se debe evaluar el comportamiento de ese indicador.

Sectores con especímenes de especies amenazadas de extinción.

Las especies amenazadas de extinción son parte de la composición del bosque y debe resguardarse su existencia para proteger al conjunto.

Debe registrarse la localización de esos especímenes durante la evaluación cualitativa (ver título 1.4.1 de esta guía), mientras se hace el inventario o durante la intervención en el rodal.

Una vez reconocido el espécimen se traza una zona de 10 metros a su alrededor de esos individuos, que permita proteger su desarrollo y reproducción. El plan debe determinar esas zonas y considerar su preservación. Cada cierto número de años, de todas formas, cuando toque volver a intervenir el rodal se comprueba el número de individuos presentes.

De aparecer nuevos individuos se debe proceder del mismo modo que la primera vez (se crean nuevas zonas de protección entorno a los nuevos individuos) y registrarse en el informe de ejecución de faenas.



Árboles especiales en el rodal. Se trata de la presencia de especímenes de árboles del bosque que destacan por características tales como:

- Presencia de cavidades en fuste y/o ramas;
- Presencia de hongos, líquenes, musgo, enredaderas u otras especies epífitas en troncos y/o ramas;
- Árboles muy grandes respecto a la población del rodal.

Durante la etapa de evaluación cualitativa se debe registrar el número de individuos de árboles especiales dentro de la transecta del rodal observado.

Al realizar el manejo del rodal, de acuerdo al calendario de la planificación, se debe dejar 10 metros alrededor de los árboles especiales presentes dentro del rodal.

Cada cierto número de años y, de todos modos, a los 10 años, cuando toca la segunda intervención en el mismo rodal, se debe evaluar el comportamiento de ese indicador.

2.3. Indicadores prácticos, de biodiversidad, a escala supra rodal, de predio o de paisaje, para bosque esclerófilo manejado de la zona central chilena

Cuadro 17. Indicadores de biodiversidad, a escala supra rodal.

Propiedad de la biodiversidad	Indicador
Estructura	Zonas especiales (rodales de árboles maduros/viejos; sectores con entornos muy diferentes al resto como roqueríos; sector con predominancia de una comunidad vegetal azonal nativa no arbórea)
Estructura	Sectores de quebradas, de bordes de cauces o manantiales
	Zonas de retención variable
	Presencia de especies exóticas invasoras

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cosovic *et al.* (2020).

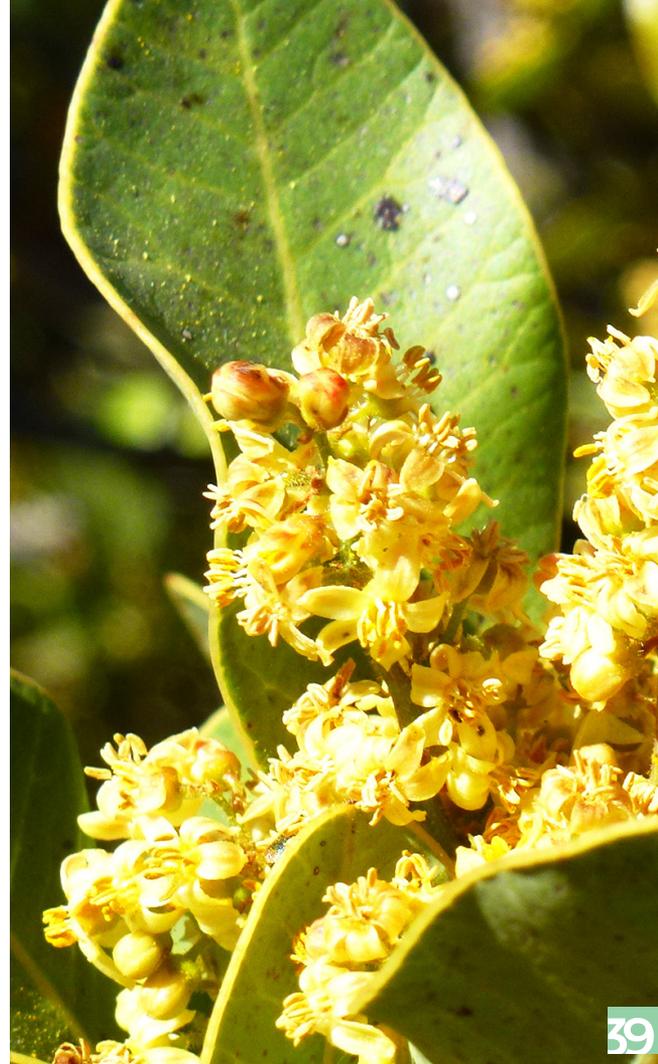
Zonas especiales. En la superficie del bosque de un predio pueden haber sectores distinguibles del resto, correspondiente a rodales de árboles maduros/viejos o de una comunidad florística distinta al resto, por particularidades del sustrato o de condiciones de humedad o un afloramiento rocoso. En el bosque, esos entornos aportan a la diversidad de hábitats en su interior, que favorece la existencia de una mayor diversidad de especies de todo tipo. Eso debe resguardarse al planificar el manejo. Durante la etapa de zonificación y cartografía esas zonas o lugares deben identificarse e integrarse al plan.

El plan debe considerar la preservación de esos lugares. Cada cierta cantidad de años y, de todos modos, al final del período de planificación (10 años, por ejemplo, se debe observar el avance y resultado de la conservación de la condición inicial.

Sectores de quebradas, de borde de cauces o manantiales. Sectores cercanos a cuerpos o cauces de agua superficial deben ser protegidos de su alteración significativa, para no promover el arrastre de sedimentos al agua y porque allí suele existir la mayor abundancia y diversidad de especies del bosque.

Además, de constituir corredores biológicos importantes en los ecosistemas. Deben ser identificados en la etapa de zonificación y cartografía y no contemplar su intervención en la ejecución del plan. En esos lugares no deben realizarse acciones que modifiquen la condición de ellos (no habilitar allí caminos, depósitos de residuos, huellas de madereo, etc.). Cada cierta cantidad de años y, de todos modos, al final del período de planificación (10 años, por ejemplo, se debe observar el avance de la conservación de la condición inicial.

Zonas con retención variable. Dentro del bosque del predio es conveniente destinar, a lo menos, un sector de cada rodal como zona de retención variable. Cumplirán el objetivo de servir como testigo de la condición del bosque antes de su intervención y de refugio para la fauna de la cercanía, cuando se hace el manejo. Es conveniente, que tenga una cubierta vegetal típica del bosque. Se define su localización y superficie durante la intervención anual del predio. Será definida una zona de este tipo cada año.



Cada cierta cantidad de años y, de todos modos, al final del período de planificación (10 años, por ejemplo) se debe observar el avance de la conservación de la condición inicial.

Presencia de especies exóticas invasoras. Ese tipo de especies constituye un factor de presión negativa sobre el bosque. A mediano o largo plazo pueden modificar totalmente el ecosistema. Es importante mencionar su presencia durante la etapa de inventario.

Debe reportarse la localización de esas especies durante la evaluación cualitativa, mientras se hace el inventario o durante la intervención en el rodal. Se debe intentar su eliminación o control, según sea el caso. Cada cierto número de años, de todas formas, cuando toque volver a intervenir el rodal, se debe comprobar si hay individuos presentes. De aparecer nuevos individuos se debe proceder del mismo modo que la primera vez y registrarse en el informe de ejecución de faenas.



3. Bibliografía

- [1] Cosovic, M., Bugalho, M., Thom, D. & Borges, J. (2020). Stand structural characteristics are the most practical biodiversity indicators for forest management planning in Europe. *Forests*, 11(3), 343. <https://doi.org/10.3390/f11030343>
- [2] Cruz, P. (2020). Principios de ordenación forestal para Chile. Autoedición. Santiago, Chile. 235 p
- [3] Cruz, P., Carrasco, B. y Bustos, G. (2021). Análisis de los efectos de la ordenación forestal en 30 años. Caso del bosque mediterráneo de la región de Valparaíso, Chile. *Ciencia e Investigación Forestal, CIFOR*, 27(1), 3-18.
- [4] Cruz, P., Schulze, C. & Honeyman, P. (2013). Chilean mediterranean forest, their value and destiny facing global change: Forest Management of Mediterranean Forests under the New Context of Climate Change. *NOVA*. New York, USA. 79–89.
- [5] Donoso, C. (1981). Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Santiago, Chile: Proyecto CONAF/PNUD/FAO. 70p
- [6] MINAGRI. (2008). Ley N°20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal. República de Chile.
- [7] MINAGRI. (2010). Decreto Supremo N° 82 sobre Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales de la Ley N° 20.283. República de Chile.
- [8] MMA - ONU Medio Ambiente. (2021). Informe Final. Plan de Financiamiento para habilitar la Ordenación Forestal en el marco del Acuerdo de Producción Limpia (APL) de propietarios de Bosque Nativo de la Región de Valparaíso. Estudio encargado a EBP Chile. Financiado en el marco del proyecto GEFSEC ID 5135 MMA - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 132p