

Fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio

Como mitigar o evitar los impactos negativos de la corta de recuperación en los bosques mediterráneos

proyecto

Anifog

Poblaciones animales ante incendios forestales y gestión postincendio

Universitat
de Girona

Realización y diseño

Eduard Mauri

Concepción

Pere Pons y Eduard Mauri

Revisión

José A. Alloza, Josep M. Bas, Francesc Còrdoba, Pere Pons, Josep Rost, Xavier Santos y Àngels Xabadia

Primera edición: julio de 2016

© fotografía de portada: Eduard Mauri

Proyecto *Anifog*, Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universitat de Girona

<http://anifog.wix.com/anifog>

ISBN: 978-84-8458-561-9

Financiado por:



Proyecto I+D+i CGL2014-54094-R

Cita recomendada

Mauri, E. & Pons, P. 2016. *Fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio*. Proyecto Anifog I+D+i CGL2014-54094-R, Universitat de Girona. ii + 116. Disponible en: anifog.wix.com/anifog



Índice

Preámbulo	1
Fundamentos para la gestión forestal postincendio	4
0. Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje	5
0.1 Evaluación del estado después de un incendio	5
0.2 La retención de madera quemada como medida de mitigación	8
0.3 Zonas de conservación de árboles de pie	10
1. Regeneración de la cubierta vegetal	13
1.0 Condiciones generales	13
1.1 Pinos serótinos	13
1.2 Pinos no seróticos	14
1.3 Encinas y robles (excepto alcornoques)	15
1.4 Alcornoques	16
1.5 Vegetación de sotobosque	17
1.6 Conversión de áreas arboladas en medios abiertos	18
2. Reducción de la erosión del suelo	20
2.0 Condiciones generales	20
3. Conservación de la fertilidad del suelo	22
3.0 Condiciones generales	22
3.1 Plantaciones de eucaliptos	23
4. Conservación de la fauna invertebrada	24
4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie	24
4.1 Invertebrados saxícolas y control de los insectos perforadores	25
5. Conservación de la fauna vertebrada	27
5.0. Condiciones generales: aves, mamíferos y herpetofauna	27
6. Reducción del riesgo de incendio posterior	30
6.0 Condiciones generales	30
7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera	32
7.1 Bosques de ribera y cursos de agua	32
7.2 Dispositivos de control de la erosión	33
Herramienta para la selección de las recomendaciones	35
Fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio	36
1. Regeneración de la cubierta vegetal	38
1.0 Condiciones generales	38
1.1 Pinos seróticos	42

1.2 Pinos no serófitos	46
1.3 Encinas y robles (excepto alcornoques)	49
1.4 Alcornoques	52
1.5 Vegetación de sotobosque	55
1.6 Conversión de áreas arboladas en medios abiertos	57
2. Reducción de la erosión del suelo	62
2.0 Condiciones generales	62
2.1 Pinares	67
2.2 Plantaciones de eucaliptos	69
3. Conservación de la fertilidad del suelo	71
3.0 Condiciones generales	71
3.1 Plantaciones de eucaliptos	75
4. Conservación de la fauna invertebrada	77
4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie	77
4.2 Invertebrados saproxílicos y control de insectos perforadores	81
5. Conservación de la fauna vertebrada	85
5.1 Aves	85
5.2 Mamíferos	89
5.3 Herpetofauna	93
6. Reducción del riesgo de incendio posterior	96
6.0 Condiciones generales	96
7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera	100
7.1 Bosques de ribera y cursos d agua	100
7.2 Dispositivos de control de la erosión	104
Glosario	107
Bibliografía	108



Preámbulo

Desde el inicio de la década de 2010 se observa en Europa un incremento de la recolección de madera con finalidades energéticas ([Eurostat](#) y [RuralCat](#)). Una de las fuentes de esta madera son los árboles quemados por incendios forestales, mediante las llamadas cortas de recuperación. Anteriormente, de estos árboles sólo se aprovechaban los troncos que podían ser destinados a madera de sierra, dejando las ramas y los pies más pequeños y mal formados en la zona incendiada. Actualmente, con el aumento de la demanda de biocombustibles, se tiende cada vez más hacia un aprovechamiento por árbol completo, donde prácticamente la totalidad de la biomasa aérea del arbolado quemado es aprovechada. Esta extracción masiva de biomasa de un ecosistema recientemente perturbado puede crear una sinergia de impactos sobre el medio y sus seres vivos. Estas **fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio** pretenden guiar los gestores y trabajadores forestales para mitigar o evitar los impactos negativos de la corta de recuperación y potenciar la resiliencia que presentan naturalmente los ecosistemas forestales de la cuenca Mediterránea frente a los incendios.

La principal fuente de información para redactar las fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio son 153 referencias bibliográficas, mayoritariamente artículos científicos, monografías y estudios realizados en la cuenca Mediterránea. En especial, se han consultado las bases de datos de *Web of Science* y las ponencias del *Congreso Forestal Español*. Las fichas han sido revisadas por diversos expertos en diferentes materias, procedentes de centros de investigación y académicos, de administraciones públicas estatales, autonómicas y provinciales, de organizaciones de propietarios forestales y de empresas privadas.

Las fichas que se recogen a continuación están pensadas para ser aplicadas a los trabajos forestales ejecutados en bosques quemados donde se practica el aprovechamiento maderero. Cubren las actuaciones postincendio **inmediatas** (o de estabilización y de emergencia, justo después del fuego y dentro del primer año después del incendio) y a **corto plazo** (o de rehabilitación, 1 a 3 años después del fuego), que son el periodo durante el cual se realiza el aprovechamiento. Estas recomendaciones abordan la regeneración de la cubierta vegetal, la reducción de la erosión y de la escorrentía, la conservación de la fertilidad del suelo, la conservación de la fauna (vertebrada e invertebrada), la reducción del riesgo de incendio posterior y la conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera. Las fichas no tratan las actuaciones de restauración a medio plazo, como la recuperación de la productividad, la reducción de la combustibilidad, la mejora de la calidad del ecosistema maduro o la recuperación de la resiliencia, excepto aquellas actuaciones que se puedan aplicar a corto plazo durante la cosecha de la madera o justo después de esta, aprovechando la presencia de trabajadores y de maquinaria en el bosque.

Las **8 fichas** se dividen en temáticas, que son los principales elementos del medio que pueden recibir un impacto debido a la corta de recuperación. Las fichas constan de **dos partes**: primero, un texto introductorio sobre los **Fundamentos para la gestión forestal postincendio** (p. 4) sobre los cuales se basan las recomendaciones y, a continuación, las **Fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio** (p. 36), que recogen las recomendaciones que se pueden llevar a cabo a escala de rodal y de finca durante la corta de recuperación. Estas dos partes han sido pensadas para una lectura independiente. Para facilitar la relación entre las dos partes (textos introductorios y fichas de buenas prácticas) cada temática está representada por un color. Así, si al lector le interesa conocer las implicaciones ecológicas de los incendios y de las talas de recuperación podrá centrar su lectura en los textos introductorios, pero si busca como disminuir los impactos negativos de los trabajos forestales postincendio deberá dirigirse a las fichas de buenas prácticas.

Las fichas están identificadas por números, del 0 al 7, según los elementos del medio implicados. Una excepción a la división de las fichas en dos partes es la ficha 0, sobre *La planificación y la gestión forestales*

postincendio a escala de paisaje, donde los fundamentos y las recomendaciones para la totalidad de la zona quemada se presentan conjuntamente. Las **8 temáticas** de las fichas son:

0. Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje
1. Regeneración de la cubierta vegetal
2. Reducción de la erosión del suelo
3. Conservación de la fertilidad del suelo
4. Conservación de la fauna invertebrada
5. Conservación de la fauna vertebrada
6. Reducción del riesgo de incendio posterior
7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera

Estos temas se dividen en secciones más precisas identificadas con una segunda cifra (por ejemplo según las especies arbóreas dominantes). Cuando la sección se refiere a las condiciones generales de la temática, esta cifra es 0.

Para cada uno de estos 7 elementos del medio, se recogen **12 grupos de recomendaciones para los trabajos forestales** en relación con la corta de recuperación, con otros trabajos subsecuentes y con condiciones que los afectan (como la meteorología o la pendiente). Estos trabajos están ordenados cronológicamente: corta, desembosque, preparación del terreno, etc. Las recomendaciones están identificadas con una letra, de la “a” hasta la “l”:

- a. Sistema de aprovechamiento por árbol completo
- b. Sistema de aprovechamiento por tronco completo/madera troceada
- c. Sin aprovechamiento
- d. Momento oportuno de la corta
- e. Localización de la corta
- f. Intensidad de la corta
- g. Desembosque
- h. Preparación del terreno
- i. Meteorología
- j. Pendiente
- k. Trabajos específicos
- l. Aprovechamientos silvopastorales

Las fichas de buenas prácticas han sido pensadas para una **lectura modular** (a modo de consulta puntual según los intereses o los objetivos del lector). Para que resulte fácil navegar por las fichas, todas tienen la misma estructura: los 12 grupos de recomendaciones.

La Tabla 1 muestra las fichas de buenas prácticas para las cuales se ha encontrado información para elaborar recomendaciones de gestión postincendio. Así, por ejemplo, la recomendación 1.2 d hace referencia al momento oportuno de la corta de recuperación que permite favorecer o reducir los impactos sobre la regeneración de la cubierta vegetal cuando esta está compuesta por pinos no serótinos (antes del incendio).

Para orientar al gestor hacia las recomendaciones para la gestión forestal postincendio que le sean pertinentes se recomienda que se consulte la **Herramienta para la selección de las recomendaciones** (p. 35). Esta se divide en cuatro grandes objetivos para la zona incendiada y considera tanto los medios disponibles para la realización de los trabajos como las condiciones del ecosistema después del incendio.

Finalmente, el equipo de redacción ha creído oportuno fundamentar las recomendaciones en evidencias de estudios y en conocimientos de profesionales y especialistas, sin tener en cuenta la **normativa legal** de un territorio determinado, puesto que las fichas son aplicables a la gran mayoría de ecosistemas arbolados de la cuenca Mediterránea.

Tabla 1. Códigos de las recomendaciones de las fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio.

Elementos del medio (o temáticas)	Secciones		Sist. aprov. árbol completo a	Sist. aprov. tronco completo/tronco b	Sin aprovechamiento c	Momento oportuno de la corta d	Localización de la corta e	Intensidad de la corta f	Desembosque g	Preparación del terreno h	Meteorología i	Pendiente j	Trabajos específicos k	Aprovechamientos silvopastorales l
Regeneración de la cubierta vegetal	General	1.0	1.0 a	1.0 b	1.0 c	1.0 d	1.0 e	-	1.0 g	1.0 h	-	-	1.0 k	1.0 l
	Pinos serótinos	1.1	1.1 a	1.1 b	1.1 c	1.1 d	G	-	G	1.1 h	-	-	1.1 k	1.1 l
	Pinos no serótinos	1.2	1.2 a	G	G	1.2 d	G	-	G	1.2 h	-	-	1.2 k	1.2 l
	Encinas y robles	1.3	1.3 a	1.3 b	1.3 c	G	1.3 e	-	G	1.3 h	-	-	1.3 k	1.3 l
	Alcornosques	1.4	1.4 a	1.4 b	1.4 c	1.4 d	1.4 e	-	1.4 g	1.4 h	-	-	1.4 k	1.4 l
	Vegetación de sotobosque	1.5	G	G	G	G	G	-	G	G	-	-	1.5 k	G
	Conversión a medios abiertos	1.6	1.6 a	1.6 b	1.6 c	1.6 d	1.6 e	1.6 f	1.6 g	1.6 h	-	-	1.6 k	1.6 l
Reducción de la erosión del suelo	General	2.0	2.0 a	2.0 b	2.0 c	2.0 d	2.0 e	2.0 f	2.0 g	2.0 h	2.0 i	2.0 j	2.0 k	2.0 l
	Pinares	2.1	G	G	G	2.1 d	G	G	G	2.1 h	G	G	G	G
	Eucaliptos	2.2	G	G	G	G	G	G	G	2.2 h	G	G	2.2 k	G
Conservación de la fertilidad del suelo	General	3.0	3.0 a	3.0 b	3.0 c	3.0 d	3.0 e	3.0 f	3.0 g	3.0 h	3.0 i	-	-	3.0 l
	Eucaliptos	3.1	G	G	G	G	G	G	G	3.1 h	G	-	3.1 k	G
Conservación de la fauna invertebrada	Del suelo y la superficie	4.1	4.1 a	4.1 b	4.1 c	4.1 d	4.1 e	4.1 f	-	4.1 h	-	-	4.1 k	4.1 l
	Saproxílicos i perforadores	4.2	4.2 a	4.2 b	4.2 c	-	4.2 e	4.2 f	-	-	-	-	4.2 k	-
Conservación de la fauna vertebrada	Aves	5.1	5.1 a	5.1 b	5.1 c	-	5.1 e	5.1 f	-	-	-	-	5.1 k	5.1 l
	Mamíferos	5.2	5.2 a	5.2 b	5.2 c	-	5.2 e	-	-	-	-	-	-	-
	Herpetofauna	5.3	5.3 a	5.3 b	5.3 c	-	5.3 e	-	-	-	-	-	5.3 k	-
Reducción del riesgo de incendio	General	6.0	6.0 a	6.0 b	6.0 c	-	6.0 e	6.0 f	-	6.0 h	-	-	6.0 k	6.0 l
Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera	Bosques de ribera i cursos de agua	7.1	7.1 a	7.1 b	7.1 c	7.1 d	7.1 e	7.1 f	7.1 g	7.1 h	7.1 i	7.1 j	7.1 k	7.1 l
	Dispositivos de control de erosión	7.2	7.2 a	7.2 b	7.2 c	7.2 d	7.2 e	7.2 f	-	7.2 h	7.2 i	7.2 j	7.2 k	-

"G" indica situaciones para las cuales no se ha encontrado recomendaciones específicas y son aplicables las recomendaciones de la sección "General" de aquel tema.

"-" indica situaciones para las cuales no se han encontrado recomendaciones específicas.



Fundamentos para la gestión forestal postincendio

En esta sección se presentan los impactos ecológicos de los incendios forestales y de las cortas de recuperación sobre los ocho principales elementos de los bosques. Para facilitar la relación entre las dos partes de las fichas (los textos sobre los fundamentos y las fichas de buenas prácticas), ambas llevan los mismos nombres y están representadas por los mismos colores:

0. Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje	5
1. Regeneración de la cubierta vegetal	13
2. Reducción de la erosión del suelo	20
3. Conservación de la fertilidad del suelo	22
4. Conservación de la fauna invertebrada	24
5. Conservación de la fauna vertebrada	27
6. Reducción del riesgo de incendio posterior	30
7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera	32

Una excepción es la ficha 0, sobre la *Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje*. En ella se recogen a la vez tanto los fundamentos como las recomendaciones para la totalidad de la zona quemada.

Los objetivos de esta sección son: (1) mejorar la comprensión de lo que sucede durante y después de un incendio forestal y (2) apoyar las recomendaciones de buenas prácticas.

0. Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje

Objetivo: mitigar o evitar los impactos negativos a gran escala causados por las cortas de recuperación



0.1 Evaluación del estado después de un incendio

En la cuenca Mediterránea, tradicionalmente la gestión de las áreas forestales quemadas ha sido a menudo su reforestación o forestación completa, mediante la plantación de pinos ⁸⁵, con el aprovechamiento de los troncos quemados si estos eran rentables. Hoy en día, el aumento del consumo de biomasa forestal con finalidades energéticas (en forma de astilla o de pellet) está propiciando el aprovechamiento por árbol completo en grandes superficies quemadas, habitualmente con pocas medidas de restauración y con los trabajos forestales iniciándose al poco del incendio. No obstante, dependiendo de las condiciones locales, estas no son siempre las mejores prácticas. Pensando en las cortas de recuperación después de un incendio, los gestores forestales y las partes interesadas tienen que afrontar una cuestión clave: ¿cuáles son los objetivos de esta actuación? La respuesta a esta pregunta depende de dos elementos: los objetivos previamente definidos para el área forestal quemada y la capacidad de predecir cómo reaccionará el ecosistema afectado por el fuego ⁸⁵.

Primeramente, un incendio forestal no tendría que ser un motivo para ir en contra de los objetivos que previamente habían sido fijados para un monte o para un territorio ⁷¹. Sin embargo, la transformación del ecosistema causada por el fuego puede ser una oportunidad que facilite la conversión del medio hacia formaciones vegetales más resistentes o resilientes al fuego (por ejemplo la conversión de rodales de pinos no serótinos hacia planifolios rebrotadores), o el mantenimiento de hábitats raros (por ejemplo la creación de herbazales o matorrales en regiones con excesiva continuidad forestal). El conjunto de objetivos, escogidos por el propietario de los bosques (público o privado) pero también por la sociedad, sobrepasa los límites de la tenencia y del área afectada por el incendio. Por este motivo es necesaria una planificación y una gestión a nivel de paisaje, que ultrapase el límite de las fincas y del área quemada.

En segundo lugar, la respuesta del ecosistema al fuego depende en gran medida de su vulnerabilidad ecológica y de la severidad del incendio. Es necesario, pues, evaluar la capacidad del área quemada a soportar una corta de recuperación y modularla para no comprometer la sostenibilidad del medio. Debido a la heterogeneidad de los incendios y del propio medio, desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente ¹ se propone un marco estandarizado para la evaluación urgente de la vulnerabilidad del medio y de la severidad del incendio mediante un muestreo del área quemada lo más rápidamente posible después del fuego y siempre antes de las lluvias de otoño.

El **muestreo es sistemático**, con puntos de muestreo de 20 m de radio y escogidos aleatoriamente a partir de una malla cuadrangular superpuesta a la zona del incendio, con el fin de limitar la subjetividad (Tabla 2). Si el relieve lo permite, se pueden añadir observaciones hechas desde puntos elevados accesibles que permitan tener una visión más general del área quemada.

Tabla 2. Recomendación de la densidad de la malla y del número de puntos de muestreo, en función de la extensión del incendio, para zonas de escasa accesibilidad.

Superficie del incendio (ha)	100	500	1.000	2.500	5.000	7.500	10.000
Nº de puntos de la malla	50	100	150	300	500	600	650
Nº de puntos de muestreo	6-15		25-50			>50	

Fuente: Alloza, J. A., Garcia, S., Gimeno, T., Baeza, J., Vallejo, R., Rojo, L. & Martínez, A. 2014. Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación. 1a ed., Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 188.

En los puntos de muestreo se evaluarán la vulnerabilidad y la severidad del incendio, ambos para el suelo y para la vegetación (Tabla 3). También se tendrá que indicar cualquier afectación singular que ayude a la evaluación.

Con los datos del muestreo se podrán cartografiar zonas homogéneas, donde la vulnerabilidad y la severidad son uniformes para cada característica postincendio del medio. Para cada una de estas características se presentan, en una o más fichas (columna de la derecha de la Tabla 3), recomendaciones de buenas prácticas que permiten proteger, mitigar o restaurar los problemas que se puedan derivar del incendio. Para una característica concreta, si la vulnerabilidad o la severidad son elevadas, es importante aplicar las recomendaciones más estrictas de la ficha, mientras que si la vulnerabilidad o la severidad son bajas, se podrá proceder a unos trabajos forestales con unas medidas de protección, de mitigación o restauración menos rigurosas. Si dos características postincendio del medio presentan grados diferentes de vulnerabilidad o de severidad, por precaución se sugiere aplicar la recomendación más estricta de la ficha.

Tabla 3. Evaluación de la vulnerabilidad y de la severidad del incendio en los puntos de muestreo.

Características postincendio del medio		Grado de vulnerabilidad y de severidad			Fichas con recomendaciones de buenas prácticas			
		Bajo	Medio	Alto				
Vulnerabilidad	Pendiente	< 15%	15-30%	> 30%	2. Erosión del suelo 7. Hábitats fluviales			
	Litología ^a	Tipo I	Tipo II	Tipo III	2. Erosión del suelo			
	Suelo	Síntomas previos de erosión	Grado de erosión	Ausente/leve	Moderado	Severo	2. Erosión del suelo 7. Hábitats fluviales	
			Estado de los bancales	Buen estado	Derrumbe parcial	Derrumbe generalizado		
			Grado de encostramiento ^b	Ausente/leve	Moderado	Severo		
	Protección del suelo	% de suelo desnudo	< 30%	30-60%	> 60%	2. Erosión del suelo		
		Grosos de la capa de hojarasca	> 3cm	1-3 cm	< 1cm	3. Fertilidad 7. Hábitats fluviales		
	Vegetación	Capacidad de respuesta	FCC del bosque maduro	> 60%	30-60%	< 30%	1. Regeneración de la cubierta 5. Vertebrados	
			Recubrimiento del matorral rebrotador	> 60%	30-60%	< 30%		
			Recubrimiento de herbáceas rebrotadoras	> 60%	30-60%	< 30%		
	Recurrencia de los incendios en los últimos 20 años	0	1	> 1	1. Regeneración de la cubierta			
	Daños por plagas	Ausente/leve	Moderado	Severo	4. Invertebrados			
Severidad	Suelo	Afectación de la hojarasca	Intacta	Quemada parcialmente	Consumida	1. Regeneración de la cubierta 3. Fertilidad		
		Presencia de cenizas blancas	Ausentes	Puntuales	Generalizadas	1. Regeneración de la cubierta 3. Fertilidad		
	Vegetación	Arbolado		> 50% de la copa verde	> 50% de las hojas secas	Copas consumidas	1. Regeneración de la cubierta 5. Vertebrados	
				Matorral	Hojas verdes	Ramas finas consumidas	Ramas gruesas consumidas	1. Regeneración de la cubierta 5. Vertebrados
				Herbáceas	Restos verdes	Quemada parcialmente	Consumida	1. Regeneración de la cubierta 5. Vertebrados

^a Tipo I: caliza, dolomía, caliza con dolomía o con calcarenita, caliza y arenisca; tipo II: caliza margosa, calcarenita, caliza tobácea, conglomerado, conglomerado y arcilla, caliza y marga, flysch, calcarenita y marga, dolomía y marga, arenisca, pizarra, esquisto y cuarcita; tipo III: granito, conglomerado con arcilla, arena, arcilla, arcilla con arena, yeso, marga, arcilla con marga o con limo.

^b Estimable a través del grosor de la costra y de su consistencia cuando está seca: los encostramientos leves suelen presentar menos de 2 mm de grosor y se rompen fácilmente, los moderados suelen presentar 2-5 mm y los severos más de 5 mm y son muy duros.

Fuente: modificada de Alloza, J. A., García, S., Gimeno, T., Baeza, J., Vallejo, R., Rojo, L. & Martínez, A. 2014. Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación. 1a ed., Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 188.

0.2 La retención de madera quemada como medida de mitigación

La principal medida disponible para reducir los impactos de las cortas de recuperación es la conservación de árboles quemados de pie. Esta **retención de madera quemada** tiene que responder a diferentes objetivos y no debe ser sólo una consideración de motivos comerciales. Se dispone de muy poca información sobre cuáles son las cantidades mínimas de madera quemada que se tendrían que conservar en el momento de realizar una corta de recuperación. Esta retención de madera se puede expresar en función de la biomasa por unidad de superficie o en función de la proporción de la superficie quemada arbolada excluida de la tala.

Para guiar al gestor sobre la **cantidad** de madera quemada que se tendría que retener según diferentes objetivos, en el oeste de los Estados Unidos se han fijado baremos para los bosques maduros del interior ¹⁷ (Tabla 4). Estos datos no pueden ser inferidos a los bosques mediterráneos por las diferencias en la composición, la estructura y la dinámica. No obstante, en bosques mediterráneos de los Apeninos, después de 35 a 50 años sin trabajos forestales, se encuentran entre 7 y 60 toneladas/ha de madera muerta de grandes dimensiones ⁷³, intervalo similar al propuesto en la Tabla 4. Es importante dejar una parte de la madera quemada después de un incendio puesto que pasarán muchos años antes de que el bosque no haya crecido y envejecido bastante para poder volver a generar un volumen considerable de madera de estas características.

Tabla 4. Intervalos óptimos de madera quemada (de más de 7,5 cm de diámetro) a retener después del incendio.

Objetivos	Bosques de zonas secas y cálidas		Bosques de zonas frescas y de montaña	
	Mínimo (t/ha)	Máximo (t/ha)	Mínimo (t/ha)	Máximo (t/ha)
Controlar el riesgo de incendio posterior	0	56	0	67
Prevenir el calor transmitida al suelo en caso de incendio posterior	0	78	0	90
Mantener la productividad del bosque	11	22	22	56
Conservar la biodiversidad	6	67	11	67
Conservar los valores históricos de madera muerta	11	22	22	60
Cantidad global recomendada	11	45	22	67

Fuente: modificada de Brown, J. K., Reinhardt, E. D. & Kramer, K. A. 2003. Coarse woody debris: managing benefits and fire hazard in the recovering forest. General technical report RMRS-GTR-105, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 16.

Para los bosques boreales del este del Canadá, un comité de expertos sobre el aprovechamiento de los bosques quemados sugiere conservar sin talar entre el 15 y el 30% de la **superficie** quemada arbolada, a nivel regional, de forma que la débil retención de madera quemada en un incendio pueda ser compensada por una retención más elevada en otro incendio de la misma región ⁸⁷. La evaluación se propone sobre un periodo de 5 años. Esta flexibilidad no exige que en cada incendio se retengan árboles de pie en lugares ecológicamente sensibles, como en franjas adyacentes a los cursos de agua, zonas vulnerables a la erosión o la conservación de árboles quemados dispersos dentro de los parches de vegetación no quemada.

Conservar los árboles muertos de pie agrupados proporciona más ventajas que conservarlos dispersos. Estas agrupaciones o franjas pueden cubrir zonas donde el suelo es más vulnerable, suavizar el ecotono entre el bosque no quemado y el ramo de corta, o capturar los sedimentos que la escorrentía transporta desde la zona quemada hacia los cursos de agua. Dejar algunos árboles dispersos en el tramo de corta permitirá conservar una cierta heterogeneidad en el paisaje. Como regla general, se propone que del total de árboles muertos de pie sin talar, entre 90 y 95% se conserven agrupados, localizándolos según las recomendaciones de las fichas de buenas prácticas, y entre 5 y 10% se mantengan aislados (dispersos en el tramo de corta).

Para una información más detallada sobre la distribución de la madera quemada sin aprovechamiento dentro del perímetro del incendio, consultad el Cuadro 1 y la sección 0.3 Zonas de conservación de árboles de pie.

Cuadro 1. Disponibilidad de la biomasa según el sistema de aprovechamiento.

El sistema de aprovechamiento tiene un gran impacto en las posibilidades del uso de la madera muerta quemada. El aprovechamiento por tronco completo es más flexible, puesto que permite disponer separadamente de las ramas y del tronco, y deja más materia orgánica (las ramas y las copas) en el tramo de corta. En los bosques mediterráneos la biomasa de las ramas representa, aproximadamente, una quinta parte de la biomasa aérea de un árbol (excluyendo las hojas, puesto que se consideran que se queman en el incendio)²⁴. Dicho de otro modo, la biomasa de un árbol entero quemado equivale a la biomasa del ramaje de cinco árboles quemados. Así, en el tramo de corta (excluyendo las superficies de árboles quemados de pie agrupados y los árboles quemados de pie aislados), un aprovechamiento por árbol completo que dejara un árbol de cada cinco conservaría la misma biomasa que el mismo tramo aprovechado por tronco completo (siempre y cuando se deje el ramaje *in situ*).

Sugerimos que, calculando los árboles que se planee talar (excluyendo las superficies de árboles quemados de pie agrupados y los árboles quemados de pie aislados), si el aprovechamiento es por árbol completo se conserve un árbol de cada cinco. En el aprovechamiento por tronco entero no se practicaría esta retención suplementaria, pero se aconseja disponer las ramas en pilones, por las numerosas ventajas que estos implican. En condiciones de pendiente (> 30%) y de suelos vulnerables a la erosión, se aconseja reservar ciertos troncos para la confección de barreras de troncos contra la erosión combinadas con el apilado de las ramas.

Cómo la distribución de la superficie cortada propuesta es independiente de los límites de tenencia, los propietarios forestales de fincas donde se practicase una retención más elevada de árboles quemados dispondrían de menos ingresos por la venta de madera quemada que si se cosechara toda la madera posible. Para compensarlo, se propone distribuir los ingresos en función de la superficie arbolada quemada en cada finca, y no en función del volumen aprovechado. Este sistema ya ha sido propuesto o utilizado después de incendio en algunos municipios. Para lograr los objetivos territoriales, el gestor tendrá que planificar la corta de recuperación y otras actividades conexas (como la construcción de dispositivos de control de erosión con madera procedente de esta tala) desde una visión a escala regional, sin limitarse a la tenencia del territorio.

Independientemente de la vulnerabilidad del ecosistema y de la severidad del incendio, ciertos espacios merecen una atención especial (Tabla 5) y se tienen que considerar en el contexto de toda el área quemada y del paisaje alrededor^{71,72}. Con la recurrencia de los fuegos en la cuenca Mediterránea, estas consideraciones ya tendrían que estar incluidas en los planes territoriales o en los planes de gestión forestal. Las fichas de buenas prácticas proponen acciones concretas por varios objetivos de protección o medidas de mitigación listados en la Tabla 5.

Tabla 5. Objetivos de protección de los valores ecológicos y medidas de mitigación de los impactos de la corta de recuperación.

Objetivos	0. Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje	1. Regeneración de la cubierta vegetal	2. Reducción de la erosión del suelo	3. Conservación de la fertilidad del suelo	4. Conservación de la fauna invertebrada	5. Conservación de la vertebrada	6. Reducción del riesgo de incendio posterior	7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera
Protección de los altos valores ecológicos								
Protección de hábitats especiales: riscos, cuevas, roquedales, hábitats de especies de medios abiertos, construcciones de piedra seca, etc.		X			X	X		X
Protección de rodales forestales (arbolados o no) que son raros por su composición, estructura o poca fragmentación	X	X						X
Protección de lugares de alto interés biológico: ecotonos, fuentes de madera muerta de grandes dimensiones, hábitats para especies raras, ecosistemas raros, etc.	X	X			X	X		X
Protección de ecosistemas acuáticos, de las zonas de ribera, de las cuencas de captación de agua y de los estanques temporales								X
Protección de los corredores regionales y de otras formas de conectividad	X							
Temporización de los aprovechamientos para minimizar los impactos en el medio y en los organismos		X	X	X	X	X		X
Mitigación de los impactos de la corta de recuperación								
Mitigación de los impactos de los sistemas de desembosque y de transporte		X	X	X				X
Desarrollo de objetivos a nivel de paisaje para elementos estructurales específicos: densidad de árboles quemados de pie (snags) y de grandes árboles con cavidades, etc.	X	X			X	X	X	X
Consideración de los patrones espaciales y temporales de la tala: agregado/disperso, superficie de las zonas de tala, duración de la tala, etc.	X	X	X	X	X	X	X	X
Restauración y rehabilitación del medio		X	X	X			X	X
Desarrollo o mantenimiento de la silvicultura preventiva de los incendios forestales							X	
Desarrollo de estrategias de gestión para especies concretas: especies raras o amenazadas, especies cinegéticas, especies invasoras, etc.		X			X	X		X

0.3 Zonas de conservación de árboles de pie

Las zonas de conservación de árboles de pie son las superficies, dentro del perímetro del fuego, que se excluyen del aprovechamiento maderero, ya sea por la fragilidad del medio después del incendio como por la multitud de servicios ambientales que estos rodales pueden ofrecer si se conservan los árboles de pie, muertos o vivos. Existen pocos datos sobre la proporción mínima de superficie quemada que se tendría que conservar sin corta. El Comité de expertos sobre el aprovechamiento de los bosques quemados del Quebec ⁸⁷ recomienda reservar como mínimo el 30% de la superficie quemada a nivel regional y un 15% de la

superficie quemada en cada incendio. Otros estudios ^{21,48,69} aconsejan conservar como mínimo el 10% de los árboles quemados en un incendio. Según la mitigación de los efectos de la corta o de protección del medio que se persigan, estos pies pueden permanecer dispersos, agrupados o combinando ambas distribuciones, en forma de mosaico.

Según las recomendaciones recogidas, proponemos dividir la superficie dentro del perímetro del incendio en cuatro zonas:

Zona de conservación de 1ª prioridad: son áreas donde, por la fragilidad del medio después del incendio y por la multitud de servicios ambientales que estas zonas proveen, es primordial conservar los árboles muertos de pie y evitar la circulación de maquinaria y la apertura de nuevos caminos o pistas. Esta zona tendría que cubrir como mínimo un 10% de la superficie dentro del perímetro del área quemada y respetar los lugares que se detallan a la Tabla 6. Se tendría que respetar en todos los incendios, sea cual sea su superficie, por la importancia ecológica de estos lugares.

Zona de conservación de 2ª prioridad: son áreas de menor fragilidad del medio después del incendio, donde la conservación de los árboles muertos de pie facilitaría la regeneración del ecosistema. Se tiene que evitar la circulación de maquinaria y la apertura de nuevos caminos o pistas. La superficie de esta zona, sumada a la de primera prioridad, tendría que cubrir como mínimo un 20% de la superficie dentro del perímetro del área quemada y debería aplicarse en los incendios de más de 10 ha. Los lugares donde establecer las zonas de conservación de segunda prioridad se detallan a la Tabla 6.

Zona de conservación para la recolonización: son áreas que tienen como objetivo proporcionar a la fauna y a la flora grandes superficies quemadas sin alteración humana para su supervivencia dentro de la zona del incendio y que sirvan de foco de colonización. En ellas se pueden abrir nuevos caminos o pistas para acceder a los tramos de corta. Aplicable en los incendios de más de 100 ha, la superficie de esta zona, sumada a las dos zonas anteriores, tendría que cubrir como mínimo un 30% de la superficie dentro del perímetro del área quemada. Su localización se detalla en la Tabla 6.

Zona de corta de recuperación: corresponde al tramo de corta, es decir, la superficie donde el aprovechamiento de los árboles quemados por el incendio es prioritario, respetando las recomendaciones de las fichas de buenas prácticas. No obstante, se propone una retención de árboles quemados dispersos si el aprovechamiento se hace por árbol completo (Tabla 6).

Con estas tres zonas de conservación de árboles de pie dentro del perímetro del incendio se lograría la retención de volúmenes de madera muerta similares a los que contienen los bosques mediterráneos sin aprovechamientos madereros y en evolución natural. Esto favorece la protección y la supervivencia de los invertebrados del suelo y de la superficie, y de los organismos saproxílicos (recomendaciones 4.1 f y 4.2 f). También así se favorece el uso del medio por fauna vertebrada (recomendaciones 5.1 e, 5.2 e y 5.3 e) a pesar de que las fuentes consultadas no especifican superficies mínimas ni localizaciones específicas referentes a las zonas de conservación de árboles de pie. No obstante, se tendrán que evitar los trabajos forestales durante las épocas de reproducción de las aves y de los mamíferos (recomendaciones 5.1 d y 5.2 d respectivamente), que acostumbra a coincidir con periodos durante los que las poblaciones de otros grupos de fauna son más vulnerables. Igualmente, se tendrían que esperar 4 meses desde el fin del incendio antes de entrar con maquinaria a la zona quemada, a pesar de que también se aconseja una espera de 8 meses o incluso un año (recomendaciones 2.0 d y 3.0 d) según la vulnerabilidad del suelo a la erosión y a la pérdida de fertilidad.

Tabla 6. Zonas de conservación de árboles de pie.

Zona	Localización y dimensiones	Fichas
1ª prioridad Aplicar en todos los incendios	Franja de 40 m de anchura a ambos lados de los cursos de agua perennes e intermitentes, y alrededor de zonas húmedas y de estanques temporales	7.1 e, 7.1 k
	Franja de entre 30 y 60 m de anchura en todo el perímetro del incendio, aguas abajo	7.1 e
	Áreas de suelo con una vulnerabilidad a la erosión alta, donde el suelo ha quemado severamente o donde haya procesos erosivos previos al incendio	2.0 e
	Los parches de vegetación no quemada y los parches de hojarasca sin quemar (que pueden medir sólo algunos metros cuadrados), incluyendo los árboles muertos que pueda haber en su interior Si no hay parches de vegetación no quemada, dejad agregados de 0,5 ha o más de árboles quemados sin cortar, o dejad grupos de 10 a 20 árboles de pie	1.0 a, 1.0 b, 1.0 c, 1.2 k, 4.1 e
2ª prioridad Aplicar en los incendios > 10 ha ^a	Franja de entre 30 y 60 m de anchura en todo el perímetro del incendio, aguas arriba	7.1 e
	Parches de retención de árboles quemados de como mínimo 50 m x 100 m	4.1 e, 4.2 e
	Retención de los árboles quemados en toda la superficie de los vertientes sur con suelos someros, poc pedregosos y donde las partículas están poco agregadas	1.0 e, 2.0 d, 3.0 e
Conservación para la recolonización Aplicar en los incendios > 100 ha	Parches de retención de como mínimo 200 m x 200 m Estos parches se pueden situar en zonas menos aptas al aprovechamiento (fuerte pendiente, débil densidad de pies o de pequeñas dimensiones, acceso difícil, suelos sensibles a la circulación de la maquinaria) o en zonas donde queden incluidos hábitats particulares (riscos, cuevas, etc.)	4.1 e, 4.2 e
Tramo de corta	En el tramo de corta, si el aprovechamiento se hace por árbol completo, conservad de pie y dispersos uno de cada cinco árboles muertos (enteros o con el tronco roto, midiendo más de 2 m de altura en ambos casos). Si el aprovechamiento se hace por tronco completo, dejando las ramas <i>in situ</i> , no es necesario conservar árboles aislados en el tramo de corta. Ved el Cuadro 1.	5.1 f

^a Des dels anys 1990 la superfície mitjana dels incendis forestals als països mediterranis europeus se situa entorn de les 10 ha.

La aplicación de estas zonas de conservación de árboles de pie requiere una gestión global y concertada del área quemada. Una mesa de concertación forestal postincendio puede ser una herramienta adecuada y que ya se ha aplicado en algunos incendios en España. Se identifican los problemas comunes, se promueven grupos de trabajo que facilitan el intercambio de información y se toman decisiones de forma abierta, flexible y eficaz. Tendrían que estar presentes las asociaciones de propietarios forestales, las empresas forestales, los ayuntamientos, los servicios forestales regionales y/o estatales, personal científico de centros de investigación de los ámbitos forestal o ambiental y otras partes interesadas en la gestión y el uso del territorio. Los participantes a una mesa de concertación tendrían que delimitar las zonas de conservación de árboles de pie y decidir las compensaciones para los propietarios forestales que voluntariamente cedieran áreas sin aprovechamiento. Para incentivar esta cesión se podrían distribuir los ingresos de la venta de madera en función de la superficie arbolada quemadura de cada finca, y no en función del volumen aprovechado.

1. Regeneración de la cubierta vegetal

Objetivo: acelerar la regeneración de la cubierta vegetal después de un incendio



1.0 Condiciones generales

Regenerar la cubierta vegetal después de un incendio no sólo permite retomar la producción de recursos madereros y no madereros, sino que también reduce la erosión (ved la ficha 2. Reducción de la erosión del suelo) y la pérdida de nutrientes, salvaguarda el complejo húmico y la propia estructura del suelo (ved la ficha 3. Conservación de la fertilidad del suelo), recupera las condiciones necesarias para la fauna (ved las fichas 4. Conservación de la fauna invertebrada y 5. Conservación de la fauna vertebrada) y acelera el regreso de los servicios ambientales ^{89,142}. En la cuenca Mediterránea, diferentes grupos de árboles presentan estrategias diferentes de resistencia o de resiliencia al fuego. Así, las prácticas más adecuadas para acelerar la regeneración de la cubierta dependen de la composición del rodal quemado según si este estaba compuesto mayoritariamente de:

- pinos seróticos (particularmente *Pinus halepensis*, *P. pinaster*, *P. brutia*),
- pinos no seróticos (particularmente *Pinus pinea*, *P. nigra*, *P. sylvestris*),
- árboles del género *Quercus* (excepto *Quercus suber*) o
- alcornoques (*Quercus suber*).

Además, también hay que considerar la aceleración de la recuperación de la cubierta de plantas de sotobosque (arbustos, herbáceas y briófitos), por las ventajas ya mencionadas.

En general, la corta de recuperación retrasa la regeneración de la cubierta vegetal. En rodales donde ha habido cortas de recuperación, 2 años después del incendio, se observa una menor riqueza de especies vegetales, una menor diversidad, un menor recubrimiento vegetal total y una mayor proporción de especies pioneras, en comparación con rodales sin intervención. El recubrimiento de las especies que se reproducen por semillas es significativamente inferior en los rodales talados que en los no talados ⁶⁹. En caso de dejar los residuos de tala, estos favorecen la regeneración vegetal si se dejan sin triturar ni astillar ⁶⁹. En el clima mediterráneo, caracterizado por un estrés hídrico elevado durante el verano, la conservación de la madera quemada disminuye entre 1 y 2 °C los extremos de temperatura entre el día y la noche ⁴³, y favorece una mayor retención de la humedad en el suelo ⁴⁸, lo que puede facilitar el establecimiento de una nueva cubierta vegetal.

La recuperación de la cubierta vegetal es más rápida si el rodal presenta especies que rebrotan (rebrotadoras), en comparación con las especies que se reproducen por semilla (germinadoras). Además de crecer más lentamente y ser más sensibles al estrés hídrico (debido a un sistema radicular menos desarrollado), estas últimas están más afectadas por las cortas de recuperación puesto que su plantío es más vulnerable al pisoteo ⁶⁹.

1.1 Pinos seróticos

Estas especies de pino presentan piñas donde los piñones pueden permanecer durante más de un año sin perder la capacidad germinativa y sólo serán dispersados cuando se manifiesten ciertas condiciones ambientales, como el calor de un incendio ³². En el caso de las especies aquí tratadas, las altas temperaturas que se producen durante un incendio favorecen la apertura de las piñas serótinas y no dañan la capacidad

germinativa de los piñones, que se mantienen protegidos adentro ⁸². Además, el banco de piñones en el suelo resiste el paso de las llamas ¹⁴², aunque este banco suele ser escaso ⁴¹.

Así, después de un incendio en un pinar de **pino carrasco** maduro, con sólo 250 pinos/ha, la abundancia de piñón viable en el banco aéreo es suficiente para asegurar la regeneración del pinar, siempre y cuando las condiciones climáticas sean idóneas, pudiendo soportar un alto grado de depredación ⁸². La germinación se produce principalmente durante el otoño y el invierno después del fuego, momento en que se pueden lograr densidades de entre 70.000 y 90.000 plántulas/ha. Durante el segundo otoño después del fuego puede haber una nueva germinación, pero mucho menos abundante ⁸³. En el caso del **pino marítimo**, en la periferia de la península ibérica la germinación empieza en invierno, y a principios de primavera ya se ha producido el 88% de la germinación (a pesar de que esta se puede retrasar hasta mayo en el centro de la península), dando lugar a densidades de regenerado de 35.000 plántulas/ha ⁴¹.

Gracias a las piñas serótinas, estas especies de pino tienen una alta resiliencia al fuego. Normalmente no presentan problemas de regeneración después de los incendios, excepto que un nuevo incendio se produzca durante la fase de inmadurez. Esta fase, que dura entre 20 y 30 años, o en los mejores casos sólo 15, es el tiempo mínimo necesario para que el regenerado llegue a la madurez y empiece a producir piñas abundantemente ¹⁴².

Sólo algunos estudios han concluido que las cortas de recuperación y la manipulación de los residuos pueden obstaculizar la regeneración de estos pinos. En general, las cortas de recuperación con aprovechamiento por tronco entero y tala manual son compatibles con la regeneración natural postincendio de pinares maduros ⁹, pero bajas proporciones de piñas serótinas y condiciones de estrés hídrico pueden limitar el establecimiento de plántulas de **pino marítimo**. El **pino carrasco** presenta siempre una alta proporción de piñas serótinas, mientras que en el pino marítimo esta proporción es variable entre zonas geográficas e incluso entre rodales ¹⁴².

En lo que se refiere a la severidad del incendio, algunos estudios observan que una alta severidad del fuego en el suelo facilita el establecimiento de regenerado de **pino marítimo** y permite una mayor densidad ¹⁴³, mientras que otros indican lo contrario ¹⁴². En el caso del **pino carrasco** la severidad del incendio no influencia la densidad del plantío, pero en casos de alta severidad del fuego se ha observado que la mortalidad del regenerado era inferior y su crecimiento, superior, comparados con los fuegos de baja intensidad ⁹⁹. Si la regeneración es escasa (si el otoño siguiente al incendio es muy seco) o llega un nuevo incendio antes de poder producir piñas, la zona se transforma fácilmente en un herbazal, en un matorral o en un bosque de rebrotadoras. No obstante, en las masas mixtas de pino carrasco con encinas o robles, si la regeneración del pino es buena, esta especie coloniza la zona rápidamente y las rebrotadoras quedan restringidas al sotobosque ⁴.

1.2 Pinos no seróticos

Los individuos adultos de estas especies de pino son resistentes a los incendios de superficie, incluso intensos, gracias a su corteza gruesa y a la discontinuidad entre la vegetación de sotobosque y su copa. Sin embargo, la supervivencia de los adultos no conduce necesariamente al establecimiento de un regenerado abundante. Por el contrario, después de un fuego de copas, estas especies no tienen mecanismos para contrarrestar los efectos del fuego, y cuando mueren su regeneración está comprometida ¹⁰⁹. Así, con muy pocas posibilidades de regeneración de la misma especie, la corta de recuperación no dañará las plántulas de pino. Pero si no se restauran estas especies mediante una plantación, se producirá un cambio de comunidad vegetal hacia herbazal, matorral o monte cerrado de robles y/o encinas (cuando estos son presentes en el rodal) ¹⁰⁹.

El **pino salgareño** y el **pino silvestre** dispersan los piñones de marzo a junio. Así, durante los fuegos de verano, las piñas que se queman ya están vacías y no hay liberación de piñones después del fuego. Además,

los piñones caídos en primavera ya han germinado (a finales de primavera) y mueren con el fuego. Los pocos piñones en tierra no germinados no pueden resistir las temperaturas del fuego ¹⁰⁹.

En el caso del **pino piñonero** las piñas no se abren hasta el otoño y algunos piñones pueden sobrevivir a los fuegos de verano, pero pocos. Los piñones sufren una fuerte depredación, y las plántulas que nacen tienen mucha mortalidad y no conducen a un reemplazo de la masa ¹⁰⁹.

Todo esto hace que, generalmente, se realice una corta de recuperación en estos rodales, de 3 a 6 meses después del fuego, seguida de una plantación o sembrado durante los 3 años después del incendio si se quieren regenerar las mismas especies ¹⁰⁹.

La regeneración de pinos no serótinos sólo es posible a partir de los árboles que han sobrevivido al incendio, en parches de vegetación no quemada (entre el 10 y el 15% de la superficie afectada por el fuego en los grandes incendios en el centro de Cataluña ¹¹⁷), como árboles aislados o en los bordes de los rodales no quemados. No obstante, sus piñones tienen una corta distancia de dispersión (de 15 a 20 m en el caso del pino piñonero y menos de 50 m en las otras dos especies) y una alta depredación. En general, cuando la cubierta vegetal después del fuego es débil existe menos probabilidad de depredación de los piñones. La regeneración es posible durante un corto periodo, cuando la depredación de semillas y la cubierta vegetal son todavía débiles, después del incendio, pero sólo en una franja de algunas decenas de metros adyacente a los árboles no quemados ¹⁰⁹.

Si el **rodal es mixto con pino salgareño y pino carrasco** (o en el caso de un rodal de pino salgareño adyacente a un rodal de pino carrasco), después del fuego la regeneración de pino carrasco puede ser suficiente para regenerar un rodal puro de pino carrasco. En este caso se puede tratar el rodal como lo haríamos con el pino carrasco. Si el rodal es mixto con **pino salgareño, pino silvestre o pino piñonero** acompañados de **encina, robles o alcornoque** se puede convertir el rodal en encinar, robleo o alcornocal gracias a los rebrotes de estas especies, con los pinos adultos que hayan podido sobrevivir (si el fuego no ha sido muy intenso) como especies secundarias. En ausencia de rebrotadoras o de pino carrasco los rodales pueden convertirse en herbazales o en matorrales ^{5,6,49}.

1.3 Encinas y robles (excepto alcornoques)

La encina y los robles presentan una gran resiliencia al fuego, puesto que tienen la capacidad de rebrotar a partir de yemas en el tronco, la cepa y las raíces. De media, en Cataluña, el 85% de las encinas quemadas (con muerte de la parte aérea) brotan del tocón ³⁸. La producción de retoños y chirpiales facilita la recuperación de la cubierta vegetal, y por consiguiente también disminuye el riesgo de erosión, favorece la retención de nutrientes y da refugio a la fauna ³⁹. Los retoños son más vigorosos y numerosos en los individuos más grandes, puesto que poseen más yemas y más reservas. Con la edad, pero, el número de retoños disminuye y estos son más bajos ³⁷. La capacidad de brotar disminuye considerablemente después de una segunda perturbación sucedida menos de 5 años después de la primera ^{37,38}. En calidades de estación bajas, los chirpiales de **encina** crecen mejor que los de roble; en calidades altas, los de **roble** crecen mejor que los de encina ³⁹.

Según el régimen de incendios, la producción de chirpiales baja cuando el incendio es muy severo. Una alta frecuencia aumenta la mortalidad y disminuye el vigor de los chirpiales (sobre todo si el periodo entre los dos incendios es inferior a 5 años), por la progresiva destrucción y agotamiento del banco de yemas y de los recursos almacenados ³⁷. Los fuegos de finales de temporada (finales de verano) son peores que los de principios de temporada, puesto que a finales de verano el rebrote es menos vigoroso debido a la distribución de los nutrientes en el árbol. Ya que con el cambio climático la temporada de sequía estival previsiblemente se alargará hacia el otoño, existe el riesgo que la chirpía sea aún más débil después de un fuego estival ³⁷.

Después de un incendio, siempre y cuando haya una densidad moderada de pies, no habrá que plantar y la cubierta vegetal se recuperará rápidamente, principalmente con las mismas especies. Así, rodales de 400 a 600 robles/ha (pies madre) generan una cubierta continua en 20-25 años después del incendio ³⁷. Sin

embargo, después de un incendio los **encinares** también se pueden transformar en pinares de pino carrasco (con o sin encina), en alcornoques (con o sin encina) y en herbazales³⁸.

1.4 Alcornos

El alcornoque es la única especie de *Quercus* de ámbito mediterráneo que tiene yemas epicórmicas en las ramas (cómo también en el tallo, en el tronco y en las raíces)¹⁴⁵, que se pueden situar a mucha altura. Cuando la corteza (el corcho) es bastante gruesa, estas yemas pueden sobrevivir al calor del fuego y permiten al árbol de rebrotar rápidamente del tallo y de las ramas. Así pues, es una de las especies mejor adaptadas a resistir los incendios recurrentes. Su supervivencia es alta y la regeneración de la cubierta después de un incendio, rápida²².

La localización de los rebrotes varía según la **severidad del fuego**:

- Intensidad baja (fuego de superficie, sin matorral): los árboles presentan algunas hojas chamuscadas en la parte baja, los rebrotes aparecen sólo en las ramas.
- Intensidad moderada (fuego de superficie con matorral de poca altura): los árboles aparecen ennegrecidos o sin hojas, pero no carbonizados, los rebrotes aparecen en las ramas y en la cepa.
- Intensidad elevada (fuego de matorral que se comunica con las copas): los árboles pueden quedar carbonizados a una profundidad de 1 a 2 cm, los rebrotes aparecen sólo en la cepa.
- Intensidad muy elevada (fuego de copas y de matorral): el individuo muere.

La **vulnerabilidad al fuego** disminuye a medida que el grosor del corcho aumenta, hasta 4 cm, y si después del fuego quedan entre 8 y 10 mm de corcho sin consumir, probablemente la capa madre no habrá sufrido daños¹⁴⁵. Por un mismo grosor de corteza y diámetro normal, los alcornoques descorchados son menos resistentes al fuego que los que no se han descorchado nunca. Los más vulnerables son los acabados de descorchar. Recuperan resistencia y su máxima protección cuando el corcho llega de nuevo a los 3 o 4 cm de grosor. No obstante, con estas dimensiones el corcho se vuelve a pelar (cada 9 a 15 años), así que a la práctica el riesgo de daños en los tejidos vivos (cámbium y floema) es permanente²².

Según la severidad del fuego y el grosor del corcho, nos podemos encontrar con varios casos donde haya que talar algunos pies o su totalidad¹⁴⁵ (Tabla 7).

Además de rebrotar de tronco, los arrendajos dispersan las bellotas antes de que el suelo esté cubierto de arbustos, hecho que favorece el establecimiento de brinzales en situaciones postincendio²².

Tabla 7. Evaluación de los daños debidos al fuego y recomendaciones de gestión para los alcornoques.

Superficie de descorche afectada ^a	Proporción de la copa chamuscada	Tipo de fuego	Intensidad del fuego	Tiempo desde el último descorche	Mortalidad de la parte aérea	Recepe ^b
20-40%	50-100%	De matorral viejo, algunos combustibles secos debajo del arbolado	Media	< 6 años	Media (30-60%)	Algunos árboles muy afectados se pueden recepar
> 40%	100%	De matorral abundante o de restos debajo del arbolado	Alta	> 6 años	Baja a media, dependiendo de las dimensiones y de la salud del árbol (0-60%)	Algunos árboles se pueden recepar
> 40%	100%	De matorral abundante o de restos debajo del arbolado	Alta	< 6 años	Mortalidad alta a muy alta (> 60%)	Recepar, regenerar como monte bajo y, si necesario, reforestar

^a Proporción quemada de la superficie del tronco donde se ha realizado el último descorche.

^b En el resto de condiciones, todas ellas menos severas, conviene conservar todos los alcornoques para continuar con la producción de corcho.

Fuente: modificada de Vericat, P., Beltrán, M., Piqué, M. & Cervera, T. 2013. Models de gestió per als boscos de surera (*Quercus suber* L.) - Producció de suro i prevenció d'incendis forestals. 1a ed., Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST), Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 169.

1.5 Vegetación de sotobosque

La recuperación de la cubierta herbácea y arbustiva después de un incendio permite reducir la erosión (ved la ficha 2. Reducción de la erosión del suelo) y la pérdida de nutrientes (ved la ficha 3. Conservación de la fertilidad del suelo), recuperar las condiciones necesarias para la fauna (ved las fichas 4. Conservación de la fauna invertebrada y 5. Conservación de la fauna vertebrada) y acelerar el regreso de los servicios ambientales ¹⁴². En los rodales quemados donde se practica la corta de recuperació, estos objetivos se deberían realizar complementariamente a la recuperación de la cubierta arbolada. Se ha observado, por ejemplo, que en pinares de pino carrasco y de pino marítimo de la cuenca Mediterránea la corta de recuperación con aprovechamiento por tronco entero y tala manual puede retardar la recuperación de la cubierta vegetal, afectando negativamente el recubrimiento vegetal y la riqueza específica. Las diferencias con las áreas quemadas y no aprovechadas son mayores los primeros 3 a 4 años después del incendio, pero estas diferencias se diluyen 9 años después del fuego ⁹.

Después de un incendio, el recubrimiento vegetal y la riqueza de especies herbáceas y arbustivas son más altos sobre los suelos calcáreos que sobre los suelos margosos. También son mayores en los vertientes norte que en los sur. Las **especies que rebrotan**, como a coscoja (*Quercus coccifera*) y el lastón (*Brachypodium retusum*), logran un recubrimiento elevado al poco del fuego (menos de 10 meses) y después este no aumenta significativamente durante los meses siguientes. En cambio, el aumento del recubrimiento de las **plantas germinadoras**, como la aliaga (*Ulex parviflorus*), es más lento y progresivo. Las germinadoras son más abundantes después del fuego en ausencia de rebrotadoras (por ejemplo, en campos abandonados). Las plantas leguminosas suelen ser abundantes después de los incendios, puesto que pueden fijar el nitrógeno y vivir en ambientes donde este elemento se ha volatilizado en gran parte debido al fuego ⁹⁸.

1.6 Conversión de áreas arboladas en medios abiertos

En las tierras menos productivas de Europa, desde principios del siglo XX, el éxodo rural y la sustitución de la leña y del carbón vegetal por combustibles fósiles han ocasionado un aumento de la superficie arbolada en detrimento de cultivos y pastos. Esta forestación, y la intensificación de la agricultura y de la ganadería en las llanuras fértiles, pone en riesgo muchas especies de medios abiertos, han reducido las poblaciones de ciertas especies de vegetales, de invertebrados y de vertebrados. Algunas de estas especies, endémicas de la cuenca Mediterránea o de distribución restringida en Europa, están hoy en día amenazadas^{110,111}. Otras, tienen un interés cinegético. Por otro lado, la mayor abundancia de medios abiertos favorece la presencia de un contingente de polinizadores (mayoritariamente artrópodos) que en medios cerrados son menos abundantes o ausentes. En regiones con escasa extensión de medios abiertos sin actividad humana o con una actividad extensiva, la conversión de áreas arboladas quemadas (aquellas de poco interés productivo o de conservación) en medios abiertos (como herbazales y matorrales) puede ser una oportunidad para recuperar estos hábitats^{115,120}.

La conversión de hábitats depende en gran medida de la vegetación previa al incendio. En el caso de las masas arboladas, la conversión puede ser más fácil o más costosa según la estrategia de regeneración postincendio de las especies arbóreas de los rodales. Si hay abundancia de **especies rebrotadoras** (principalmente del género *Quercus*) la conversión hacia medio abierto será muy costosa³⁸. De manera similar, los pinares de pinos serótinos (**pino carrasco** y **pino marítimo**) suelen presentar una abundante regeneración postincendio, exceptuando dos casos: la ocurrencia de un segundo fuego que queme el rodal antes de que este alcance la clase de edad de fustal joven, es decir, antes de que los pinos produzcan piñas⁴, y los rodales de pino marítimo con débil proporción de piñas serótinas¹⁴². En estos casos los rodales se pueden convertir en medios herbáceos siempre y cuando no haya rebrotadoras. Si la regeneración de pino es abundante, se puede transformar el monte bravo o el latizal mediante una quema prescrita antes de que los pinos produzcan piña (unos 15 años en el caso del pino blanco y 10 años en el caso del pino marítimo).

Los bosques que más fácilmente se pueden convertir en herbazales y matorrales son los rodales puros de pinos no serótinos (pino salgareño, pino silvestre y pino piñonero), puesto que sus piñones tienen poca capacidad de dispersión y de supervivencia después del fuego^{5,6,49}. En los rodales de **pino piñonero**, gracias a su corteza gruesa y a la discontinuidad de ramas entre el suelo y la copa, es habitual que este árbol se mantenga como especie secundaria en bosques o matorrales después del fuego, gracias a los ejemplares adultos que han sobrevivido y a las plántulas que podrán prosperar. Si este pino está acompañado de rebrotadoras la sucesión conducirá el rodal hacia un bosque mixto⁴⁹. En cambio, en ausencia de rebrotadoras y con una mortalidad bastante alta, se puede conducir el rodal hacia una masa abierta de pino piñonero, con un sotobosque rico en arbustos típicamente mediterráneos (estos rodales son propicios para la producción de piña y de miel)¹⁰⁵. El pastoreo con cabras y ovejas o las quemadas prescritas de baja intensidad pueden ayudar a mantener esta tipología forestal.

El **pino salgareño** y el **pino silvestre**, en caso de incendios severos, presentan más mortalidad y menos capacidad de regeneración que el pino piñonero. En el caso de masas inicialmente mixtas, o dónde hay presencia de rebrotadoras en el sotobosque, la sucesión después de un incendio tiende hacia masas puras: encinares o robledos. En el caso de las masas puras y alta mortalidad, se tiende a la aparición de herbazales con o sin matorrales^{5,6}. Estos medios se pueden mantener abiertos gracias al pastoreo. En los encinares o robledos se puede practicar un desbroce y un resalveo (hasta dejar entre 400 y 1.000 pies/ha, según sus dimensiones, o una fracción de cabida cubierta de menos del 60%), convirtiéndolo en un monte adhesionado que favorece el aumento del estrato herbáceo y estimula la producción de brotes tiernos para el pasto³⁸. Los rodales de pino silvestre donde los árboles han sobrevivido al fuego también se pueden adhesionar, conservando entre 350 y 650 pies/ha. Esta transformación se puede aplicar a masas puras o a masas mixtas de pino silvestre con roble. En este último caso la gestión tiende a favorecer los pies de roble frente a los de pino⁶.

La conversión de áreas arboladas hacia medios abiertos es de especial interés en las Áreas de Fomento de la Gestión (AFG), puesto que su bajo contenido en combustible limita la propagación de los grandes incendios forestales en estas localizaciones clave. Las actuaciones que se proponen en este apartado buscan obtener esta conversión sin realizar una roturación ni un desbroce en toda el área a convertir. Así mismo, se propone esta conversión con las finalidades de conservar especies de flora y fauna de medios abiertos y de aprovechar productos forestales no madereros de manera extensiva (pastoreo, apicultura, producción de piñón, etc.).

2. Reducción de la erosión del suelo

Objetivo: reducir el riesgo de erosión del suelo causada por los trabajos forestales



2.0 Condiciones generales

La erosión del suelo es la pérdida de materiales sólidos de los horizontes superficiales del suelo por ablación causada por las precipitaciones, la gravedad y/o la acción del viento ²⁹. Después de un incendio, la principal causa de erosión son las precipitaciones (o erosión hídrica). En una zona quemada la erosión se puede manifestar de diferentes maneras ¹:

- Erosión laminar: es la erosión superficial producida por la acción de una corriente de agua que se escurre en forma difusa o en manto y donde las partículas se mueven siguiendo trayectorias planas, rectas y paralelas en relación con el eje del flujo. A pesar de que la escorrentía se lleva las cenizas que se depositan sobre el suelo, este proceso no se considera erosión laminar puesto que las cenizas no forman parte del suelo.
- Erosión en regueros y en cárcavas: son canales de drenaje temporales en pendientes, desprovistos de vegetación y con el fondo pedregoso. Los regueros miden menos de 1 m de anchura y de profundidad, mientras que las cárcavas tienen una anchura y una profundidad que oscilan entre 1 y 10 m.
- Badlands: es un paisaje propio de ciertas áreas subdesérticas caracterizado por la formación de cárcavas en pendiente e interfluvios estrechos que forman una red densa en sustratos arcillosos o margosos.
- Erosión eólica: es la erosión superficial producida por la acción del viento. A pesar de que el viento se lleva las cenizas que se depositan sobre el suelo, este proceso no se considera erosión eólica puesto que las cenizas no forman parte del suelo.
- Movimiento de masa: es el desplazamiento hacia el fondo de la vertiente, provocado por la fuerza gravitatoria, de materiales que forman un cuerpo con una cierta cohesión por la presencia de agua, hielo o aire en su composición.
- Derrumbamiento de muros en bancales agrícolas.

La erosión del suelo después de un incendio en los bosques mediterráneos no es, normalmente, un factor crítico para el medio ⁸⁹. Varios estudios han observado que durante el primer año después del fuego la pérdida de suelo es, en muchos casos, inferior a 1 tonelada por hectárea, y en la mayoría de los estudios, menos de 10 toneladas por hectárea (o aproximadamente 0,07 y 0,7 mm de suelo, respectivamente). Estos valores, principalmente relacionados con la severidad del incendio y la intensidad de las lluvias durante el primer año después del fuego, son similares o incluso inferiores a los de otros terrenos perturbados (como los campos agrícolas) o medios con poca vegetación (como pastos y páramos). La erosión disminuye considerablemente a partir del segundo año después del incendio y vuelve a sus niveles habituales al cabo de 3 a 10 años ¹³⁰.

Los factores que pueden explicar la **débil erosividad de los suelos mediterráneos** son su alta pedregosidad y su alteración por el hombre desde hace siglos, lo que ha causado la pérdida de buena parte de las partículas finas. Por otro lado, no todos los suelos son igual de propensos a la erosión. La composición de la roca madre influye la cohesión de las partículas. Por ejemplo, los suelos arenosos formados a partir de arenisca y los suelos desarrollados sobre margas y sobre arcillas de Keuper son más sensibles a la erosión causada por una tala postincendio ⁹ que los suelos formados a partir de caliza ¹⁴². De hecho, en pinares de

pino carrasco y de pino marítimo de la cuenca Mediterránea, los efectos erosivos de la corta de recuperación con aprovechamiento por tronco entero y tala manual no parecen estar ligados al área basal o a la densidad de pies extraídos, sino más bien a la poca cohesión de las partículas del suelo⁹. Esta cohesión depende en gran medida del complejo arcillo-húmico, importante en la amortiguación del impacto de las gotas de lluvia.

No se puede fijar un periodo concreto durante el cual el suelo es más sensible después de un incendio, pero se sabe que la erosión depende en gran medida de los episodios de lluvia torrencial, del tipo de fuego (de copas o de superficie), de su severidad (por la cubierta de hojarasca que se haya podido preservar), de su recurrencia¹³⁰, y del restablecimiento de la cubierta vegetal, especialmente la arbustiva y la herbácea⁴⁷. Antes que no se regenere la vegetación, son las cenizas las que protegen el suelo de la erosión y facilitan la infiltración del agua, excepto en el caso de capas delgadas (< 1 cm) de cenizas muy finas (creadas en altas temperaturas de combustión), que podrían obturar los poros del suelo y facilitar la escorrentía. No obstante, capas más gruesas de ceniza (2-5 cm) aumentarán la capacidad de almacenamiento de agua, retrasando y reduciendo así la escorrentía, hasta el punto que no se produce ningún flujo superficial, independientemente de cualquier efecto de la obstrucción de la porosidad del suelo subyacente¹³.

Estas condiciones que aportan resiliencia al fuego a las comunidades vegetales mediterráneas pueden ser perturbadas por las cortas de recuperación. En contrapartida, una fuente de erosión postincendio la constituyen los árboles quemados que en lugar de romperse por el tronco son tumbados y desarraigados por el viento. Esta situación puede ser grave en determinadas condiciones de sustrato, severidad del fuego y exposición al viento, y podría ser evitada con la corta de recuperación: el aprovechamiento inicial de los árboles quemados evitaría la apertura de hoyos donde el suelo mineral queda expuesto a la erosión. Sin embargo, la magnitud de esta fuente de erosión no ha sido medida y tampoco se conocen del todo las condiciones en las que los árboles son desarraigados por el viento en vez de romperse. Sea cual sea la situación, si se planean trabajos de corta hay que tener en cuenta las recomendaciones de buenas prácticas, sobre todo en áreas severamente quemadas. Hará falta también evaluar el estado del suelo para considerar la instalación de dispositivos de control de la erosión (ved la ficha 7.2 Dispositivos de control de la erosión).

La aplicación de un lecho protector (*mulch*) esparcido por el tramo de corta compuesto por los residuos forestales de la corta es el tratamiento más eficiente para reducir la erosión⁴². La Tabla 8 recoge las características de los lechos protectores posibles.

Tabla 8. Características de los lechos protectores contra la erosión.

Tipos de lechos protectores	Reducción de la erosión (media e intervalo)	Ventajas	Inconvenientes
Residuos forestales (corteza, hojarasca y ramas troceadas)	90% (80% – 95%)	Presentes de manera natural	Se deben trocear o aplastar las ramas para aumentar su contacto con el suelo
Paja	80% (65% – 95%)	Eficaz con aplicaciones ligeras (hasta 2 t/ha)	Poca durabilidad
<i>Hidro-mulch</i>	60% (10% – 95%)	Permite sembrar al mismo tiempo	Costes elevados
Astillas forestales	30% (5% – 50%)	Larga durabilidad	Aplicaciones más pesadas (13 t/ha)

Fuente: modificada de Ferreira, A. J. D., Alegre, S. P., Coelho, C. O. A., Shakesby, R. A., Páscoa, F. M., Ferreira, C. S. S., Keizer, J. J. & Ritsema, C. 2015. Strategies to prevent forest fires and techniques to reverse degradation processes in burned areas. *CATENA* 128: 224-237.



3. Conservación de la fertilidad del suelo

Objetivo: conservar la fertilidad del suelo después de un incendio

3.0 Condiciones generales

Justo después del incendio es el momento en que el suelo es más vulnerable a la erosión y a la pérdida de nutrientes. Conservar los nutrientes del suelo es clave para mantener la productividad. Las cenizas (nutrientes mineralizados) y la materia orgánica (nutrientes por mineralizar) que quedan después del incendio son esenciales para esta conservación ^{76,101}.

Con la **mineralización** de la biomasa causada por la combustión (por ejemplo la nitrificación) y su dispersión sobre el suelo, los nutrientes se solubilizan y son absorbibles por las plantas. Esto tiene un efecto fertilizante para la vegetación postincendio y puede acelerar la germinación y la regeneración de las plantas de sotobosque. Este efecto depende de la intensidad del fuego. Así, en la cuenca Mediterránea los incendios forestales poco o medianamente intensos aumentan la fertilidad sin que tengan un impacto marcado en la erosión ni en la escorrentía ⁶³.

La composición química de las **cenizas** depende de la especie vegetal y el grado de combustión. Algunos componentes químicos importantes para el ecosistema, como el nitrógeno y el carbono empiezan a volatilizarse alrededor de los 200 °C, y a los 500-550 °C desaparecen completamente. Así, las cenizas producidas en fuegos de alta intensidad son muy pobres en estos elementos fundamentales para la recuperación de los ecosistemas. Además, su granulometría es más fina y por lo tanto son más móviles. Otros elementos importantes para las plantas, como el calcio, magnesio, sodio y potasio, se volatilizan a temperaturas muy elevadas (>800 °C), que raramente ocurren en los incendios forestales. Estos nutrientes pueden ser exportados y perderse fuera de la zona quemada a través del humo, de las cenizas en convección o por la erosión. Los que restan en el suelo, que lo fertilicen dependerá del tipo de suelo, de la capacidad de intercambio catiónico de este y de las condiciones meteorológicas. Lo más deseable es que las cenizas se mantengan en el suelo, sobre todo cuando la mayor parte de la masa vegetal ha sido afectada por un incendio severo ¹⁰¹.

Debido a la movilidad de las cenizas, la **biomasa quemada** juega un papel clave en la preservación de los nutrientes. En las hojas y en las ramillas es donde los nutrientes están presentes en una mayor concentración. No obstante, en los troncos y en las ramas, gracias a su mayor masa (unos dos tercios de la biomasa postincendio, el otro tercio siendo la biomasa subterránea), es donde se localizan la mayor parte de los nutrientes ⁷⁷. Mientras que las hojas y las ramillas se queman y se transforman en cenizas, los troncos y las ramas permanecen y se descomponen lentamente, liberando nutrientes que permiten mantener la fertilidad del suelo después de un incendio. Estos nutrientes pasan al depósito de materia orgánica en forma de humus, que será el responsable de dosificarlos y de suministrarlos en las fases de recuperación postincendio. En ausencia de humus no hay posibilidad de retener los nutrientes. Así, la fertilidad no sólo depende de la presencia de nutrientes mineralizados, es también necesario el complejo arcillo-húmico y humedad para retenerlos y movilizarlos. Un incendio lento y de subsuelo destruye la totalidad del complejo y desestructura el suelo.

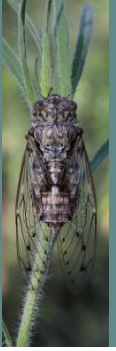
A partir de la madera muerta se incorpora al suelo materia orgánica, nitrógeno y carbono en compuestos orgánicos, y fósforo inorgánico, entre otros nutrientes. Estas contribuciones igualan ⁷⁷ o exceden ⁷⁶ las aportaciones potenciales al ecosistema proviniendo de las deposiciones atmosféricas o de la fijación de nitrógeno por las raíces de las leguminosas. Los efectos son duraderos, puesto que los nutrientes se liberan

lentamente ⁷⁶. Al descomponerse, esta madera permite el aumento de la masa microbiana del suelo y de su respiración, facilita los procesos microbianos ⁷⁸ y disminuye la densidad del suelo, hechos que favorecen la infiltración del agua y la penetración de las raíces ⁴⁸. Después de un incendio, y dependiendo de sus características, los procesos de descomposición oxidativa se aceleran, los cuales comportan la rápida mineralización de la poca fracción orgánica que todavía queda en el suelo. Los restos vegetales quemados ayudan a regular este proceso. En los ecosistemas mediterráneos, las cortas de recuperación pueden tener un efecto perjudicial sobre la fertilidad de los suelos, exportando gran parte de los nutrientes del medio ⁷⁶, perjudicando la mineralización microbiana, perturbando el funcionamiento biogeoquímico del suelo y retrasando la capacidad del ecosistema de restaurar su función de sumidero de carbono ^{77,129}.

3.1 Plantaciones de eucaliptos

En plantaciones de eucaliptos en regiones mediterráneas húmedas se ha observado que el nutriente con pérdidas más importantes (en valor relativo) es el fósforo. La pérdida de este nutriente comportará disminuciones de productividad en rotaciones sucesivas. Como las raíces de eucaliptos bajan hasta el regolito, donde se produce la meteorización de la roca madre, la pérdida de fósforo se hará sentir después del último turno de rebrote de cepa, cuando se extraerán los tocones y se plantarán nuevas estacas de eucaliptos, las cuales no tendrán las raíces bastante profundas para llegar hasta el regolito ¹³⁸.

Los residuos de eucaliptos (principalmente corteza) son una fuente de calcio y de magnesio. Estos elementos se disuelven fácilmente en el agua de escorrentía ¹³⁹.



4. Conservación de la fauna invertebrada

Objetivo: conservar la biodiversidad de los organismos invertebrados después de un incendio

4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie

Los invertebrados **epigeos** (que viven en la superficie del suelo) e **hipogeos** (que viven bajo su superficie y dentro de la capa de hojarasca) juegan un papel importante en la fertilidad, la salud y la productividad de los bosques, puesto que desmenuzan el material vegetal, ayudan a mineralizar los nutrientes para las plantas, contribuyen a la formación y estructura del suelo y forman parte de la cadena trófica⁹³. Además, tienen interacciones mutualistas fundamentales con muchas especies de plantas, como la polinización de las flores y la dispersión de semillas. Los incendios forestales pueden afectar dramáticamente estas comunidades y reducir la abundancia y la diversidad de la fauna del suelo. Así, en el caso de los himenópteros y de los dípteros, el impacto del fuego, por el hecho de convertir un medio arbolado en un medio abierto, es mayor que el impacto que puedan tener los diferentes sistemas de aprovechamiento (aprovechamiento por tronco completo, subsolado con plantación o ningún aprovechamiento). Pero el impacto de estos trabajos no es homogéneo⁸⁴. Los fuegos donde el suelo es afectado con más severidad (evaluada según la profundidad a la cual el suelo se quema) afectan más gravemente la fauna hipogea⁷⁵. Así, apliquen con prioridad las recomendaciones para minimizar los impactos sobre la fauna invertebrada del suelo en los lugares quemados severamente⁴⁶.

La recuperación de estos animales después de un fuego depende tanto de la **inmigración desde las áreas no quemadas** como de la **supervivencia local en refugios**, sobre todo en los lugares donde la severidad del fuego ha sido menor (los parches de vegetación no quemada y también los parches de hojarasca, donde ha habido un incendio de copas pero donde el sotobosque no se ha quemado o lo ha hecho ligeramente). En algunos casos, estos efectos se pueden hacer sentir a largo plazo, hasta más de 7 años después del fuego¹⁵², mientras que en ciertas condiciones las comunidades de artrópodos del suelo pueden recuperar su complejidad después de 2 a 5 años de la corta de recuperación⁹⁰. Las especies que dependen más del humus, de la hojarasca y de los hábitats cerrados son las más sensibles, mientras que las que viven sobre la vegetación o toleran condiciones áridas y de hábitats abiertos son las más abundantes en las primeras etapas de la recolonización^{14,125}, como es el caso de ciertas especies de hormigas⁸⁴, de coleópteros⁶⁰ y de caracoles¹²⁵.

Los invertebrados de la superficie del suelo (**epigeos**) son más vulnerables al fuego que los hipogeos. Pero al ser más móviles, la recolonización de la zona quemada está más determinada por la idoneidad del hábitat que por el aislamiento^{14,84,152}. Para algunos, como ciertos macroartrópodos del suelo o los gasterópodos, esta idoneidad está directamente relacionada con la cantidad de materia orgánica en el suelo o cerca de este (por ejemplo, las ramas quemadas dispuestas por el suelo)^{14,152}, mientras que para otras, como ciertos himenópteros y coleópteros, los hábitats heterogéneos (como los causados por ciertos fuegos de intensidad baja o moderada, o incluso por cortas de recuperación parciales) pueden atraer más familias y aumentar la diversidad^{3,60,84}, a pesar de que el número de individuos pueda ser similar entre los bosques no quemados y los bosques quemados con cortas de recuperación por tronco completo, con o sin plantación subsecuente de pinos, o sin aprovechamiento⁸⁴. En otros casos, la biomasa de artrópodos del suelo es similar entre los rodales con cortas de recuperación postincendio y las cortas a hecho de rodales de pinos vivos. No obstante, en el segundo caso hay menos densidad de individuos pero estos son de mayor talla⁵¹.

La recolonización, sobre todo por los grupos de animales poco móviles, también se favorece a través de corredores no quemados que conectan las islas de hojarasca con el bosque no quemado. Así, las islas

rodeadas de suelo quemado alojan una abundancia inferior de invertebrados epigeos, mientras que las islas de hojarasca conectadas a zonas no quemadas contienen una abundancia superior ¹⁵². No obstante, para los invertebrados epigeos menos móviles, como los gasterópodos, la recolonización desde el bosque no quemado (aunque se encuentre en pocos metros) puede ser muy débil y el método más frecuente es la repoblación a partir de pequeñas poblaciones de supervivientes al fuego ¹²⁵.

Los invertebrados del suelo (**hipogeos**) se recuperan principalmente a partir de la supervivencia local en horizontes más profundos del suelo y parecen mostrar una independencia a la presencia de los corredores no quemados ¹⁵². Su supervivencia depende del tipo de incendio. Los incendios de subsuelo tendrán un mayor impacto que los de sotobosque, y estos, que los de copas. El impacto del fuego sobre los invertebrados que se alimentan de las raíces, como las cigarras, se puede retrasar un año, el tiempo que tardan las raíces de las plantas rebrotadoras a degradarse. La corta de recuperación no afecta esta degradación. Las raíces de las plantas rebrotadoras, al no morir, ofrecen un apoyo continuo para estos organismos ¹⁰⁷.

En general, la supervivencia de los animales del suelo y su recuperación depende en gran parte de la cantidad y de la calidad de la materia orgánica en el suelo ¹⁵².

4.1 Invertebrados saxofílicos y control de los insectos perforadores

Los **invertebrados saxofílicos**, principalmente los coleópteros perforadores de la madera quemada y sus depredadores, son de los primeros organismos a colonizar los bosques recientemente quemados. Uno de sus principales servicios es la descomposición de la materia orgánica para que esta se reincorpore en el ciclo de los nutrientes. Los excrementos de las larvas que se alimentan de los árboles muertos enriquecen el suelo en nitrógeno y carbono orgánicos, y aumentan la respiración microbiana en el suelo mineral hasta tres veces en comparación con los rodales donde ha habido corta de recuperación. Estos excrementos pueden cubrir una buena proporción del suelo forestal y facilitan la recolonización del área quemada por las plantas ²⁷.

La corta de recuperación afecta negativamente los invertebrados saxofílicos. En los rodales donde ha habido corta de recuperación la riqueza en especies es inferior en comparación con los bosques quemados sin talar, con los bosques maduros e incluso con los bosques maduros acabados de talar. Así, los impactos del fuego seguido de la corta de recuperación son sinérgicos y superiores a los impactos sumados del fuego y de la tala individualmente. Estas importantes diferencias en la composición de las especies es debida a la fuerte disminución de la cantidad y la calidad de la madera muerta de grandes dimensiones en los rodales quemados y talados ²⁸. Incluso algunas especies de cerambícidos son completamente ausentes de los bosques quemados donde ha habido corta de recuperación, a pesar de que los adultos fueran relativamente abundantes en rodales quemados y en rodales no quemados talados. Esto es debido a que las larvas puestas en los troncos después del incendio son exportadas fuera del bosque debido a la tala ²⁷. En consecuencia, la corta de recuperación de los bosques quemados puede tener consecuencias negativas serias sobre los invertebrados saxofílicos, especialmente los pirófilos, y sus funciones ecológicas en los bosques después de un incendio ²⁸. Sabiendo que en los bosques gestionados intensivamente la cantidad de madera muerta de grandes dimensiones es muy inferior a la de los bosques naturales (entre el 90 y el 98% en algunos casos), gran cantidad de especies saxofílicas pueden haber desaparecido de los bosques con aprovechamiento maderero, situación que se empeora con la corta de recuperación ¹³³.

A menudo se ha querido justificar la corta de recuperación después de un incendio argumentando los riesgos de plaga sobre los rodales vivos vecinos causada por los insectos que ponen en la madera de los árboles debilitados por el fuego (principalmente escolítidos). Pero sólo una minoría de los **insectos perforadores** ataca árboles sanos ⁵². Seis familias de xilófagos (*Curculionidae*, *Elateridae*, *Anobiidae*, *Siricidae*, *Buprestidae*, *Cerambycidae*) y las especies de los géneros *Tomicus* i *Ips* (subfamilia de los escolítidos) prefieren los pinos moribundos o que no han quemado severamente, especialmente los de pequeño

diámetro, con corteza delgada, los que tienen el tronco quemado hasta más altura y los que se encuentran donde el suelo ha sido más severamente afectado por el fuego, pero evitan los árboles sanos y los completamente quemados, con las hojas consumidas por el fuego^{9,124}. Así, el riesgo que la madera quemada dejada en el bosque sea el foco de una plaga para los rodales vecinos es mínimo⁵². Los insectos perforadores sólo son una amenaza para la supervivencia de los árboles debilitados por el incendio¹²⁴ o para las masas forestales debilitadas (por ejemplo por episodios recurrentes de estrés hídrico). En estos casos sí es aconsejable la corta de árboles moribundos periféricos.



5. Conservación de la fauna vertebrada

Objetivo: conservar la biodiversidad de los organismos vertebrados después de un incendio

5.0. Condiciones generales: aves, mamíferos y herpetofauna

En la cuenca Mediterránea el efecto del fuego es muy variable y depende de factores como la superficie quemada, la severidad, la frecuencia, el estado inicial del ecosistema, la dispersión y el aislamiento de los parches no quemados y de varias condiciones abióticas. En general, las áreas arboladas quemadas albergan poblaciones de vertebrados menos ricas y menos abundantes^{20,55,74,120}, y compuestas por especies de ambientes abiertos o de ecotonos, como el conejo común (*Oryctolagus cuniculus*)¹¹⁶ o las perdices (*Alectoris* spp. o *Perdix* spp.)¹¹⁵, en contraposición a masas forestales con cubierta arbórea cerrada, que albergan poblaciones de especies que evitan las áreas abiertas. Los incendios forestales reducen la disponibilidad de hábitat para los animales de ambientes arbolados, y tienen más impacto sobre las especies especialistas que sobre las generalistas (como las de régimen omnívoro)¹²⁶. Esto no implica que el impacto de los incendios sea necesariamente negativo desde la perspectiva de la conservación de la biodiversidad. El fuego puede crear un paisaje heterogéneo con áreas abiertas, que son críticas para el mantenimiento de especies especializadas en los hábitats abiertos, y con parcelas sin quemar, que albergan especialistas de los ambientes forestales y de los ecotonos. Además, el menor número de especies a corto plazo después del fuego se ve compensado por una mayor diversidad acumulada a lo largo del tiempo, a medida que la vegetación se regenera. Por ejemplo, las especies de aves de prados y herbazales, presentes sobre todo el primer y segundo año después del fuego, como la alondra totovía (*Lullula arborea*) y la bisbita campestre (*Anthus campestris*), son progresivamente sustituidas por las especies de matorrales, que aparecen a partir del segundo o tercer año, dependiendo de la altura de matorral que requieren, como las currucas (*Sylvia* spp.) y el zarcero común (*Hippolais polyglotta*).

Desde el punto de vista de la gestión, en la región mediterránea, mantener un paisaje con un mosaico de hábitats con diferentes historiales de quemas es vital para la conservación de una diversidad de vertebrados elevada⁵⁷. En ciertas regiones las actividades cinegéticas están restringidas durante un periodo determinado después del incendio. Esta medida puede ayudar a restablecer las poblaciones de animales de medios abiertos.

Las comunidades de mamíferos y de aves de medios forestales cerrados ven su riqueza y su abundancia disminuidas como mínimo durante los 10 primeros años después del incendio¹²⁸. No obstante, en el caso de las aves, el número de especies puede aumentar durante los primeros años después del incendio gracias a la apertura de la cubierta arbolada (que atrae especies de medios abiertos) conjuntamente con la presencia de árboles muertos de pie (*snags*) que permite la retención de ciertos pájaros de medios arbolados (a pesar de que a medida que los árboles muertos de pie caen las especies forestales abandonan el lugar)⁷⁴. Pueden pasar hasta 50 años antes de que estas comunidades sean de nuevo similares a las que había antes del incendio¹²⁸. Por eso es esencial que el aprovechamiento forestal postincendio se adecúe a los objetivos de gestión de la fauna del territorio. En regiones con un déficit de medios abiertos poco antropizados, los incendios pueden ser una oportunidad para crear estos medios. Posteriormente, la gestión se puede enfocar hacia el mantenimiento de una parte de estos medios abiertos para conservar la fauna especializada asociada.

La recolonización del área quemada puede realizarse desde el exterior de esta o a partir de los individuos que han sobrevivido en los parches sin quemar. La importancia de cada una de estas estrategias dependerá de las especies animales que se consideren. En el caso de los **mamíferos** terrestres, la recolonización por

parte de poblaciones residuales que han sobrevivido en los parches sin quemar suele ser más importante que la recolonización a partir del exterior de la zona incendiada ⁸. Esto demuestra la importancia de conservar estos parches de vegetación no quemada, que son unos focos de colonización esenciales, y resta impacto a las actividades que fragmentan los territorios quemados, como las cortas de recuperación, durante la etapa temprana de la recolonización (a pesar de que estos impactos se pueden hacer sentir posteriormente) ⁸.

En las **aves**, por el uso que hacen de los árboles muertos de pie y según se trate de especies de medios abiertos o de medios cerrados, se observa un comportamiento diferente. En los pinares y encinares mediterráneos el fuego modifica menos la composición de la avifauna de hábitats cerrados de lo que se podría esperar. Se observa una inercia faunística (o fidelidad al lugar) después del incendio, resultando principalmente de la persistencia de los árboles muertos de pie, efecto que dura hasta 3 o 4 años pero que se puede suprimir rápidamente si se realiza una corta de recuperación. Después de la perturbación, rápidamente varias especies como el agateador común (*Certhia brachydactyla*), el pico picapinos (*Dendrocopos major*), el mito (*Aegithalos caudatus*), los carboneros (*Parus* spp.), etc. utilizan los árboles muertos de pie, tanto durante el invierno como durante la temporada de cría, para buscar comida, ponerse, anidar y como lugar de vigilancia. La tala de estos árboles muertos de pie provoca una disminución de la riqueza de especies y de la abundancia de individuos ⁷⁴. Estos legados biológicos son importantes puesto que durante los primeros estadios de la sucesión las diferencias en la avifauna están más influenciadas por la estructura del hábitat que por la composición vegetal ⁵⁶.

Los árboles quemados se aguantan de pie sobre todo los 3 primeros años y así el medio arbolado se transforma paulatinamente en un medio abierto que es colonizado por especies especialistas de hábitats abiertos ⁷⁴. Las cortas de recuperación aceleran esta colonización ⁵⁶, que está condicionada por la proximidad de estos hábitats y por el hecho que estas especies de aves estén adaptadas a vivir en una matriz donde hábitats abiertos y cercados coexisten, dos condiciones habituales en la cuenca Mediterránea ^{15,16,121}. Todo esto hace que a menudo no se observen diferencias en la riqueza de especies entre los rodales de pinos quemados con o sin corta de recuperación ⁵⁶.

La respuesta de los **reptiles** al fuego depende más de las condiciones de recuperación del hábitat que de las variables del fuego ⁹¹. Por ejemplo, las especies responden a corto plazo según el microhábitat que ocupan: las especies que viven en rocas, poco afectadas por el fuego, tienen una respuesta positiva, en cambio la respuesta es negativa en las que viven en el sotobosque. La pluviometría también influencia la recuperación del hábitat: en las zonas más lluviosas la recuperación es más rápida. Si la vegetación previa al incendio representa un hábitat de baja calidad para los reptiles (como las plantaciones densas de coníferas), la eliminación de la cubierta vegetal por el fuego y la subsiguiente corta de recuperación pueden aumentar la abundancia de los reptiles gracias a una mayor insolación al suelo ⁷.

Sea cual sea la estrategia de recolonización, los nuevos colonizadores se encontrarán con un espacio con recursos limitados en comparación con los que había antes del incendio ⁸. Por eso es importante identificar cuáles son los atributos del nuevo hábitat que facilitan la supervivencia de los colonizadores, como por ejemplo los refugios para pequeños mamíferos y reptiles, los lugares de insolación para los reptiles o las cavidades en los árboles para la nidificación de los pájaros y como refugio de murciélagos ^{7,61,71}. Es esencial que estos atributos se mantengan cuando se realizan cortas de recuperación, puesto que así se favorece un hábitat más heterogéneo y con más biodiversidad. Por ejemplo, los pájaros forestales a menudo siguen ocupando las áreas quemadas no cortadas, las especies de espacios abiertos ocupan las que se han cortado, y las especies de matorral se establecen en las zonas donde la chirpía o el sotobosque ofrecen más recubrimiento ¹²⁰. La regeneración arbórea también influencia la recolonización del medio por la fauna. Por ejemplo, mientras que los retoños postincendio de las encinas se ramifican rápidamente y pueden ser utilizados pronto por los pájaros, los brinzales de pino tardan años antes de adquirir un rol importante para la avifauna ⁷⁴. En cambio, los mismos brinzales ofrecen un buen refugio para los conejos en 3 o 4 años.

De lo contrario, los incendios forestales pueden ser una oportunidad para restaurar hábitats abiertos con alto grado de naturalidad en zonas donde estos espacios no abundan o dónde, a pesar de ser presentes, estos

son altamente antropizados (como las zonas agrícolas y de pastos intensivos) ¹¹⁵. Así, a nivel de paisaje los incendios pueden incrementar la heterogeneidad de los hábitats y consecuentemente aumentar la riqueza de los vertebrados ⁵⁶.



6. Reducción del riesgo de incendio posterior

Objetivo: reducir las causas que aumentan el riesgo de incendio después de una corta de recuperación

6.0 Condiciones generales

El alta recurrencia caracteriza el régimen de incendios de la cuenca Mediterránea ⁹⁷. A pesar de que los fuegos se producen principalmente durante condiciones meteorológicas de sequías prolongadas y altas temperaturas, la composición y la estructura forestales influyen ampliamente en el peligro de incendio. La **madera muerta**, por su reducida humedad, baja densidad y presencia de grietas se inflama más fácilmente que la madera viva ¹⁵¹. En las zonas más secas de la cuenca Mediterránea la madera quemada muerta puede persistir durante 30 años o más, conservando su capacidad de combustión ¹³⁵. Con estas constataciones se quiere justificar la práctica de las cortas de recuperación: reducir la cantidad de combustible disponible para un nuevo incendio porque, en caso de que se produzca, sea más fácilmente controlable y extinguido ^{59,96,102,113,135,149}.

Después de un incendio quedan numerosos restos leñosos sin quemar, la mayoría en forma de **árboles muertos de pie** (*snags*). Como el sotobosque es el lugar donde empiezan e inicialmente se propagan la mayoría de incendios, se considera que los árboles muertos de pie no influyen en el peligro de incendio mientras se mantienen erguidos ^{17,58}. Con el tiempo, estos caen empujados por el viento, mientras que la cubierta vegetal se recupera, dos procesos que acumulan combustible de superficie ^{113,140}. Por regla general, los árboles muertos de pie de mayor diámetro aguantan más tiempos erguidos, pero al ser más altos son más propensos a romperse ¹¹³. En pinares de pino carrasco quemados en el centro de Cataluña, 3 años después del incendio todavía quedaban erguidos el 80% de los pinos, pero la caída se acelera a partir del cuarto año, y 6 años después del incendio sólo se aguantaban el 25% de los pinos quemados; en el caso de las encinas, los procesos de descomposición de la madera y de caída son más lentos ⁷⁴. Que los árboles muertos de pie estén agrupados o dispersos no influyen en su ritmo de caída ¹¹³.

Según los modelos de combustible, el parámetro de esta madera muerta más influyente en el comportamiento del fuego es el **diámetro**: los diámetros más delgados (principalmente las ramas) se inflaman más fácilmente, propagan las llamas más rápidamente y se consumen en mayor proporción (esta proporción es mayor en los residuos en el suelo en el caso de fuegos intensos y en los residuos suspendidos en el caso de fuegos poco intensos), mientras que los diámetros más grandes (troncos con un diámetro superior a los 20 cm) queman durando más tiempo, pero tienen muy poca influencia en la intensidad y propagación iniciales del fuego puesto que conservan más la humedad y tienen una menor proporción superficie/volumen ^{17,113} y su masa se consume en menor proporción ¹⁴¹. Cuando los árboles muertos de pie caen siguen siendo un combustible adecuado. Las partes que quedan en contacto con el suelo conservan más humedad y por lo tanto queman más difícilmente, pero están más en contacto con otros combustibles (como la hojarasca y las plantas de sotobosque), mientras que las partes suspendidas son un mejor combustible puesto que restan secas más tiempo pero están más alejadas de los combustibles de superficie ¹⁴¹. Como que los troncos suelen acabar en contacto con el suelo y las ramas, suspendidas, estas últimas son las que más peligro presentan en la propagación de un posible futuro incendio ¹.

La corta de recuperación con el sistema de aprovechamiento por árbol completo es el método más eficaz para reducir esta fuente de combustible ¹¹³. El sistema de aprovechamiento por tronco completo tiene el inconveniente de dejar en el suelo las ramas y las copas, que aumentan inmediatamente la **cantidad de combustible fino de superficie** ³⁴ (excepto que haya un aprovechamiento posterior de las ramas). La distribución horizontal de estas ramas, formando una cubierta continua y homogénea, o bien agrupadas en

pilones aislados, influenciará la propagación del incendio. Finalmente, no realizar ningún aprovechamiento evita la aportación inmediata de combustible de superficie, pero a medio plazo (a partir del tercer año después del incendio) se empiezan a acumular en el suelo tanto los troncos como las ramas, todavía con capacidad de quemar ^{62,113}.

La **gestión del regenerado** que se haga después del incendio también influencia el peligro de esta perturbación si vuelve a producir ¹⁴⁰. Las plantaciones de coníferas después de una corta de recuperación son susceptibles a sufrir incendios subsecuentes de alta severidad, a pesar de que puedan ser de débil intensidad (por la poca cantidad de combustible), a pesar de que grandes cantidades de madera quemada hayan sido recogidas durante las cortas de recuperación ⁷¹. Esto se debe a la estructura de las plantaciones durante los primeros años, donde las copas están expuestas al viento y más cerca de herbáceas y de arbustos heliófilos que actúan como combustibles de superficie y de escalera, presentes gracias a la débil fracción de cabida cubierta. Este riesgo de incendio se mantiene tanto si la plantación ha sido aclarada como si no, y no disminuirá hasta que la fracción de cabida cubierta llegue a unos valores entre el 70 y el 90%, y las copas sean lo bastante elevadas como para separarse de los combustibles de superficie y de escalera ^{11,135}.

Así, considerando la dinámica temporal de los combustibles, la corta de recuperación por ella sola no puede reducir drásticamente el peligro de un incendio posterior. La reducción de las cargas de combustible y su influencia en el peligro de incendio requiere una manipulación razonada de la acumulación de futuros combustibles, incluyendo los de la vegetación quemada y los de la masa regenerada. Los beneficios de gestionar los combustibles postincendio en el mantenimiento de la resiliencia del ecosistema tienen que ser contrapesados a los efectos negativos que la eliminación de estos legados biológicos puede tener en la estructura y las funciones del ecosistema ³⁵.

7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera

Objetivo: disminuir los impactos del fuego y de las cortas de recuperación sobre los hábitats fluviales y de ribera



7.1 Bosques de ribera y cursos de agua

Los ecosistemas mediterráneos muestran una recuperación rápida después del fuego, y los hábitats fluviales y de ribera no son una excepción. Los **impactos del fuego** en los cursos de agua mediterráneos se deben a los aumentos de la erosión y de la escorrentía de las cuencas severamente quemadas durante las tormentas, sobre todo durante las primeras lluvias intensas. El aumento de las aportaciones de agua, de materiales disueltos, de nutrientes, de sedimentos, de materia orgánica y de cenizas a los cursos de agua se observa, normalmente, durante algunos meses o hasta 4 años después del incendio. Las poblaciones de algas bentónicas, de invertebrados, de anfibios y de peces se reducen (o pueden desaparecer temporalmente de algunos tramos) por las crecidas repentinas después del incendio ¹⁴⁸.

En general, sin intervención humana, los cursos de agua, tanto los perennes como los intermitentes, recuperan sus características geomorfológicas y bióticas en sólo 1, 2 o 3 años después del incendio (en el caso de los peces la recuperación está condicionada por las barreras que impidan su migración). Este regreso a las condiciones preincendio están asociadas al restablecimiento de la cubierta vegetal de la cuenca quemada, que frena la aportación de sedimentos y regula la escorrentía (disminuyendo las puntas de crecida), y que generalmente se produce en menos de 5 años, y a nuevas lluvias torrenciales que en 4 o 5 meses evacuan los sedimentos y las cenizas que durante el mes posterior al fuego habían cubierto el cauce y llenado las pozas ¹⁴⁸.

Los bosques de ribera amortiguan los impactos del fuego sobre los ecosistemas fluviales, puesto que frenan los sedimentos que de lo contrario llegarían a los cursos de agua y los retienen formando fértiles llanuras fluviales, de aquí la importancia de conservarlos en buen estado ^{30,36,108,148,150}. Los bosques de ribera son una zona de transición entre los ecosistemas acuáticos y los terrestres, especialmente para los anfibios, y sostienen una gran biodiversidad ²⁶. En cuencas quemadas donde se han conservado los bosques de ribera, la composición de los invertebrados acuáticos cambia muy poco y se asemeja a la de las cuencas sin incendios ¹⁴⁸. Las perturbaciones en los bosques de ribera afectan la disponibilidad de hábitat en el curso de agua, y estos efectos se hacen sentir con más intensidad cuando el cauce es más estrechado ³⁰.

Los bosques de ribera pueden servir de cortafuegos puesto que son menos combustibles gracias a la elevada humedad de los tejidos vegetales y a sus temperaturas más bajas que las de los bosques adyacentes ³⁶. Su eficacia es directamente proporcional a su anchura, a la humedad foliar y a la humedad relativa del aire. Estas características disminuyen a medida que nos alejamos del curso de agua. No obstante, en la cuenca Mediterránea, los grandes incendios forestales se suelen producir en condiciones meteorológicas de sequía extrema y de viento, situaciones en las cuales los bosques de ribera pueden incendiarse, a pesar de que a menudo queman de manera parcial. Cuando esto sucede, se observa un aumento de las algas bentónicas debido al aumento de luz al curso de agua; las comunidades de invertebrados pasan a ser dominadas por especies estrategas de la *r* (especies con una elevada natalidad, que cuidan poco la descendencia y con una elevada mortalidad), y los torrentes intermitentes se secan con más facilidad durante el verano por culpa de una mayor evaporación. La regeneración de los bosques de ribera depende menos del banco de semillas y se basa más en el rebrote de las especies leñosas que han sobrevivido al fuego o de la germinación de plantas anuales a partir de zonas no quemadas, y es acelerada por la humedad y la riqueza nutritiva del suelo, recuperando la cubierta vegetal inicial en 3 a 6 años. No

obstante, este proceso puede ser interrumpido por las crecidas que siguen el incendio, causando una mortalidad secundaria ¹⁴⁸.

La presencia de **madera muerta en el bosque de ribera** después de un incendio es importante para mantener la calidad de estos hábitats. La mayoría de los troncos quemados siguen erguidos inmediatamente después del fuego (del 57 al 83% entre 2 y 3 años después del incendio) y contribuyen a la estabilidad de los taludes de la ribera con sus raíces, hasta que se descomponen. Los árboles caídos aportan madera muerta al río, sobre todo durante los 2 años siguientes al incendio, aunque el bosque de ribera sea estrecho. En general los rodales de pinos aportan más volumen de madera muerta a los cursos de agua que los rodales de robles o de encinas ¹⁴⁸. Esta madera muerta proporciona cubierto y hábitat por los organismos ribereños y acuáticos, aportación esencial después de que el fuego haya destruido parte o la totalidad de las copas que sombrean el río ³⁰. Cuando se producen crecidas, las repercusiones de la madera muerta dentro del cauce son variables según el calado y la velocidad del agua, las dimensiones del curso de agua, y el número, la medida y la localización de los núcleos de troncos y ramas respecto a la corriente. Normalmente estos materiales aumentan la rugosidad del lecho y la sobreelevación de la lámina de agua. Una ocupación del cauce del 20 al 40% con acumulaciones de madera muerta genera sobreelevaciones de 10 a 20 cm de la lámina de agua. Estos efectos, pero, no se pueden generalizar, puesto que en la mayoría de casos la geometría del canal se ajusta a las nuevas condiciones de rugosidad. Las acumulaciones de madera muerta pueden provocar desbordamientos laterales sobre las terrazas y a menudo generan turbulencias que dan lugar a procesos erosivos en los márgenes. A pesar de esto, también tiene efectos positivos interesantes que hay que tener en cuenta en una gestión racional del mantenimiento de los cauces. Destacan la regulación de los desbordamientos para laminar las avenidas en tramos que sean de interés, la retención de sedimentos, de elementos flotantes y de materiales depositados, la diversificación de hábitats faunísticos y la modulación del trazado del cauce de aguas bajas en función de determinados objetivos ^{30,53}.

La mejor **restauración ecológica** de los hábitats fluviales y de ribera pasa por no intervenir, ni en el bosque de ribera ni en el resto del bosque no quemado. Después de los incendios de 2003 al parque natural de Sant Llorenç del Munt (Barcelona), un proyecto multidisciplinario fue iniciado para acelerar la regeneración del área quemada. Entre las medidas de mitigación empleadas se incluyeron la construcción de sumideros de sedimentos, la reforestación de los bosques de ribera y la retirada de los árboles muertos. A pesar de que con estos esfuerzos se plantaron 4.000 árboles autóctonos, los estudios realizados hasta 6 años después del fuego indicaron que no había diferencias significativas en la regeneración de la vegetación entre las áreas restauradas y las áreas quemadas no gestionadas. Además, se concluyó que la construcción de caminos para retirar los árboles muertos después del fuego causó más erosión del suelo que el propio incendio ¹⁴⁸.

7.2 Dispositivos de control de la erosión

Los **dispositivos de control de la erosión** son instalaciones que tienen por objetivo retener los sedimentos en la misma área quemada, y así evitar la pérdida de suelo, o en los torrentes intermitentes para atenuar el relleno de infraestructuras acuáticas como canales, embalses o puentes, río abajo. Cuando los pinos están disponibles, los diques de troncos y de residuos (*log debris dams*) son un método eficiente y rentable para retener partículas de arena en los afluentes intermitentes antes de que lleguen al canal principal. A pesar del mayor coste de las barreras de troncos contra la erosión (*log erosion barriers*), este método es interesante porque mantiene el suelo en las laderas. Estas dos medidas se podrían utilizar conjuntamente puesto que son complementarias y las dos dependen de la disponibilidad de troncos de pino rectos. Finalmente, las balsas de sedimentación son el método más eficaz para atrapar los sedimentos de granulometría diversa. Son útiles cuando no hay pinos o troncos lo bastante rectos para construir diques o barreras ⁴⁵.

Puesto que la instalación de estos dispositivos es costosa, es aconsejable saber con antelación donde habrá un riesgo de erosión más elevado justo después del incendio. Este riesgo se puede modelizar a partir de cuatro variables: la pendiente, la densidad de la vegetación antes del fuego, la severidad del fuego y la erosividad del suelo. Una vez identificadas las zonas con más riesgo erosión, se deben priorizar las

actuaciones donde las partículas del suelo erosionado podrán llegar más fácilmente y con más cantidad al curso de agua, y donde la instalación de los dispositivos resulte más factible. Hace falta, pues, (1) determinar en qué zonas de alto riesgo de erosión el material erosionado puede llegar más fácilmente al curso principal, (2) evaluar qué suelos tienen más valor para ser protegidos, (3) la disponibilidad de pinos para la construcción de barreras de troncos contra la erosión y de diques de troncos y de residuos, puesto que sus troncos rectos facilitan la construcción, y (4) la accesibilidad. Los dispositivos se tendrían que colocar lo más pronto posible después del incendio, puesto que las primeras lluvias son las que generan más erosión. Se deben instalar correctamente para que sean eficientes y tienen que estar adecuadamente dimensionados para reducir los costes, puesto que se tiende a sobredimensionar estos dispositivos ⁴⁴.

Los **diques de troncos y de residuos** (*log debris dams*) se disponen en el fondo de los torrentes intermitentes, cada 25-30 m. Tienen que desbordar a 3 m por cada ladera del torrente. Se pueden construir con troncos o con ramas, pero se tiene que evitar que haya huecos entre las piezas (tapándolos con ramas y ramillas) y que se hagan más altos del necesario. El grosor máximo de sedimentos que se acumulan en condiciones mediterráneas en la mayoría de casos es de 80 cm. Se tienen que sujetar fuertemente para no ser llevados por las crecidas. Se pueden contar 8 días de trabajo de 2 hombres para cubrir 500 m de torrente y levantar 20 diques de troncos y de residuos. El coste máximo es de 143 €/m³ de sedimento capturado para diques de entre 60 y 150 cm de altura ⁴⁵.

Las **barreras de troncos contra la erosión** (*log erosion barriers*) se tienen que posicionar paralelas a las curvas de nivel. Están constituidas por 2 troncos superpuestos y sin rendijas (una altura superior es innecesaria en condiciones mediterráneas), el máximo de largos posible. El tronco inferior tiene que estar en pleno contacto con el suelo, disponiéndolo en trinchera. Es importante respetar estas instrucciones puesto que de lo contrario pueden acentuar la erosión en regueros por el hecho de concentrar el agua de la lluvia. El coste máximo es de 250 €/m³ de sedimento capturado ⁴⁵.

Las **balsas de sedimentación** tienen la función de precipitar los sedimentos transportados por el agua. Son el método más eficaz, puesto que balsas de entre 30 y 260 m³ capturan entre el 54 y el 85% de los sedimentos de todas las dimensiones. Aun así, son demasiado pequeñas para laminar las crecidas. Mientras que los diques de troncos y de residuos capturan principalmente las arenas, las balsas de sedimentación son un sumidero para todas las granulometrías. En consecuencia, con la construcción de balsas de sedimentación se puede evitar la instalación de diques de troncos y de residuos. El coste máximo es de 217 €/m³ de sedimento capturado por una balsa de 180 m³ ⁴⁵.

Los **cordones de madera muerta siguiendo las curvas de nivel** no son una medida eficaz para reducir la erosión. Por su ausencia de barrera transversal en sólido contacto con el suelo, sólo reducen el impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo que ocupan, pero no disminuyen la escorrentía. Para maximizar el efecto antierosivo de los restos de corta cunado no se quieren o cuando no se pueden construir dispositivos de control de la erosión, lo más eficaz es esparcir los residuos forestales por el tramo de corta, troceando las ramas más largas ⁴².



Herramienta para la selección de las recomendaciones

La finalidad de la herramienta para la selección de las recomendaciones de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio es orientar al gestor hacia las recomendaciones que le serán pertinentes, atendiendo la combinación de diversos factores. La herramienta toma la forma de **diagramas flujo**. A partir de ellos obtendrá una lista de las recomendaciones que se deberían aplicar para reducir los impactos posibles de la corta de recuperación sobre los elementos del medio, en función de los medios disponibles y de cuatro grandes objetivos para la zona incendiada.

Los **cuatro grandes objetivos** son:

1. la **producción** forestal (maderera y no maderera) en medio arbolado,
2. la **conservación de la biodiversidad** (principalmente, pero no exclusivamente, en espacios naturales protegidos o en custodia),
3. la creación de **medios abiertos** (con o sin pasto) y
4. la reducción del **riesgo de incendio** posterior.

En una misma área quemada puede coexistir más de un objetivo.

En los bosques donde el objetivo principal es la **producción forestal en medio arbolado** se contempla la posibilidad de utilizar todos los sistemas de aprovechamiento y de desembosque, buscando que su impacto sea mínimo. Cuando el objetivo es la **conservación de la biodiversidad** se quiere que la circulación de la maquinaria sea mínima y que se deje el máximo de biomasa en el tramo de corta. Por estos motivos, el apeo tiene que ser manual, el sistema de aprovechamiento tiene que ser por tronco completo, el desembosque prioritario es el de madera suspendida y se contempla la opción de no aprovechar la madera quemada.

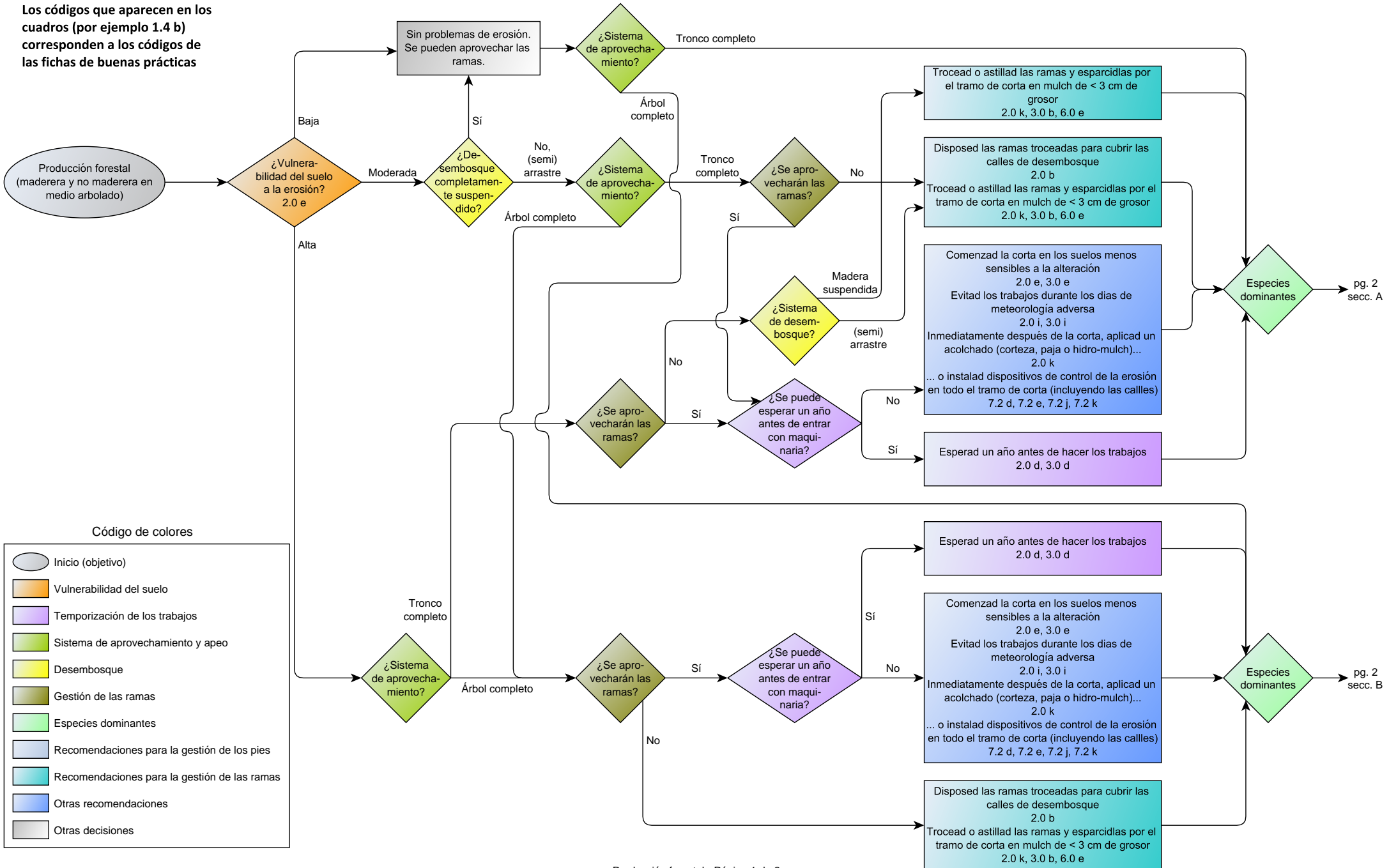
Cuando lo que se busca es la **creación de medios abiertos**, una cuestión clave en el diagrama de flujo es si se hará o no un uso silvopastoral de la zona quemada. Además, este objetivo puede estar motivado por el mantenimiento de la flora y de la fauna de hábitats abiertos en regiones con escasa extensión de estos. El cuarto objetivo, la **reducción del riesgo de incendio posterior**, dirige al gestor hacia las mejores prácticas para reducir la cantidad de combustible disponible para un posible futuro incendio.

Inmediatamente después de un incendio el suelo es el recurso más vulnerable ¹⁴⁴. Por este motivo, la vulnerabilidad del suelo a la erosión es una cuestión clave y de las primeras a abordarse en los diagramas. El método propuesto para su evaluación es el de la *Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación* ¹, pero también se puede utilizar el de *Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas - Guía para su planificación en Galicia* ¹⁴⁴. Es importante no concebir la vulnerabilidad del suelo a la erosión como un valor medio para toda la zona quemada. Al contrario, se sugiere cartografiar el área quemada en zonas que presenten una vulnerabilidad homogénea ¹ y aplicar las recomendaciones particulares para cada zona.

Finalmente, la temporización de los trabajos donde se mencionan las estaciones del año durante las cuales estos se tendrían que realizar refleja el caso más común: los incendios de verano. Para los incendios que se producen en otras estaciones, esperad como mínimo 4 meses antes de entrar con maquinaria en las zonas de vulnerabilidad del suelo baja, 8 meses en las zonas de vulnerabilidad del suelo moderada y un año en las zonas de vulnerabilidad del suelo alta.

A continuación encontraréis los 4 diagramas de flujo, uno para cada gran objetivo, imprimibles en formato A4. Algunos diagramas ocupan más de una página. Os podéis descargar la versión consultable en la pantalla, donde cada diagrama aparece entero en una sola página (en PDF), en la [web del proyecto Anifog](#).

Los códigos que aparecen en los cuadros (por ejemplo 1.4 b) corresponden a los códigos de las fichas de buenas prácticas



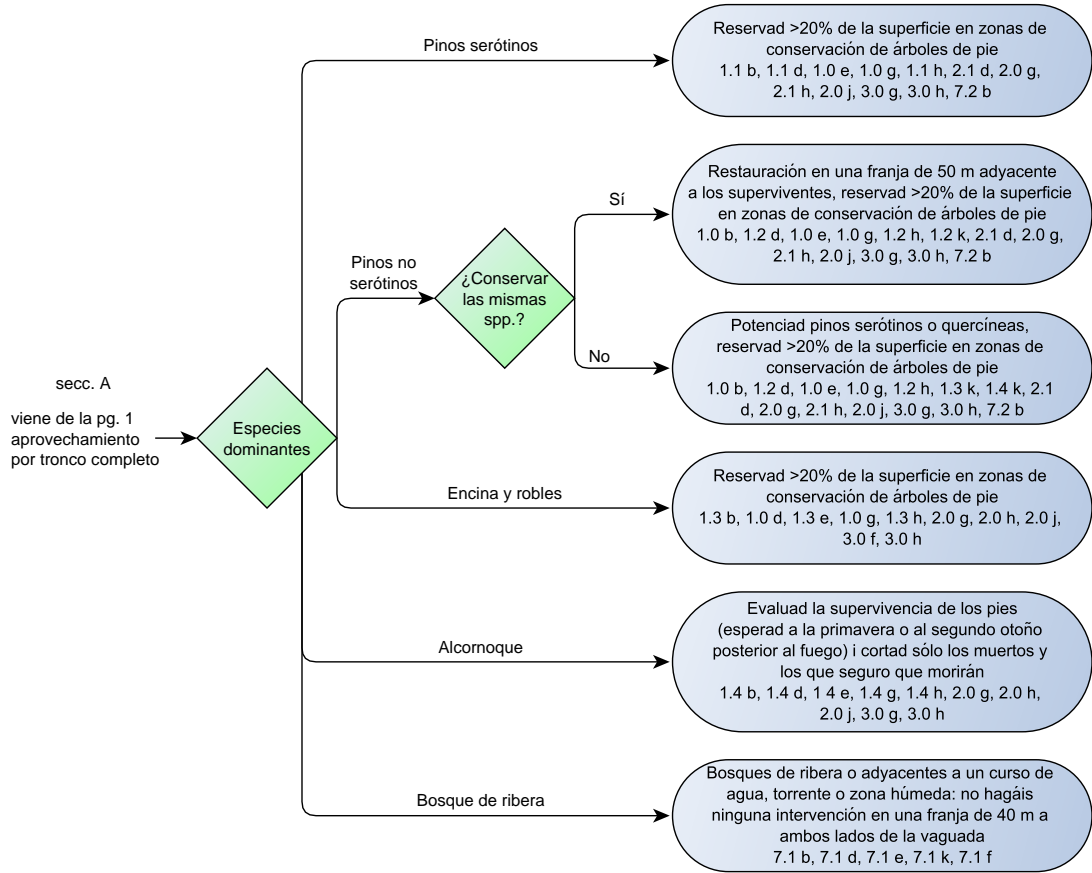
Objetivos posibles:

Producción forestal (maderera y no maderera en medio arbolado)

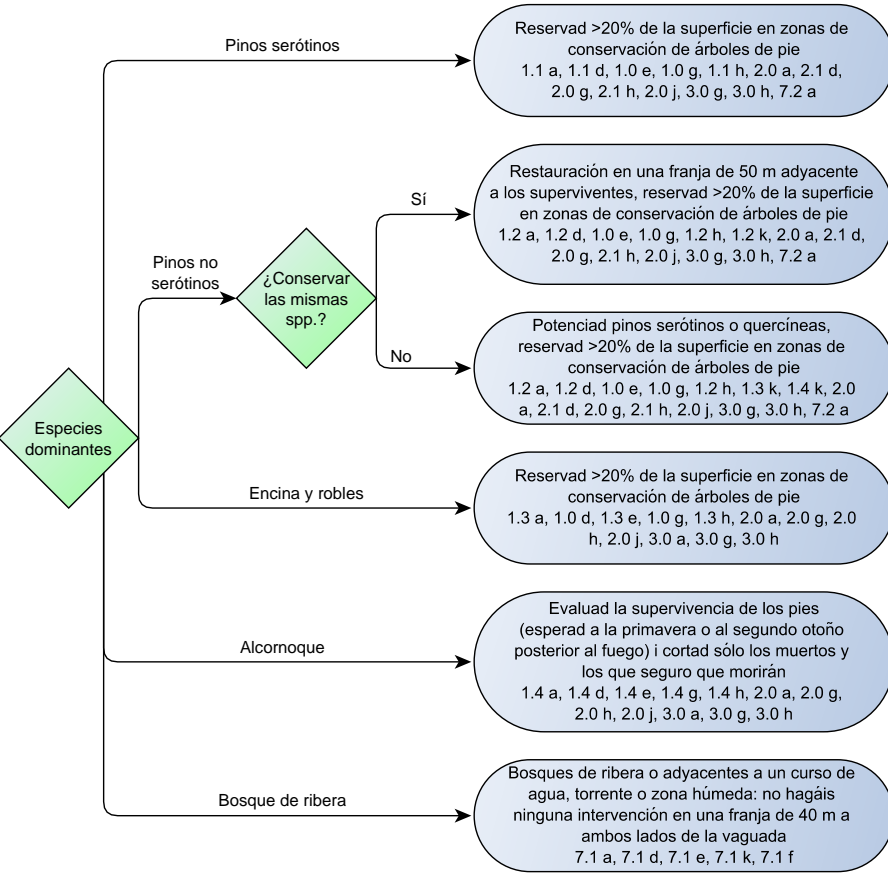
Conservación (zona protegida o en custodia)

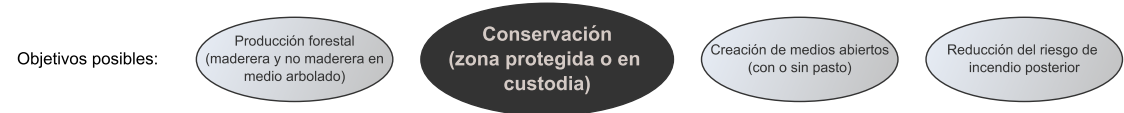
Creación de medios abiertos (con o sin pasto)

Reducción del riesgo de incendio posterior

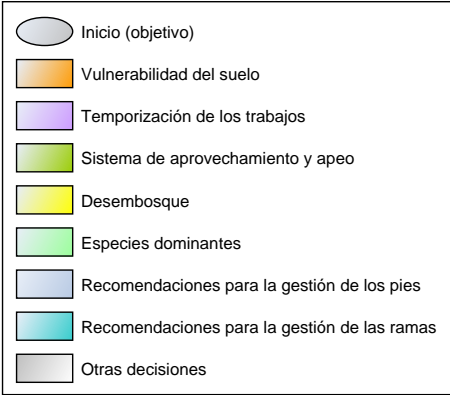


secc. B
viene de la pg. 1 aprovechamiento por árbol completo

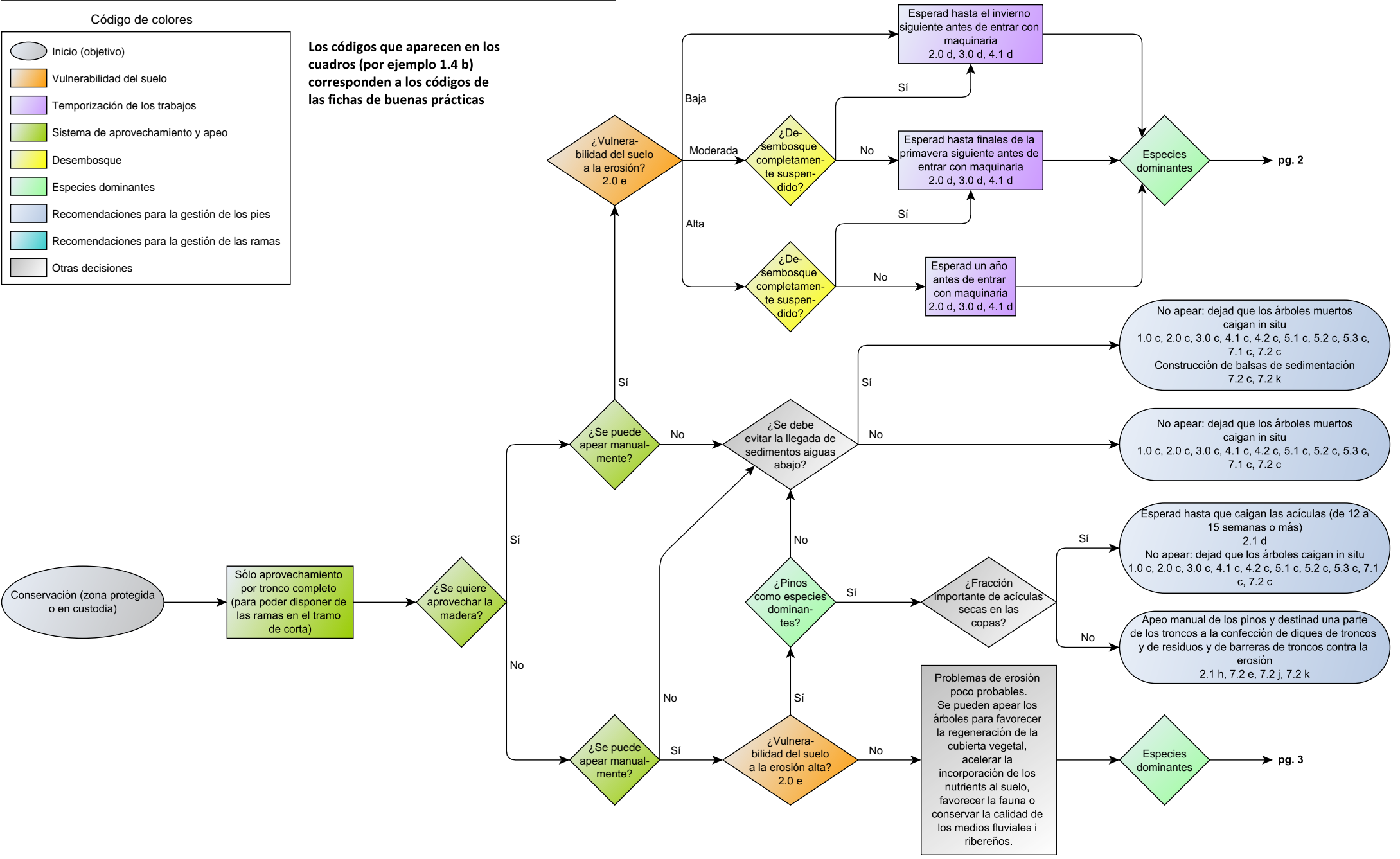




Código de colores



Los códigos que aparecen en los cuadros (por ejemplo 1.4 b) corresponden a los códigos de las fichas de buenas prácticas



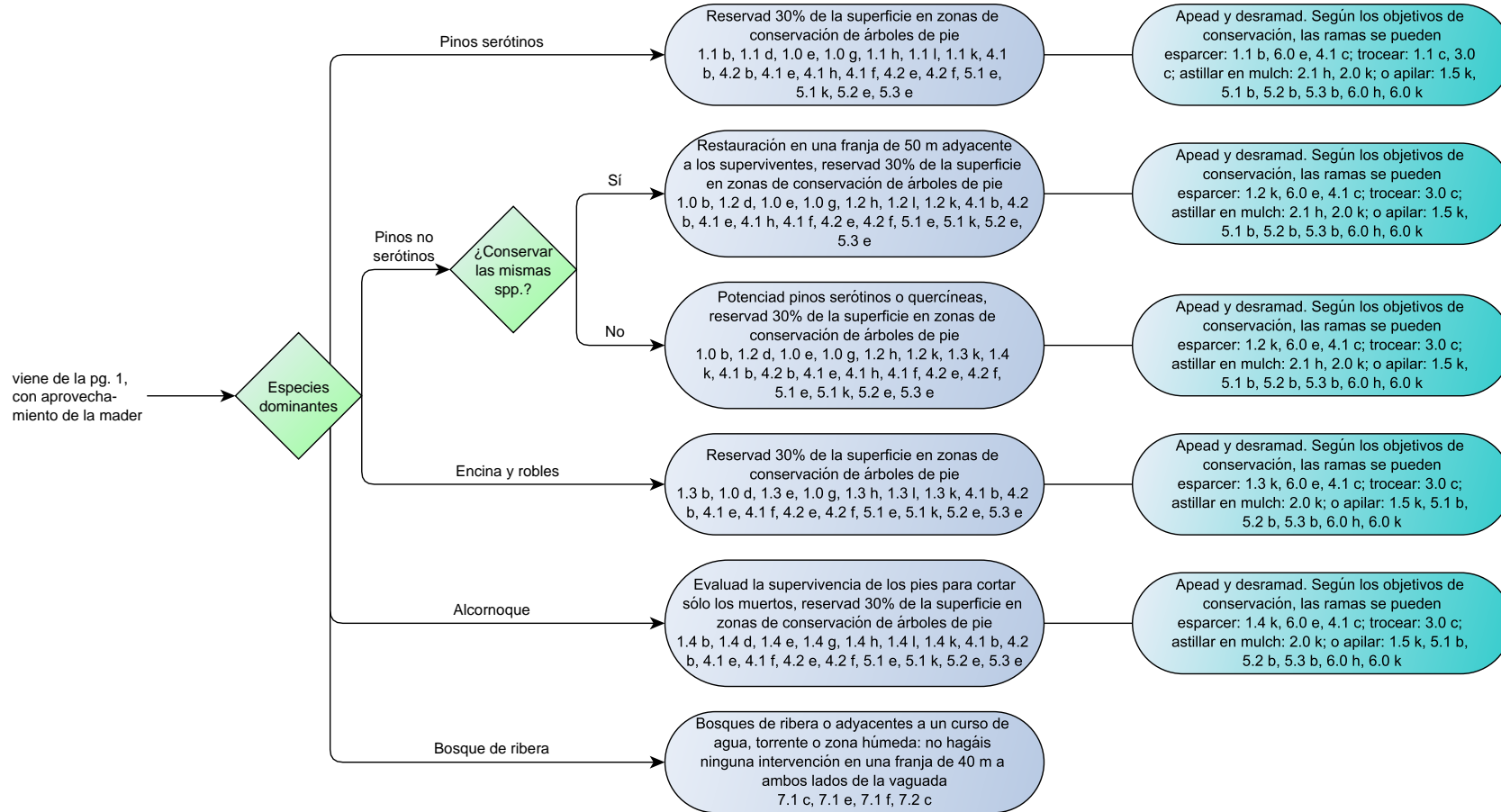
Objetivos posibles:

Producción forestal
(maderera y no maderera en medio arbolado)

**Conservación
(zona protegida o en custodia)**

Creación de medios abiertos
(con o sin pasto)

Reducción del riesgo de incendio posterior



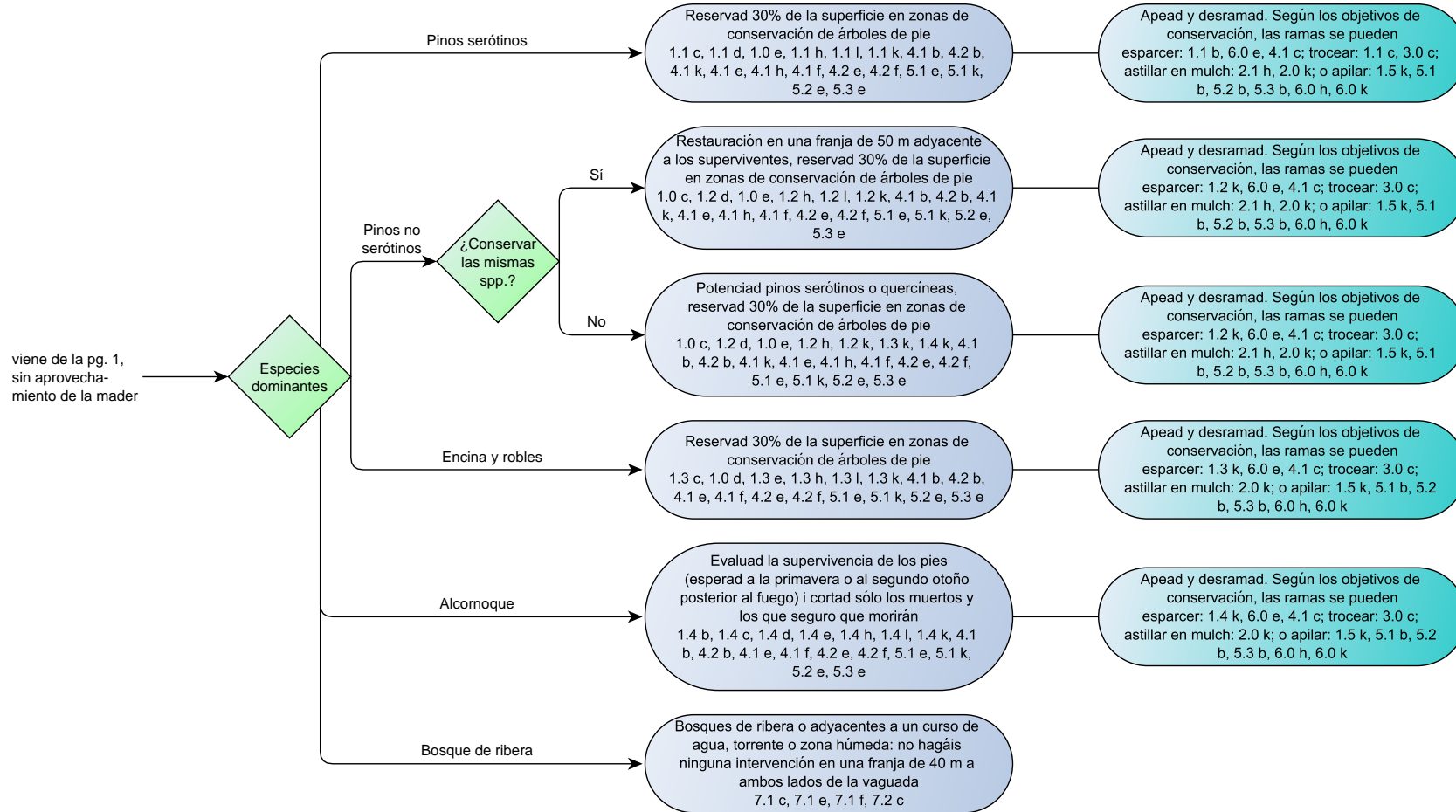
Objetivos posibles:

Producción forestal
(maderera y no maderera en medio arbolado)

**Conservación
(zona protegida o en custodia)**

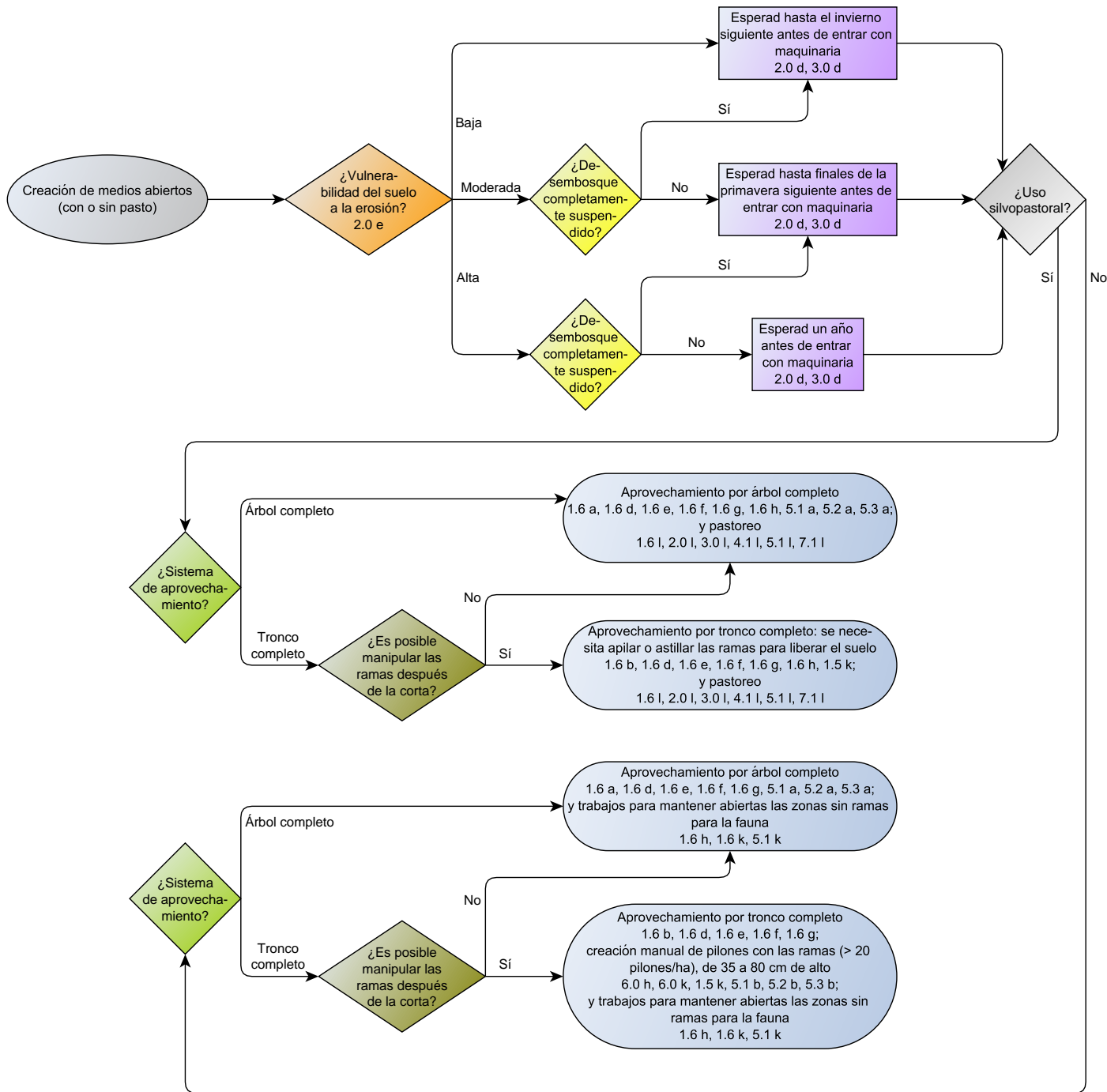
Creación de medios abiertos
(con o sin pasto)

Reducción del riesgo de incendio posterior



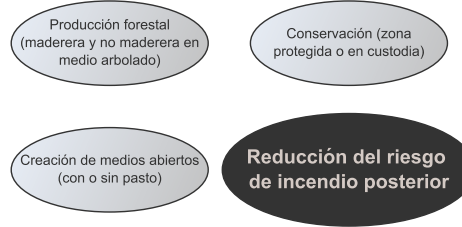


Los códigos que aparecen en los cuadros (por ejemplo 1.4 b) corresponden a los códigos de las fichas de buenas prácticas

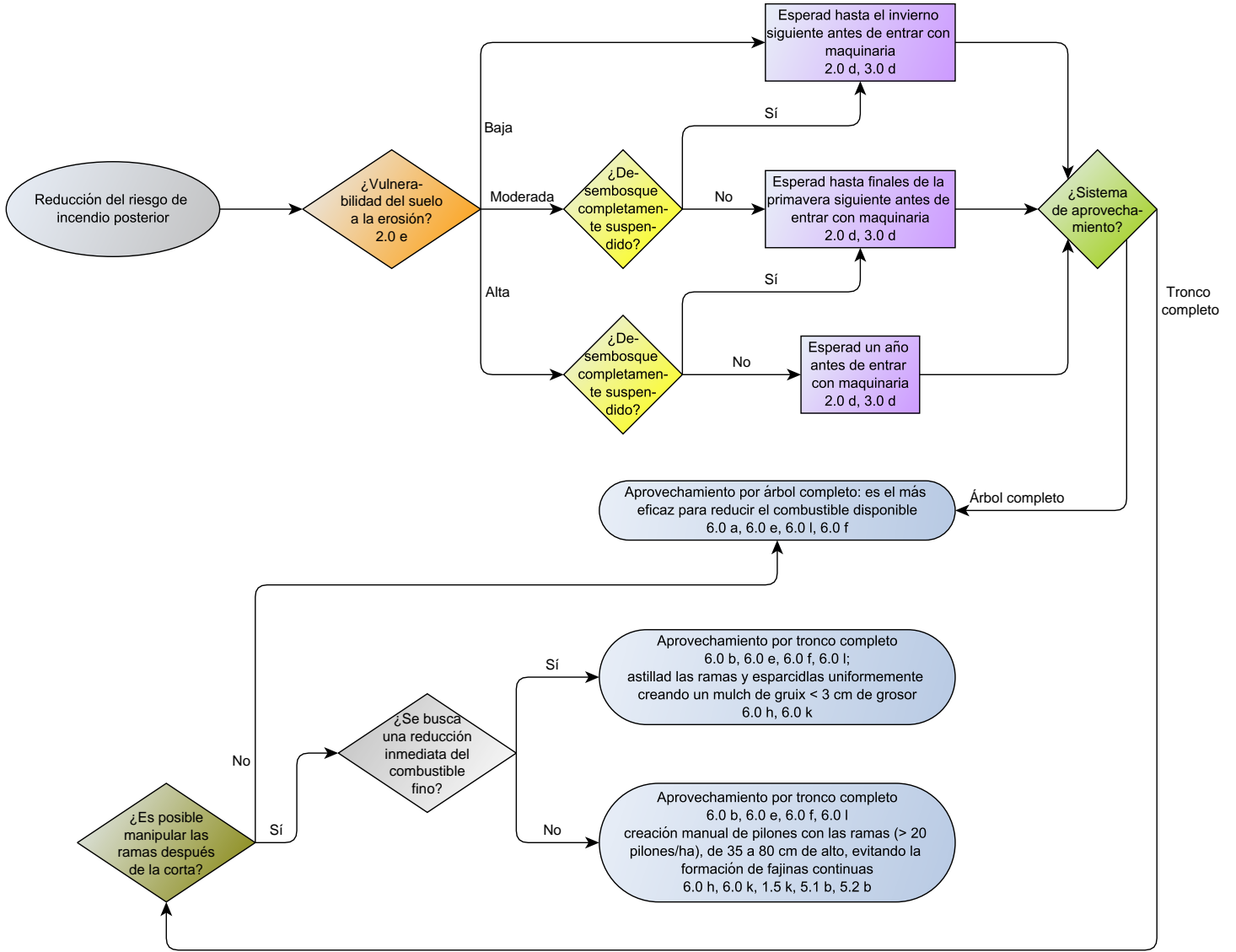


Código de colores

	Inicio (objetivo)		Desembosque
	Vulnerabilidad del suelo		Gestión de las ramas
	Temporización de los trabajos		Recomendaciones para la gestión de los pies
	Sistema de aprovechamiento y apeo		Otras decisiones



Los códigos que aparecen en los cuadros (por ejemplo 1.4 b) corresponden a los códigos de las fichas de buenas prácticas



Código de colores

	Inicio (objetivo)		Desembosque
	Vulnerabilidad del suelo		Gestión de las ramas
	Temporización de los trabajos		Recomendaciones para la gestión de los pies
	Sistema de aprovechamiento y apeo		Otras decisiones



Fichas de buenas prácticas para la gestión forestal postincendio

En esta sección se presentan las fichas de buenas prácticas, donde se recogen las recomendaciones para una mejor gestión forestal postincendio. Para facilitar la relación entre las dos partes de las fichas (los textos sobre los fundamentos y las fichas de buenas prácticas), ambas llevan los mismos nombres y están representadas por los mismos colores:

1. Regeneración de la cubierta vegetal	38
2. Reducción de la erosión del suelo	62
3. Conservación de la fertilidad del suelo	71
4. Conservación de la fauna invertebrada	77
5. Conservación de la fauna vertebrada	85
6. Reducción del riesgo de incendio posterior	96
7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera	100

La mayoría de las temáticas de las fichas de buenas prácticas se dividen en **secciones** más precisas identificadas con una segunda cifra (por ejemplo según las especies arbóreas dominantes; Tabla 1). Cuando la sección se refiere a las condiciones generales de la temática, esta cifra es 0.

Cada ficha tiene la misma estructura y consta de **12 grupos de recomendaciones para los trabajos forestales** en relación con la corta de recuperación. Están identificadas con una letra, de la “a” hasta la “l” (Tabla 1):

- a. Sistema de aprovechamiento por árbol completo
- b. Sistema de aprovechamiento por tronco completo/madera troceada
- c. Sin aprovechamiento
- d. Momento oportuno de la corta
- e. Localización de la corta
- f. Intensidad de la corta
- g. Desembosque
- h. Preparación del terreno
- i. Meteorología
- j. Pendiente
- k. Trabajos específicos
- l. Aprovechamientos silvopastorales

Siempre que ha sido posible, las diferentes opciones de una recomendación se han ordenado según un gradiente decreciente de idoneidad para mitigar o evitar los impactos negativos de la corta de recuperación: **MEJOR, MEDIO, PEOR** y **EVITAR** (este último para indicar las acciones que nunca se tendrían que llevar a cabo).

No siempre se ha encontrado información para todas las recomendaciones. La mención “**General**” indica las situaciones para las cuales no se han encontrado recomendaciones específicas y son aplicables las recomendaciones de la sección “Condiciones generales” de aquella temática. La mención “**Sin información**”

indica las situaciones para las cuales no se han encontrado recomendaciones específicas y las recomendaciones de la sección “Condiciones generales” no son aplicables.

Finalmente, hay que remarcar la posibilidad de contradicción entre algunas recomendaciones. Esto se debe a que diferentes elementos del medio o diferentes objetivos pueden requerir distintas gestiones. Dejamos a juicio del gestor la elección de las recomendaciones más apropiadas para sus objetivos y las más adecuadas a los medios disponibles para la ejecución de los trabajos forestales. Deberá que ser consciente que la adopción de una recomendación para mitigar o evitar un impacto puede conllevar la persistencia de otro.

1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.0 Condiciones generales



1.0 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Es el sistema de explotación menos recomendado, puesto que facilita una mayor exportación de biomasa.

MEJOR – Dejad todos los árboles que presenten signos de vida y aquellos que tengan la copa chamuscada. Los árboles que se dejen de pie tendrían que estar agrupados en pequeños rodales. Conservad todos los arbustos/matas quemados, y evitad circular con la maquinaria por encima de estos.

MEDIO – Dejad sólo los árboles que presenten signos de vida, pero aprovechad aquellos que tengan la copa chamuscada. Algunos árboles que se dejen de pie pueden estar agrupados en pequeños rodales y otros, aislados. Podéis circular por encima de los arbustos quemados, pero no los astilléis ni los troceéis.

PEOR – Cortad y exportad toda la biomasa. Astillad o trocead la biomasa restante.

1.0 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

MEJOR – Dejad las ramas esparcidas por el tramo de corta. Dejad de pie los árboles que presenten signos de vida. Los árboles que se dejen derechos tendrían que estar agrupados en pequeños rodales. Aquellos que tengan la copa chamuscada, apeadlos, desramadlos y dejad el tronco y las ramas en el suelo. Conservad todos los arbustos/matas quemados, y evitad circular con la maquinaria por encima de estos.

MEDIO – Dejad las ramas esparcidas por el tramo de corta. Dejad de pie los árboles que presenten signos de vida. Algunos árboles que se dejen de pie pueden estar agrupados en pequeños rodales y otros, aislados. Aquellos que tengan la copa chamuscada, apeadlos, desramadlos, aprovechad el tronco pero dejad las ramas en el suelo esparcidas uniformemente. Podéis circular por encima de los arbustos quemados, pero no los astilléis ni los troceéis.

PEOR – Cortad y exportad toda la biomasa. Astillad o trocead la biomasa restante (arbustos y árboles pequeños).

1.0 c Sin aprovechamiento

MEJOR – Dejad de pie un 10% de los árboles muertos, especialmente los más grandes, y preferentemente formando pequeños rodales. El resto, apeadlos y desramadlos. Una parte de las ramas dejadlas esparcidas uniformemente por la zona la tala ⁶⁹, y con el resto, manualmente, haced pilas de entre 35 y 80 cm de alto, distribuidas por los vertientes sur del tramo de corta ¹¹⁸.

MEDIO – Dejad de pie un 10% de los árboles muertos, especialmente los más grandes, algunos en

1.0 Condiciones generales

pequeños rodales y otros aislados. El resto, apeados y desramados. Dejad las ramas esparcidas uniformemente por el tramo de corta ⁶⁹.

PEOR – No hacer ninguna intervención parece ser la opción menos apropiada cuando no hay aprovechamiento postincendio ⁶⁹.

1.0 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – Realizad los trabajos de corta antes de la germinación o del rebrote, así no se dañará el regenerado. Los rebrotes de tronco son menos sensibles al pisoteo ⁶⁹.

En el caso de los pinos serótinos este intervalo de tiempo puede ser muy corto, puesto que la germinación empieza en otoño y la mortalidad debido a la tala y al desembosque puede afectar más del 30% del regenerado ⁴¹.

1.0 e Localización de la corta

MEJOR – Concentrad el desplazamiento de la maquinaria dentro de las calles de desembosque a fin de dañar lo menos posible el regenerado (tanto arbóreo como arbustivo). Aplicad las buenas prácticas en cualquier exposición.

MEDIO – Aplicad las buenas prácticas sobre todo en las vertientes sur, donde la regeneración vegetal es más lenta y puede estar más afectada por la corta de recuperación.

EVITAR – Evitad circular con la maquinaria fuera de las calles y sin poner una atención especial a los vertientes sur.

1.0 f Intensidad de la corta

Sin información

1.0 g Desembosque

MEJOR – Desemboscad la madera completamente suspendida, sobre remolque de autocargador o de tractor agrícola, o en forma de paquete suspendido con cabrestante ¹¹⁴. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible.

El desembosque de madera con canales es recomendable si la madera se destina a leña ¹¹⁴.

MEDIO – Desemboscad con tractor forestal por semiarrastre. Hay que acceder lo más cerca posible de los árboles talados para que estos realicen el trayecto más corto posible totalmente arrastrados ¹¹⁴.

EVITAR – Evitad el arrastre de paquetes de madera troceada y de cargas excesivas. Evitad el arrastre de los troncos con tractor agrícola o forestal ¹¹⁴. La compactación del suelo puede dificultar la germinación de ciertas semillas. Evitad, pues, circular por los suelos arcillosos cuando están húmedos, puesto que son los más compactables, y en menor medida, por los suelos arenosos y arcillosos secos ¹¹⁴.

1.0 Condiciones generales

1.0 h Preparación del terreno

La preparación de terreno será sólo necesaria cuando se trate de rodales de pinos no serótinicos y se desee conservar las mismas especies, o en el caso en que se quiera hacer una conversión de las especies. En caso de realizar una plantación, para acelerar la recuperación de la cubierta vegetal, es preferible optar por la plantación en hoyos individuales y no por el subsolado, puesto que este perturba más el suelo.

1.0 i Meteorología

Sin información

1.0 j Pendiente

Sin información

1.0 k Trabajos específicos**PLANTACIONES**

MEJOR – La plantación de árboles se tendría que hacer con el mínimo de subsolado posible: lo ideal es abrir pequeños hoyos donde se introduce el plantío. Estos hoyos se tendrían que hacer manualmente en pendientes de más del 20% y en lugares con alto riesgo de erosión del suelo. En pendientes de menos del 20%, los hoyos se pueden abrir mecánicamente ⁴².

GESTIÓN DE LOS RESTOS

EVITAR – En los casos de aprovechamiento por tronco completo o por madera troceada, no queméis *in situ* los restos de la corta, puesto que esto retarda la recuperación del recubrimiento y de la riqueza de la cubierta vegetal ⁹.

CLAREOS Y SELECCIONES DE REBROTOS

Los clareos y las selecciones de rebrotes disminuyen significativamente la fracción de cabida cubierta del regenerado. No obstante, estas prácticas pueden mejorar la salud del rodal y del ecosistema, mejorar la resistencia y la resiliencia a los incendios, y crear paisajes más heterogéneos que permiten una gestión preventiva ³³.

EVITAR – Evitad el clareo o la selección de rebrotes antes de que el suelo esté cubierto por hojarasca, hierbas y/o arbustos en más de un 60%, y no reduzcáis la fracción de cabida cubierta a menos del 60%.

1.0 I Aprovechamientos silvopastorales

El pastoreo en los bosques en regeneración después de quemar puede retrasar el crecimiento vegetal por el consumo de los meristemas apicales, sobre todo por parte de ovejas y cabras, mientras que las vacas y los caballos prefieren el consumo de plantas herbáceas. El regenerado es más sensible durante los primeros 5 años de vida. Estos daños son más frecuentes durante los años secos ¹⁵³. Consultad las fichas sobre las especies arbóreas para las particularidades de cada una.

MEJOR – No permitáis el pastoreo en las masas forestales en regeneración mientras los meristemas apicales de los árboles estén al alcance del ganado. Los modelos de gestión forestal proponen acotar los pastos los primeros 5 años ^{11,12,105,106,145-147}.

MEDIO – La medida de prohibición se puede anular durante los años más lluviosos, puesto que el ganado tiene más vegetación disponible.

PEOR – Permitid el pastoreo. Aunque los árboles se protejan con protectores individuales, se puede retrasar la recuperación de la cubierta arbustiva y herbácea.

1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.1 Pinos serótinicos

1.1 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Sobre el aprovechamiento por árbol completo no se dispone de estudios que analicen su impacto sobre la regeneración de la cubierta vegetal. Si el aprovechamiento se hace al poco del fuego, se puede esperar una menor densidad del regenerado por el hecho de exportar las ramas con piñas que no se hayan abierto durante el incendio y que lo harían después, liberando los piñones en el tramo de corta.

De lo contrario, si el aprovechamiento se hace más tarde, se pueden causar más daños al plantío que ya se ha establecido.

1.1 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

El aprovechamiento por tronco completo o por madera troceada no pone en peligro la recuperación de la cubierta vegetal de **pino carrasco** o de **pino marítimo** después de un incendio, aunque se realice una vez las plántulas ya hayan germinado (después de un incendio de verano, estos pinos germinan mayoritariamente durante los 6 meses después del incendio, durante el otoño y el invierno) ¹⁴². En un aprovechamiento de **pino carrasco** hecho 10 meses después del incendio, con tala manual, desembosque con tracción animal (mulas) y apilamiento manual de las ramas se logró una densidad de 33.000 plántulas/ha 4 años después del fuego, a pesar de una mortalidad del 62% ⁸³ (aunque sin intervención se observan mortalidades del 30 al 40% entre 4 y 6 años después del fuego, y densidades de entre 7.000 y 30.000 plántulas/ha ¹⁴²). De manera similar, en un aprovechamiento de **pino marítimo** 7 meses después del incendio realizado en pleno periodo de germinación y de crecimiento inicial de las plántulas, al cabo de 3 años la mortalidad fue del 61% y la densidad del plantío era 5,5 veces superior en la zona talada que en la zona donde sólo se habían abatido y desramado los árboles ¹⁹. Esta mortalidad inicial podría ser benéfica, reduciendo la densidad del plantío y facilitando así los clareos de plantío que se realizan subsecuentemente. En algunos casos se observa un menor crecimiento en altura durante los primeros años (respecto rodales quemados y no talados) ⁴¹, y en otros casos este se acelera ⁸⁸.

Con el aprovechamiento por tronco completo o por madera troceada la influencia principal del sistemas de aprovechamiento es la cantidad de ramas que se deja en el suelo, que crean las condiciones microclimáticas favorables a la regeneración del **pino carrasco** ¹⁰⁰ y del **pino marítimo** ¹⁹, aportan piñas que de lo contrario serien exportadas y no ofrecen competencia radicular. Por regla general, se tendrían que dejar más ramas en las vertientes sur y en los rodales donde el área basal antes del incendio era menor.

MEJOR – Dejad las ramas esparcidas, recubriendo entre 50 y el 75% del suelo. Con este recubrimiento se pueden obtener densidades de regenerado hasta 100 veces superiores que con un recubrimiento inferior al 1% ¹⁰⁰.

MEDIO – Si se quiere exportar una parte de las ramas para biomasa, procurad dejar las ramas

1.1 Pinos serótinos

recubriendo al menos entre el 25 y el 50% del suelo en los sitios donde la regeneración de los pinos puede ser más escasa: en los vertientes sur, en los rodales con una área basal débil antes del incendio y en los pendiente sin bancales ¹⁰⁰.

PEOR – Se puede exportar toda la biomasa, pero dejar ramas cubriendo entre el 1 y el 25% del suelo tiene efectos significativos sobre la regeneración en comparación con la exportación de toda la biomasa ¹⁰⁰.

EVITAR – No amontonéis las ramas en pilones mediante un bulldózer si la germinación ya ha empezado, puesto que se puede destruir buena parte del regenerado ⁴¹. Esta opción es más perjudicial para el regenerado que el astillado de los residuos ^{41,143}.

1.1 c Sin aprovechamiento

En caso de optar para no hacer ningún aprovechamiento, es cuando se obtendrán una densidad y una supervivencia mayores de plantío, dependiendo del tratamiento que se haga de la biomasa.

MEJOR – Se aconseja apear el 90% de los árboles y desramarlos, dejando las ramas esparcidas por el suelo, cubriendo aproximadamente el 45% de la superficie a una altura entre 0 y 10 cm y el 60% de la superficie en una altura de 11 a 50 cm ⁷⁹. Así se reducen la radiación solar y la temperatura del suelo, al mismo tiempo que se aumenta su humedad ¹⁹. Es como se consigue un más vigor, crecimiento y tamaño del plantío, y un mayor número de piñas.

MEDIO – Una práctica menos costosa podría ser abatir los árboles pero no desramarlos. Esta opción podría reducir el grado de protección que recibe el plantío puesto que parece que las ramas son más eficientes cuando están cercanas al suelo.

Trocear la madera no es necesario. En algunos casos esto favorece la nutrición de las plántulas ⁷⁹, en otros, podría ser contraproducente ¹⁹. No obstante, el astillado de las ramas, con la consiguiente apertura de las piñas, puede favorecer la aparición de una segunda cohorte si la primera presenta mucha mortalidad ⁴¹. Un caso particular es el del **pino marítimo** con baja proporción de piñas serótinas o en rodales donde las copas hayan quedado poco chamuscadas, puesto que el astillado de las ramas puede abrir las piñas cerradas y liberar piñones que de lo contrario no habrían germinado ^{41,142}.

PEOR – La opción de no abatir ningún árbol es menos interesante que las anteriores. Presenta una menor supervivencia del plantío, posiblemente debido a una mayor sombra sobre el regenerado de estas especies de pino poco tolerantes a la sombra. No obstante, esta densidad es suficiente para regenerar el rodal ¹⁹. En los años siguientes, a medida que los árboles muertos caen, pueden resultar dañados hasta el 25% de los brinzales ⁴¹.

1.1 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – No hay evidencias científicas, pero seguramente el mejor momento para realizar las cortas de recuperación sería antes de la germinación de los pinos. Este intervalo de tiempo puede ser muy corto, puesto que la germinación empieza en otoño ⁴¹.

MEDIO – La supervivencia de los pinos a las operaciones de tala, desembosque y gestión de los residuos está directamente relacionada con su altura y, probablemente, el desarrollo de su sistema radicular. Así, parece ser que retrasar la tala hasta 12 meses después del incendio facilita una mayor supervivencia del **pino marítimo** ⁴¹ y seguramente también del pino carrasco. No obstante, realizar la tala a principios o a mediados de verano puede suponer un riesgo de mortalidad por estrés hídrico por el incremento de la exposición a la radiación solar, sobre todo si el verano acaba

1.1 Pinos serótinos

siendo más seco del normal ¹⁴².

PEOR – El periodo de mayor sensibilidad para el plantío son los primeros meses de germinación. Sería aconsejable no realizar los trabajos forestales durante estos primeros meses después del incendio.

1.1 e Localización de la corta

General

1.1 f Intensidad de la corta

Sin información

1.1 g Desembosque

General

1.1 h Preparación del terreno

Debido a la abundante regeneración postincendio de estas especies, la preparación de terreno no es necesaria.

1.1 i Meteorología

Sin información

1.1 j Pendiente

Sin información

1.1 k Trabajos específicos

El clareo del pimpollar acelera el proceso para conseguir una masa similar a la de antes del incendio, aumenta el banco aéreo de semillas y el crecimiento ³³. Además, promueve la diversidad del hábitat ⁸⁶.

1.1 I Aprovechamientos silvopastorales

Los brinzales de pino son compatibles con el pastoreo de vacas y de caballos, pero no con el de ovejas y de cabras.

MEJOR – Acotad el pastoreo durante los 5 años posteriores al incendio ¹¹.

MEDIO – Acotad el pastoreo durante los 2 o 3 años posteriores al incendio para poder controlar cómo se desarrolla la regeneración ¹⁴².

1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.2 Pinos no serótinicos



1.2 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Puesto que el establecimiento de plántulas de estas especies después del incendio es escaso, y esto en una amplia variedad de condiciones de competición con la vegetación ¹⁰⁹, y el banco aéreo de piñones no sobrevive al fuego, el aprovechamiento por árbol completo tiene poco impacto en la recuperación de estas especies. Ved cual es el momento más oportuno para realizar la corta en rodales de estas especies en la recomendación 1.2 d Momento oportuno de la corta.

MEJOR – Conservad los pinos vivos en los parches de vegetación no quemada y en los bordes no quemados, que pueden dispersar sus semillas sobre una corta franja adyacente.

1.2 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

General

1.2 c Sin aprovechamiento

General

1.2 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – En el caso del **pino salgareño** y del **pino silvestre**, como la dispersión de los piñones se produce de marzo a junio, la corta de recuperación en la franja adyacente a menos de 50 m a los pinos no quemados se tendría que hacer antes de la primavera del año siguiente al incendio. Esto evitaría la destrucción del regenerado que se hubiera podido instalar y al mismo tiempo podría destruir la vegetación heliófila ya implantada que haría sombra al regenerado de pino.

En el caso del **pino piñonero**, como la dispersión de los piñones empieza en otoño, la corta de recuperación en la franja adyacente a menos de 20 m a los pinos no quemados se tendría que hacer tan pronto como fuera posible, para evitar la destrucción del regenerado que hubiera podido germinar aquel mismo otoño.

1.2 e Localización de la corta

General

1.2 Pinos no serótinicos

1.2 f Intensidad de la corta

Sin información

1.2 g Desembosque

General

1.2 h Preparación del terreno

En caso de realizar una plantación para recuperar la composición de la masa antes del incendio o para realizar una conversión del rodal, para acelerar la recuperación de la cubierta vegetal es preferible optar por la plantación en hoyos individuales y no por el subsolado, puesto que este perturba más el suelo.

1.2 i Meteorología

Sin información

1.2 j Pendiente

Sin información

1.2 k Trabajos específicos

MEJOR – Conservad todos los pinos vivos y los que muestren partes de la copa no chamuscada. El **pino piñonero** es el que sobrevive mejor a los incendios de copa y es frecuente que haya pequeños grupos de pinos vivos, importantes para regenerar las zonas quemadas ¹⁰⁹.

Si se opta por la plantación de pinos con el fin de recuperar la cubierta vegetal, hay que evaluar económicamente y es rentable la corta de recuperación en casos donde el valor de la madera sea bajo. Si no se puede obtener beneficio de la madera, es posible que el escenario menos costoso sea dejar los árboles de pie y volver 4 años después del incendio para hacer una excavación mecanizada de los hoyos y una plantación manual de coníferas ⁷⁰.

Una opción para los pinares no serótinicos quemados con débil regenerado y con ausencia de rebrotadoras es la conversión a encinar o robledo mediante la siembra de bellotas. El inconveniente de este método es la depredación de las semillas, mayoritariamente por roedores y en menor medida por jabalíes (una relación de 25 a 1) ⁶⁸.

MEJOR – Los roedores se aventuran menos en las zonas sin cubierta vegetal. Así, en las zonas donde se siembren bellotas, recolectad toda la biomasa posible. La depredación por los jabalíes será mayor, así que este método puede dar peores resultados a los lugares con altas densidades de jabalí.

1.2 Pinos no serótinicos

EVITAR – Evitar la creación de un hábitat complejo dejando troncos y ramas quemados en el suelo del tramo de corta. Esto disminuye la depredación por los jabalíes, que se encuentran con obstáculos, pero aumenta la de los roedores, que se encuentran protegidos de los depredadores. El uso de capsaicina como repelente de mamíferos no aporta ninguna protección adicional.

1.2.1 Aprovechamientos silvopastorales

Los brinzales de pino son compatibles con el pastoreo de vacas y de caballos, pero no con el de ovejas y de cabras.

MEJOR – En las franjas adyacentes a los parches de vegetación no quemada y a los bordes no quemados acotar el pastoreo durante los 5 años posteriores al incendio ^{12,105,106}. En el resto de superficie el pastoreo dependerá de la vegetación que se quiera regenerar.

MEDIO – En las franjas adyacentes a los parches de vegetación no quemada y a los bordes no quemados acotar el pastoreo durante los 2 o 3 años posteriores al incendio para poder controlar cómo se desarrolla la regeneración ¹⁴². En el resto de superficie el pastoreo dependerá de la vegetación que se quiera regenerar.

1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.3 Encinas y robles (excepto alcornoques)



1.3 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Para favorecer el rebrote, hay que cortar bien a ras del suelo, con cortes limpios, lisos, sin desgarros, que favorezcan la evacuación del agua de lluvia ¹⁴⁶.

Es el sistema de explotación menos recomendado, puesto que facilita una mayor exportación de biomasa.

1.3 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

Para favorecer el rebrote, hay que cortar bien a ras del suelo, con cortes limpios, lisos, sin desgarros, que favorezcan la evacuación del agua de lluvia ¹⁴⁶.

1.3 c Sin aprovechamiento

Se puede optar para dejar los pies de erguidos o abatirlos. En este caso hay que cortarlos bien a ras del suelo, con cortes limpios, lisos, sin desgarros, que favorezcan la evacuación del agua de lluvia ¹⁴⁶.

1.3 d Momento oportuno de la corta

General

1.3 e Localización de la corta

Los rebrotes son más abundantes en suelos profundos y de fondos de valle que en suelos someros, y también en las vertientes norte que en las sur. La pluviometría total no parece afectar el número de rebrotes, pero sí la distribución de los episodios de lluvia: si estos episodios están más distribuidos en el tiempo, el número de rebrotes será superior ³⁷. Así, en caso de practicar una selección de rebrotos será necesaria una mayor intensidad de la clara en suelos profundos y de vertiente norte.

1.3 Encinas y robles

1.3 f Intensidad de la corta

Sin información

1.3 g Desembosque

General

1.3 h Preparación del terreno

Debido a la abundante regeneración postincendio de estas especies, la preparación de terreno no es necesaria.

1.3 i Meteorología

Sin información

1.3 j Pendiente

Sin información

1.3 k Trabajos específicos

Para aumentar la producción de bellotas y así **encaminar el rodal hacia un monte alto**, realizad una selección de rebrotes de las encinas y de los robles. Dejad 2 o 3 retoños por cepa para disminuir el vigor de los renuevos ³⁹. Aunque la selección de rebrotes aumenta el crecimiento diametral y en altura de estos, la producción de biomasa y el incremento del área basal son superiores en los rodales sin selección de rebrotes. Si lo que se busca es acumular el máximo de biomasa rápidamente y obtener una elevada fracción de cabida cubierta, no realizéis una selección de rebrotes antes de que el suelo esté cubierto por hojarasca, hierbas y/o arbustos en más de un 60%, y no reduzcáis la fracción de cabida cubierta a menos del 60% ³³.

CONVERSIÓN A ENCINARES O ROBLEDOS

Si los **rodales quemados son de pinos no serófitos**, se pueden reconvertir a robledo o encinar con un débil coste mediante la dispersión de bellotas hecha por los arrendajos, siempre que haya rodales de robles o de encinas a proximidad. El arrendajo es uno de los principales agentes de dispersión de bellotas, que pueden llegar a centenares de metros. El sistema de aprovechamiento influenciará la dispersión de estas semillas:

MEJOR – No hagáis ninguna intervención en el pinar quemado, es la manera de obtener una mayor densidad de plántulas de roble y de encina. El pinos quemados y de pie proporcionan un cierto hábitat a los arrendajos ²¹.

1.3 Encinas y robles

MEDIO – Conservad de pie la totalidad de los árboles vivos y más del 10% de los árboles quemados (o más de 150 pies/ha), dejando en el suelo las ramas de los árboles cortados, para atraer suficientes arrendajos. Aun así, la densidad de plántulas obtenida será menor que si no se hace ninguna intervención ²¹. Si no hay interés por ciertos troncos quemados y abatidos, apíladlos dentro de la zona quemada.

EVITAR – Evitad la corta de recuperación que deje un 10% o menos de los árboles de pie, y evitad llevaros las ramas o trocearlas *in situ* ²¹.

1.3.1 Aprovechamientos silvopastorales

En caso de que se recepen los robles o las encinas, será necesario excluir el pastoreo del tramo de corta hasta que las yemas apicales estén fuera del alcance del ganado ²², por eso acotad el acceso a rebaños al menos los primeros 5 años ¹⁴⁶.

En el caso de selecciones de rebrotes (después del recepe) y claras en modelos regulares, puede ser interesante pastar la zona tratada durante el primer y el segundo año posteriores a estos trabajos para controlar los renuevos ¹⁴⁶.

1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.4 Alcornoques



1.4 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Gracias a su gran capacidad de regeneración, antes de cortar un pie hay que estar seguros de su viabilidad futura. En general conviene esperar a la primavera e incluso al segundo otoño posterior al fuego para valorar el estado sanitario del arbolado y tomar una decisión. Si el corcho prácticamente se ha consumido, se abre y se desprende del tronco, el cámbium estará muerto. Si la superficie de capa madre muerta es amplia, superior al 40% de la circunferencia, los pies habrán perdido su viabilidad y rentabilidad económica. Entonces hay que considerar la opción de cortar el árbol y reconstituirlo a partir de rebrotes. En muchos casos, los rebrotes de tronco se producirán casi inmediatamente y con bastante vigor ¹⁴⁵.

Para favorecer el rebrote, hay que cortar bien a ras del suelo, con cortes limpios, lisos, sin desgarros, que favorezcan la evacuación del agua de lluvia ¹⁴⁶.

1.4 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

Gracias a su gran capacidad de regeneración, antes de cortar un pie hay que estar seguros de su viabilidad futura. En general conviene esperar a la primavera e incluso al segundo otoño posterior al fuego para valorar el estado sanitario del arbolado y tomar una decisión. Si el corcho prácticamente se ha consumido, se abre y se desprende del tronco, el cámbium estará muerto. Si la superficie de capa madre muerta es amplia, superior al 40% de la circunferencia, los pies habrán perdido su viabilidad y rentabilidad económica. Entonces hay que considerar la opción de cortar el árbol y reconstituirlo a partir de rebrotes. En muchos casos, los rebrotes de tronco se producirán casi inmediatamente y con bastante vigor ¹⁴⁵.

Para favorecer el rebrote, hay que cortar bien a ras del suelo, con cortes limpios, lisos, sin desgarros, que favorezcan la evacuación del agua de lluvia ¹⁴⁶.

1.4 c Sin aprovechamiento

Gracias a la alta capacidad de regeneración de los alcornoques, no realizar un aprovechamiento maderero es la opción más conveniente cuando la severidad del fuego sobre los alcornoques ha sido baja o moderada. No obstante, antes de cortar un pie es necesario asegurarse de su vitalidad futura. En general conviene esperar a la primavera e incluso al segundo otoño posterior al fuego para tomar una decisión. Si el corcho prácticamente se ha consumido, se abre y se desprende del tronco, el cámbium estará muerto. Si la superficie de la capa madre muerta es amplia, superior al 40% de la circunferencia, los pies habrán perdido su vitalidad y rentabilidad económica. Entonces es necesario considerar la opción de apeaar el árbol y reconstituirlo a partir de rebrotes. En muchos casos, los retoños se producirán casi inmediatamente y con bastante vigor ¹⁴⁵.

1.4 Alcornoques

Para favorecer el rebrote, hay que cortar bien a ras del suelo, con cortes limpios, lisos, sin desgarros, que favorezcan la evacuación del agua de lluvia ¹⁴⁶.

1.4 d Momento oportuno de la corta

Los alcornoques son más sensibles al fuego durante el periodo de máxima actividad biológica, de marzo a junio ²². Si el incendio se produce en primavera, la recuperación de la cubierta puede ser más difícil puesto que las yemas epicórmicas situadas en las ramas o en el tronco morirán y los rebrotes se producirán desde las yemas situadas en la cepa o en el cuello de la raíz, que sobreviven más al fuego.

1.4 e Localización de la corta

Los alcornoques en exposición sur son más vulnerables al fuego que las de las vertientes norte.

1.4 f Intensidad de la corta

Sin información

1.4 g Desembosque

En el momento de realizar el desembosque (un año o más después del incendio), los alcornoques supervivientes ya habrán rebrotado. Será necesario tener cuidado para no dañarlos. Concentrad el desplazamiento de la maquinaria dentro de las calles de desembosque a fin de dañar lo menos posible los rebrotes (tanto arbóreos como arbustivos).

1.4 h Preparación del terreno

Debido a la abundante regeneración postincendio de estas especies, la preparación de terreno no es necesaria.

1.4 i Meteorología

Sin información

1.4 j Pendiente

Sin información

1.4 k Trabajos específicos

En caso de recepar los alcornoques, para mejorar la producción de corcho, aumentar la producción de bellotas y conducir el rodal hacia un monte alto, practicad una selección de rebrotes. Dejad 2 o 3 retoños por cepa para disminuir el vigor de los renuevos ³⁹. Seleccionad los retoños rectos, que crezcan sobre la cepa, espaciados entre ellos como mínimo 50 cm ¹⁴⁵. Aunque la selección de rebrotes aumenta el crecimiento diametral y en altura de estos, la producción de biomasa y el incremento del área basal son superiores en los rodales sin selección de rebrotes. Si lo que se busca es acumular el máximo de biomasa rápidamente y obtener una elevada fracción de cabida cubierta, no realizéis una selección de rebrotes antes de que el suelo esté cubierto por hojarasca, hierbas y/o arbustos en más de un 60%, y no reduzcáis la fracción de cabida cubierta a menos del 60% ³³.

CONVERSIÓN A ALCORNOCALES

Si los **rodales quemados son de pinos no serótinicos**, se pueden reconvertir a alcornoque con un débil coste mediante la dispersión de bellotas hecha por los arrendajos, siempre que haya rodales de alcornoques a proximidad. El arrendajo es uno de los principales agentes de dispersión de bellotas, que pueden llegar a centenares de metros. El sistema de aprovechamiento influenciará la dispersión de estas semillas:

MEJOR – No hagáis ninguna intervención en el pinar quemado, es la manera de obtener una mayor densidad de plántulas de roble y de encina. El pinos quemados y de pie proporcionan un cierto hábitat a los arrendajos ²¹.

MEDIO – Conservad de pi la totalidad de los árboles vivos y más del 10% de los árboles quemados (o más de 150 pies/ha), dejando en el suelo las ramas de los árboles cortados, para atraer suficientes arrendajos. Aun así, la densidad de plántulas obtenida será menor que si no se hace ninguna intervención ²¹. Si no hay interés por ciertos troncos quemados y abatidos, apiladlos dentro de la zona quemada.

EVITAR – Evitad la corta de recuperación que deje un 10% o menos de los árboles de pie, y evitad llevaros las ramas o trocearlas *in situ* ²¹.

1.4 l Aprovechamientos silvopastorales

En caso de que se recepen los alcornoques, será necesario excluir el pastoreo del tramo de corta hasta que las yemas apicales estén fuera del alcance del ganado ²², por eso acotad el acceso a rebaños al menos los primeros 5 años ¹⁴⁶.

En el caso de selecciones de rebrotes (después del recepe) y claras en modelos regulares, puede ser interesante pastar la zona tratada durante el primer y el segundo año posteriores a estos trabajos para controlar los renuevos ¹⁴⁶.

1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.5 Vegetación de sotobosque

1.5 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

General

1.5 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

General

1.5 c Sin aprovechamiento

General

1.5 d Momento oportuno de la corta

General

1.5 e Localización de la corta

General

1.5 f Intensidad de la corta

Sin información

1.5 g Desembosque

General



1.5 h Preparación del terreno

General

1.5 i Meteorología

Sin información

1.5 j Pendiente

Sin información

1.5 k Trabajos específicos

Las ramas de los árboles talados se pueden utilizar para construir pilones o fajinas. Estos pilones, de entre 35 y 80 cm de alto, tienen poco efecto sobre el control de la erosión (ved la ficha 7.2 Dispositivos de control de la erosión), pero atraen pájaros frugívoros que dispersan las semillas de plantas de fruto carnoso (posiblemente por su similitud con los arbustos). Así, debajo de estos pilones la densidad de semillas es similar a la que se encuentra en el suelo de los bosques adyacentes no quemados. Debajo de los árboles aislados dejados de pie en la zona quemada es donde la densidad de semillas es más baja, y densidades intermedias se han medido en los grupos de árboles quemados no cortados y en las áreas abiertas (entre pilones). Así, no parece que los árboles quemados de pie aislados sean utilizados por los pájaros frugívoros como percha ¹²², pero sí por otras especies con regímenes alimentarios diferentes para buscar comida, posarse, nidificar y como lugar de vigilancia ⁷⁴.

Los efectos de los pilones son significativos en los vertientes sur, donde se consigue un recubrimiento de plantas de fruto carnoso casi tan elevado como en los vertientes norte fuera de los pilones. Los pilones más altos son mejores para reclutar plantas de fruto carnoso. El efecto de estos pilones (que en el estudio cubrían entre el 5 y el 10% de la superficie quemada) es independiente de la distancia al bosque no quemado. Así pues, pueden servir para que plantas de fruto carnoso recolonizen las áreas más interiores de las zonas quemadas, y no sólo en los pilones mismos sino también entre ellos ^{118,122}.

1.5 l Aprovechamientos silvopastorales

General



1. Regeneración de la cubierta vegetal

1.6 Conversión de áreas arboladas en medios abiertos

1.6 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

El sistema de aprovechamiento por árbol completo favorece la conversión de rodales quemados, especialmente de pinos no serótinios, hacia medios abiertos, sobre todo en incendios de severidad elevada. Gracias a la eliminación de las ramas se facilita el uso silvopastoral posterior de la zona quemada.

En casos de incendios menos severos donde parte de los árboles maduros quedan vivos, se puede talar una parte de estos supervivientes para asegurar una conversión hacia dehesa, matorral o herbazal.

Para la conversión a dehesa, las densidades sugeridas de pies maduros vivos (o chirpiales en caso de encinares y robledos tras una corta a matarrasa) a retener en el momento de la corta de recuperación son ^{6,38,49}:

Encinas y robles: entre 400 y 1.000 chirpiales/ha seleccionados, o una fracción de cabida cubierta inferior al 60%.

Pino salgareño y pino silvestre: entre 350 y 650 pinos/ha.

Pino piñonero: entre 100 y 300 pinos/ha.

1.6 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

El sistema de aprovechamiento por tronco entero favorece la conversión de rodales quemados, especialmente de pinos no serótinios, hacia medios abiertos, sobre todo en incendios de severidad elevada. La conservación de las ramas puede dificultar el uso silvopastoral posterior de la zona quemada.

En casos de incendios menos severos donde parte de los árboles maduros queden vivos, se puede talar una parte de estos supervivientes para asegurar una conversión hacia dehesa, matorral o herbazal.

Para la conversión a dehesa, las densidades sugeridas de pies maduros vivos (o chirpiales en caso de encinares y robledos tras una corta a matarrasa) a retener en el momento de la corta de recuperación son ^{6,38,49}:

Encinas y robles: entre 400 y 1.000 chirpiales/ha seleccionados, o una fracción de cabida cubierta inferior al 60%.

Pino salgareño y pino silvestre: entre 350 y 650 pinos/ha.

Pino piñonero: entre 100 y 300 pinos/ha.

1.6 c Sin aprovechamiento

PINOS SERÓTIONOS

En los rodales de pinos serótionos sin aprovechamiento, la conversión hacia medios abiertos se puede realizar mediante la quema prescrita del repoblado, del monte bravo o del latiza antes de la producción de piñas, o más fácilmente en los rodales de pino marítimo con débil proporción de piñas serótionas ^{4,142}.

PINOS NO SERÓTIONOS

En los rodales de pinos no serótionos sin aprovechamiento, la conversión hacia medios abiertos después del fuego dependerá de la severidad del incendio y de la presencia de rebrotadoras. En severidades débiles (sobre todo si hay presencia de pinos maduros) y/o con encinas o robles como especies acompañantes, estos pinares sólo permanecen abiertos temporalmente ^{5,6,49}.

Con todo, no realizar ningún aprovechamiento supone la caída progresiva de los árboles, que se acelera a partir del tercer año postincendio. Todos estos restos pueden dificultar acciones posteriores que busquen mantener un medio abierto, como el pastoreo (por dificultar el movimiento del ganado) o las quemas prescritas para suprimir el regenerado arbóreo (por la mayor carga de combustible en la zona; esto puede ser perjudicial o beneficioso para la quema, según el caso).

ENCINARES Y ROBLEDOS

En los encinares y robledos donde no se realiza ningún aprovechamiento postincendio, las probabilidades que estos transiten hacia un matorral o herbazal son débiles. Después del fuego las rebrotadoras ocuparán rápidamente el espacio, creando un monte cerrado de encina y/o robleo transitoria hacia un monte bajo cerrado ³⁸.

1.6 d Momento oportuno de la corta

Si lo que se busca es reducir la cubierta arbórea del futuro rodal, el momento más oportuno de la corta parecería ser un año después del incendio, momento en que el regenerado ya está establecido y puede ser parcialmente dañado o destruido por los trabajos de la tala y desembosque.

1.6 e Localización de la corta

En las vertientes sur y sobre los suelos menos desarrollados la regeneración (de brinzales y de chirpiales) es menos vigorosa, así que serán lugares donde más fácilmente se podrá operar la transición de un medio arbolado hacia uno de abierto.

ÁREAS DE FOMENTO DE LA GESTIÓN

Las Áreas de Fomento de la Gestión (AFG) son localizaciones idóneas donde aplicar la conversión de medios arbolados hacia medios abiertos si las condiciones postincendio lo posibilitan.

Las AFG son zonas donde se aplican tratamientos estratégicos para incidir en la capacidad máxima de propagación de un incendio y así generar indirectamente un abanico mayor de oportunidades de control. Para reducir el riesgo de incendio posterior se recomiendan los aprovechamientos

1.6 Conversión de áreas arboladas en medios abiertos

postincendio por árbol completo o, en el caso de tronco completo, eliminar los restos por astillado/troceado *in situ* o en el camino. No es recomendable dejar los restos seccionados y tendidos en el suelo ¹¹. Para los diferentes tipos de incendio que se dan en Cataluña, las AFG son:

Fondos de barranco y nudos de barranco, en áreas afectadas por fuegos topográficos.

Partes altas de crestas orientadas hacia el sur, el suroeste y el oeste, en áreas afectadas por fuegos de convección con o sin viento.

Zonas sotaventeadas o contraventeadas, en áreas afectadas por fuegos conducidos por el viento.

Nudos de crestas, en áreas afectadas por fuegos conducidos por el viento.

Puertos de montaña, en áreas afectadas por fuegos conducidos por el viento.

El tamaño del área que se tiene que considerar varía en función de las características concretas, pero se puede fijar una dimensión mínima de 60 m de anchura de manera orientativa (por ejemplo, en un nudo de barranco, 30 m a ambos lados de la línea de vaguada) ¹¹.

FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Una guía para recuperar zonas abiertas en áreas arboladas es el uso de antiguas fotografías aéreas para localizar antiguos cultivos o pastos forestados. Son zonas tradicionalmente explotadas, más planas (pues con menos riesgo de erosión) y más fértiles (y por lo tanto con una recuperación de la cubierta vegetal más rápida).

1.6 f Intensidad de la corta

CONVERSIÓN A DEHESA

Para la conversión a dehesa, las densidades sugeridas de pies maduros vivos (o chirpiales en caso de encinares y robledos) a retener en el momento de la corta de recuperación son ^{6,38,49}:

Encinas y robles: entre 400 y 1.000 chirpiales/ha seleccionados, o una fracción de cabida cubierta inferior al 60%.

Pino salgareño y pino silvestre: entre 350 y 650 pinos/ha.

Pino piñonero: entre 100 y 300 pinos/ha.

CONVERSIÓN A MATORRALES O HERBAZALES

Para la conversión a herbazales o a matorrales sin cubierta arbórea, el aprovechamiento de la madera tendría que ser más intenso, de acuerdo con las recomendaciones de la ficha 0. Planificación y gestión forestales postincendio a escala de paisaje.

1.6 g Desembosque

Si lo que se busca es reducir la cubierta arbórea del futuro rodal, el desembosque podría prescindir de calles y la maquinaria podría circular libremente, con el fin de dañar o destruir parte del regenerado. Esto puede perjudicar a la regeneración herbácea, que interesa mucho. No obstante, no se tiene que negligir la protección del suelo contra la erosión, ni la conservación de la fertilidad del suelo, de la fauna y de los hábitats fluviales y de ribera. Hará falta, pues, evaluar la vulnerabilidad de estos elementos antes de permitir una circulación extensa de la maquinaria por el área quemada.

1.6 h Preparación del terreno

No se abordan las roturaciones puesto que su objetivo es la creación de un medio agrícola, y no forestal, el cual tiene menor interés para la conservación de la biodiversidad de medios abiertos. En algunos casos se puede considerar la siembra de plantas de praderas, hecho que requeriría el trabajo de la tierra.

1.6 i Meteorología

Sin información

1.6 j Pendiente

Sin información

1.6 k Trabajos específicos**RODALES DE PINOS SERÓTINOS**

Si la regeneración de pinos serótinicos es abundante, se puede transformar el repoblado, el monte bravo o el latizal en medio abierto mediante una quema prescrita intensa o por medios mecánicos, antes de que los pinos produzcan piña (unos 15 años en el caso del pino carrasco y 10 años en el caso del pino marítimo).

1.6 l Aprovechamientos silvopastorales

Los aprovechamientos silvopastorales son la mejor manera para favorecer el mantenimiento de los medios abiertos.

CONVERSIÓN A DEHESAS DE ENCINAS Y DE ROBLES

Después del incendio realizad un recepe seguido de una selección de rebrotes, conservando entre 400 y 1.000 chirpiales/ha ³⁸. Será necesario excluir el pastoreo del tramo de corta justo después, hasta que las yemas apicales estén fuera del alcance del ganado ²², por eso acotad el acceso a rebaños al menos los primeros 5 años ¹⁴⁶, puesto que tanto las vacas, las ovejas como las cabras se alimentan de brotes tiernos y de hojas (excepto las ovejas) de encina. Con las vacas, el acotamiento en rodales de roble se puede acortar si el pastoreo se realiza en invierno, para evitar el consumo de las hojas (muy consumidas en mayo y en junio). Esto no es aplicable a la encina, la hoja de la cual es consumida durante todo el año ¹³⁷.

Pasado este período de acotamiento, los renuevos pueden ser controlados mediante el pasto de la zona tratada ¹⁴⁶, puesto que los renuevos serán todavía accesibles al ganado y dominantes, a las vacas ³⁹. No obstante, seguramente será necesario un desbroce para reducir la cubierta de arbustos y aumentar la oferta herbácea y estimular la producción de brotes tiernos, dependiendo de las especies que pazcan ³⁸.

CONVERSIÓN A DEHESAS DE PINOS NO SERÓTINOS

Después del incendio los rodales se podrán convertir a dehesa si quedan vivos entre 350 y 650 pies/ha, en el caso del pino silvestre y del pino salgareño ⁶, y entre 100 y 300 pies/ha en el caso del pino piñonero ¹⁰⁵. El mismo ganado evitará el cierre de la cubierta arbórea por el regenerado de pino. Las cabras tienen un alto consumo de acículas, pero en las ovejas es ocasional, prefiriendo el pino silvestre al pino salgareño. Las vacas no consumen el regenerado de pino, pero afectan su supervivencia debido al pisoteo ⁶.

CONVERSIÓN A MATORRALES O HERBAZALES

El mantenimiento de estas comunidades depende mucho del ganado que pascen. Las **vacas** tienen un alto consumo de lastón (*Brachypodium retusum*), de fenazo (*Brachypodium phoenicoides*), de junquillo (*Aphyllantes monspeliensis*) y de dátilo (*Dactylis glomerata*), pero de las especies leñosas sólo se alimentan de hojas de encina (principalmente en invierno) y de roble (principalmente en primavera). Las **ovejas** consumen junquillo, dátilo y albaida (*Anthyllus cytisoides*), pero rechazan la festuca (*Festuca gautieri*), el lastón y el fenazo; de las especies leñosas sólo se alimentan de flores y hojas de romero (*Rosmarinus officinalis*), de brotes tiernos de encina y ocasionalmente de acículas de pino. Las **cabras** consumen pocas herbáceas pero muchas plantas leñosas, como las acículas de pino, los brotes tiernos y hojas de encina, de guillomo (*Amelanchier ovalis*), de coscoja (*Quercus coccifera*), de aladierno (*Rhamnus alaternus*), de endrino (*Prunus spinosa*), de brezo (*Erica multiflora*) y de romero, así como los frutos de la aulaga (*Ulex parviflorus*); rechazan los tomillos (*Thymus* spp.) y las estepas (*Cistus* spp.) ^{6,38}.



2. Reducción de la erosión del suelo

2.0 Condiciones generales

2.0 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

MEJOR – Preservad tanto como se pueda las cenizas, los restos quemados y la hojarasca, puesto que ayudan a retener la lluvia ¹³⁰. Priorizad el uso de vehículos con orugas. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible ¹¹⁴. Dejad pequeños rodales de árboles quemados de pie en las zonas más sensibles a la erosión.

EVITAR – Evitad el aprovechamiento por árbol completo en toda la superficie quemada. Evitad la circulación de vehículos con cadenas ¹⁴⁴.

2.0 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

MEJOR – Priorizad el aprovechamiento por tronco completo o por madera troceada (frente al aprovechamiento por árbol entero): apead primero los pies más cercanos a la calle orientando la corta para que queden atravesados en la calle y procurad que los restos del desrame y del troceo queden en la misma calle, de forma que disminuyan los efectos del paso de los tractores agrícolas o forestales (*skidders*) sobre el suelo ¹¹⁴. Dejad pequeños rodales de árboles en las zonas más sensibles a la erosión.

Preservad tanto como sea posible las cenizas, los restos quemados y la hojarasca, puesto que ayudan a retener la lluvia ¹³⁰. Priorizad el uso de vehículos con orugas. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible ¹¹⁴.

EVITAR – Evitad el aprovechamiento en toda la superficie quemada. Evitad la circulación de vehículos con cadenas ¹⁴⁴.

2.0 c Sin aprovechamiento

MEJOR – En el supuesto de que se apeen los árboles y se corten las ramas para otros usos, priorizad los trabajos manuales (corta con motosierra) a los mecanizados.

2.0 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – Esperad como mínimo un año antes de entrar en el bosque con maquinaria ¹²³. En los incendios de verano, esperad como mínimo hasta la primavera del año siguiente antes de intervenir, para evitar perturbar el suelo antes las tormentas del otoño ¹³⁰. La espera de un cierto tiempo permite que las hojas o acículas chamuscadas caigan al suelo, lo que genera un manto protector.

2.0 Condiciones generales

Empezad el aprovechamiento en las vertientes norte. Los suelos de las vertientes sur son más frágiles, superficiales y la vegetación tarda más en recuperarse después de un incendio ², mientras que en las vertientes norte la vegetación se regenera antes, quema menos intensamente, produce más cenizas y residuos que protegen el suelo y este es más profundo ⁸⁰. Se deberá proceder con más prudencia en los suelos de las vertientes sur. Igualmente, los suelos menos pedregosos son más sensibles ¹³⁰. Empezad los aprovechamientos por los suelos más pedregosos.

Programad los trabajos forestales para hacerlos coincidir con los periodos en que el suelo tiene cierta humedad (otoño, invierno y primavera) y así se evitará circular cuando el suelo es más hidrófobo (en verano, lo que aumenta el riesgo de erosión y de escorrentía) ¹²³.

MEDIO – Esperad como mínimo 8 meses antes de entrar en el bosque con maquinaria ¹²³. En los incendios de verano, esperad como mínimo hasta enero del año siguiente antes de intervenir, para evitar perturbar el suelo antes de las tormentas de otoño ¹³⁰.

PEOR – Esperad como mínimo 4 meses antes de entrar en el bosque con maquinaria ².

2.0 e Localización de la corta

La vulnerabilidad del suelo a la erosión está relacionada con su litología (roca madre), la pendiente, la proporción de la superficie de suelo desnudo y el grosor de la capa de hojarasca ¹ y el tipo de incendio. En los suelos de máxima vulnerabilidad a la erosión, evitad la corta de los árboles, la apertura de nuevos caminos o calles, la circulación fuera de los caminos y el arrastre de troncos ¹⁴².

Vulnerabilidad baja: suelos formados a partir de caliza, dolomita, caliza con dolomita o con calcarenita, o caliza y arenisca, con una pendiente < 15%, con una superficie de suelo desnudo < 30%, donde el grosor de la hojarasca es > 3 cm.

Vulnerabilidad moderada: suelos formados a partir de caliza margosa, calcarenita, caliza tobera, conglomerado, conglomerado y arcilla, caliza y marga, flysch, calcarenita y marga, dolomita y marga, arenisca, pizarra, o esquisto y cuarcita, con una pendiente entre 15 y 30%, con una superficie de suelo desnudo entre el 30 y el 60%, donde el grosor de la hojarasca es de entre 1 y 3 cm.

Vulnerabilidad alta: suelos formados a partir de granito, conglomerado con arcilla, arena, arcilla, arcilla con arena, yeso, marga, o arcilla con marga o con limo, con una pendiente > 30%, con una superficie de suelo desnudo > 60%, donde el grosor de la hojarasca es < 1 cm.

2.0 f Intensidad de la corta

Intensidades de corta menores requieren menos medidas de control de la erosión.

2.0 g Desembosque

MEJOR – Disminuid al mínimo la distancia de arrastre y semiarrastre de la madera. Desembocad la madera completamente suspendida, sobre remolque de autocargador o de tractor agrícola, o en forma de paquete suspendido con cabrestante (para la madera troceada) ¹¹⁴. Priorizad el uso de vehículos con orugas. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible. Aun así, si la densidad de vías establecida es baja, el paso de la maquinaria produce una circulación excesiva dentro de las vías marcadas que puede generar

2.0 Condiciones generales

efectos perjudiciales sobre el suelo ¹¹⁴.

Preved y, si fuera necesario, marcad previamente los itinerarios de desembosque y localizad los cargaderos de la madera correctamente para reducir al máximo las distancias de desembosque y el tránsito por el interior del rodal donde se actúa ¹⁰⁶.

El desembosque de madera con canales es recomendable si la madera se destina a leña ¹¹⁴.

En caso de desembosque por tronco completo o por madera troceada, se pueden usar los residuos de tala (principalmente ramas) para otros usos que no sean la prevención de la erosión (ved las fichas 1. Regeneración de la cubierta vegetal y 5. Conservación de la fauna vertebrada). Si el desembosque se hace por árbol completo y con tala manual, cortad algunas ramas antes del desembosque para dejarlas *in situ* con los mismos propósitos.

MEDIO – En el desembosque con tractor forestal por semiarrastre se debe acceder lo más cerca posible de los árboles apeados para que estos realicen el trayecto más corto posible totalmente arrastrados. Evitad el arrastre de paquetes de madera troceada y de cargas excesivas ¹¹⁴.

EVITAR – Evitad el arrastre de los troncos con tractor agrícola o forestal ¹¹⁴. Evitad circular por los suelos arcillosos cuando están húmedos, puesto que son los más sensibles a la compactación, y en menor medida, los arenosos y arcillosos secos ¹¹⁴. Evitad la circulación de vehículos con cadenas ¹⁴⁴.

2.0 h Preparación del terreno

MEJOR – La plantación de árboles debería hacerse con el mínimo de subsolado posible: lo ideal es excavar pequeños hoyos donde se introduce la planta. Estos hoyos se deberían abrir manualmente en pendientes de más del 20% y en los lugares con alto riesgo de erosión del suelo. En pendiente de menos del 20%, los hoyos se pueden abrir mecánicamente ⁴².

EVITAR – Evitad el subsolado profundo, esta acción aumenta la erosión más allá de los niveles naturales del suelo justo después del incendio ¹³⁰.

2.0 i Meteorología

MEJOR – Evitad el trabajo mecanizado durante los días muy lluviosos, cuando la escorrentía en los suelos transitados por la maquinaria pueda ser elevada ¹¹⁴, y durante los días ventosos, cuando el viento pueda llevarse las cenizas levantadas por la maquinaria.

EVITAR – Durante el primer año después de un incendio moderado o severo, evitad circular por el bosque cuando los suelos están excesivamente húmedos, helados o cubiertos de nieve, puesto que se deteriora su estructura ¹³⁰.

2.0 j Pendiente

Para los sistemas de desembosque mecanizados, priorizad los siguientes en función de la pendiente ¹¹⁴:

Pendiente < 25%: priorizad el autocargador frente al tractor agrícola.

Pendiente 25% – 35%: el tractor forestal es más eficiente, límite para el uso del autocargador.

Pendiente 35% – 60%: priorizad el uso del tractor forestal, o del desembosque con cable aéreo en pendientes de más del 50%.

2.0 Condiciones generales

Pendiente > 60%: priorizad el desembosque con cable aéreo, frente al desembosque por arrastre con cable desde pista.

2.0 k Trabajos específicos

Estos trabajos (principalmente lechos protectores y siembra de herbáceas) no son particularmente necesarios siempre y cuando se apliquen las buenas prácticas en las cortas de recuperación y el terreno no sea especialmente sensible a la erosión y a la escorrentía (fuerte pendiente y lenta recuperación de la cubierta vegetal) ¹⁴². En general, los suelos mediterráneos conservan una capacidad de infiltración similar después del incendio, aunque se pueden dar casos puntuales de hidrofobia inducida por el fuego. A pesar del aumento considerable de la escorrentía durante el primer año después del incendio, la erosión no muestra un incremento tan importante ¹³². Siempre y cuando no haya habido destrucción de la vegetación y de la hojarasca durante el aprovechamiento, la escorrentía y la erosión recuperan sus niveles preincendio al cabo de 1 a 3 años en montes cerrados de quercíneas y en rodales de pino ¹³². Un indicador de la severidad del fuego puede ser el color de las cenizas. Si la ceniza depositada en el suelo tiene un color cobrizo, negro o gris oscuro, significa que la severidad no ha sido elevada, que las partículas de ceniza serán bastante grandes como para no obstruir los poros del suelo y que casi seguro el bosque no necesitará ninguna intervención para recuperarse ¹³.

Debido a la imposibilidad de aplicar trabajos de prevención de la erosión a toda la superficie quemada, estos se tienen que concentrar en lugares clave ⁴². Serían necesarios en cuencas severamente quemadas, con fuerte pendiente y con suelos superficiales, esqueléticos y repelentes al agua (hidrofobia inducida por el fuego), donde naturalmente la vegetación podría tardar más de 4 años en recuperarse ¹³².

MEJOR – La aplicación de un lecho protector (*mulch*) es el tratamiento más eficiente. Cubriendo como mínimo el 70% del suelo con un lecho protector formado por los residuos forestales de la corta de recuperación, en comparación con una zona quemada y no tratada, se pueden obtener reducciones de la erosión de hasta el 90% ⁴²:

Para mejorar la eficiencia se pueden mezclar semillas de herbáceas autóctonas al lecho protector ⁴⁷. Los lugares donde esta técnica se tendría que priorizar son las pendientes fuertes con poco recubrimiento vegetal y alto riesgo de erosión, y se debería aplicar al poco del incendio y antes de las lluvias de otoño ¹⁴². En severidades de fuego bajas y moderadas, el lecho protector de residuos forestal se puede obtener naturalmente, dejando suficiente tiempo porque las hojas o acículas de las copas chamuscadas caigan al suelo.

La microtopografía también influye sobre la erosión. Las terrazas o bancales agrícolas abandonados y forestados protegen el suelo contra la erosión después de un incendio. Conservad estas terrazas durante los aprovechamientos ⁹⁴.

MEDIO – Si se opta por la siembra de hierbas, su eficiencia depende mucho la pluviometría y de la temporización. Aplicad las semillas combinadas con otro tratamiento que haga efecto antes de la germinación y que proteja las semillas y las plántulas, como un lecho protector o un *hidro-mulch*. De lo contrario las semillas pueden ser llevadas por la escorrentía antes de germinar ⁴².

EVITAR – Evitad la siembra de hierbas de origen alóctono, que desplazan los vegetales autóctonos ⁴².

La construcción de barreras paralelas a las curvas de nivel (con troncos, ramas o balas de paja) es poco eficiente para controlar la erosión, sobre todo en lluvias torrenciales, habituales durante el otoño.

Evitad escarificar o arar el suelo como método para facilitar la infiltración del agua de la lluvia,

2.0 Condiciones generales

especialmente en los suelos hidrófobos. Esto sólo provoca un incremento de la erosión.

2.0 I Aprovechamientos silvopastorales

EVITAR – Evitar el pastoreo los meses que siguen el incendio. Esta actividad puede reducir considerablemente la abundancia de especies herbáceas y arbustivas, altamente digeribles y atractivas para los herbívoros, que con sus raíces retienen el agua de la lluvia, estabilizan y estructuran el suelo y, en el caso de las leguminosas, lo enriquecen con nitrógeno. El pisoteo del ganado (sobre todo alrededor de las infraestructuras como bebederos y corrales) también perturba la sucesión vegetal³¹ y compacta el suelo, lo que reduce su capacidad de infiltración¹³². Así, en los pinares secos (precipitación anual ≤ 650 mm), evitar el pastoreo durante los 20 meses siguientes al incendio, puesto que la vegetación briófitas no logra su máximo recubrimiento hasta 15 meses después del fuego, la vegetación superior, hasta 20 meses después, y la erosión no está nula hasta 21 a 25 meses después del incendio³¹. No obstante, estos periodos pueden acortarse o alargarse según la exposición del terreno, puesto que a las vertientes sur la vegetación se recupera más rápidamente⁸⁰ y los suelos son más estructurados¹³².



2. Reducción de la erosión del suelo

2.1 Pinares

2.1 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

General

2.1 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

General

2.1 c Sin aprovechamiento

General

2.1 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – En caso de que la fracción de copa chamuscada sea elevada, retrasad las cortas hasta después de la caída de las acículas, de 12 a 15 semanas después del fuego ¹³¹ (en algunos casos más). Estas protegerán el suelo contra la erosión y devolverán una parte de los nutrientes al suelo ¹³⁹. Si la fracción de copa consumida es elevada, este procedimiento no se puede aplicar.

2.1 e Localización de la corta

General

2.1 f Intensidad de la corta

General

2.1 g Desembosque

General

2.1 Pinares

2.1 h Preparación del terreno

MEJOR – En caso de realizar una plantación después del incendio, preferid la preparación del terreno realizando los hoyos de plantación individualmente, en lugar del subsolado.

En pendientes fuertes (> 30%) y suelos blandos, utilizad los troncos de los pinos para crear barreras de troncos contra la erosión paralelas a las curvas de nivel que retengan el suelo erosionado ⁴⁵ (ved los detalles en la ficha 7.2 Dispositivos de control de la erosión).

EVITAR – Evitad el subsolado profundo. Esto puede causar una pérdida de suelo en las plantaciones de pinos cuatro veces superior a la erosión postincendio, sobre todo en pendientes superiores al 15% ¹³⁰. Durante el subsolado, realizad los surcos paralelos a las curvas de nivel. El subsolado tendría que ir acompañado de la aplicación de un lecho protector, que podría estar compuesto de los restos de la corta troceados o astillados, o de un *hidro-mulch*.

2.1 i Meteorología

General

2.1 j Pendiente

General

2.1 k Trabajos específicos

General

2.1 l Aprovechamientos silvopastorales

General



2. Reducción de la erosión del suelo

2.2 Plantaciones de eucaliptos

2.2 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

General

2.2 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

General

2.2 c Sin aprovechamiento

General

2.2 d Momento oportuno de la corta

General

2.2 e Localización de la corta

General

2.2 f Intensidad de la corta

General

2.2 g Desembosque

General

2.2 h Preparación del terreno

MEJOR – En caso de realizar una plantación después del incendio, preferid la preparación del terreno realizando los hoyos de plantación individualmente, en lugar del subsolado.

EVITAR – Evitad el subsolado profundo. Esto puede causar una pérdida de suelo en las plantaciones de eucalipto superior a la erosión postincendio ¹³¹, sobre todo en pendientes superiores al 15% ¹³⁰. Durante el subsolado, realizad los surcos paralelos a las curvas de nivel. El destaconado es también una operación que puede causar erosión. Ambos casos tendrían que ir acompañados de la aplicación de un lecho protector, que podría estar compuesto de los restos de la tala o de *hidro-mulch*.

2.2 i Meteorología

General

2.2 j Pendiente

General

2.2 k Trabajos específicos

MEJOR – Los residuos de corta del eucalipto, formados principalmente de corteza, son importantes para la reducción de la erosión y devuelven una parte de los nutrientes al suelo ¹³⁹. Esparcidos uniformemente, la erosión será similar a la de una plantación quemada donde no se haya realizado ninguna corta. Para maximizar estos beneficios, la corta se tendría que realizar tan pronto como sea posible. Esparcid por la superficie quemada como mínimo 0,5 kg/m² (5 t/ha) de residuos de manera uniforme (lo que correspondería a un 10% de los residuos generados) ¹³¹. Los residuos son más efectivos si se disponen las tiras de corteza orientadas perpendiculares a la pendiente, actuando como pequeñas presas para los sedimentos ¹³⁹.

No es necesario esparcir la totalidad de estos residuos, lo que permite reducir el riesgo de incendio posterior. Igualmente, el hecho que estos residuos estén uniformemente esparcidos facilitará que se amolden al suelo con las primeras lluvias. En contacto con el suelo los mantendrá húmedos y reducirá la peligrosidad de un posterior incendio ¹³¹.

EVITAR – No apiléis los residuos de la corta en fajinas ni los queméis. Estas prácticas ocasionan más erosión que la de un suelo quemado sin ninguna intervención ¹³⁰.

2.2 l Aprovechamientos silvopastorales

General



3. Conservación de la fertilidad del suelo

3.0 Condiciones generales

3.0 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

MEJOR – Dejad un mosaico de áreas cortadas y sin cortar, que se regenerarán naturalmente y podrán ayudar a regenerar las áreas cortadas adyacentes ⁴⁸. Las coníferas jóvenes contienen una mayor concentración de nutrientes (N, P, K, Can y Mg) en el tallo y en las ramas que las coníferas maduras. Priorizad el aprovechamiento de las coníferas maduras y dejad en la zona quemada las más jóvenes para exportar menos nutrientes. Además, una mayor concentración de nutrientes en la madera de coníferas jóvenes produce astilla de menor calidad de combustión, puesto que genera más cenizas ²⁵.

Preservad tanto como sea posible las cenizas, los restos quemados y la hojarasca, puesto que ayudan a retener la lluvia ¹³⁰. En los rodales de pino, una cubierta de agujas muertas parece ser más eficaz para prevenir la exportación de nutrientes que una cubierta de ramas sin agujas ¹³⁹: dejad que las agujas caigan de los pinos antes de cortarlos. Priorizad el uso de vehículos con orugas. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible ¹¹⁴. Dejad pequeños rodales de árboles en las zonas más sensibles a la erosión.

MEDIO – Los residuos de tala de coníferas proporcionan más carbono y más nitrógeno al suelo que los residuos de planifolios ⁴⁸. Así, en las masas mixtas con aprovechamiento por árbol completo es prioritario dejar en el suelo los restos de coníferas antes de que los de planifolios.

EVITAR – Evitad el aprovechamiento por árbol completo en toda la superficie quemada. Evitad la circulación de vehículos con cadenas ¹⁴⁴.

3.0 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

MEJOR – Dejad un mosaico de áreas cortadas y sin cortar, que se regenerarán naturalmente y podrán ayudar a regenerar las áreas cortadas adyacentes ⁴⁸. Los aprovechamientos por tronco completo y por madera troceada permiten dejar más nutrientes (N, P, K, Can y Mg) en la zona quemada, puesto que estos se concentran mayoritariamente en las ramas y en las hojas. Además, estas partes de los árboles producen astilla de menor calidad de combustión, puesto que genera más ceniza ²⁵.

Apead primero los pies más cercanos a la calle orientando la corta para que queden atravesados en la calle y procurad que los restos del desrame y del troceo queden en la misma calle, de forma que disminuyan los efectos del paso de los tractores agrícolas o forestales (*skidders*) sobre el suelo ¹¹⁴. Dejad pequeños rodales de árboles en las zonas más sensibles a la erosión.

Preservad tanto como sea posible las cenizas, los restos quemados y la hojarasca, puesto que ayudan a retener la lluvia ¹³⁰. Priorizad el uso de vehículos con orugas. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible ¹¹⁴. Dejad las ramas en el suelo, distribuidas uniformemente, cubriendo, si posible, más de 45% de la superficie ⁷⁷. El astillado de estos restos puede acelerar la incorporación de los nutrientes al suelo, pero disminuye la

3.0 Condiciones generales

protección sobre las plantas germinadoras.

MEDIO – Si se quieren aprovechar las ramas por su biomasa, aseguraos antes de desemboscarlas que las agujas u hojas secas hayan caído al suelo ¹³⁹.

EVITAR – Evitad el aprovechamiento en toda la superficie quemada. Evitad la circulación de vehículos con cadenas ¹⁴⁴.

3.0 c Sin aprovechamiento

MEJOR – Para acelerar la incorporación de los nutrientes de los troncos y de las ramas, apead los árboles, cortad las ramas y troceadlas para aumentar la superficie de contacto de la madera con el suelo, cubriendo, si posible, más del 45% de la superficie ⁷⁷. Proceded mediante tala manual para evitar el impacto de la maquinaria sobre el suelo.

En caso de riesgo de erosión, esta madera se puede astillar y esparcir por la zona quemada como lecho protector (*mulch*). Esto acelera la incorporación de los nutrientes al suelo, pero disminuye la protección sobre las plantas germinadoras.

3.0 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – Esperad como mínimo un año antes de entrar en el bosque con maquinaria para permitir la germinación de las plantas, puesto que es durante el primer año después del incendio cuando el suelo es más sensible ⁴⁸. Si se quiere apead los árboles antes, la tala se tendrá que hacer manualmente. A pesar de que este retraso de los trabajos no anula completamente los impactos sobre la posible pérdida fertilidad, sí que acorta los efectos ⁴⁸.

MEDIO – Esperad el tiempo necesario para que las hojas o acículas muertas o chamuscadas caigan de los árboles, puesto que son una fuente de nutrientes importante ¹³⁹. La hojarasca resultante aportará nutrientes al suelo y lo protegerá contra la erosión.

EVITAR – Evitad empezar los trabajos forestales al poco del fuego.

3.0 e Localización de la corta

MEJOR – La pérdida de nutrientes es mucho más alta en los suelos someros que en los profundos ¹³⁸. Planificad los trabajos para situar en los suelos someros las áreas sin cortar, las que se explotarán por sistema de tronco completo (contra el sistema de árbol completo, sólo recomendable en suelos profundos) o en las que la corta se hará más tarde.

3.0 f Intensidad de la corta

Intensidades de corta menores suponen menos pérdidas de fertilidad del suelo.

3.0 Condiciones generales

3.0 g Desembosque

MEJOR – Disminuid al mínimo la distancia de arrastre y de semiarrastre de la madera. Desembocad la madera completamente suspendida, sobre remolque de autocargador o de tractor agrícola, o en forma de paquete suspendido con cabrestante (para la madera troceada) ¹¹⁴. Priorizad el uso de vehículos con orugas. Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible. Aun así, si la densidad de vías establecida es baja, el paso de la maquinaria produce una circulación excesiva dentro de las vías marcadas que puede generar efectos perjudiciales sobre el suelo ¹¹⁴.

El desembosque de madera con canales es recomendable si la madera se destina a leña ¹¹⁴.

En caso de desembosque por tronco completo o por madera troceada, se pueden usar los residuos de tala (principalmente ramas) para otros usos que no sean la prevención de la erosión (ved las fichas 1. Regeneración de la cubierta vegetal y 5. Conservación de la fauna vertebrada). Si el desembosque se hace por árbol completo y con tala manual, cortad algunas ramas antes del desembosque para dejarlas *in situ* con los mismos propósitos.

MEDIO – En el desembosque con tractor forestal por semiarrastre se debe acceder lo más cerca posible de los árboles apeados para que estos realicen el trayecto más corto posible totalmente arrastrados. Evitad el arrastre de paquetes de madera troceada y de cargas excesivas ¹¹⁴.

EVITAR – Evitad el arrastre de los troncos con tractor agrícola o forestal ¹¹⁴. Evitad circular por los suelos arcillosos cuando están húmedos, puesto que son los más sensibles a la compactación, y en menor medida, los arenosos y arcillosos secos ¹¹⁴.

3.0 h Preparación del terreno

MEJOR – En caso de reforestación, priorizad la plantación en hoyos. En los casos de terrenos poco fértiles o que hayan perdido fertilidad después de un incendio, se puede aplicar compost formado por un tercio de lodo proveniente de depuradoras, un tercio de corteza de pino y un tercio de restos vegetales verdes (compostado durante 30 días a 75 °C), a razón de 20 kg por hoyo de 1 m³, mezclándolo con la tierra del hoyo, o esparciendo uniformemente 50 toneladas de compuesto húmedo por hectárea. Esta técnica restaura la fertilidad del suelo, mejora la nutrición vegetal, aumenta el crecimiento apical y radial de plántulas de pino piñonero, de pino carrasco y de encina, y aumenta su supervivencia frente los periodos de estrés hídrico ⁶⁴, sin comportar problemas de eutrofización ni de aportación de metales pesados ^{23,65}. Dispersando 50 toneladas de compost húmedo por hectárea se favorecen las especies leñosas en frente de las herbáceas, que quedan aplastadas, y se crea un lecho protector donde pueden germinar las semillas y por donde se pueden propagar las raíces ⁶⁶. No se recomienda aplicar cantidades de compost que excedan estos valores ^{23,65,66}.

EVITAR – Evitad el subsolado profundo, esta acción aumenta la erosión más allá de los niveles naturales del suelo justo después del incendio ¹³⁰.

3.0 i Meteorología

EVITAR – Evitad el trabajo mecanizado durante los días muy lluviosos, cuando la escorrentía en los suelos transitados por la maquinaria pueda ser elevada ¹¹⁴, y durante los días ventosos, cuando el viento pueda llevarse las cenizas levantadas por la maquinaria.

3.0 Condiciones generales

Durante el primer año después de un incendio moderado o severo, evitad circular por el bosque cuando los suelos están excesivamente húmedos, helados o cubiertos de nieve, puesto que se deteriora su estructura ¹³⁰.

3.0 j Pendiente

Sin información

3.0 k Trabajos específicos

Sin información

3.0 l Aprovechamientos silvopastorales

EVITAR – Evitad el pastoreo los meses que siguen el incendio. Esta actividad puede reducir considerablemente la abundancia de especies herbáceas y arbustivas, altamente digeribles y atractivas para los herbívoros, que con sus raíces retienen el agua de la lluvia, estabilizan y estructuran el suelo y, en el caso de las leguminosas, lo enriquecen con nitrógeno. El pisoteo del ganado (sobre todo alrededor de las infraestructuras como bebederos y corrales) también perturba la sucesión vegetal ³¹ y compacta el suelo, lo que reduce su capacidad de infiltración ¹³². Así, en los pinares secos (precipitación anual ≤ 650 mm), evitad el pastoreo durante los 20 meses siguientes al incendio, puesto que la vegetación briófitas no logra su máximo recubrimiento hasta 15 meses después del fuego, la vegetación superior, hasta 20 meses después, y la erosión no es nula hasta 21 a 25 meses después del incendio ³¹. No obstante, estos periodos pueden acortarse o alargarse según la exposición del terreno, puesto que en los vertientes sur la vegetación se recupera más rápidamente ⁸⁰ y los suelos son más estructurados ¹³².



3. Conservación de la fertilidad del suelo

3.1 Plantaciones de eucaliptos

3.1 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

General

3.1 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

General

3.1 c Sin aprovechamiento

General

3.1 d Momento oportuno de la corta

General

3.1 e Localización de la corta

General

3.1 f Intensidad de la corta

General

3.1 g Desembosque

General

3.1 Plantaciones de eucaliptos

3.1 h Preparación del terreno

MEJOR – En caso de realizar una plantación después del incendio preferid la preparación del terreno realizando los hoyos de plantación individualmente, en vez de subsolando.

EVITAR – Evitad el subsolado profundo. Esto puede causar una pérdida de suelo en las plantaciones de eucalipto superior a la erosión postincendio ¹³¹, sobre todo en pendientes superiores al 15% ¹³⁰. Durante el subsolado, realizad los surcos paralelos a las curvas de nivel. El destaconado es también una operación que puede causar erosión. Ambos casos tendrían que ir acompañados de la aplicación de un lecho protector, que podría estar compuesto de los restos de la tala o de *hidro-mulch*.

3.1 i Meteorología

General

3.1 j Pendiente

Sin información

3.1 k Trabajos específicos

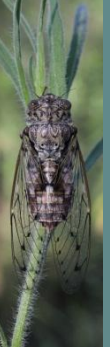
MEJOR – Los residuos de corta del eucalipto, formados principalmente de corteza, son importantes para la reducción de la erosión y devuelven una parte de los nutrientes al suelo ¹³⁹. Esparcidos uniformemente, la erosión será similar a la de una plantación quemada donde no se haya realizado ninguna corta. Para maximizar estos beneficios, la corta se tendría que realizar tan pronto como sea posible. Esparcid por la superficie quemada como mínimo 0,5 kg/m² (5 t/ha) de residuos de manera uniforme (lo que correspondería a un 10% de los residuos generados) ¹³¹. Los residuos son más efectivos si se disponen las tiras de corteza orientadas perpendiculares a la pendiente, actuando cómo pequeñas presas para los sedimentos ¹³⁹.

No es necesario esparcir la totalidad de estos residuos, lo que permite reducir el riesgo de incendio posterior. Igualmente, el hecho que estos residuos estén uniformemente esparcidos facilitará que se amolden al suelo con las primeras lluvias. En contacto con el suelo los mantendrá húmedos y reducirá la peligrosidad de un posterior incendio ¹³¹.

EVITAR – No apiléis los residuos de la corta en fajinas ni los queméis. Estas prácticas ocasionan más erosión que la de un suelo quemado sin ninguna intervención ¹³⁰.

3.1 l Aprovechamientos silvopastorales

General



4. Conservación de la fauna invertebrada

4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie

4.1 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

MEJOR – Este es el peor sistema de aprovechamiento para la mayoría de grupos de invertebrados puesto que genera un hábitat más homogéneo que el dejado por el fuego ^{14,18}. Los efectos de este déficit de heterogeneidad se pueden hacer sentir sobre la diversidad de artrópodos del suelo hasta décadas después de la corta ¹⁸.

En los rodales compuestos por germinadores (pinos), conservad los árboles vivos o moribundos, puesto que sus raíces podrán alimentar la fauna subterránea ¹⁰⁷.

Si se opta por este sistema habrá que dejar áreas sin talar (ved la recomendación 4.1 e Localización de la corta).

4.1 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

MEJOR – Para algunos invertebrados, como los gasterópodos, los himenópteros y los coleópteros, este parece ser el mejor sistema de aprovechamiento, puesto que deja las ramas y otros residuos de la tala esparcidos por el suelo. Estos residuos generan un hábitat más heterogéneo y protegen el suelo de la radiación solar, de los extremos de temperatura y mantienen un mayor grado de humedad. Este sistema parece más adecuado que no hacer ningún aprovechamiento, puesto que en este caso las ramas restan suspendidas en el árbol y no proporcionan tanta protección al suelo ^{14,60,84}.

4.1 c Sin aprovechamiento

MEJOR – No realizar ninguna corta es la opción más adecuada para preservar las comunidades de arañas ¹⁰⁴, pero no es tan beneficioso para los gasterópodos, los himenópteros y los coleópteros.

PEOR – Para algunos invertebrados, como los gasterópodos y los himenópteros, este sistema de aprovechamiento no es lo más adecuado puesto que las ramas, al quedar suspendidas en el árbol, generan un hábitat más homogéneo y no protegen tan eficazmente el suelo de la radiación solar, de los extremos de temperatura y ni permiten mantener un mayor grado de humedad que si estuvieran dispersas por el suelo. Si se opta por este sistema, lo ideal es apeaar los árboles, desramarlos y dejar la biomasa esparcida por el tramo de corta ^{14,84}.

4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie

4.1 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – En severidades de fuego bajas y moderadas, se puede aportar naturalmente materia orgánica al suelo si esperáis suficiente tiempo a cortar como para que las hojas o acículas de las copas chamuscadas caigan al suelo.

4.1 e Localización de la corta

MEJOR – Realizad una retención agregada combinada con una de dispersa (ved las fichas 0.2 La retención de madera quemada como medida de mitigación y 0.3 Zonas de conservación de árboles de pie). Si no hay árboles muertos de pie aislados, dejad algunos de vivos ¹⁰³. Procurad que los parches de retención midan, como mínimo, 200 m en su parte más estrecha. Para evitar un contraste tan grande entre el área cortada y la no cortada, realizad una corta parcial alrededor del agregado de árboles ⁶⁷.

Es importante conservar sin cortar tanto los parches de vegetación no quemada como las de hojarasca sin quemar (que pueden medir sólo algunos metros cuadrados), para no perturbar el suelo y para que sirvan de refugio a las especies de hábitats boscosos ⁶⁰. Conservad los árboles muertos que pueda haber en estos parches ¹⁰³.

En masas de pinos no serótinos donde se encuentren pequeños rodales y grupos de rebrotadores (ya sean árboles o arbustos) es conveniente conservarlos puesto que permiten recuperar la cubierta vegetal rápidamente ¹⁵².

Restringid la circulación de la maquinaria dentro de las calles y espaciad estas lo máximo posible ¹¹⁴.

Extremad las precauciones en los lugares más secos, puesto que el restablecimiento de artrópodos, como las arañas, es más lento ⁹³.

MEDIO – Realizad sólo una retención agregada. Procurad que las islas de retención midan, como mínimo, 100 m en su parte más estrecha ⁶⁷.

Cómo el impacto de la corta es mayor en los rodales de coníferas (tardan más a germinar) que en los de planifolios (que rebrotan), priorizad la retención agregada en las masas de coníferas ¹⁰³.

PEOR – Realizad sólo una retención de árboles aislados, especialmente de árboles vivos o moribundos. Si es posible dejar agregados de árboles sin cortar, procurad que cubran 0,5 ha o más ¹⁰³ o dejad grupos de 10 a 20 árboles ⁶⁰.

4.1 f Intensidad de la corta

Los efectos de la corta de recuperación sobre las comunidades de coleópteros aumentan en función de su intensidad. Las prácticas más recomendables son las que recolectan un menor volumen de madera ⁶⁰. Después de una corta de recuperación, el volumen de madera muerta tendría que ser similar al que se encuentra en bosque no quemado de manera natural (sin aprovechamiento maderero) ¹¹². Utilizando como referencia la cantidad de madera muerta que se encuentra a los bosques españoles (IFN3 y IFN4), pero sabiendo que en los bosques con aprovechamiento este volumen puede ser de 2 a 5 veces inferior al de los bosques sin aprovechamiento ⁷³:

MEJOR – Conservad los siguientes volúmenes de madera quemada sin aprovechar (en porcentaje del volumen de madera con corteza presente en el rodal antes del incendio, media española

4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie

multiplicada por cinco):

Robledos, encinares y pinares de pino carrasco: 40%

Dehesas, rodales de melojo y pinares de pino silvestre y de pino insignie: 30%

Pinares de pino salgareño y plantaciones de eucaliptos: 20%

MEDIO – Conservad los siguientes volúmenes de madera quemada sin aprovechar (en porcentaje del volumen de madera con corteza presente al rodal antes del incendio, media española multiplicada por dos):

Robledos, encinares y pinares de pino carrasco: 16%

Dehesas, rodales de melojo y pinares de pino silvestre y de pino insignie: 12%

Pinares de pino salgareño y plantaciones de eucaliptos: 8%

PEOR – Conservad los siguientes volúmenes de madera quemada sin aprovechar (en porcentaje del volumen de madera con corteza presente al rodal antes del incendio, media española):

Robledos, encinares y pinares de pino carrasco: 8%

Dehesas, rodales de melojo y pinares de pino silvestre y de pino insignie: 6%

Pinares de pino salgareño y plantaciones de eucaliptos: 4%

4.1 g Desembosque

Sin información

4.1 h Preparación del terreno

MEJOR – Evitad subsolar el terreno. Se ha observado que, en rodales con aprovechamiento por tronco completo, el posterior subsolado en vistas de realizar una plantación perjudica los gasterópodos hasta el punto de anular las ventajas de este sistema de aprovechamiento y convertir este escenario en el peor, siendo más perjudicial que la decisión de no aprovechar la madera quemada¹⁴. Este efecto también se observa en los himenópteros, pero es menos marcado⁸⁴.

4.1 i Meteorología

Sin información

4.1 j Pendiente

Sin información

4.1 k Trabajos específicos

MEJOR – En los rodales de coníferas, conservad las especies rebrotadoras que pueda haber en el sotobosque, puesto que aportarán materia orgánica al suelo rápidamente y sus raíces podrán

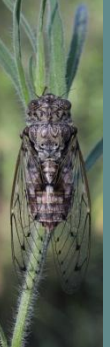
4.1 Invertebrados del suelo y de la superficie

alimentar los invertebrados hipogeo que se nutren de ellas ¹⁰⁷. Aplicad las instrucciones de la ficha 1. Regeneración de la cubierta vegetal para acelerar el regreso de la cubierta vegetal ¹²⁵.

4.1 I Aprovechamientos silvopastorales

MEJOR – Evitad el pastoreo los meses que siguen el incendio. Esta actividad puede reducir considerablemente la abundancia de especies herbáceas y arbustivas, altamente digeribles y atractivas para los herbívoros, que ofrecen a los invertebrados del suelo protección contra la radiación solar, los extremos de temperatura y la deshidratación ¹²⁵.

MEDIO – Si permitís el pastoreo, priorizad el de ovejas y cabras, y evitad el de vacas y caballos, que por su mayor peso compactan más el suelo. La compactación del suelo reduce la cantidad y el tamaño de los poros, lo que altera las comunidades microbianas y de nematodos, afectando negativamente la cadena trófica de los artrópodos ⁹³.



4. Conservación de la fauna invertebrada

4.2 Invertebrados saproxílicos y control de insectos perforadores

4.2 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

INVERTEBRADOS SAPROXÍLICOS

MEJOR – Este es el peor sistema de aprovechamiento para la mayoría de grupos de invertebrados puesto que exporta la mayor parte de la madera quemada. Dejad residuos de madera quemada en el tramo de corta, con una diversidad de diámetros. Puesto que para preservar las comunidades de invertebrados saproxílicos es más importante la cantidad de madera muerta (volumen por unidad de superficie) que su calidad (grado de descomposición)²⁸, habría que conservar algunos troncos muertos en forma de árboles de pie o apeados (ved la recomendación 4.2 f Intensidad de la corta).

4.2 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

INVERTEBRADOS SAPROXÍLICOS

MEJOR – Este sistema de aprovechamiento es más favorable para los invertebrados saproxílicos que el aprovechamiento por árbol completo puesto que preserva una parte de la madera quemada: las ramas. No obstante, puesto que para preservar las comunidades de invertebrados saproxílicos es más importando la cantidad de madera muerta (volumen por unidad de superficie) que su calidad (grado de descomposición)²⁸, habría que conservar algunos troncos muertos en forma de árboles de pie o apeados, además de las ramas (ved la recomendación 4.2 f Intensidad de la corta).

4.2 c Sin aprovechamiento

INVERTEBRADOS SAPROXÍLICOS

MEJOR – No realizar ninguna corta es la opción más adecuada para preservar las comunidades de invertebrados saproxílicos.

INSECTOS PERFORADORES

MEJOR – El riesgo que la madera quemada dejada en el bosque sea un foco de plaga para los rodales vecinos es mínimo⁵². Sólo son focos de plagas de insectos perforadores de la corteza los árboles debilitados por el incendio¹²⁴. Sólo es aconsejable de corta de los árboles moribundos periféricos cuando haya presencia, a proximidad de la zona quemada, de masas forestales debilitadas (por ejemplo por episodios recurrentes de estrés hídrico).

4.2 d Momento oportuno de la corta**INSECTOS PERFORADORES**

Si se decide talar los pinos afectados por insectos perforadores de la corteza para prevenir que se extiendan al resto de pinos supervivientes afectados por el fuego, es difícil hacerlo antes de que las larvas acaben su desarrollo subcortical y emerjan como adultos o inmaduros, puesto que muchos insectos perforadores completan el ciclo vital en espacio de semanas o de pocos meses. Los meses de más actividad son los de primavera y de verano. En climas fríos el ciclo vital se retarda, lo que puede dar más margen de maniobra.

4.2 e Localización de la corta**INVERTEBRADOS SAPROXÍLICOS**

Las especies saproxílicas forestales de interior no se mantienen si las agrupaciones de árboles remanentes ocupan menos de una hectárea. Cómo el efecto de borde es importante, a la hora de dejar parches sin cortar hay que evaluar la velocidad a la cual el efecto borde se reducirá:

MEJOR – Rebrotadores (encinas, robles y alcornoques): podéis dejar parches ≤ 1 ha.
Germinadores (pinos): dejad parches > 3 ha.

MEDIO – Rebrotadores (encinas, robles y alcornoques): podéis dejar parches ≤ 1 ha.
Germinadores (pinos): dejad parches > 1 ha.

PEOR – Dejad sólo los pies de pie de forma dispersa.

4.2 f Intensidad de la corta**INVERTEBRADOS SAPROXÍLICOS**

Las prácticas más recomendables para los invertebrados saproxílicos son las que recolectan un menor volumen de madera⁶⁰. Después de una corta de recuperación, el volumen de madera muerta tendría que ser similar al que se encuentra en bosque no quemado de manera natural (sin aprovechamiento maderero)¹¹². Utilizando como referencia la cantidad de madera muerta que se encuentra a los bosques españoles (IFN3 y IFN4), pero sabiendo que en los bosques con aprovechamiento este volumen puede ser de 2 a 5 veces inferior al de los bosques sin aprovechamiento⁷³:

MEJOR – conservad los siguientes volúmenes de madera quemada sin aprovechar (en porcentaje del volumen de madera con corteza presente en el rodal antes del incendio, media española multiplicada por cinco):

Robledos, encinares y pinares de pino carrasco: 40%

Dehesas, rodales de melojo y pinares de pino silvestre y de pino insignie: 30%

Pinares de pino salgareño y plantaciones de eucaliptos: 20%

MEDIO – Conservad los siguientes volúmenes de madera quemada sin aprovechar (en porcentaje del volumen de madera con corteza presente al rodal antes del incendio, media española multiplicada por dos):

Robledos, encinares y pinares de pino carrasco: 16%

Dehesas, rodales de melojo y pinares de pino silvestre y de pino insignie: 12%

4.2 Invertebrados saproxílicos y control de insectos perforadores

Pinares de pino salgareño y plantaciones de eucaliptos: 8%

PEOR – Conservad los siguientes volúmenes de madera quemada sin aprovechar (en porcentaje del volumen de madera con corteza presente al rodal antes del incendio, media española):

Robledos, encinares y pinares de pino carrasco: 8%

Dehesas, rodales de melojo y pinares de pino silvestre y de pino insigne: 6%

Pinares de pino salgareño y plantaciones de eucaliptos: 4%

4.2 g Desembosque

Sin información

4.2 h Preparación del terreno

Sin información

4.2 i Meteorología

Sin información

4.2 j Pendiente

Sin información

4.2 k Trabajos específicos

INSECTOS PERFORADORES

Si se observan signos de la presencia de insectos perforadores de la corteza en los pinos debilitados por el fuego, estos insectos podrían extenderse al resto de pinos supervivientes afectados por el fuego, que podrían acabar muriendo. Los insectos perforadores prefieren los árboles con un diámetro más pequeño, una corteza más delegada, más altura de tronco chamuscado y que se encuentran donde el suelo ha sido más severamente afectado⁹.

MEJOR – No apeéis ningún pino debilitado por el fuego, aunque presente o no signos de ataque por insectos perforadores. La muerte retardada de estos árboles proporcionará madera a largo plazo a los organismos saproxílicos, posiblemente producirán semillas antes de su muerte.

MEDIO – Apead y transportad para su transformación los árboles con signos de ataque por insectos perforadores. Este aprovechamiento se debe ejecutar lo más rápidamente posible, para evitar que se complete el ciclo biológico del insecto.

PEOR – Apead y transportad para su transformación los árboles con signos de ataque por insectos perforadores así como los árboles vivos pero debilitados por el incendio sin signos de ataque por insectos perforadores. Este aprovechamiento se debe ejecutar lo más rápidamente posible, para evitar que se complete el ciclo biológico del insecto.

EVITAR – Evitar la tala de todos los árboles supervivientes pero afectados por el fuego, indiscriminadamente, por el simple motivo de presencia de ataques por insectos perforadores.

4.2.1 Aprovechamientos silvopastorales

Sin información



5. Conservación de la fauna vertebrada

5.1 Aves

5.1 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Si se utiliza este sistema de aprovechamiento a la escalera adecuada se puede favorecer la diversidad de aves de hábitats abiertos ^{74,120}. Se puede emplear este sistema de aprovechamiento para favorecer especies de aves de medios abiertos (siempre y cuando las poblaciones se encuentren bastante cerca para colonizar el área quemada), que debido a la pérdida de hábitat ocasionada por la intensificación de la agricultura y por el abandono de zonas agrícolas y ganaderas marginales, se encuentran amenazadas a escala europea. No obstante, se desaconseja aplicar este sistema de aprovechamiento en toda la superficie quemada y es recomendable retener parte de los árboles quemados ¹²⁰. La aplicación de este sistema de aprovechamiento con el objetivo de restaurar el hábitat para especies de medios abiertos se tendría que evaluar a nivel regional, puesto que es el sistema de aprovechamiento más perjudicial por la mayoría otras especies animales.

5.1 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

MEJOR – Con este sistema de aprovechamiento aumenta el número de especies de aves frugívoras en invierno si se disponen las ramas formando pilas o fajinas. Los pájaros dispersantes de semillas que seleccionan estratos de vegetación más bajos (como las currucas y los petirrojos) utilizan más las pilas o fajinas que las otras estructuras del hábitat (suelo, estrato arbustivo, árboles quemados o árboles vivos dentro del área quemada), y las semillas procedente de sus excrementos encuentran un microhábitat más propicio para germinar (ved la ficha 1. Regeneración de la cubierta vegetal). Se recomienda la creación de como mínimo 20 pilones de ramas por ha para aumentar las probabilidades que la zona quemada albergue unas mayores riqueza y abundancia de especies de pájaros frugívoros ¹¹⁹. Es mejor emplear todo el árbol quemado, fijando el tronco desramado al suelo con estacas (si se fija correctamente puede servir como medida contra la erosión, ved la ficha 7.2 Dispositivos de control de la erosión) y apilando encima las ramas, llegando a alturas de entre 0,5 y 1 m, pero usar sólo las ramas puede ser igual de eficaz ¹¹⁹.

MEDIO – En el aprovechamiento por tronco completo dejando las ramas esparcidas, la riqueza en especies y la abundancia de individuos son intermedias entre las de los rodales sin aprovechamiento y las de los rodales con aprovechamiento por árbol completo ²⁰.

5.1 c Sin aprovechamiento

MEJOR – Parte de las especies de aves de medios forestales cerrados (como los mitos y los arrendajos) pueden continuar presentes en las áreas quemadas sin corta de recuperación ^{20,74} hasta que los árboles quemados terminen cayendo. En estos medios, estas especies continúan

5.1 Aves

desarrollando los roles del control de las poblaciones de insectos y de la dispersión de las bellotas²⁰.

MEDIO – Apear una parte de los árboles para dejarlos en el suelo tiene efectos similares a no hacer ninguna intervención, a pesar de que la riqueza y la abundancia de especies forestales son ligeramente inferiores²⁰. En cambio puede favorecer ciertas especies de sotobosque.

5.1 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – Evitar efectuar trabajos forestales entre el 1 de marzo y el 30 de junio. Avanzar algunos días este periodo en las zonas más cálidas y retrasarlo en las zonas más frías y de montaña.

Evitar efectuar trabajos forestales durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de grandes aves y de mamíferos en las áreas estipuladas por los servicios de medio natural de cada comunidad autónoma. Se entienden por sensibles aquellas especies amenazadas y afectadas por el ruido y por el paso de maquinaria y de personas a proximidad de su territorio de reproducción.

MEDIO – Evitar efectuar trabajos forestales entre el 15 de abril y el 15 de junio. Avanzar algunos días este periodo en las zonas más cálidas y retrasarlo en las zonas más frías y de montaña.

Evitar efectuar trabajos forestales durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de grandes aves y de mamíferos en las áreas estipuladas por los servicios de medio natural de cada comunidad autónoma. Se entienden por sensibles aquellas especies amenazadas afectadas por el ruido y por el paso de maquinaria y de personas a proximidad de su territorio de reproducción.

PEOR – No disponer de un calendario de los trabajos forestales dificulta la coordinación con los agentes de los servicios de medio natural para reducir las molestias durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de grandes aves y de mamíferos.

5.1 e Localización de la corta

MEJOR – Para los árboles muertos que se dejen en el tramo de corta, disponer la mayoría de estos de manera agrupada y dejar algunos árboles muertos de pie (*snags*) dispersos⁵⁵. Esta disposición en mosaico permite conservar un ambiente más cerrado para las aves forestales al mismo tiempo que proporciona áreas abiertas para las aves de medios abiertos. Los árboles muertos de pie dispersos no perjudicarán las especies que necesitan ambientes abiertos y servirán de posadero^{20,56,115}. Se pueden dejar los árboles agrupados sin talar en las zonas más sensibles a la erosión¹²⁰ y según las recomendaciones de las 0.3 Zonas de conservación de árboles de pie.

PEOR – Disponer los árboles muertos que se dejen en el tramo de corta distribuidos de manera uniforme no crea un ambiente que atraiga las aves forestales, aunque se conserven el 10% de los pies y se dejen las ramas en el suelo²¹.

5.1 f Intensidad de la corta

MEJOR – Para favorecer las especies de aves que dependen de los árboles muertos de pie (*snags*), dejar 300 árboles muertos quemados de pie por hectárea. Estos tendrían que medir como mínimo 22,5 cm de diámetro normal y 2 m de altura⁵⁵. De no ser posible lograr este diámetro, hay que prever una distribución amplia de los árboles residuales, priorizando los de mayores dimensiones¹²⁰.

5.1 Aves

MEDIO – Para favorecer las especies de aves que dependen de los árboles muertos de pie (*snags*), dejad 200 árboles muertos quemados de pie por hectárea. Estos tendrían que medir como mínimo 22,5 cm de diámetro normal y 2 m de altura ⁵⁵.

PEOR – Para favorecer las especies de aves que dependen de los árboles muertos de pie (*snags*), dejad 100 árboles muertos quemados de pie por hectárea. Estos tendrían que medir como mínimo 22,5 cm de diámetro normal y 2 m de altura ⁵⁵.

5.1 g Desembosque

Sin información

5.1 h Preparación del terreno

Sin información

5.1 i Meteorología

Sin información

5.1 j Pendiente

Sin información

5.1 k Trabajos específicos

En caso de querer aprovechar la corta de recuperación para favorecer las aves de medios abiertos (por ejemplo la perdiz o el águila perdicera), además de los aprovechamientos silvopastorales, otras medidas a tomar pueden ser ¹¹⁵ :

La plantación de cereales (trigo, cebada, avena o centeno) o de legumbres (altramuces o esparceta) en cultivo ecológico.

La instalación de bebederos a proximidad de los arbustos y de balsas que recojan el agua de lluvia.

El desbroce en los matorrales densos y continuos, de menos de 1 ha y de forma alargada.

El claero de los jóvenes rodales de pino regenerado por el fuego, a menos de 1.000 brinzales/ha, y el recepe de robles y de encinas, a menos de 100 chirpiales/ha.

La instalación de madrigueras artificiales para conejos formados por palets, tubos o piedras, en lugares con poco recubrimiento vegetal y con suelos demasiado duros para ser excavados,.

5.1 I Aprovechamientos silvopastorales

El pastoreo extensivo es la manera más eficaz y sostenible para mantener parcelas de hábitats abiertos que serán utilizadas por las aves que se alimentan en estas medios ¹¹⁵. No obstante, acotad estos pastos los primeros años después del incendio para reducir los problemas de erosión del suelo (ved la ficha Erosión 2. Reducción de la erosión del suelo) y favorecer el recubrimiento del suelo por una cubierta vegetal protectora (ved la ficha 1. Regeneración de la cubierta vegetal).



5. Conservación de la fauna vertebrada

5.2 Mamíferos

5.2 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

CONEJO

Este sistema de aprovechamiento puede facilitar la movilidad de los conejos y la disponibilidad de alimento, pero puede tener el inconveniente de carecer de refugio ¹¹⁶.

ROEDORES

Es el peor sistema de aprovechamiento para los roedores, tanto para los de áreas abiertas (que no encuentran refugios) ⁶¹ cómo para los de hábitats cubiertos ⁵⁰.

UNGULADOS

Este sistema de aprovechamiento es el que más facilita el acceso a las plántulas de la regeneración por parte de los herbívoros ungulados y puede suponer problemas para la regeneración vegetal.

5.2 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

CONEJO

MEJOR – Este puede ser el mejor sistema de aprovechamiento para el conejo si se apilan ramas para crear lugares de refugio. Estos pilones también son beneficiosos si hay poca vegetación que proporcione cubierta para la cría o si el suelo es demasiado duro para ser excavado. Los espacios abiertos entre los pilones de ramas servirán de lugar de alimentación y facilitarán la movilidad del conejo ¹¹⁵.

MEDIO – Si dejáis las ramas dispersas estas no proporcionarán un refugio tan seguro que si están apiladas y no habrá tanta abundancia de zonas abiertas para la alimentación y la movilidad del conejo.

PEOR – Si se opta para retirar las ramas (cosa que puede dejar el conejo sin refugio), esto se tendrá que hacer al mismo tiempo que se corten los árboles ¹¹⁶.

ROEDORES

Los roedores de áreas abiertas, pero que necesitan escondrijos, se benefician de este sistema de aprovechamiento ⁶¹. La mejor disposición de las ramas es formando pilones o fajinas, y pueden ser amontonadas manualmente o mecánicamente ¹³⁶. Para los roedores de áreas cubiertas, lo mejor es dejar troncos quemados en el suelo, que los utilizarán para desplazarse, para orientarse, para alimentarse, para criar y para refugiarse. Si no se pueden dejar troncos, asegúraos de dejar en el suelo las ramas más gruesas ⁵⁰.

5.2 Mamíferos

UNGULADOS

Este sistema de aprovechamiento puede dificultar el acceso a las plántulas de la regeneración por parte de los herbívoros ungulados. Se ha demostrado su eficacia al disminuir el consumo de bellotas plantadas por parte de los jabalíes ⁶⁸.

5.2 c Sin aprovechamiento**CONEJO**

La ausencia de aprovechamiento tendría que proporcionar los mismos beneficios para los conejos que el aprovechamiento por árbol completo, puesto que no deja ramas en el suelo que obstaculicen la movilidad y reduzcan la disponibilidad de alimento. El refugio aumentará gradualmente con el tiempo, a medida que vayan cayendo los árboles muertos y sus ramas.

ROEDORES

Las poblaciones de roedores se recuperan mejor si después de un incendio no se hace ninguna intervención, en comparación con un aprovechamiento por tronco completo dejando las ramas o con un aprovechamiento por árbol completo. Así, la recuperación de las comunidades de roedores se acelera de 1 a 2 años, o más, según la especie. Entre los dos sistemas de aprovechamiento (tronco completo o árbol completo), uno u otro pueden ser más a menos perjudiciales según las preferencias de hábitat (abierto o cerrado) de las especies de roedores que se consideren ⁵⁴.

UNGULADOS

Es aconsejable dejar que los árboles caigan por sí mismos para dificultar el acceso a las plántulas por parte de los ungulados ⁴⁰.

5.2 d Momento oportuno de la corta

MEJOR – Evitar efectuar trabajos forestales entre el 1 de marzo y el 30 de junio. Avanzar algunos días este periodo en las zonas más cálidas y retrasarlo en las zonas más frías y de montaña.

Evitar efectuar trabajos forestales durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de grandes aves y de mamíferos en las áreas estipuladas por los servicios de medio natural de cada comunidad autónoma. Se entienden por sensibles aquellas especies amenazadas y afectadas por el ruido, por el paso de maquinaria y de personas a proximidad de su territorio de reproducción.

MEDIO – Evitar efectuar trabajos forestales entre el 15 de abril y el 15 de junio. Avanzar algunos días este periodo en las zonas más cálidas y retrasarlo en las zonas más frías y de montaña.

Evitar efectuar trabajos forestales durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de grandes aves y de mamíferos en las áreas estipuladas por los servicios de medio natural de cada comunidad autónoma. Se entienden por sensibles aquellas especies amenazadas afectadas por el ruido, por el paso de maquinaria y de personas a proximidad de su territorio de reproducción.

PEOR – No disponer de un calendario de los trabajos forestales dificulta la coordinación con los agentes de los servicios de medio natural para reducir las molestias durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de grandes aves y de mamíferos.

5.2 Mamíferos

5.2 e Localización de la corta

Conservad intactos los parches sin quemar, incluyendo los árboles muertos o chamuscados que pueda haber en su interior. Estas áreas servirán de núcleo de colonización para las especies que han sobrevivido al fuego ⁸.

CONEJO

No es necesario considerar las condiciones de dureza del suelo para localizar las cortas de recuperación siempre y cuando haya bastante vegetación para proporcionar a los conejos escondrijos que sirvan de refugio y para la cría ¹¹⁶.

5.2 f Intensidad de la corta

Sin información

5.2 g Desembosque

Sin información

5.2 h Preparación del terreno

Sin información

5.2 i Meteorología

Sin información

5.2 j Pendiente

Sin información

5.2 k Trabajos específicos

Sin información

5.2 I Aprovechamientos silvopastorales

Sin información



5. Conservación de la fauna vertebrada

5.3 Herpetofauna

5.3 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

REPTILES

El aumento de luz en el suelo beneficia los reptiles. No obstante, si después de una corta de recuperación el área quemada carece de refugios (como rocas de más de 30 cm x 30 cm o de paredes de piedra seca) será conveniente crearlos. Dejad árboles o troncos, de pie y apeados (estos últimos son utilizados como lugar de insolación y como refugio). Un refugio adecuado hecho con troncos es disponer dos trozas de 1,2 m de largo y de 20 cm de diámetro como mínimo, adyacentes longitudinalmente, a razón de ≥ 6 refugios/ha. La cantidad dependerá de la abundancia de otros refugios naturales ^{81,127}.

5.3 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

REPTILES

El aumento de luz en el suelo beneficia los reptiles. No obstante, si después de una corta de recuperación el área quemada carece de refugios (como rocas de más de 30 cm x 30 cm o de paredes de piedra seca) será conveniente crearlos. Dejad árboles o troncos, de pie y apeados (estos últimos son utilizados como lugar de insolación y como refugio), y apilad las ramas (que servirán también de refugio). Un refugio adecuado hecho con troncos es disponer dos trozas de 1,2 m de largo y de 20 cm de diámetro como mínimo, adyacentes longitudinalmente, a razón de ≥ 6 refugios/ha. La cantidad dependerá de la abundancia otros refugios naturales ^{81,127}.

5.3 c Sin aprovechamiento

REPTILES

El aumento de luz en el suelo beneficia los reptiles. No obstante, si el área quemada carece de refugios (como rocas de más de 30 cm x 30 cm o de paredes de piedra seca) será conveniente crearlos. Apead algunos troncos (estos son utilizados como lugar de insolación y como refugio), y estos se desraman, apilad las ramas (servirán también de refugio). Un refugio adecuado hecho con troncos es disponer dos trozas de 1,2 m de largo y de 20 cm de diámetro como mínimo, adyacentes longitudinalmente, a razón de ≥ 6 refugios/ha. La cantidad dependerá de la abundancia otros refugios naturales. La ausencia de aprovechamiento es la mejor opción para las especies a quienes más molesta la actividad humana ^{81,127}.

ANFIBIOS

La ausencia de aprovechamiento es la opción que favorece más a los anfibios, puesto que los

5.3 Herpetofauna

proporciona refugio contra el exceso de calor ¹³⁴. Para acelerar los beneficios se pueden apear los árboles, sobre todo los más gruesos, y dejarlos en el suelo, donde actuarán como refugios y mantendrán cierta humedad a nivel de suelo.

5.3 d Momento oportuno de la corta

Evitar efectuar trabajos forestales durante las épocas de reproducción de las especies sensibles de reptiles y anfibios en las áreas estipuladas por los servicios de medio natural de cada comunidad autónoma. Se entienden por sensibles aquellas especies amenazadas afectadas por el ruido y por el paso de maquinaria y de personas a proximidad de su territorio de reproducción.

5.3 e Localización de la corta

Conservar intactos los parches sin quemar, incluyendo los árboles muertos o chamuscados que pueda haber en su interior. Estas áreas servirán de núcleo de colonización para las especies que han sobrevivido al fuego ⁸.

5.3 f Intensidad de la corta

Sin información

5.3 g Desembosque

Sin información

5.3 h Preparación del terreno

Sin información

5.3 i Meteorología

Sin información

5.3 j Pendiente

Sin información

5.3 k Trabajos específicos**REPTILES**

Si después de la corta de recuperación en el terreno hay pocas rocas de grandes dimensiones (más de 30 cm x 30 cm x 5 cm de grosor) y no se quieren dejar troncos de grandes dimensiones en el tramo de corta, se pueden crear refugios artificiales, de roca o de hormigón, a razón de ≥ 6 refugios/ha. Evitar los refugios de metal, que se calientan demasiado durante el día y conservan poco el calor durante la noche ⁸¹.

5.3 l Aprovechamientos silvopastorales

Sin información



6. Reducción del riesgo de incendio posterior

6.0 Condiciones generales

6.0 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

El sistema de aprovechamiento por árbol completo es el método más eficaz para reducir el combustible disponible para incendios posteriores. Los pocos restos de madera quemada que quedan en el tramo de corta no requieren ningún tratamiento subsecuente ¹¹³.

6.0 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

El sistema de aprovechamiento por tronco completo tiene el inconveniente de dejar en el suelo las ramas y las copas, que aumentan inmediatamente la cantidad de combustible fino de superficie ³⁴. Estos restos se pueden inflamar y propagar las llamas rápidamente, pero si su masa es poco abundante crearán fuegos de débil intensidad ¹⁷.

Si las ramas no se quieren destinar a la creación de pilas de ramas para favorecer la fauna y la flora o a la construcción de dispositivos de control de la erosión, ved la recomendación 6.0 k Trabajos específicos para conocer el procesamiento recomendado de estos restos.

6.0 c Sin aprovechamiento

No realizar ningún aprovechamiento evita la aportación inmediata de combustible de superficie, pero a medio plazo (a partir del tercer año después del incendio) se empiezan a acumular en el suelo tanto los troncos como las ramas, todavía con capacidad para quemar y en cantidades superiores a las observadas en bosques donde no ha habido aprovechamiento durante un largo periodo de tiempo ^{62,113}. Así pues, apearse los árboles para simplemente dejarlos en la zona quemada no aporta ningún beneficio frente a futuros incendios, puesto que su caída se producirá naturalmente. Apear los árboles para dejarlos *in situ* tendría que tener otras finalidad, como evitar futuros daños sobre el regenerado que se establezca después del incendio por la caída de los troncos y de las copas, o favorecer la fauna de ambientes forestales cerrados.

6.0 d Momento oportuno de la corta

Sin información

6.0 e Localización de la corta

ÁREAS DE FOMENTO DE LA GESTIÓN

Áreas de Fomento de la Gestión (AFG) son zonas donde se aplican tratamientos estratégicos para incidir en la capacidad máxima de propagación de un incendio y así generar indirectamente un abanico mayor de oportunidades de control. Para reducir el riesgo de incendio posterior se recomiendan los aprovechamientos postincendio por árbol completo o, en el caso de tronco completo, eliminar los restos por astillado/troceado *in situ* o en el camino. No es recomendable dejar los restos seccionados y tendidos en el suelo ¹¹. Para los diferentes tipos de incendio que se dan en Cataluña, las AFG son:

Fondos de barranco y nudos de barranco, en áreas afectadas por fuegos topográficos.

Partes altas de crestas orientadas hacia el sur, el suroeste y el oeste, en áreas afectadas por fuegos de convección con o sin viento.

Zonas sotaventeadas o contraventeadas, en áreas afectadas por fuegos conducidos por el viento.

Nudos de crestas, en áreas afectadas por fuegos conducidos por el viento.

Puertos de montaña, en áreas afectadas por fuegos conducidos por el viento.

El tamaño del área que se tiene que considerar varía en función de las características concretas, pero se puede fijar una dimensión mínima de 60 m de longitud de manera orientativa (por ejemplo, en un nudo de barranco, 30 m a ambos lados de la línea de vaguada) ¹¹. Ved la recomendación 6.0 k Trabajos específicos para obtener más información sobre el tratamiento de los restos de corta.

DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES DE PIE

En caso de tala parcial, conservar los árboles muertos de pie (*snags*) agrupados o dispersos parece no influenciar la temporización de su caída y por lo tanto la aportación de combustible de superficie se hará al mismo ritmo ¹¹³. En caso de incendio posterior, la disposición agrupada de los árboles muertos de pie puede crear fuegos más heterogéneos, con áreas más intensas donde ha habido retención de árboles muertos de pie, mientras que la disposición dispersa puede crear fuegos más homogéneos, con una intensidad menor que la de los sitios donde se hayan conservado los árboles muertos de pie agrupados.

6.0 f Intensidad de la corta

MEJOR – En caso de tala parcial, conservad de pie los árboles de mayor diámetro: estos se aguantan más tiempo erguidos y por lo tanto no acumularán combustible en el suelo tan rápidamente. Además, los troncos de grandes dimensiones son menos inflamables y propagan el fuego más lentamente ¹¹³.

Para los bosques de interior en el oeste de los Estados Unidos, afín de reducir el peligro de incendio posterior se aconseja no superar las 45 toneladas de restos quemados por ha en los bosques secos y cálidos, y las 67 toneladas de restos quemados por ha en los bosques frescos o de zonas montañosas húmedas ¹⁷.

MEDIO – En caso de dejar *in situ* una parte o la totalidad de la madera muerta sin astillar, se aconseja no superar estas cantidades, que en caso de incendio generarían situaciones difíciles de controlar ¹⁷.

6.0 Condiciones generales

Si dejáis hasta 11 toneladas/ha de combustible fino (< 7,5 cm de de diámetro), no dejéis más de 56 toneladas de combustible grueso (> 7,5 cm de diámetro).

Si dejáis hasta 22 toneladas/ha de combustible fino (< 7,5 cm de de diámetro), no dejéis más de 33 toneladas de combustible grueso (> 7,5 cm de diámetro).

Si dejáis hasta 33 toneladas/ha de combustible fino (< 7,5 cm de de diámetro), no dejéis más de 11 toneladas de combustible grueso (> 7,5 cm de diámetro).

PEOR – En el caso de dejar *in situ* una parte o la totalidad de la madera muerta sin astillar, se aconseja no superar estas cantidades, que en caso de incendio generarían situaciones difíciles de controlar ¹⁷.

Si dejáis hasta 11 toneladas/ha de combustible fino (< 7,5 cm de de diámetro), no dejáis más de 90 toneladas de combustible grueso (> 7,5 cm de diámetro).

Si dejáis hasta 22 toneladas/ha de combustible fino (< 7,5 cm de de diámetro), no dejáis más de 56 toneladas de combustible grueso (> 7,5 cm de diámetro).

Si dejáis hasta 33 toneladas/ha de combustible fino (< 7,5 cm de de diámetro), no dejáis más de 33 toneladas de combustible grueso (> 7,5 cm de diámetro).

6.0 g Desembosque

Sin información

6.0 h Preparación del terreno

APROVECHAMIENTO POR TRONCO COMPLETO

Si después del incendio la regeneración es escasa y se opta por reforestar los rodales mediante la plantación se tendrá que liberar el suelo de los restos de madera quemada (si no se ha procedido a un aprovechamiento por árbol completo). Los restos se pueden astillar, trocear ¹ o crear pilones o fajinas. Si estas estructuras cubren una superficie demasiado importante se puede optar por quemarlas. Controlando las operaciones de quema se puede manipular hasta un cierto punto la cantidad de calor generado (disminuyendo el daño a la flora y al suelo) y la cantidad de madera consumida (conservando un cierto uso por la fauna y el control de la erosión). Los impactos negativos de esta práctica incluyen la posibilidad que el fuego se escape, el humo, un exceso de calor que altere el suelo y un consumo excesivo de los restos de gran diámetro que podrían servir para la fauna ⁹⁶.

6.0 i Meteorología

Sin información

6.0 j Pendiente

Sin información

6.0 k Trabajos específicos**APROVECHAMIENTO POR TRONCO COMPLETO SIN APROVECHAMIENTO DE LAS RAMAS**

Astillado o troceado de los restos: en caso de que se astillen los restos, las astillas se tendrán que esparcir uniformemente por el tramo de corta pero sin sobrepasar los 3 cm de grosor, para evitar la creación de una capa demasiado gruesa que dificulte la germinación y para asegurarse que estas astillas estén en contacto con el suelo y así se conserven húmedas y se reduzca su inflamabilidad ¹. Ya que la madera troceada puede quemar más intensamente que las astillas, se aconseja esparcir-la de manera heterogénea por el tramo de corta, para evitar grande continuidades de material que pueda arder con facilidad ¹.

Creación de pilones o fajinas: la madera acumulada, sobre todo las fracciones finas como las ramas, puede suponer una peligrosa carga de combustible. Evitar concentrar esta madera en cordones o líneas continuas de gran extensión, puesto que pueden aumentar la propagación de un futuro incendio y dificultar las tareas de extinción. Una gran concentración de madera en fajinas podría generar áreas de fuerte intensidad de combustión ¹.

Proximidad de caminos: es recomendable no dejar los restos de la corta a ambos lados de los caminos rurales o forestales. Esta prohibición a menudo está regulada por la administración, informaos.

REGENERACIÓN ARTIFICIAL

Si después de un fuego se decide regenerar artificialmente la zona quemada (ya sea por plantación o mediante enriquecimiento) se debería orientar los rodales hacia tipos forestales con menos riesgo de incendio, aunque una conversión importante puede ser difícil y costosa.

6.0 l Aprovechamientos silvopastorales

El pastoreo influenciará la cantidad de combustible vivo, pero el muerto quemado, exceptuando el pisoteo que las vacas puedan hacer sobre el ramaje muerto, rompiéndolo y compactándolo. Este pisoteo, pero, será poco importante y presentará poca extensión, puesto que está sobre todo destinado a abrir caminos entre las áreas de pasto ¹³⁷.

No obstante, en los primeros años después del incendio se debería priorizar la regeneración de la cubierta vegetal y la prevención de la erosión del suelo, más que la reducción de la carga de combustibles a través del pastoreo (ved las fichas 1. Regeneración de la cubierta vegetal y 2. Reducción de la erosión del suelo). Una vez recuperada la cubierta vegetal, se puede controlar o disminuir la cantidad de combustible leñoso fino mediante el pastoreo de cabras.

7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera

7.1 Bosques de ribera y cursos d agua

7.1 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTES

MEJOR – Evitad cortar y retirar los árboles (muertos o vivos) de los bosques de ribera ¹⁴⁸.

MEDIO – En caso de hacer una corta parcial, dejad los árboles muertos de mayores dimensiones, puesto que son los menos móviles por el río y que por lo tanto permanecerán más tiempo en los hábitats de ribera y fluvial ³⁰.

7.1 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTES

MEJOR – Evitad cortar y retirar los árboles (muertos o vivos) de los bosques de ribera ¹⁴⁸.

MEDIO – En caso de hacer una corta parcial, dejad los árboles muertos de mayores dimensiones, puesto que son los menos móviles por el río y que por lo tanto permanecerán más tiempo en los hábitats de ribera y fluvial ³⁰.

7.1 c Sin aprovechamiento

BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTES

MEJOR – No hacer ningún aprovechamiento es el mejor escenario para conservar la calidad biológica y geomorfológica de los hábitats fluviales y de los bosques de ribera ¹⁴⁸.

7.1 d Momento oportuno de la corta

BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTES

MEJOR – Evitad las cortas de recuperación pocos meses antes y durante los periodo de desove de los peces y de los anfibios. En estos momentos la aportación de sedimentos a los cursos de agua perjudica el desarrollo de los huevos ³⁰.

7.1 e Localización de la corta

BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTES

Conservad una franja de bosque de ribera, y de bosque adyacente a cursos de agua perennes o

7.1 Bosques de ribera y cursos de agua

intermitentes, con una intensidad de tala baja o nula ³⁰.

MEJOR – Esta franja tendría que medir como mínimo 40 m de anchura ²⁶.

MEDIO – Esta franja tendría que medir como mínimo 20 m de anchura ²⁶.

PEOR – Esta franja tendría que medir como mínimo 10 m de anchura ²⁶.

BOSQUES, NI DE RIBERA NI ADYACENTES A TORRENTES

Conservad una franja de árboles quemados sin cortar, y dónde no habrá circulación de maquinaria, en el perímetro de la zona quemada. Esto puede reducir la escorrentía y la exportación de sedimentos aguas abajo y evitar que agua y sedimentos de zonas no quemadas aguas arriba crucen el área incendiada y se sumen al poder erosivo de esta ^{26,92}.

MEJOR – Conservad una franja de entre 30 y 60 m de anchura en todo el perímetro del fuego (aguas abajo y aguas arriba) donde no se hará ningún aprovechamiento ni habrá circulación de maquinaria.

MEDIO – Conservad una franja de entre 30 y 60 m de anchura en todo el perímetro del fuego aguas abajo donde no se hará ningún aprovechamiento ni habrá circulación de maquinaria.

PEOR – Conservad una franja de entre 30 y 60 m de anchura a todo el perímetro del fuego aguas abajo donde no habrá circulación de maquinaria pero donde se podrán aprovechar sólo los árboles que se puedan cortar y desemboscar desde el tramo de corta, sin abrir calles de desembosque ni arrastraderas.

7.1 f Intensidad de la corta**BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTES**

Los impactos sobre los hábitats fluviales son mayores en: los tramos con mayor intensidad de corta, en las cabeceras de los ríos y en los cursos que fluyen por lechos de guijas (más fácilmente erosionables lateralmente si se corta vegetación) ^{30,108}. Las cortas de los bosques de ribera perjudican especialmente los anfibios ²⁶.

MEJOR – En los bosques de ribera, retened todos los árboles quemados. Apead sólo aquellos que tengan riesgo de caer sobre los caminos o infraestructuras.

MEDIO – En los bosques de ribera, aprovechad sólo los árboles muertos que se puedan talar y desemboscar exclusivamente desde el camino más cercano, sin abrir calles de desembosque ni arrastraderas. Conservad todos los árboles de las cabeceras de los cursos de agua, incluidos los caídos.

PEOR – Realizad un aprovechamiento de todos los árboles de ribera quemados.

7.1 g Desembosque

En el tramo de corta, aplicad las recomendaciones de la ficha 2. Reducción de la erosión del suelo.

7.1 h Preparación del terreno

En el tramo de corta, aplicad las recomendaciones de la ficha 2. Reducción de la erosión del suelo.

7.1 Bosques de ribera y cursos de agua

7.1 i Meteorología

En el tramo de corta, aplicad las recomendaciones de la ficha 2. Reducción de la erosión del suelo.

7.1 j Pendiente

En el tramo de corta, aplicad las recomendaciones de la ficha 2. Reducción de la erosión del suelo.

7.1 k Trabajos específicos

Las cortas de recuperación, tanto las realizadas en los bosques quemados como en los bosques de ribera, afectan al medio acuático y deberían que ser compatibles con la restauración fluvial ⁵⁸.

BOSQUES DE RIBERA O ADYACENTES A CURSOS DE AGUA O TORRENTS

Desde un punto de vista hidráulico, la gestión de la madera muerta requiere que se evalúen, tramo a tramo, los riesgos y las ventajas que comportan los núcleos de madera dentro del cauce. Además, para llevar a cabo una buena gestión de estos materiales muertos, hay que conocer la dinámica fluvial y los puntos singulares hidráulicos del ámbito de estudio ⁵³. Desde un punto de vista ecológico, la retirada de la madera quemada de los bosques de ribera implica la supresión a largo plazo de la única fuente de madera muerta de grandes dimensiones en aquel tramo de río, puesto que habrá que esperar el crecimiento de la regeneración arbórea hasta dimensiones de árboles adultos ^{30,108}. Además, los bosques de ribera existentes pueden capturar la madera muerta que flota por el río ³⁶.

Las presas para retener sedimentos en las cabeceras (*debris dams* o *check dams*) sólo son eficaces mientras se llenan y durante episodios de lluvia que no sean extremos. Una vez llenas, el agua sobresale, transportando los sedimentos curso abajo ^{45,95,148}. Además, suponen una barrera para la colonización río arriba por parte de los peces ¹⁴⁸. No situéis ninguna estructura en el cauce, en la orilla ni en la ribera del río o del torrente (*debris dams* o *check dams*, escolleras o troncos grandes situados artificialmente) ⁵⁸.

MEJOR – Conservad toda la madera muerta de los bosques de ribera. Retiradla sólo en los tramos donde esta pueda encallarse en elementos antrópicos como puentes, vados y esclusas. Si posible, hacedlo sin utilizar maquinaria pesada y colocadla en espacios naturales del bosque de ribera, lejos de la corriente fluvial ⁹⁵.

La caña (*Arundo donax*), especie exótica e invasora, propaga el fuego a través de los bosques de ribera. Si hay zonas de cañaveral quemadas, se podría aprovechar la presencia de trabajadores forestales y de maquinaria en las cortas de recuperación para proceder al control de esta especie ¹⁴⁸.

EVITAR – Evitad sembrar especies exóticas o alóctonas para estabilizar los taludes del cauce, preferid las especies autóctonas ¹⁴⁸.

No circuléis por el cauce, la orilla ni la ribera del río o torrente fuera de los caminos ⁵⁸.

BOSQUES QUEMADOS (NI DE RIBERA NI ADYACENTES A TORRENTES)

Aseguraos que las calles de desembosque y las arrastraderas se revegetalizan al mismo ritmo que la zona cortada, y evitad al creación de nuevos caminos ⁵⁸.

7.1 Bosques de ribera y cursos de agua

Aseguraos que los caminos forestales disponen de sumideros de sedimentos adecuados ⁵⁸.

Para instrucciones técnicas específicas, consultad *La gestió i recuperació de la vegetació de ribera - Guia tècnica per a actuacions en riberes* ⁵³ y la *Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones - Manual para gestores* ⁹⁵.

7.1 I Aprovechamientos silvopastorales

El pastoreo altera los procesos de los ecosistemas reduciendo el recubrimiento herbáceo y de la hojarasca, perturba y compacta el suelo, reduce la capacidad de infiltración y aumenta la erosión del suelo ¹⁰. Por estos motivos se tendrían que acotar los pastos en las zonas quemadas y adyacentes:

MEJOR – Acotad los pastos en la zona quemada y también en las zonas comprendidas entre el área quemada y los cursos de agua, aunque estas últimas sólo se hayan quemado con una baja intensidad, para proteger el ecosistema que frenará la llegada de los sedimentos y de la escorrentía al medio acuático.

MEDIO – Acotad los pastos en la zona quemada pero permitid un pastoreo moderado en las zonas comprendidas entre el área quemada y los cursos de agua.

PEOR – Permitid el pastoreo en la zona quemada.

Sobre la duración recomendada de los acotamientos, consultad las recomendaciones de la ficha 1. Regeneración de la cubierta vegetal.

7. Conservación de la calidad de los hábitats fluviales y de ribera

7.2 Dispositivos de control de la erosión

7.2 a Sistema de aprovechamiento por árbol completo

Puesto que las zonas quemadas con aprovechamiento maderero son más propensas a la erosión, en áreas sensibles a la erosión y sin vegetación de ribera, o donde esta ha quemado severamente y por lo tanto no puede cumplir su función de filtración y retención de sedimentos, se puede destinar una parte de los troncos de pino a la confección de diques de troncos y de residuos (*log debris dams*) y de barreras de troncos contra la erosión (*log erosion barriers*) en las zonas de más riesgo. En este caso, dejad árboles apeados que posteriormente serán desramados para construir los dispositivos. Aprovechad para dejar las ramas de estos árboles en el tramo de corta.

7.2 b Sistema de aprovechamiento per tronco completo/madera troceada

Puesto que las zonas quemadas con aprovechamiento maderero son más propensas a la erosión, en áreas sensibles a la erosión y sin vegetación de ribera, o donde esta ha quemado severamente y por lo tanto no puede cumplir su función de filtración y retención de sedimentos, se puede destinar una parte de los troncos de pino a la confección de diques de troncos y de residuos (*log debris dams*) y de barreras de troncos contra la erosión (*log erosion barriers*) en las zonas de más riesgo. Este sistema de aprovechamiento genera troncos desramados que se pueden utilizar para crear dispositivos de control de la erosión.

7.2 c Sin aprovechamiento

En las zonas quemadas sin aprovechamiento forestal se podría obviar la instalación de diques de troncos y de residuos (*log debris dams*) y de barreras de troncos contra la erosión (*log erosion barriers*), puesto que la recuperación de la cubierta vegetal está más rápida y el hecho no circular maquinaria ni haber desembosque disminuyen el riesgo de erosión. En el caso de querer proteger infraestructuras aguas abajo, se puede optar por la construcción de balsas de sedimentación.

7.2 d Momento oportuno de la corta

Estos dispositivos se tienen que instalar lo más rápidamente posible después de un incendio puesto que es durante las primeras lluvias cuando se produce más erosión ⁴⁵.

7.2 Dispositivos de control de la erosión

7.2 e Localización de la corta

La localización de los dispositivos de control de la erosión se debe optimizar en las zonas de más riesgo de erosión. Evalúe el riesgo de erosión lo más rápidamente posible después del incendio. Se puede utilizar la metodología descrita a *Mapping erosion risk and selecting sites for simple erosion control measures after a forest fire in Mediterranean France*⁴⁴ o la *Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas como riesgo de desertificación*¹.

Además, se tiene que poner especial atención en instalar barreras en los puntos más sensibles a la erosión del suelo: discontinuidades del terreno que puedan concentrar la escorrentía, zonas con síntomas previos de erosión y zonas problemáticas asociadas a caminos forestales¹.

7.2 f Intensidad de la corta

Intensidades de corta menores requieren menos dispositivos de control de la erosión.

7.2 g Desembosque

Sin información

7.2 h Preparación del terreno

Si se plantea instalar dispositivos de control de la erosión, se debe evitar hacer ninguna preparación del terreno ya que esta es una de las principales fuentes de erosión en situación postincendio¹³⁰.

7.2 i Meteorología

Las barreras de troncos contra la erosión son eficientes en capturar sedimentos en periodos de precipitación de intensidad suave o moderada, pero no lo son durante episodios de lluvia torrencial e intensa⁴⁵.

7.2 j Pendiente

Las barreras de troncos contra la erosión son eficientes al capturar sedimentos en pendientes elevadas (35-55%) pero no lo son en pendientes débiles (10-20%) ni moderadas (20-35%)⁴⁵.

Se recomienda una densidad de 40 a 50 barreras/ha y 300 m lineales/ha. Así se consigue en un 70% de los casos interrumpir el recorrido del agua de escorrentía antes de los 25 m y limitar recorrido máximo de la escorrentía a 40 m¹.

7.2 Dispositivos de control de la erosión

7.2 k Trabajos específicos

Para obtener instrucciones más detalladas sobre la construcción de los dispositivos de control de erosión en el contexto mediterráneo, consultad el artículo *Evaluation of the efficiency of some sediment trapping methods after a Mediterranean forest fire*⁴⁵.

7.2 l Aprovechamientos silvopastorales

Sin información



Glosario

Área de Fomento de la Gestión: localizaciones donde hay que priorizar el control de cargas de combustible para limitar la potencialidad de un eventual gran incendio forestal. Estos tratamientos estratégicos no tienen relación directa con maniobras de extinción, pero sirven para incidir en la capacidad máxima de propagación de un incendio y generar indirectamente un abanico mayor de oportunidades de control. Así, dentro de una finca forestal se pueden identificar una serie de localizaciones que, estén o no incluidas en la planificación específica para la defensa contra incendios, tienen un gran interés en la gestión del fuego.

Brinzal: *ver* pimpollar.

Calidad de estación: capacidad productiva relativa, de un área forestal determinada, para el desarrollo de una cierta especie o mezcla de especies afines. Es el resultado de la interacción de factores climáticos, edáficos, fisiográficos i microbiológicos. Define el grado de fertilidad de un terreno, para el desarrollo del arbolado; el volumen de madera que un área puede sustentar en forma de arbolado en pie.ç

Chirpia: conjunto de chirpiales.

Chirpial: *ver* retoño.

Corta de recuperación: tala de árboles muertos, moribundos o en vía de deterioro (por ejemplo porque están en declive o dañados por el fuego, por el viento, por los insectos, por los hongos o por todo otro agente), antes de que su madera no pierda todo el valor económico.

Enriquecimiento: aumento del porcentaje de especies o de genotipos deseados, o de la biodiversidad, de un bosque mediante la plantación intercalar.

Fracción de cabida cubierta: proyección vertical, sobre el suelo, de la parte aérea de una especie, de un grupo de especies o de un estrato vegetal; generalmente expresada en porcentaje.

Fustal joven: clase natural de edad, en silvicultura, formada por pies de diámetro normal comprendido entre 20 y 35 cm.

Hidrofobia: repelencia al agua en los suelos que reduce las tasas de infiltración del agua acumulada en la superficie durante períodos de tiempo que pueden oscilar desde unos pocos segundos hasta horas, días o semanas.

Latizal: clase natural de edad, en silvicultura, desde el comienzo de poda natural hasta que se alcanza un diámetro normal de 20 cm.

Monte bravo: clase natural de edad, en silvicultura, desde el inicio de tangencia de copas hasta el comienzo de la poda natural. La competencia se intensifica y la masa presenta un aspecto impenetrable.

Pimpollar, repoblado: clase natural de edad, en silvicultura, formada por brinzales (pies nacidos de semilla comprendidos entre el brote seminal y hasta que se alcanza el 1,30 m de altura). Al final de la clase suele haber tangencia de copas y empieza a manifestarse competencia en arbolado.

Quema prescrita, controlada: fuego producido en forma intencional, bajo absoluto control. Se aplica a los incendios prescritos que se provocan para prevenir fuegos de efectos muy dañinos, o como una práctica netamente silvícola.

Renuevo: retoño formado posteriormente a los primeros retoños, a menudo después de la eliminación de estos mediante la selección de retoños. Su número se controla mediante la selección de renuevos.

Retoño, chirpial: brote generalmente en forma de roseta que sale de la base del tallo principal de determinadas plantas y que se puede utilizar para su multiplicación. Los chirpiales pueden tener su origen en la cepa o en las raíces.

Roturación: destrucción de la vegetación, espontánea o no, en vista de adecuar al cultivo un terreno no cultivado.

Tramo de corta: zona de una tierra forestal donde una parte o la totalidad de los árboles han sido recientemente cortados. En estas fichas, el tramo de corta excluye las áreas quemadas donde se dejan los árboles de pie agrupados.



Bibliografía

- 1 Alloza, J. A., García, S., Gimeno, T., Baeza, J., Vallejo, R., Rojo, L. & Martínez, A. 2014. *Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación*. 1ª ed., Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 188.
- 2 Andreu, V., Imeson, A. C. & Rubio, J. L. 2001. Temporal changes in soil aggregates and water erosion after a wildfire in a Mediterranean pine forest. *CATENA* 44: 69-84.
- 3 Apigian, K. O., Dahlsten, D. L. & Stephens, S. L. 2006. Fire and fire surrogate treatment effects on leaf litter arthropods in a western Sierra Nevada mixed-conifer forest. *Forest Ecology and Management* 221: 110-122.
- 4 Arnan, X., Gràcia, M., Horas, R. M., Ordóñez, J. L., Retana, J., Vayreda, J., Camprodon, J., Marques, A., Rodríguez, J., Vericat, P., Brotons, L., Pedrocchi, V., Real, J., Carreras, J., Ferré, A., Llistosella, J., Llorens, L., Heras, J., Rojo, M., Carrera, D. & Castell, C. 2010. *Les pinedes de pi blanc*. 1ª ed., *Manuales de gestió d'hàbitats*, Diputació de Barcelona. 169.
- 5 Arnan, X., Gràcia, M., Horas, R. M., Ordóñez, J. L., Retana, J., Vayreda, J., Camprodon, J., Marques, A., Rodríguez, J., Vericat, P., Brotons, L., Pedrocchi, V., Real, J., Carreras, J., Ferré, A., Llistosella, J., Llorens, L., Heras, J., Rojo, M., Carrera, D. & Castell, C. 2011. *Les pinedes de pinassa*. 1ª ed., *Manuales de gestió d'hàbitats*, Diputació de Barcelona. 169.
- 6 Arnan, X., Gràcia, M., Martínez, J., Horas, R. M., Ordóñez, J. L., Retana, J., Vayreda, J., Camprodon, J., Marques, A., Rodríguez, J., Taüll, M., Vericat, P., Brotons, L., Pedrocchi, V., Real, J., Carreras, J., Ferré, A., Llistosella, J., Llorens, L., Heras, J., Rojo, M., Carrera, D. & Castell, C. 2011. *Les pinedes de pi roig*. 1ª ed., *Manuales de gestió d'hàbitats*, Diputació de Barcelona. 177.
- 7 Azor, J. S., Santos, X. & Pleguezuelos, J. M. 2015. Conifer-plantation thinning restores reptile biodiversity in Mediterranean landscapes. *Forest Ecology and Management* 354: 185-189.
- 8 Banks, S. C., Dujardin, M., McBurney, L., Blair, D., Barker, M. & Lindenmayer, D. B. 2011. Starting points for small mammal population recovery after wildfire: recolonisation or residual populations? *Oikos* 120: 26-37.
- 9 Bautista, S., Gimeno, T., Mayor, A. G. & Gallego, D. 2004. *Los tratamientos de la madera quemada tras los incendios forestales*. En *Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo*, (eds. R. Vallejo & J. A. Alloza) Capítulo 17, Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. 547-565.
- 10 Belsky, A. J. & Blumenthal, D. M. 1997. Effects of livestock grazing on stand dynamics and soils in upland forests of the interior West. *Conservation Biology* 11: 315-327.
- 11 Beltrán, M., Piqué, M., Vericat, P. & Cervera, T. 2011. *Models de gestió per als boscos de pi blanc (Pinus halepensis Mill.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals*. 1ª ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 124.
- 12 Beltrán, M., Vericat, P., Piqué, M. & Cervera, T. 2012. *Models de gestió per als boscos de pinassa (Pinus nigra Arn.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals*. 1ª ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 153.
- 13 Bodí, M. B., Balfour, V. & Pereira, P. 2011. Quan passen les flames i el fum. *Mètode* 70: 89-94.
- 14 Bros, V., Moreno-Rueda, G. & Santos, X. 2011. Does postfire management affect the recovery of Mediterranean communities? The case study of terrestrial gastropods. *Forest Ecology and Management* 261: 611-619.

- 15 Brotons, L., Herrando, S. & Martin, J.-L. 2004. Bird assemblages in forests fragments within Mediterranean mosaics created by wild fires. *Landscape Ecology* 19: 663-675.
- 16 Brotons, L., Herrando, S. & Pons, P. 2008. Wildfires and the expansion of threatened farmland birds: the ortolan bunting *Emberiza hortulana* in Mediterranean landscapes. *J. Appl. Ecol.* 45: 1059-1066.
- 17 Brown, J. K., Reinhardt, E. D. & Kramer, K. A. 2003. *Coarse woody debris: managing benefits and fire hazard in the recovering forest*. General technical report RMRS-GTR-105, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 16.
- 18 Buddle, C. M., Langor, D. W., Pohl, G. R. & Spence, J. R. 2006. Arthropod responses to harvesting and wildfire: Implications for emulation of natural disturbance in forest management. *Biological Conservation* 128: 346-357.
- 19 Castro, J., Allen, C. D., Molina-Morales, M., Maranon-Jimenez, S., Sanchez-Miranda, A. & Zamora, R. 2011. Salvage Logging Versus the Use of Burnt Wood as a Nurse Object to Promote Post-Fire Tree Seedling Establishment. *Restoration Ecology* 19: 537-544.
- 20 Castro, J., Moreno-Rueda, G. & Hódar, J. A. 2010. Experimental test of postfire management in pine forests: impact of salvage logging versus partial cutting and nonintervention on bird-species assemblages. *Conservation Biology* 24: 810-819.
- 21 Castro, J., Puerta-Piñero, C., Leverkus, A., Moreno-Rueda, G. & Sánchez-Miranda, A. 2012. Post-fire salvage logging alters a key plant-animal interaction for forest regeneration. *Ecosphere* 3: article 90.
- 22 Catry, F. X., Moreira, F., Cardillo, E. & Pausas, J. G. 2012. *Post-fire management of cork oak forests*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítulo 9, Springer. 195-222.
- 23 Cellier, A., Gauquelin, T., Baldy, V. & Ballini, C. 2013. Effect of organic amendment on soil fertility and plant nutrients in a post-fire Mediterranean ecosystem. *Plant and Soil* 376: 211-228.
- 24 Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals. 2000-2004. *Sistema d'Informació dels Boscos de Catalunya (SIBosC)*. En *Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya* (en línea). Consultado el 28 IV 2016. Disponible en: <http://www.creaf.uab.cat/iefc/index.htm>.
- 25 Cerasino, L. & La Porta, N. 2014. Allocation of five macroelements and quality of fuels derived from Norway spruce wood obtained by thinning operations. *Biomass and Bioenergy* 70: 553-556.
- 26 Clipp, H. L. & Anderson, J. T. 2014. Environmental and Anthropogenic Factors Influencing Salamanders in Riparian Forests: A Review. *Forests* 5: 2679-2702.
- 27 Cobb, T. P., Hannam, K. D., Kishchuk, B. E., Langor, D. W., Quideau, S. A. & Spence, J. R. 2010. Wood-feeding beetles and soil nutrient cycling in burned forests: implications of post-fire salvage logging. *Agricultural and Forest Entomology* 12: 9-18.
- 28 Cobb, T. P., Morissette, J. L., Jacobs, J. M., Koivula, M. J., Spence, J. R. & Langor, D. W. 2011. Effects of Postfire Salvage Logging on Deadwood-Associated Beetles. *Conservation Biology* 25: 94-104.
- 29 Côté, M. 2003. *Dictionnaire de la foresterie - Dictionary of Forestry - Diccionario de forestería*. Especial XXII Congreso forestal mundial ed., Distribution de livres Univers. 744.
- 30 Davidson, S. L. & Eaton, B. C. 2015. Simulating riparian disturbance: Reach scale impacts on aquatic habitat in gravel bed streams. *Water Resources Research* 51: 7590-7607.
- 31 de las Heras, J., Martínez-Sánchez, J. J., Herranz, J. M. & del Pozo, E. 1993. *Erosión en un suelo forestal quemado: la protección de la cubierta vegetal*. En *I Congreso forestal español*, 14-18 VI 1993, Lourizán, Sociedad Española de Ciencias Forestales. 45-49.
- 32 de las Heras, J., Moya, D., Vega, J. A., Daskalou, E., Vallejo, R., Grigoriadis, N., Tsitsoni, T., Baeza, J., Valdecantos, A., Fernández, C., Espelta, J. M. & Fernandes, P. 2012. *Post-fire management of serotinous pine forests*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítulo 6, Springer. 121-150.
- 33 Doblas, E. 2013. *Conservar Aprovechando - Cómo integrar el cambio global en la gestión de los montes españoles*. 1ª ed., CREA. 140.

- 34 Donato, D. C., Fontaine, J. B., Campbell, J. L., Robinson, W. D., Kauffman, J. B. & Law, B. E. 2006. Post-wildfire logging hinders regeneration and increases fire risk. *Science* 311: 352.
- 35 Dunn, C. J. & Bailey, J. D. 2015. Modeling the direct effects of salvage logging on long-term temporal fuel dynamics in dry-mixed conifer forests. *Forest Ecology and Management* 341: 93-109.
- 36 Dwire, K. A. & Kauffman, J. B. 2003. Fire and riparian ecosystems in landscapes of the western USA. *Forest Ecology and Management* 178: 61-74.
- 37 Espelta, J. M., Barbati, A., Quevedo, L., Tárrega, R., Navascués, P., Bonfil, C., Peguero, G., Fernández-Martínez, M. & Rodrigo, A. 2012. *Post-fire management of Mediterranean broadleaved forests*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítulo 8, Springer. 171-194.
- 38 Espelta, J. M., Gràcia, M., Horas, R. M., Ordóñez, J. L., Retana, J., Vayreda, J., Brotons, L., Camprodon, J., Colinas, C., Oliach, D., Oliva, J., Rodríguez, J., Taüll, M., Vericat, P., Real, J., Rollan, À., Carreras, J., Ferré, A., Llistosella, J., Llorenç, L., Carrera, D., Castell, C., Riere, J. & Rovira, J. 2009. *Els alzinars*. 1ª ed., *Manuals de gestió d'hàbitats*, Diputació de Barcelona. 181.
- 39 Espelta, J. M., Retana, J. & Habrouk, A. 2004. *Gestió dels boscos menuts d'alzina i roure després d'incendis*. En *Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc*, Solsona, Xarxa ALINFO. 124-127.
- 40 Faison, E. K., DeStefano, S., Foster, D. R. & Plotkin, A. B. 2016. Functional response of ungulate browsers in disturbed eastern hemlock forests. *Forest Ecology and Management* 362: 177-183.
- 41 Fernández, C., Vega, J. A., Fonturbel, T., Jiménez, E. & Pérez-Gorostiaga, P. 2008. Effects of wildfire, salvage logging and slash manipulation on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in Orense (NW Spain). *Forest Ecology and Management* 255: 1294-1304.
- 42 Ferreira, A. J. D., Alegre, S. P., Coelho, C. O. A., Shakesby, R. A., Páscoa, F. M., Ferreira, C. S. S., Keizer, J. J. & Ritsema, C. 2015. Strategies to prevent forest fires and techniques to reverse degradation processes in burned areas. *CATENA* 128: 224-237.
- 43 Fontaine, J. B., Donato, D. C., Campbell, J. L., Martin, J. G. & Law, B. E. 2010. Effects of post-fire logging on forest surface air temperatures in the Siskiyou Mountains, Oregon, USA. *Forestry* 83: 477-482.
- 44 Fox, D., Berolo, W., Carrega, P. & Darboux, F. 2006. Mapping erosion risk and selecting sites for simple erosion control measures after a forest fire in Mediterranean France. *Earth Surface Processes and Landforms* 31: 606-621.
- 45 Fox, D. M. 2011. Evaluation of the efficiency of some sediment trapping methods after a Mediterranean forest fire. *Journal of Environmental Management* 92: 258-265.
- 46 Gillette, N. E., Vetter, R. S., Mori, S. R., Rudolph, C. R. & Welty, D. R. 2008. Response of ground-dwelling spider assemblages to prescribed fire following stand structure manipulation in the southern Cascade Range. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere* 38: 969-980.
- 47 Gimeno, T., Baldé, C., Kribeche, H. & Bautista, S. 1995. *Tratamientos de rehabilitación post-incendio en áreas sensibles a la degradación del suelo*. En *II Congreso forestal español, 23-27 VI 1997*, Pamplona, Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- 48 Ginzburg, O. & Steinberger, Y. 2012. Salvage logging versus natural regeneration post-fire practices in a forest: Soil chemical and microbial aspects. *Open Journal of Ecology* 2: 29-37.
- 49 Gràcia, M., Meghelli, N., Horas, R. M., Ordóñez, J. L., Retana, J., Solà-Morales, F., Vayreda, J., Camprodon, J., Marques, A., Rodríguez, J., Vericat, P., Brotons, L., Pedrocchi, V., Real, J., Carreras, J., Ferré, A., Llistosella, J., Llorens, L., Heras, J., Rojo, M., Carrera, D. & Castell, C. 2013. *Les pinedes de pi pinyer*. 1ª ed., *Manuals de gestió d'hàbitats*, Diputació de Barcelona. 167.
- 50 Greenberg, C. H. 2002. Response of white-footed mice (*Peromyscus leucopus*) to coarse woody debris and microsite use in southern Appalachian treefall gaps. *Forest Ecology and Management* 164: 57-66.

- 51 Greenberg, C. H. & McGrane, A. 1996. A comparison of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices. *Forest Ecology and Management* 89: 31-41.
- 52 Grove, S. J. 2002. Saproxylic Insect Ecology and the Sustainable Management of Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33: 1-23.
- 53 Gutiérrez, C., García, E., Basora, X., March, À., Minguell, J., Comas, E. & Sabaté, X. 2008. *La gestió i recuperació de la vegetació de ribera - Guia tècnica per a actuacions en riberes*. Agència Catalana de l'Aigua, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya. 176.
- 54 Haim, A. 1993. *Resilience to fire of rodents in an East-Mediterranean pine forest on Mount Carmel, Israel: the effects of different managements*. En *International workshop on the role of fire in Mediterranean ecosystems*, 21-25 IX 1992, Banyuls-sur-Mer, Commission of the European Communities, Dissemination of Scientific and Technical Knowledge Unit. 293-301.
- 55 Hutto, R. L. 2006. Toward meaningful snag-management guidelines for postfire salvage logging in North American conifer forests. *Conservation Biology* 20: 984–993.
- 56 Izhaki, I. 1993. *The resilience to fire of passerine birds in an East-Mediterranean pine forest on Mount Carmel, Israel: the effects of different managements*. En *International workshop on the role of fire in Mediterranean ecosystems*, 21-25 IX 1992, Banyuls-sur-Mer, Commission of the European Communities, Dissemination of Scientific and Technical Knowledge Unit. 303-314.
- 57 Izhaki, I. 2012. The Impact of Fire on Vertebrates in the Mediterranean Basin: An Overview. *Israel Journal of Ecology & Evolution* 58: 221-233.
- 58 Karr, J. R., Rhodes, J. J., Minshall, G. W., Hauer, F. R., Beschta, R. L., Frissell, C. A. & Perry, D. A. 2004. The Effects of Postfire Salvage Logging on Aquatic Ecosystems in the American West. *BioScience* 54: 1029-1033.
- 59 Keyser, T. L., Smith, F. W. & Shepperd, W. D. 2009. Short-term impact of post-fire salvage logging on regeneration, hazardous fuel accumulation, and understory development in ponderosa pine forests of the Black Hills, SD, USA. *International Journal of Wildland Fire* 18: 451-458.
- 60 Koivula, M. & Spence, J. R. 2006. Effects of post-fire salvage logging on boreal mixed-wood ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae). *Forest Ecology and Management* 236: 102-112.
- 61 Kronland, W. J. & Restani, M. 2011. Effects of Post-Fire Salvage Logging on Cavity-Nesting Birds and Small Mammals in Southeastern Montana. *Canadian Field-Naturalist* 125: 316-326.
- 62 Kulakowski, D. & Veblen, T. T. 2007. Effect of prior disturbances on the extent and severity of wildfire in Colorado subalpine forests. *Ecology* 88: 759-769.
- 63 Kutiel, P. & Inbar, M. 1993. Fire impacts on soil nutrients and soil erosion in a Mediterranean pine forest plantation. *CATENA* 20: 129-139.
- 64 Larchevêque, M., Ballini, C., Korboulewsky, N. & Montès, N. 2006. The use of compost in afforestation of Mediterranean areas: Effects on soil properties and young tree seedlings. *Science of The Total Environment* 369: 220-230.
- 65 Larchevêque, M., Montès, N., Baldy, V. & Ballini, C. 2008. Can compost improve *Quercus pubescens* Willd establishment in a Mediterranean post-fire shrubland? *Bioresource Technology* 99: 3754-3764.
- 66 Larchevêque, M., Montès, N., Baldy, V. & Dupouyet, S. 2005. Vegetation dynamics after compost amendment in a Mediterranean post-fire ecosystem. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 110: 241-248.
- 67 Larrivé, M., Drapeau, P. & Fahrig, L. 2008. Edge effects created by wildfire and clear-cutting on boreal forest ground-dwelling spiders. *Forest Ecology and Management* 255: 1434-1445.
- 68 Leverkus, A., Castro, J., Puerta-Piñero, C. & Rey Benayas, J. M. 2013. Suitability of the management of habitat complexity, acorn burial depth, and a chemical repellent for post-fire reforestation of oaks. *Ecological Engineering* 53: 15– 22.

- 69 Leverkus, A. B., Lorite, J., Navarro, F. B., Sanchez-Canete, E. P. & Castro, J. 2014. Post-fire salvage logging alters species composition and reduces cover, richness, and diversity in Mediterranean plant communities. *Journal of Environmental Management* 133: 323-331.
- 70 Leverkus, A. B., Puerta-Pinero, C., Guzman-Alvarez, J. R., Navarro, J. & Castro, J. 2012. Post-fire salvage logging increases restoration costs in a Mediterranean mountain ecosystem. *New For.* 43: 601-613.
- 71 Lindenmayer, D. B., Burton, P. J. & Franklin, J. F. 2008. *Salvage Logging and Its Ecological Consequences*. 1ª ed., Island Press. 246.
- 72 Lindenmayer, D. B. & Noss, R. F. 2006. Salvage logging, ecosystem processes, and biodiversity conservation. *Conservation Biology* 20: 949-958.
- 73 Lombardi, F., Lasserre, B., Tognetti, R. & Marchetti, M. 2008. Deadwood in Relation to Stand Management and Forest Type in Central Apennines (Molise, Italy). *Ecosystems* 11: 882-894.
- 74 Llimona, F., Matheu, E. & Prodon, R. 1993. *Role of snag persistence and of tree regeneration in postfire bird successions: comparison of pine and oak forests in Montserrat (Catalonia, NE Spain)*. En *Fire in Mediterranean Ecosystems, Ecosystems Research Report*, (eds. L. Trabaud & R. Prodon) Capítulo 2, Commission of European Communities. 315-331.
- 75 Malmstrom, A. 2010. The importance of measuring fire severity-Evidence from microarthropod studies. *Forest Ecology and Management* 260: 62-70.
- 76 Maranon-Jimenez, S. & Castro, J. 2013. Effect of decomposing post-fire coarse woody debris on soil fertility and nutrient availability in a Mediterranean ecosystem. *Biogeochemistry* 112: 519-535.
- 77 Maranon-Jimenez, S., Castro, J., Fernandez-Ondono, E. & Zamora, R. 2013. Charred wood remaining after a wildfire as a reservoir of macro- and micronutrients in a Mediterranean pine forest. *International Journal of Wildland Fire* 22: 681-695.
- 78 Maranon-Jimenez, S., Castro, J., Kowalski, A. S., Serrano-Ortiz, P., Reverter, B. R., Sanchez-Canete, E. P. & Zamora, R. 2011. Post-fire soil respiration in relation to burnt wood management in a Mediterranean mountain ecosystem. *Forest Ecology and Management* 261: 1436-1447.
- 79 Maranon-Jimenez, S., Castro, J., Querejeta, J. I., Fernandez-Ondono, E. & Allen, C. D. 2013. Post-fire wood management alters water stress, growth, and performance of pine regeneration in a Mediterranean ecosystem. *Forest Ecology and Management* 308: 231-239.
- 80 Marquès, M. A. & Mora, E. 1992. Selected papers of the 2. ICG Symposium on "Mediterranean Erosion" The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain). *CATENA* 19: 333-344.
- 81 Márquez-Ferrando, R., Pleguezuelos, J. M., Santos, X., Ontiveros, D. & Fernández-Cardenete, J. R. 2009. Recovering the Reptile Community after the Mine-Tailing Accident of Aznalcóllar (Southwestern Spain). *Restoration Ecology* 17: 660-667.
- 82 Martínez-Sánchez, J. J., Corcoles, D., Alfaro, H., López, R., Gómez, E. & de las Heras, J. 1997. *Estudio del banco de semillas aéreo (piñas serótinas) de Pinus halepensis Miller. Influencia de la temperatura sobre la apertura de piñas serótinas*. En *II Congreso Forestal Español, 23-27 VI 1997*, Pamplona, Sociedad Española de Ciencias Forestales. 259-263.
- 83 Martínez-Sánchez, J. J., Ferrandis, P., de las Heras, J. & Herranz, J. M. 1999. Effect of burnt wood removal on the natural regeneration of *Pinus halepensis* after fire in a pine forest in Tus valley (SE Spain). *Forest Ecology and Management* 123: 1-10.
- 84 Mateos, E., Santos, X. & Pujade-Villar, J. 2011. Taxonomic and Functional Responses to Fire and Post-Fire Management of a Mediterranean Hymenoptera Community. *Environmental Management* 48: 1000-1012.
- 85 Moreira, F., Arianoutsou, M., Vallejo, R., de las Heras, J., Corona, P., Xanthopoulos, G., Fernandes, P. & Papageorgiou, K. 2012. *Setting the scene for post-fire management*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítulo 1, Springer. 1-19.

- 86 Moya, D., de las Heras, F. R., López-Serrano, S. & Alberdi, I. 2009. Structural patterns and biodiversity in burned and managed Aleppo pine stands. *Plant Ecol.* 200: 217–228.
- 87 Nappi, A., Déry, S., Bujold, F., Chabot, M., Dumont, M.-C., Duval, J., Drapeau, P., Gauthier, S., Brais, S., Peletier, J. & Bergeron, I. 2011. *La récolte dans les forêts brûlées — Enjeux et orientations pour un aménagement écosystémique*. Direction de l'environnement et de la protection des forêts. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Gouvernement du Québec. 51.
- 88 Ne'eman, G., Lahav, H. & Izhaki, I. 1995. Recovery of vegetation in a natural east Mediterranean pine forest on Mount Carmel, Israel as affected by management strategies. *Forest Ecology and Management* 75: 17-26.
- 89 Ne'eman, G., Perevolotsky, A. & Schiller, G. 1997. The Management Implications of the Mt. Carmel Research Project. *International Journal of Wildland Fire* 7: 343-350.
- 90 Neumann, F. G. 1991. Responses of litter arthropods to major natural or artificial ecological disturbances in mountain ash forest. *Australian Journal of Ecology* 16: 19-32.
- 91 Nimmo, D. G., Kelly, L. T., Farnsworth, L. M., Watson, S. J. & Bennett, A. F. 2014. Why do some species have geographically varying responses to fire history? *Ecography* 37: 805-813.
- 92 Nitschke, C. R. 2005. Does forest harvesting emulate fire disturbance? A comparison of effects on selected attributes in coniferous-dominated headwater systems. *Forest Ecology and Management* 214: 305-319.
- 93 Niwa, C. G., Peck, R. W. & Torgersen, T. R. 2001. Soil, litter, and coarse woody debris habitats for arthropods in eastern Oregon and Washington. *Northwest Science* 75: 141-148.
- 94 Novara, A., Gristina, L., Bodì, M. B. & Cerdà, A. 2011. The impact of fire on redistribution of soil organic matter on a mediterranean hillslope under maquia vegetation type. *Land Degradation & Development* 22: 530-536.
- 95 Ollero, A. 2014. *Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones - Manual para gestores*. 1ª ed., Universidad de Zaragoza. Fundación Ecología y Desarrollo. Secretaría Técnica del Contrato del río Matarraña. 143.
- 96 Passovoy, A. D. & Fule, P. Z. 2006. Snag and woody debris dynamics following severe wildfires in northern Arizona ponderosa pine forests. *Forest Ecology and Management* 223: 237-246.
- 97 Pausas, J. G. 2004. *La recurrencia de incendios en el monte mediterráneo*. En *Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo*, (eds. R. Vallejo & J. A. Alloza) Capítulo 2, Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. 47-64.
- 98 Pausas, J. G., Carbó, E., Neus Caturla, R., Gil, J. M. & Vallejo, R. 1999. Post-fire regeneration patterns in the eastern Iberian Peninsula. *Acta Oecologica* 20: 499-508.
- 99 Pausas, J. G., Ouadah, N., Ferran, A., Gimeno, T. & Vallejo, R. 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecology* 169: 205-213.
- 100 Pausas, J. G., Ribeiro, E. & Vallejo, R. 2004. Post-fire regeneration variability of *Pinus halepensis* in the eastern Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* 203: 251-259.
- 101 Pereira, P. & Bodí, M. B. 2013. *Las cenizas y su impacto en el suelo*. Ficha técnica FGR2013/02, Red Temática Nacional Efectos de los Incendios Forestales sobre los Suelos (FUEGORED). 4.
- 102 Peterson, D. W., Dodson, E. K. & Harrod, R. J. 2015. Post-fire logging reduces surface woody fuels up to four decades following wildfire. *Forest Ecology and Management* 338: 84-91.
- 103 Pinzon, J., Spence, J. R. & Langor, D. W. 2012. Responses of ground-dwelling spiders (Araneae) to variable retention harvesting practices in the boreal forest. *Forest Ecology and Management* 266: 42-53.
- 104 Pinzon, J., Spence, J. R. & Langor, D. W. 2013. Effects of prescribed burning and harvesting on ground-dwelling spiders in the Canadian boreal mixedwood forest. *Biodiversity and Conservation* 22: 1513-1536.

- 105 Piqué, M., Beltrán, M., Vericat, P., Calama, R. & Cervera, T. 2015. *Models de gestió per a les pinedes de pi pinyer (Pinus pinea L.): producció de fusta i pinya i prevenció d'incendis forestals*. 1^a ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 133.
- 106 Piqué, M., Beltrán, M., Vericat, P., Cervera, T., Farriol, R. & Baiges, T. 2011. *Models de gestió per als boscos de pi roig (Pinus sylvestris L.): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals*. 1^a ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 178.
- 107 Pons, P. 2015. Delayed effects of fire and logging on cicada nymph abundance. *Journal of Insect Conservation* 19: 601-606.
- 108 Reeves, G. H., Bisson, P. A., Rieman, B. E. & Benda, L. E. 2006. Postfire Logging in Riparian Areas. *Conservation Biology* 20: 994-1004.
- 109 Retana, J., Arnan, X., Arianoutsou, M., Barbati, A., Kazanis, D. & Rodrigo, A. 2012. *Post-fire management of non-serotinous pine forests*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítol 7, Springer. 151-170.
- 110 Rey-Benayas, J. M., Galván, I. & Carrascal, L. M. 2010. Differential effects of vegetation restoration in Mediterranean abandoned cropland by secondary succession and pine plantations on bird assemblages. *Forest Ecology and Management* 260: 87-95.
- 111 Rey-Benayas, J. M., Scheiner, S. M., García Sanchez-Colomer, M. & Levassor, C. 1999. Commonness and rarity: theory and application of a new model to mediterranean montane grasslands. *Conserv. Biol.* 3 (online): 5.
- 112 Riffell, S., Verschuyt, J., Miller, D. & Wigley, T. B. 2011. Biofuel harvests, coarse woody debris, and biodiversity – A meta-analysis. *Forest Ecology and Management* 261: 878-887.
- 113 Ritchie, M. W., Knapp, E. E. & Skinner, C. N. 2013. Snag longevity and surface fuel accumulation following post-fire logging in a ponderosa pine dominated forest. *Forest Ecology and Management* 287: 113-122.
- 114 Rodríguez, J., Juanati, C., Piqué, M. & Tolosana, E. 2005. *Tècniques de desembosc en l'aprofitament forestal*. 1^a ed., *Sistemes i tècniques de desembosc*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 209.
- 115 Rollan, À., Hernández-Matías, A. & Real, J. 2016. *Guidelines for the conservation of Bonelli's eagle populations*. 1^a ed., Universitat de Barcelona. 87.
- 116 Rollan, À. & Real, J. 2010. Effect of wildfires and post-fire forest treatments on rabbit abundance. *European Journal of Wildlife Research* 57: 201-209.
- 117 Roman-Cuesta, R. M., Gracia, M. & Retana, J. 2009. Factors influencing the formation of unburned forest islands within the perimeter of a large forest fire. *Forest Ecology and Management* 258: 71-80.
- 118 Rost, J., Bas, J. M. & Pons, P. 2012. The importance of piling wood debris on the distribution of bird-dispersed plants in burned and logged Mediterranean pine forests. *International Journal of Wildland Fire* 21: 79-85.
- 119 Rost, J., Clavero, M., Bas, J. M. & Pons, P. 2010. Building wood debris piles benefits avian seed dispersers in burned and logged Mediterranean pine forests. *Forest Ecology and Management* 260: 79-86.
- 120 Rost, J., Clavero, M., Brotons, L. & Pons, P. 2012. The effect of postfire salvage logging on bird communities in Mediterranean pine forests: the benefits for declining species. *J. Appl. Ecol.* 49: 644-651.
- 121 Rost, J., Hutto, R. L., Brotons, L. & Pons, P. 2013. Comparing the effect of salvage logging on birds in the Mediterranean Basin and the Rocky Mountains: common patterns, different conservation implications. *Biological Conservation* 158: 7-13.

- 122 Rost, J., Pons, P. & Bas, J. M. 2009. Can salvage logging affect seed dispersal by birds into burned forests? *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 35: 763-768.
- 123 Rulli, M. C., Bozzi, S., Spada, M., Bocchiola, D. & Rosso, R. 2006. Rainfall simulations on a fire disturbed mediterranean area. *Journal of Hydrology* 327: 323-338.
- 124 Santolamazza-Carbone, S., Pestaña, M. & Vega, J. A. 2011. Post-fire attractiveness of maritime pines (*Pinus pinaster* Ait.) to xylophagous insects. *Journal of Pest Science* 84: 343-353.
- 125 Santos, X., Bros, V. & Miño, À. 2009. Recolonization of a burned Mediterranean area by terrestrial gastropods. *Biodiversity and Conservation* 18: 3153-3165.
- 126 Santos, X., Mateos, E., Bros, V., Brotons, L., De Mas, E., Herraiz, J. A., Herrando, S., Miño, À., Olmo-Vidal, J. M., Quesada, J., Ribes, J., Sabaté, S., Sauras-Yera, T., Serra, A., Vallejo, V. R. & Viñolas, A. 2014. Is Response to Fire Influenced by Dietary Specialization and Mobility? A Comparative Study with Multiple Animal Assemblages. *PLoS ONE* 9: e88224.
- 127 Santos, X. & Poquet, J. M. 2010. Ecological succession and habitat attributes affect the postfire response of a Mediterranean reptile community. *European Journal of Wildlife Research* 56: 895-905.
- 128 Sarà, M., Bellia, E. & Milazzo, A. 2006. Fire disturbance disrupts co-occurrence patterns of terrestrial vertebrates in Mediterranean woodlands. *Journal of Biogeography* 33: 843-852.
- 129 Serrano-Ortiz, P., Maranon-Jimenez, S., Reverter, B. R., Sanchez-Canete, E. P., Castro, J., Zamora, R. & Kowalski, A. S. 2011. Post-fire salvage logging reduces carbon sequestration in Mediterranean coniferous forest. *Forest Ecology and Management* 262: 2287-2296.
- 130 Shakesby, R. A. 2011. Post-wildfire soil erosion in the Mediterranean: Review and future research directions. *Earth-Science Reviews* 105: 71-100.
- 131 Shakesby, R. A., Boakes, D. J., Coelho, C. d. O. A., Gonçalves, A. J. B. & Walsh, R. P. D. 1996. Limiting the soil degradational impacts of wildfire in pine and eucalyptus forests in Portugal: A comparison of alternative post-fire management practices. *Applied Geography* 16: 337-355.
- 132 Shakesby, R. A. & Doerr, S. H. 2006. Wildfire as a hydrological and geomorphological agent. *Earth-Science Reviews* 74: 269-307.
- 133 Siitonen, J. 2001. Forest Management, Coarse Woody Debris and Saproxylic Organisms: Fennoscandian Boreal Forests as an Example. *Ecological Bulletins*: 11-41.
- 134 Spear, S. F., Crisafulli, C. M. & Storfer, A. 2012. Genetic structure among coastal tailed frog populations at Mount St. Helens is moderated by post-disturbance management. *Ecological Applications* 22: 856-869.
- 135 Stephens, S. L. & Moghaddas, J. J. 2005. Silvicultural and reserve impacts on potential fire behavior and forest conservation: Twenty-five years of experience from Sierra Nevada mixed conifer forests. *Biological Conservation* 125: 369-379.
- 136 Sullivan, T. P., Sullivan, D. S., Lindgren, P. M. F. & Ransome, D. B. 2012. If we build habitat, will they come? Woody debris structures and conservation of forest mammals. *Journal of Mammalogy* 93: 1456-1468.
- 137 Taüll, M. & Baiges, T. 2010. El pasturatge amb bestiar boví de zones de bosc: planificació de l'aprofitament ramader, gestió de l'arbrat i del matoll. *Catalunya forestal* 103: 5-10.
- 138 Thomas, A. D., Walsh, R. P. D. & Shakesby, R. A. 1999. Nutrient losses in eroded sediment after fire in eucalyptus and pine forests in the wet Mediterranean environment of northern Portugal. *CATENA* 36: 283-302.
- 139 Thomas, A. D., Walsh, R. P. D. & Shakesby, R. A. 2000. Post-fire forestry management and nutrient losses in eucalyptus and pine plantations, Northern Portugal. *Land Degradation & Development* 11: 257-271.
- 140 Thompson, J. R., Spies, T. A. & Ganio, L. M. 2007. Reburn severity in managed and unmanaged vegetation in a large wildfire. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104: 10743-10748.

- 141 Tolhurst, K. G., Anderson, W. R. & Gould, J. 2006. Woody fuel consumption experiments in an undisturbed forest. *Forest Ecology and Management* 234, Supplement: S109.
- 142 Vallejo, R., Arianoutsou, M. & Moreira, F. 2012. *Fire ecology and post-fire restoration approaches in southern European forest types*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítulo 5, Springer. 93-119.
- 143 Vega, J. A., Fernández, C., Pérez-Gorostiaga, P. & Fonturbel, T. 2008. The influence of fire severity, serotiny, and post-fire management on *Pinus pinaster* Ait. recruitment in three burnt areas in Galicia (NW Spain). *Forest Ecology and Management* 256: 1596-1603.
- 144 Vega, J. A., Fonturbel, T., Fernández, C., Díaz-Raviña, M., Carballas, M. T., Martín, A., González-Prieto, S., Merino, A. & Benito, E. 2013. *Acciones urgentes contra la erosión en áreas forestales quemadas - Guía para su planificación en Galicia*. Xunta de Galicia & Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 139.
- 145 Vericat, P., Beltrán, M., Piqué, M. & Cervera, T. 2013. *Models de gestió per als boscos de surera (Quercus suber L.) - Producció de suro i prevenció d'incendis forestals*. 1^a ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 169.
- 146 Vericat, P., Piqué, M., Beltrán, M. & Cervera, T. 2011. *Models de gestió per als boscos d'alzina (Quercus ilex subsp. ilex) i carrasca (Quercus ilex subsp. ballota): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals*. 1^a ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 164.
- 147 Vericat, P., Piqué, M., Beltrán, M. & Cervera, T. 2012. *Models de gestió per als boscos de roure de fulla petita (Quercus faginea) i roure martinenc (Quercus humilis): producció de fusta i prevenció d'incendis forestals*. 1^a ed., *Orientacions de gestió forestal sostenible per a Catalunya (ORGEST)*, Centre de la Propietat Forestal. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Generalitat de Catalunya. 183.
- 148 Verkaik, I., Rieradevall, M., Cooper, S. D., Melack, J. M., Dudley, T. L. & Prat, N. 2013. Fire as a disturbance in mediterranean climate streams. *Hydrobiologia* 719: 353-382.
- 149 Vlassova, L. & Pérez-Cabello, F. 2016. Effects of post-fire wood management strategies on vegetation recovery and land surface temperature (LST) estimated from Landsat images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 44: 171-183.
- 150 Wondzell, S. M. 2001. The influence of forest health and protection treatments on erosion and stream sedimentation in forested watersheds of eastern Oregon and Washington. *Northwest Science* 75: 128-140.
- 151 Xanthopoulos, G., Calfapietra, C. & Fernandes, P. 2012. *Fire Hazard and Flammability of European Forest Types*. En *Post-fire management and restoration of southern European forests, Managing forest ecosystems*, (eds. F. Moreira, M. Arianoutsou, P. Corona, & J. de las Heras) Capítulo 4, Springer. 79-92.
- 152 Zaitsev, A. S., Gongalsky, K. B., Persson, T. & Bengtsson, J. 2014. Connectivity of litter islands remaining after a fire and unburnt forest determines the recovery of soil fauna. *Applied Soil Ecology* 83: 101-108.
- 153 Zamora, R., Gómez, J. M., Hódar, J. A., Castro, J. & García, D. 2001. Effect of browsing by ungulates on sapling growth of Scots pine in a Mediterranean environment: consequences for forest regeneration. *Forest Ecology and Management* 144: 33-42.