

# **MANUAL DE GESTIÓN DE LOS HÁBITATS DE PINO SILVESTRE EN CASTILLA Y LEÓN**



# **MANUAL DE GESTIÓN DE LOS HÁBITATS DE PINO SILVESTRE EN CASTILLA Y LEÓN**

**Autor**

**José María González Molina**

**Supervisión y Coordinación**

**Alfonso González Romero**

2006, de esta edición:  
@JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN  
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

Texto: ©José María González Molina

Supervisión y Coordinación: Alfonso González Romero

Maquetación: Kikomaratón

Impresión: Gráficas 66, SL.

Printed in Spain - Impreso en España

Depósito Legal: VA-714-2006

ISBN: 84-9718-031-3





## ÍNDICE GENERAL

<b>1. DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA</b>	11
<b>1.1 Caracterización de la especie</b>	11
<b>1.2 El pino silvestre en Castilla y León</b>	16
1.2.1 Pinares naturales de pino silvestre del Sistema Ibérico (Urbión-Demanda)	18
1.2.2 Pinares naturales de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama	18
1.2.3 Pinares naturales de pino silvestre en el alto Ebro	19
1.2.4 Pinares naturales de pino silvestre de Gredos	20
1.2.5 Pinares naturales de pino silvestre de la Montaña Cantábrica	21
1.2.6 Repoblaciones de pino silvestre	22
<b>1.3 Los pinares albares en la Directiva Hábitats</b>	25
1.3.1 Hábitats de interés comunitario que participan en la dinámica de los pinares albares	27
1.3.2 Hábitats de interés comunitario que pueden desarrollarse en el seno del pinar	28
1.3.3 La consideración de los pinares como hábitats de especies de interés comunitario	32
<b>2. CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL PINO SILVESTRE</b>	35
<b>2.1. Calidad de estación</b>	35
<b>2.2. Modelos de crecimiento y producción</b>	37
<b>2.3. Producción maderable</b>	41
<b>3. SELVICULTURA GENERAL DEL PINO SILVESTRE</b>	47
<b>3.1 Aspectos conceptuales</b>	47
<b>3.2 Tratamientos selvícolas de mejora</b>	49
3.2.1 Limpias	49
3.2.2 Clareos	50
3.2.3 Podas	52
3.2.4 Claras	53
<b>3.3 Tratamientos selvícolas de regeneración</b>	59
3.3.1 Características de los procesos de regeneración en el pino silvestre	59
3.3.2 Tratamientos generales	60
<b>3.4 Tratamientos en masas irregulares</b>	64
3.4.1 Conceptos generales	64
3.4.2 Las masas irregulares de pino	67

<b>3.5 Tratamientos de defensa del monte</b> .....	70
3.5.1 Tratamientos sanitarios .....	70
3.5.2 Tratamientos de prevención de incendios.....	72
<b>4. Modelos selvícolas de gestión para el pino silvestre</b> .....	75
<b>4.1 Modelos para masa regular de pino silvestre; producción de madera de calidad</b> .....	77
4.1.1 Modelo 1: Tratamientos de claras selectivas en calidad >20.....	78
4.1.1.1 Modelo 1a: Máxima intensidad de gestión en calidad >20 .....	80
4.1.1.2 Modelo 1b: Alta intensidad de gestión en calidad >20 .....	82
4.1.2 Modelo 2: Tratamientos de claras selectivas en calidad <20 y crecimientos >2 m <sup>3</sup> /ha/año .....	85
4.1.3 Modelo 3: Tratamientos de claras fuertes por lo bajo en calidad >20..	88
4.1.4 Modelo 4: Tratamientos de claras moderadas por lo bajo en calidad <20 y crecimientos >2 m <sup>3</sup> /ha/año .....	91
<b>4.2 Modelos para masa regular mixta conífera-frondosa; producción de madera de calidad</b> .....	94
4.2.1 Mantener carácter de masa mixta.....	95
4.2.1.1 Modelo 5: Masa regular mixta en mezcla individual o por golpes en calidad >20 .....	95
4.2.1.2 Modelo 6: Masa regular mixta en mezcla individual o por golpes en calidad <20 y crecimientos >2 m <sup>3</sup> /ha/año.....	99
4.2.2 Transformar a otra especie o a masa pura de silvestre .....	103
4.2.2.1 Modelo 7: Masa mixta en transformación a masa regular pura de pino silvestre en calidad >20 .....	103
4.2.2.2 Modelo 8: Masa mixta conífera-frondosa en transformación a masa pura de frondosas.....	104
<b>4.3 Modelos de masa irregular</b> .....	106
4.3.1 Modelo 9: Irregular por cortas por entresaca.....	106
4.3.2 Modelo 10: Irregular por cortas libres ("prosílvico").....	110
<b>4.4 Modelos de masa pura o mixta en zonas de singular protección</b> .....	113
4.4.1 Masas con crecimientos de <2 m <sup>3</sup> /ha/año .....	113
4.4.2 Masas con objetivo protección derivado de situación orográfica o edáfica .....	114
4.4.3 Masas con objetivo protección en zonas de hábitat de especies ....	114
4.4.4 Masas con objetivo protección por cercanía a ribera .....	115
4.4.5 Masas con objetivo de evolución natural sin intervención.....	117
<b>4.5. Modelo de masas de repoblación</b> .....	117
<b>Anexo 1: Listado de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) con presencia de pinares albares</b> .....	119
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	121

## PRESENTACIÓN

El pino silvestre es una especie emblemática en Europa, en España y, por supuesto, en Castilla y León. En nuestra Comunidad Autónoma la gestión forestal ha estado y está íntimamente ligada a esta especie, no solamente por su gran extensión territorial, sino porque sus bosques presentan grandes atractivos paisajísticos, ecológicos y productivos.

El "*Manual de gestión de los hábitats del P. silvestre en Castilla y León*" que hoy presentamos quiere constituirse en una herramienta fundamental para los técnicos y gestores que desarrollan su labor profesional directamente ligada a los bosques de pino silvestre.

En este manual se recopilan todos aquellos datos, tanto descriptivos, selvícolas, productivos o de tipo de hábitats que participan en la dinámica de la especie, a tener en cuenta al gestionar las masas en las que esta especie es dominante. Sin embargo, lo más novedoso en este libro es que en él se exponen distintos Modelos de Gestión que, haciendo hincapié en la multifuncionalidad a la que deben responder estos bosques en la sociedad actual, establecen pautas sencillas y concretas para su aplicación práctica que permiten responder a muy diversos objetivos.

Este abanico de posibilidades que abren estos Modelos de Gestión no había sido presentado hasta la fecha en este tipo de Manuales, siendo todo ello fruto de la contrastada experiencia del autor y de los decenios de gestión con esta especie en Castilla y León.

Por último, cabe señalar que este Manual es el inicio de un proyecto mucho más ambicioso, en el que se quiere documentar la gestión de los hábitats de las principales especies forestales arbóreas que pueblan nuestra Comunidad.

*Carlos Fernández Carriedo*

Consejero de Medio Ambiente

## AGRADECIMIENTOS

Durante la elaboración de este manual se solicitaron y obtuvieron importantes colaboraciones en temas específicos que han ayudado a aportar una información más actualizada y rigurosa. Aunque estas colaboraciones han sido citadas y atribuidas a los correspondientes autores en la bibliografía de este manual, queremos dejar constancia de nuestro más sincero agradecimiento por su buena disposición y buen hacer. Agradecemos a Patricio Bariego Hernández y a Francisco Jiménez Fernández del Servicio de Espacios Naturales su contribución al capítulo de hábitats, a Miguel Broto Cartagena, Félix Pinillos Herrero, Iñigo Lizarralde Torre y Jose Luis Villanueva Hernández del CESEFOR su aportación al capítulo sobre calidad de madera del pino silvestre y, por último, al grupo de expertos que han valorado críticamente este manual durante el proceso de redacción, a Alejandro Crespo Rodrigo, Jose María Barrio de Miguel, María Henar Fernández Prado, Juan Manuel Gutierrez López, Juan Manuel Calvo Lázaro y Jose Bengoa Martínez de Mandojana por sus críticas constructivas, que han sido decisivas para pulir y mejorar sustancialmente los modelos propuestos.



## DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

### 1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE

El pino silvestre es el árbol de área más extensa en Europa y el pino con el mayor área natural, abarcando tanto Europa como Asia (ver Fig. 1). Se extiende en latitud desde el paralelo 71° Norte en Escandinavia hasta los 37° en Sierra Nevada y montañas del norte de Irán, lo que equivale a unos 2.700 km de distancia. En el sentido Oeste-Este su amplitud abarca unos 14.000 km, desde las proximidades del meridiano 6° Oeste en Escocia y montes de Palencia y León hasta los 130° Este en Manchuria (Blanco et al. 1997). La mayor parte de sus masas se distribuyen de forma continua en el centro y norte de su área, formando extensos bosques de llanura y de media montaña, principalmente en orientaciones sur y suroeste y alcanzando el nivel del mar en Escandinavia. En las zonas más al sur aparece de forma discontinua y en altitudes más elevadas, prefiriendo las exposiciones de umbría (Rojo y Montero, 1996).

Esta enorme área de distribución provoca una gran diversidad de situaciones ecológicas que ha motivado la descripción de más de 150 razas y variedades adaptadas a las distintas condiciones locales. Sorprendentemente la diversidad morfológica es casi inexistente, siendo la diferencia individual dentro de una misma variedad mucho mayor que entre las diferentes variedades entre sí. Además sólo algunas de ellas, como la *mongolica* o la *nevadensis* en Sierra Nevada, parecen presentar diferencias genéticas significativas.

Para España, Nicolás y Gandullo (1969) proponen la existencia de los siguientes cuatro ecotipos, que han sido la primera división adoptada en el trabajo de regiones de las 17 procedencias de esta especie:

- Ecotipo catalán: Pirineos y subpirineos catalanes de Gerona, Barcelona y Lérida.
- Ecotipo pirenaico: Navarra, Huesca y Zaragoza.
- Ecotipo ibérico: Sistema Ibérico y Central, Cordillera costero-catalana y Cornisa Cantábrica.
- Ecotipo nevadensis: Sierra Nevada.

Siguiendo un criterio biogeográfico los pinares albares ibéricos se pueden dividir en dos grupos (Blanco et al.,1997): eurosiberianos y mediterráneos; a los que habría que añadir los pinares de repoblación (ver Tabla 1).

Dado que son abundantes las descripciones botánicas publicadas para esta especie, sólo se mencionarán a continuación algunos de los aspectos más relevantes para la silvicultura de esta especie, extrayendo la información principalmente de Ruiz de la Torre (1979) y Rojo y Montero (1996).

El pino silvestre es un árbol esbelto que puede alcanzar los 35-40 metros de altura, unos diámetros superiores a los 100 cm y 500-600 años de edad.

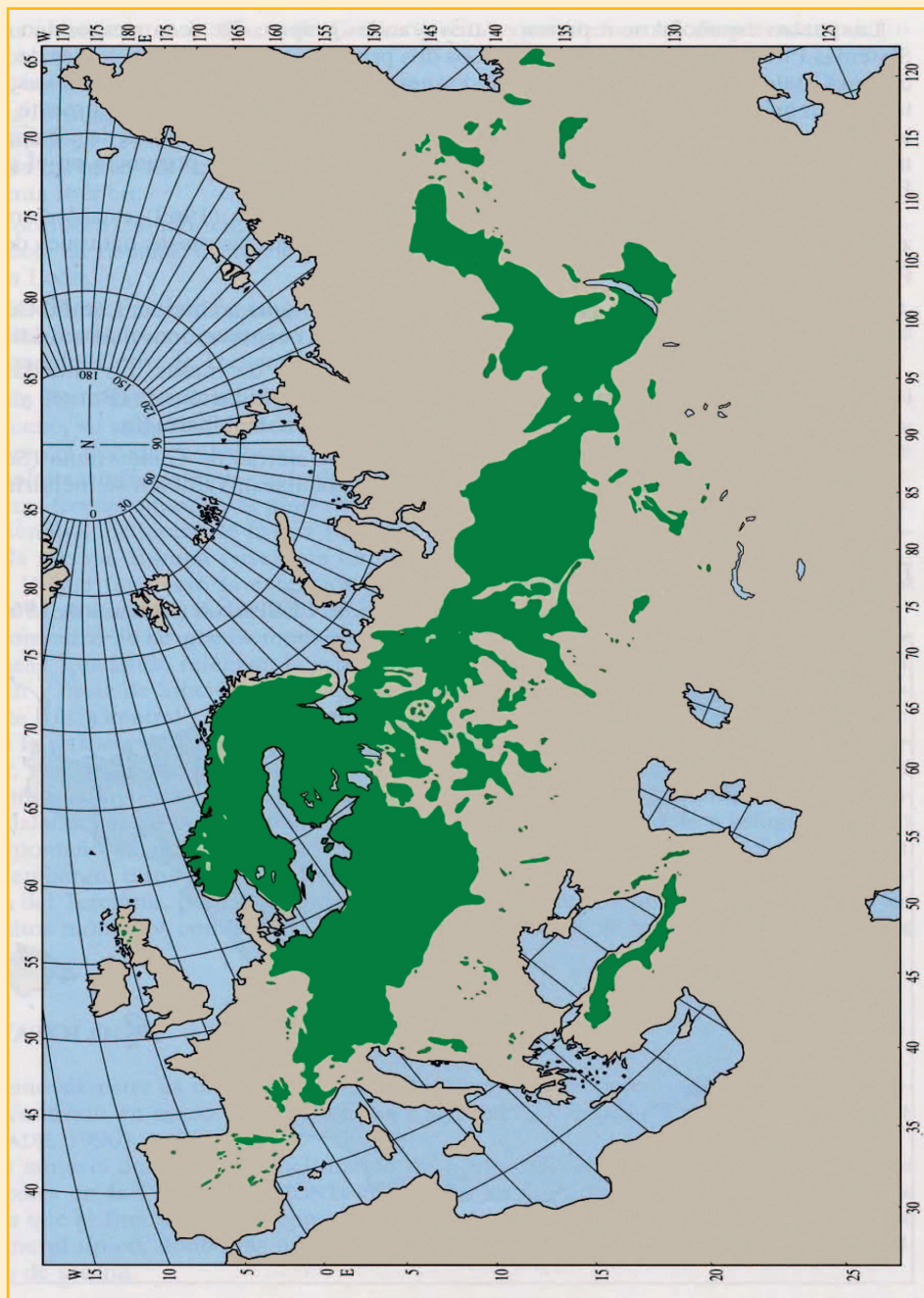
Siempre que crezca en condiciones normales de espesura, su tronco es derecho, cilíndrico y recto. De joven, su porte es cónico-piramidal, pero va deformándose con la edad y se hace más o menos asimétrico en los pies de las masas adultas. La ramificación del tercio inferior del fuste suele ser escasa y la poda natural relativamente buena para una conífera.

Tabla 1: Tipología de los pinares de *Pinus sylvestris* L. en la Península Ibérica (Blanco et al.,1997).

Pinares Eurosiberianos	Pinares mesófilos	sustrato ácido
		sustrato básico
	Pinares xerófilos	sustrato ácido
		sustrato básico
	Pinares Submediterráneos	piso colino sobre calizas, margas o esquistos
Pinares mediterráneos	Pinares del Sistema Central	sustrato ácido
	Pinares del Sistema Ibérico	sustrato ácido
		sustrato básico
	Pinares de las sierras béticas	sustrato ácido
		sustrato básico



Fig.1: Distribución mundial de *Pinus sylvestris* L. (Critchfield y Litte, 1966).



La corteza es delgada al principio, de color gris-verdoso. A los 8 o 10 años comienza a engrosar, y se vuelve pardo oscura, corchosa y frágil, con grandes escamas, principalmente en sentido vertical. A cierta altura del tronco, según la espesura y variedad de pino silvestre, la corteza cambia de aspecto, estando formada por láminas o escamas lisas muy delgadas, brillantes, de aspecto papiráceo y de un color naranja o rosa asalmonado, que se desprenden y caen fácilmente. La proporción del fuste cubierto por este tipo de corteza parece estar directamente relacionado con la calidad de la madera de los pies (Rojo y Montero, 1996).

Precisamente, ese color asalmonado de su tercio superior, que contrasta poderosamente con el color verde glauco o azulado de su follaje, constituye una de las características diferenciales más importantes del pino silvestre, que además proporciona un valor estético y paisajístico a la masas de esta especie.

Las ramas suelen aparecer en verticilos de cinco o seis. Las superiores son oblicuas o ascendentes, mientras que las inferiores suelen ser horizontales. Los ramillos son lampiños, pardo claros, verdosos o grisáceos, casi mates, con escudetes pequeños y levantados, que producen un tacto áspero en las partes desnudas. La yemas son aovado-oblongas, con punta obtusa, recubiertas de escamas aplicadas, de márgenes blanquecinos y poco resinosas.

Las acículas aparecen en grupos de dos. Son rígidas, punzantes, ásperas en los bordes y de un color verde azulado. Suelen ser de 3-6 cm de largo y de 1-2 mm de grosor. Aparecen en mayo y se desprenden en otoño, después de tres, cuatro o, excepcionalmente, cinco años (ver Fig. 2).

Las inflorescencias masculinas se presentan reunidas en espigas densas de 2-3 cm, aparecen en la parte baja de los brotes, siendo las flores de 6-10 mm de largo por 3-4 mm de grueso. Su color suele ser amarillento, aunque en ocasiones son purpúreo-violáceas, lo que según Ruiz de la Torre (1979) es indicativo de las razas nobles en España. Las flores aparecen en mayo o junio y suelen producir una gran cantidad de polen.

Las flores femeninas se presentan comúnmente apareadas, en ocasiones solitarias, en el extremo de los brotes del año anterior. Son de forma ovoido-alargadas, obtusas, de color rojizo y de unos 5-6 mm de largo por 4-5 mm de grueso. El cono alcanza en el primer año 1,5-2 cm de largo, al principio son de color rojo-pardo y más tarde es sustituido por el gris-verde. Durante la primavera siguiente y a partir del momento de la fecundación, que ocurre aproximadamente un año después de la polinización, su crecimiento aumenta.

Las piñas son oblongo-cónicas, obtusas, péndulas, casi sentadas o cortamente pedunculadas, solitarias o apareadas. Al inicio son de color verde, pasando luego a pardo amarillento al madurar. Su longitud es de 3-8 cm y 2-3 cm de grosor. Sus escamas poseen apófisis romboidales, poco aplanadas o salientes, pero terminadas por un ombligo mocho, alguna vez mucronado y punzante.

Los piñones son pequeños, de 3-5 mm de largo y 2-3 mm de ancho, de color pardo oscuro, con un ala membranosa de 12-17 mm de largo y 5-7 mm de ancho. Los piñones maduran en otoño, al año siguiente de la floración. Las piñas se abren y diseminan desde finales de otoño hasta mediados de la primavera, dependiendo de la climatología del año. Si la primavera es fresca y lluviosa, algunas semillas se quedan en la piña y caen con los calores de finales de la primavera o principios de verano. Las piñas vacías suelen permanecer uno o dos años en el árbol.

La especie produce gran cantidad de semilla fértil a partir de los 40 años si se ha criado en espesura, y a los 25-30 cuando crece aislado o en los límites de las masas. La producción total de semilla depende de la acusada vecería de la especie. Aproximadamente, de cada siete años dos suelen ser buenos (con una alternancia entre dos y cinco, frecuentemente tres), otros dos intermedios y los tres restantes malos.

Su sistema radical es potente. En suelos favorables el pivote central puede alcanzar a los 40 años, una profundidad de hasta 3 metros y es a partir de este momento cuando empiezan a desarrollarse más las raíces secundarias (Rojo y Montero, 1996).



Fig. 2: *Pinus sylvestris* L. (Ruiz de la Torre, 1979).

- (A) Detalle de la rama con piñas maduras e inmaduras y conos floríferos femeninos.
- (B) Ramillo con flores masculinas.
- (C) Estambre.
- (D) Cono florífero femenino (x 4).
- (E) Bráctea, escama y óvulos.
- (F) Escama estrobilar, cara inferior
- (G) Escama estrobilar, cara superior, con piñones y alas.

## 1.2 EL PINO SILVESTRE EN CASTILLA Y LEÓN

El pino silvestre es una de las especies emblemáticas de la gestión forestal histórica en Castilla y León. Sus múltiples funciones (producción de madera, hongos, caza, recreo, protección de vida silvestre, protección de cuencas, etc.) han destacado el interés ecológico, protector y productor de muchas de estas masas. Es por ello que las primeras ordenaciones de montes de pino silvestre en Castilla y León daten de finales del siglo XIX y que un buen número de montes esté ordenado desde principios del siglo XX. Actualmente las masas de esta especie ocupan una superficie de unas 356.000 ha, de las cuales 194.000 ha son masas naturales y el resto procedentes de repoblación. Esto supone el 18 % de la superficie arbolada cerrada de la Comunidad (DGMN, 2005b). La Fig. 3 muestra la distribución de las masas de pino silvestre en Castilla y León.

Los bosques de pino silvestre de Castilla y León se enmarcan dentro de los pinares mediterráneos. Para caracterizarlos brevemente se incluyen a continuación, de forma abreviada, las descripciones de las principales áreas de distribución del pino silvestre realizadas para la redacción del Plan Forestal de Castilla y León (2001).

Fig. 3: Distribución de las masas puras y mixtas de pino silvestre en Castilla y León.

Fuente: Dirección General del Medio Natural, Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León.

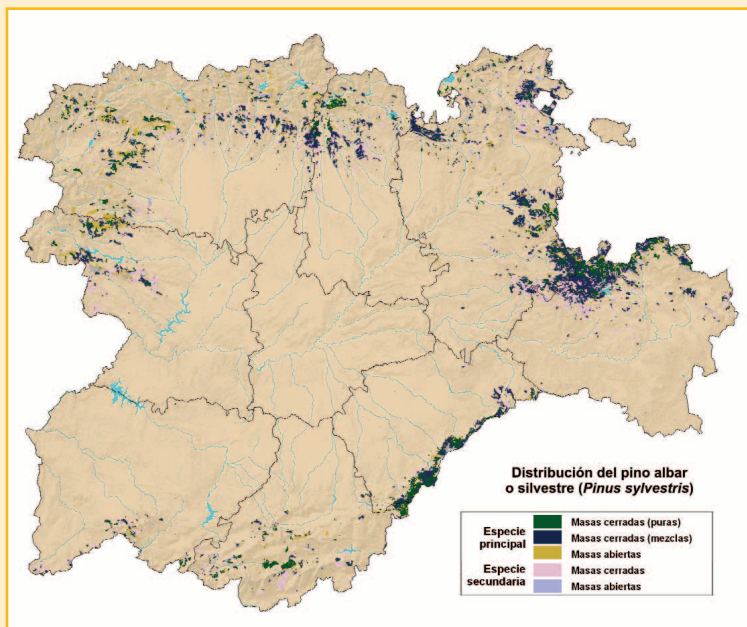






Foto 1: Masa adulta de pino silvestre en estado de fustal medio a alto (Ávila).  
(Autor: José María González Molina)



Foto 2: Regeneración de haya y rebollo bajo pinar de silvestre (Villafra de San Zadornil, Burgos).  
(Autor: Froilán Sevilla)

### **1.2.1 Pinares naturales de pino silvestre del Sistema Ibérico (Urbión-Demanda)**

Los pinares de silvestre del Sistema Ibérico se centran en la comarca soriano-burgalesa de Pinares, constituyendo uno de los mejores ejemplos en cuanto a calidad y extensión de los bosques de esta especie en España. Abarcan una superficie de unas 45.000 ha, de las cuales casi el 75% se sitúa en la provincia de Soria y el 25% restante en la de Burgos.

Se extienden por una amplia franja altitudinal, desde los 1.000 hasta más de 1.800 metros. En las partes más altas de su habitación, el pino albar entra en contacto con el haya y el pino negro. En las más bajas, se mezcla con el pino negral y con el pudío o laricio (Río Lobos); en este caso, el pino silvestre prefiere las vaguadas y umbrías, dejando las lomas y solanas a las otras dos especies. En toda su área, se mezcla con el rebollo, siguiendo pautas de distribución complejas.

La mayoría de las masas pertenecen a ayuntamientos y están declaradas de Utilidad Pública. El reparto vecinal de los aprovechamientos (las "suertes" de madera), unido a la tradición carretera de la comarca, ha hecho que muchos de estos pinares se hayan explotado desde hace siglos. En la fase previa al inicio de las ordenaciones se practicaba una selvicultura muy rudimentaria, basada en cortas selectivas, con regeneración dispersa y pastoreo libre. La ordenación progresiva de los montes (en Soria: Pinar Grande, 1907; Santa Inés, 1924; en Burgos: Grupo Ordenado de la Gallega, 1906) permitió la transición hacia métodos de masa regular que, a su vez, facilitaron la protección, mediante acotados, de los tramos en regeneración.

### **1.2.2 Pinares naturales de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama**

Los pinares de pino silvestre de la vertiente norte de la Sierra de Guadarrama ocupan una superficie próxima a las 22.000 ha, de las cuales cerca del 80% están en la provincia de Segovia y el 20% restante en la provincia de Ávila.

La mayor parte de las masas naturales de pino silvestre de la región son de titularidad pública. Merece especial mención el que prácticamente todas ellas cuenten con proyectos de ordenación centenarios, que figuran entre los primeros redactados para montes de esta especie en España.

Los pinares de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama han sido tratados, habitualmente, en régimen de monte alto regular o semirregular. Su regeneración natural puede considerarse fácil en ausencia de limitantes externos como el pastoreo o cuando existe un sotobosque denso de *Quercus pyrenaica*. También se complica ocasionalmente en determinadas partes de las laderas expuestas al sur o al suroeste y en zonas encespedadas desde antiguo, en las que ha sido práctica frecuente la ruptura de los tepes por medios manuales o mecánicos. Las modalidades de gestión varían notablemente, pudiendo encontrarse áreas exclusivamente dependientes de la regeneración natural (montes de Valsaín), junto a otras en las que ésta se apoya en mayor o menor medida en la regeneración por plantación. El sistema de cortas empleado hoy en día de manera casi exclusiva es el de aclareo sucesivo uniforme, prescrito para este tipo de masas desde el siglo pasado.

Considerados desde antiguo como extremadamente valiosos en la región central de España, el aprovechamiento tradicional de estos pinares se centró en la obtención de madera de construcción, de la que abastecían a la Corte, a la ciudad de Segovia y a los diversos Reales Sitios cercanos, así como de leñas, que se emplearon como combustible —previamente transformadas en carbones o no— tanto para las viviendas particulares como para instalaciones industriales como la fábrica de cristales de La Granja. En el momento actual las producciones maderables son, con diferencia, las más valiosas de entre las que se pueden obtener en este tipo de masas forestales. La madera procedente de las mismas alcanza las máximas calidades industriales de la especie en España y, en consecuencia, los precios más elevados, sobre todo para la madera de chapa.

Las modalidades de aprovechamiento presentan sin embargo algunas peculiaridades: el grueso de las producciones de una parte importante de los montes públicos se destina al abastecimiento de serrerías de titularidad pública y, en consecuencia, tan sólo las cortas ordinarias del monte de Navafría, las de los montes de la Comunidad de Segovia en El Espinar y las de los montes de Peguerinos se someten a licitación libre en pie. Por lo tanto, una parte importante de la producción se vende ya elaborada por diversas administraciones públicas y, como sucede en el caso de Valsaín, incluso bajo un sello de calidad propio que quizás convendría generalizar al resto de las maderas de esta procedencia.

### **1.2.3 Pinares naturales de pino silvestre en el alto Ebro**

En el norte de Burgos se extienden unas masas naturales de pino silvestre de notable singularidad. Estos pinares, que cubren casi 9.500 ha en la provincia

de Burgos, se sitúan en una banda de transición entre el clima típicamente atlántico de la vertiente cantábrica y el mediterráneo del valle del Ebro y presentan un rango de altitudes bajo para la especie (700-1.000 m). Asentadas sobre sustratos secundarios con alternancia de areniscas (que explican la presencia natural del pino) con calizas y margas, las calidades de estación son por lo general inferiores a las de otras masas naturales de pino silvestre.

No obstante, la característica más notable de estas masas es su alta diversidad específica. En realidad se trata de masas mixtas con un elevado número de especies arbóreas (pino, haya, quejigo, encina, etc.), sometidas a una dinámica natural muy activa que hace previsible sustituciones de especie rápidas y espontáneas.

El objetivo selvícola que se propone para estas masas asume la compatibilización del aprovechamiento del potencial productivo de las masas con el resto de utilidades, muy especialmente el mantenimiento de la biodiversidad. El principal problema que se plantea para su gestión es el pastoreo generalizado del territorio, que obliga a la instalación de acotamientos de regeneración no siempre bien aceptados. Resulta conveniente la protección especial de algunos rodales de especial singularidad (como es el caso de rodales de pino silvestre sobre margas a 300 m de altitud).

#### **1.2.4 Pinares naturales de pino silvestre de Gredos**

Estos pinares, que se localizan exclusivamente en la provincia de Ávila, en la vertiente norte de la Sierra de Gredos (cuencas altas de los ríos Alberche y, sobre todo, Tormes) apenas alcanzan las 2.000 ha. Por sus características ecológicas se asemejan bastante a los ubicados en la vertiente segoviana del Sistema Central, con la salvedad de que la precipitación anual media es algo superior. Desde el punto de vista corológico pueden considerarse especialmente valiosos, por constituir masas aisladas, excepcionales en este tramo del Sistema Central. De hecho, alguno de ellos, con flora de particular interés, configura un espacio natural protegido de los incluidos en la Red de Espacios Naturales de Castilla y León (Pinar de Hoyocasero).

La forma de masa predominante en ellos, al igual que en los pinares de la Sierra de Guadarrama, es el monte alto regular o semirregular. Tampoco existen problemas generalizados de regeneración, salvo bajo regímenes de pastoreo intenso (cada vez menos frecuentes hoy en día), en zonas encespadas o con sotobosque de roble melojo y quizás, como sucede en determinados puntos del pinar



de Hoyocasero, en rodales de arbolado sobremaduro. Se han regenerado naturalmente, con cortas por aclareo sucesivo uniforme. Prácticamente todas las masas son de titularidad pública y cuentan con su correspondiente proyecto de ordenación. La gestión forestal se encuentra perfectamente asentada y existe una infraestructura importante.

Como en el caso de los pinares de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama, estos pinares producen maderas de alta calidad, leñas de copa, pastos, caza, recreo y aprovechamientos micológicos. La problemática de dichos aprovechamientos es similar a la ya descrita al hablar de los situados más al este: preponderancia absoluta de la madera, que alcanza muy notables calidades, similares a las de la Sierra de Guadarrama y con destinos así mismo parecidos; declive progresivo de las leñas de copa, de carácter vecinal, todavía apreciadas en los pueblos comarcanos; declive de los usos ganaderos, sin fricciones apreciables; importancia creciente de los usos cinegéticos, recreativos y micológicos.

Los aprovechamientos maderables son ejecutados por empresas de ámbito provincial o, en ocasiones, regional. Al contrario que en los montes de la Sierra de Guadarrama, las entidades propietarias de los montes carecen de serrerías y, en todos los casos, las maderas son enajenadas directamente en pie.

Hasta hace pocos años la disponibilidad de mano de obra en los pueblos de la zona era aceptable, disminuyendo el número de trabajadores a lo largo de los últimos tiempos como en tantas otras áreas de montaña. No se aprecian conflictos sociales de importancia en el entorno de los montes. Los incendios son muy escasos y casi siempre provocados por las tormentas.

El diagnóstico de la situación es, por consiguiente, muy similar al de los pinares de pino silvestre de la Sierra de Guadarrama, y las tendencias mencionadas para estos últimos totalmente aplicables a los de los altos Tormes y Alberche: producción de madera de calidad en compatibilidad con los aprovechamientos secundarios y con una creciente dedicación al uso social, a las actividades cinegéticas y la recolección de hongos.

### **1.2.5 Pinares naturales de pino silvestre de la Montaña Cantábrica**

El pinar de Puebla de Lillo (León) y el de Velilla de Guardo (Palencia) son los únicos núcleos relícticos de pinar natural de pino silvestre que restan en la Cordillera Cantábrica, el primero de unas 500 ha, y el segundo de poco más de 100 ha.

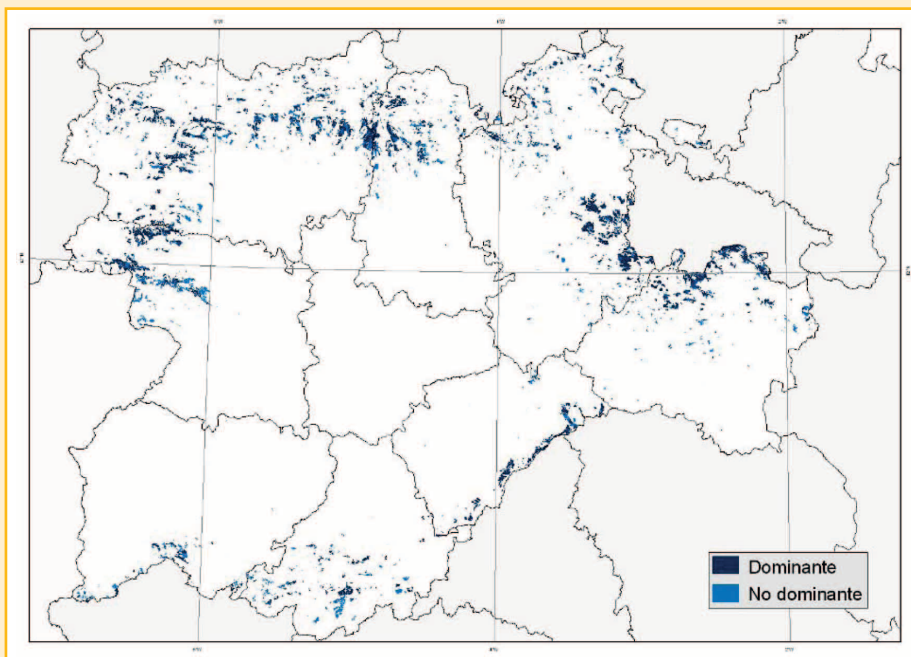
El pinar de Lillo está declarado Zona de Reserva del Parque Regional de Picos de Europa, dada su gran riqueza florística, siendo considerable la abundancia de abedules, y en las partes más bajas, de hayas y robles, de hecho es patente la progresión del haya bajo la cubierta del pinar.

La singularidad de estas dos manchas de pinar motiva su protección y conservación, con actuaciones que favorezcan su persistencia y la conservación de sus recursos genéticos y cortejos florístico y faunístico.

### 1.2.6 Repoblaciones de pino silvestre

Las repoblaciones de *Pinus sylvestris* en Castilla y León ocupan cerca de 162.000 ha distribuidas por todas las provincias con la excepción de Valladolid (ver Fig. 4).

Fig. 4: Distribución de las repoblaciones de *Pinus sylvestris* en Castilla y León (Miren et al. 2005).



Estas repoblaciones proceden de los ingentes trabajos de repoblación forestal de las diferentes administraciones forestales que tuvieron a su cargo este territorio (Distritos Forestales, Patrimonio Forestal del Estado, ICONA y, en la actualidad, la Junta de Castilla y León). En su mayor parte se llevaron a cabo sobre terrenos dedicados anteriormente al pastoreo extensivo, a excepción de las realizadas sobre montes bajos de rebollo, en unas 36.000 ha, y que actualmente constituyen masas mixtas de frondosa y conífera. Muchas de estas masas pertenecen a entidades locales y están declaradas de Utilidad Pública, estando casi todas las restantes, parcial o totalmente consorciadas. El rango de edades va desde las plantadas más recientemente (0-10 años) hasta algunas pequeñas repoblaciones de los Distritos Forestales de principios del siglo XX (70-80 años), si bien las superficies más importantes corresponden a actuaciones de los años 50, 60 y 70.



Foto 3: Repoblación de Boca de Huérgano (León) en la que se aprecia regeneración natural de haya bajo la cubierta del pinar.  
(Autor: Froilán Sevilla)



Foto 4: Repoblación de pino silvestre en Bejar (Salamanca).  
(Autor: Froilán Sevilla)

Los principales objetivos originales de la repoblación (el cambio de uso del suelo, la implantación del bosque, la producción de madera, la protección del suelo, etc.) llevan camino de cumplirse satisfactoriamente. Además estas masas pueden cumplir también otras funciones que vienen siendo demandadas por la sociedad: aumento de la capacidad de acogida de la fauna silvestre en general y de la cinegética en particular, producción de hongos, zona de esparcimiento, etc.

Las repoblaciones más antiguas (como la de Boca de Huérgano en León, plantada en los años 20), muestran la evolución probable en ausencia de incendios: la invasión por especies frondosas tolerantes a condiciones de sotobosque, como hayas, serbales, arces, etc. Esta sustitución de especies puede ocurrir con rapidez y además ser definitiva en condiciones de umbría, poco favorables a la ocurrencia de incendios catastróficos. Pero en las solanas de fuertes pendientes es previsible la periódica aparición de incendios catastróficos que favorecen el mantenimiento de los pinares. Si fuese posible contener los incendios de alta intensidad con eficacia y garantía, a largo plazo otras especies, roble o haya, competirían en muchas estaciones con ventaja frente a los pinos.



### 1.3. LOS PINARES ALBARES EN LA DIRECTIVA HÁBITATS

*El texto que se expone en este capítulo ha sido extraído de Bariego y Jiménez (2006).*

La publicación y progresiva implantación de la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres ha impuesto la necesidad de reorientar las políticas de conservación europeas y de los estados miembros, con el fin de dar una adecuada respuesta a los planteamientos y exigencias que impone este nuevo marco jurídico. Esta Directiva, conocida comúnmente como "Directiva Hábitats", fue traspuesta al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Su objetivo es contribuir a garantizar la biodiversidad en el territorio europeo, mediante la adopción de medidas para la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Para ello, crea una red ecológica europea coherente denominada "Natura 2000". Esta Red engloba tanto las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas sobre la base de la presencia de determinadas aves silvestres, como las Zonas de Especial Conservación (ZEC) designadas a partir de la propuesta de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) de cada Estado Miembro por albergar algunos hábitats y especies como hábitats de flora y fauna (no aves) de interés comunitario. El objetivo en estas Zonas es el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de la fauna y de la flora de interés comunitario, con una importante matización relativa a la toma en consideración de las exigencias económicas, sociales y culturales, así como las particularidades regionales y locales.

Una de las cuestiones más destacables de este nuevo marco es la apuesta por un amplio objetivo de conservación de la biodiversidad a nivel global y con un enfoque horizontal, aunque centrado en las zonas incluidas en la Red Natura. Para el cumplimiento de este ambicioso objetivo se hace necesario ampliar las medidas de gestión, más allá de las consideradas tradicionalmente en el campo de la conservación, a todo el ámbito de la gestión del medio natural. En el caso de la gestión forestal, tanto a nivel de planificación como en la puesta en práctica de medidas selvícolas concretas, deben asumirse los retos derivados de la existencia de unas nuevas unidades básicas de gestión (los hábitats de interés comunitario) y de nuevos condicionantes y oportunidades derivadas de las demandas vitales de determinadas especies de flora y fauna (hábitats de los táxones de interés comunitario).

El Real Decreto 1997/1995 define los hábitats naturales como "zonas terrestres o acuáticas diferenciadas por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales". Los "hábitats naturales de interés comunitario", son aquellos que cumplen diferentes requisitos relativos a su interés biogeográfico o conservacionista: se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural; o bien presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a su área intrínsecamente restringida; o bien constituyen ejemplos representativos de características típicas de una o de varias de las cinco regiones biogeográficas siguientes: Alpina, Atlántica, Continental, Macaronesia y Mediterránea. Entre éstos, se diferencian los "prioritarios", que son aquellos hábitats naturales amenazados de desaparición cuya conservación supone una especial responsabilidad, habida cuenta de la importancia de la proporción de su área de distribución natural en el territorio europeo. Del mismo modo, define el hábitat de una especie como el medio definido por factores abióticos y bióticos específicos donde vive la especie en una de las fases de su ciclo biológico. Las "Especies de interés comunitario" son aquellas que estén en peligro, o bien, que sean vulnerables, es decir, que su paso a esta categoría se considera probable en un futuro próximo en caso de persistir los factores que ocasionen la amenaza; o bien sean raras, es decir, que sus poblaciones son de pequeño tamaño y que, sin estar actualmente en peligro ni ser vulnerables, podrían estarlo o serlo; o bien sean endémicas y requieran especial atención debido a la singularidad de su hábitat y/o a posibles repercusiones que su explotación pueda tener para su conservación. Dentro de éstas las "prioritarias" son aquellas que, además de estar en peligro, su conservación supone una especial responsabilidad habida cuenta de la importancia de la proporción de su área de distribución natural en el ámbito europeo (se señalan con un asterisco en las tablas).

Es necesario destacar que las definiciones y los requisitos que impone la Directiva Hábitats para la consideración de un hábitat como de interés comunitario se realizan a nivel europeo por lo que es comprensible que formaciones vegetales ampliamente representadas en el conjunto de Europa no han tenido dicha consideración. Tal es el caso de los pinares albares, ya que, a su amplísima área de distribución europea, hay que unir la existencia de extensos pinares naturales en buen estado de conservación en el norte y centro de Europa. Sin embargo, desde una perspectiva exclusivamente ibérica, e incluso europea meridional o circummediterránea, estos pinares presentan un notable interés biogeográfico al ser considerados como relictos de épocas más frías refugiados en las montañas y constituyen un hábitat clave para varias especies con un elevado valor como el águila imperial ibérica, el buitre negro, la cigüeña negra o el urogallo cantábrico.

Otros tipos de bosques de coníferas presentes en el ámbito de Castilla y León, en cambio, sí han sido considerados en la Directiva. Se trata de formaciones de alto interés ecológico como los pinares de pino negro de montaña (9430), con un área de distribución restringida al entorno mediterráneo como los sabinarres y enebrales arbóreos (9560) e incluso de carácter endémico como los pinares laricios de *Pinus nigra* subsp. *salzmanii* (9530) o con una representación muy puntual y de carácter relíctico como las tejedas (9580). El interés y rareza de estos bosques justifica su consideración de prioritarios en la Directiva. Además de éstos, también han sido considerados como hábitats de interés comunitario, en este caso no prioritarios, los pinares negrales y piñoneros (9540) con una distribución restringida al ámbito mediterráneo y atlántico sudeuropeo (ver Tabla 2).

A pesar de que por los motivos expuestos los pinares albares no han sido considerados como hábitats de interés comunitario, es necesario plantear la existencia de algunas relaciones estrechas entre éstos y algunos de los hábitats que recoge la Directiva. Estas relaciones pueden concretarse en tres supuestos que se relacionan a continuación. Es importante destacar que la propuesta de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) propuestos para integrar la Red Natura 2000 en la Comunidad de Castilla y León presenta una notable representación de los pinares albares, tanto de pinares de origen artificial como de origen natural (véase anexo 1), muy destacada en el caso de algunos LIC como Sierras de Urbión y Cebollera, Sierra de la Demanda o Sierra de Guadarrama. Por otro lado, se han propuesto algunos LIC atendiendo al notable valor biogeográfico o el buen estado de conservación de algunas masas de pinar albar, caso del Pinar de Losana en Soria o el Pinar de Hoyocasero en Ávila.

Tabla 2: Tipos de formaciones de coníferas consideradas como hábitats de interés comunitario (Bariego y Jiménez, 2006).

9430 Bosques montanos y subalpinos de <i>Pinus uncinata</i> (en sustratos yesoso o calcáreo).
9530 *Pinares (sub-)mediterráneos de pinos negros endémicos
9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos
9560 *Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp.
9580 *Bosques mediterráneos de <i>Taxus baccata</i>

### 1.3.1 Hábitats de interés comunitario que participan en la dinámica de los pinares albares

El Anexo I de la Directiva recoge algunos hábitats que tienen la consideración de matorrales seriales y que participan, en mayor o menor grado, en la

dinámica de los sistemas forestales. En una simplificación de los complejos procesos sucesionales, estos hábitats, preceden, sustituyen u ocupan el lugar de diferentes tipos de masas arboladas tras una perturbación. En el caso de los pinares albares, tienen una especial trascendencia los hábitats de interés comunitario que aparecen recogidos en la Tabla 3.

Por otro lado, existen algunas formaciones forestales arboladas que han sido incluidas como hábitats de interés comunitario y que presentan relaciones dinámicas con los pinares albares. Se trata de formaciones que presentan unas demandas ecológicas similares y que suelen participar con diferentes estrategias en algunos procesos de la dinámica del pinar (regeneración bajo cubierta, colonización de claros, procesos de facilitación, subpisos, etc). Estos hábitats son principalmente hayedos acidófilos, rebollares o melojares, pinares de pinos negros de montaña y pinares de pino resinero (véase Tabla 4).

Tabla 3: Hábitats de interés comunitario (matorrales) que pueden participar en la dinámica de los pinares albares (Bariego y Jiménez, 2006).

4030 Brezales secos europeos
4090 Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga
5120 Formaciones montanas de <i>Cytisus purgans</i> .
5210 Matorrales arborescentes de <i>Juniperus</i> spp.

Tabla 4: Hábitats de interés comunitario (bosques) que pueden participar en la dinámica de los pinares albares (Bariego y Jiménez, 2006).

9110 Hayedos del Luzulo-Fagetum
9120 Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de <i>Ilex</i> y a veces de <i>Taxus</i> ( <i>Quercion roburi-petraeae</i> o <i>Ilici-Fagenion</i> ).
9230 Robledales galaico-portugueses con <i>Quercus robur</i> y <i>Quercus pyrenaica</i> .
9430 Bosques montanos y subalpinos de <i>Pinus uncinata</i> (* en sustratos yesoso o calcáreo).
9380 Bosques de <i>Ilex aquifolium</i>
9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos

**1.3.2 Hábitats de interés comunitario que pueden desarrollarse en el seno del pinar**

Algunas formaciones vegetales presentan una demandas ecológicas a nivel macroclimático muy similares a las de los pinares albares, si bien se restringen a determinados enclaves en los que se dan condiciones edáficas o microclimáticas singulares en su seno. Estas formaciones no participan en los procesos dinámicos



del pinar pero comparten su espacio vital o se entremezclan con éste, creciendo bajo su cubierta o en sus claros. En este caso se encuentran hábitats que pueden condicionar algunas de las actuaciones de gestión en el pinar como los que se desarrollan en suelos higroturbosos y en los complejos de nacientes y turberas, los pastos naturales que pueden ubicarse en claros del pinar, los herbazales megaforbios que se desarrollan en pies de cantil, enclaves húmedos y umbrosos con suelos ricos en materia orgánica o cauces de arroyos de montaña que discurren bajo cubierta e incluso algunos bosquetes de acebos o tejos que pueden encontrarse en el seno del pinar (véase Tabla 5).

Tabla 5: Hábitats de interés comunitario que pueden localizarse en el seno del pinar y condicionar su gestión (Bariego y Jiménez, 2006).

4020 * Brezales húmedos atlánticos de zonas templadas de <i>Erica ciliaris</i> y <i>Erica tetralix</i> .
6230* Formaciones herbosas con <i>Nardus</i> , con numerosas especies, sobre sustratos silíceos de zonas montañosas (y de zonas submontañosas de la Europa continental).
6410 Prados con molinias sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limónicos ( <i>Molinion caeruleae</i> ).
6430 Megaforbios eutrofos higrófilos de las orlas de llanura y de los pisos montano a alpino.
7110 * Turberas altas activas.
7140 * "Mires" de transición.
7150 Depresiones sobre sustratos turbosos del <i>Rhynchosporion</i> .
7230 Turberas bajas alcalinas.
9380 Bosques de <i>Ilex aquifolium</i> .
9580 * Bosques mediterráneos de <i>Taxus baccata</i> .

Tabla 6: Hábitats de interés comunitario que pueden localizarse en el seno del pinar, normalmente excluidos de actuación, pero que podrían condicionar su gestión (Bariego y Jiménez, 2006).

3110 Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo de las llanuras arenosas ( <i>Littorelletalia uniflorae</i> ).
3150 Lagos eutróficos naturales con vegetación Magnopotamion o Hydrocharition
3160 Lagos y estanques distróficos naturales
3170 * Estanques temporales mediterráneos
3220 Ríos alpinos con vegetación herbácea en sus orillas
3240 Ríos alpinos con vegetación leñosa en sus orillas de <i>Salix elaeagnos</i>
3260 Ríos de pisos de planicie a montano con vegetación de Ranunculion fluitantis y de Callitriche-Batrachion
8130 Desprendimientos mediterráneos occidentales y termófilos
8220 Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica
8230 Roquedos silíceos con vegetación pionera del Sedo-Scleranthion o del Sedo albi-Veronicion dellinii

Algunos otros hábitats se localizan en contacto con los pinares en lugares con determinadas condiciones azonales (roquedos, zonas húmedas, etc), si bien difícilmente pueden interferir en las actividades de gestión de los pinares al tratarse de lugares normalmente excluidos de actuación, caso de los hábitats ligados a roquedos, canchales, lagunas o arroyos permanentes (véase Tabla 6). Dicha exclusión, debe mantenerse al tratarse en muchos casos de hábitats sensibles y de representación muy puntual.

Otros hábitats simplemente contactan en sus límites superior o inferior al ocupar pisos de vegetación contiguos y solaparse parcialmente, penetrando puntualmente en el ámbito del pinar, caso de algunos matorrales y pastizales alpinos u oromediterráneos y algunas formaciones forestales con las que contacta usualmente el pinar (vease Tablas 7 y 8).

Tabla 7: Hábitats de interés comunitario (matorrales y pastos) propios de zonas supraforestales que contactan en las zonas elevadas con los pinares albares (Bariego y Jiménez, 2006).

4060 Brezales alpinos y boreales.
6140 Prados pirenaicos silíceos de <i>Festuca eskia</i> .
6160 Prados ibéricos silíceos de <i>Festuca indigesta</i> .
6170 Prados alpinos y subalpinos calcáreos



Foto 5: Fustal medio a alto de pinar silvestre en el Pinar de Lillo (León).  
(Autor: Froilán Sevilla)

Es necesario destacar la singularidad de las formaciones sobre calizas, principalmente en el Pinar de Losana y Cañon del Río Lobos (Soria) y otras de menor entidad en la Sierra de Neila (Burgos), ya que en estas zonas los hábitats de interés comunitarios que pueden tener relación con los pinares albares son completamente distintos a los del resto de las masas naturales de pinar albar (véase Tabla 9).

Foto 6: Piña de pino silvestre empotrada en la corteza del árbol para acceder a los piñones. Modo habitual de opear de los pícidos. (Puebla de Lillo, León). (Autor: Froilán Sevilla)



Tabla 8: Hábitats de interés comunitario (bosques) que contactan frecuentemente con pinares albares (Bariego y Jiménez, 2006).

91E0 * Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae).
9230 Robledales galaico-portugueses con <i>Quercus robur</i> y <i>Quercus pyrenaica</i> .
9260 Bosques de <i>Castanea sativa</i> .
9340 Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i> .
9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos.

Tabla 9: Hábitats de interés comunitario que contactan con pinares albares sobre sustratos calcáreos (Bariego y Jiménez, 2006).

4090 Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga.
6210 Prados secos semi-naturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (Festuco-Brometalia) (* parajes con notables orquídeas).
9240 Robledales ibéricos de <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus canariensis</i> .
9530 * Pinares (sud-)mediterráneos de pinos negros endémicos.
9560 * Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp

La Directiva establece que las zonas especiales de conservación deberán garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales. En relación a la conservación de los hábitats, la Directiva define el "Estado de conservación de un

hábitat" como el conjunto de las influencias que actúan sobre un hábitat natural y sobre las especies típicas asentadas en el mismo y que pueden afectar a largo plazo a su distribución natural, su estructura y funciones, así como a la supervivencia de sus especies típicas. El "estado de conservación" de un hábitat natural se considerará "favorable" cuando se cumplan tres criterios relativos a su área de distribución (su área de distribución natural y las superficies comprendidas dentro de dicha área deberán ser estables o ampliarse), a la estructura y las funciones específicas (a largo plazo, deberán mantenerse y seguir existiendo en un futuro previsible) y al estado de conservación de sus especies típicas (deberá ser favorable).

En el caso de los hábitats relacionados en el epígrafe 1.3.1, la planificación de la gestión forestal deberá tener en cuenta las relaciones dinámicas existentes y establecer las medidas necesarias para que se mantengan los equilibrios necesarios y el mantenimiento del buen estado de conservación de los hábitats implicados en los procesos de dinámica forestal. En relación a los hábitats incluidos en el epígrafe 1.3.2, cualquier intervención que se realice en los pinares debe planificarse teniendo en cuenta su presencia, identificando sus manifestaciones y si fuera necesario incluso delimitándolas, y realizarse de manera que no se produzca una destrucción de las mismas o una alteración de los factores que las mantienen (puesta en luz, drenaje, etc). Los instrumentos de planificación deberán dejar constancia de los objetivos de conservación de los hábitats de interés comunitario que incorporan y, en cualquier caso, realizar una evaluación de las posibles afecciones sobre estos hábitat y proponer medidas correctoras a fin de evitarlas o minimizarlas.

### **1.3.3 La consideración de los pinares como hábitats de especies de interés comunitario**

Algunos de los táxones de interés comunitario están ligados en alguna de sus fases vitales a los pinares albares. Las tablas 10 y 11 muestra un listado de los táxones más frecuentes en el pinar, entre los que se puede destacar por su interés para la conservación: el Águila imperial ibérica, la Cigüeña negra, el Águila azor-perdicera, el Buitre negro en el grupo de las aves, el Oso pardo en los mamíferos y la Rosalía y la Mariposa de Graells entre los invertebrados. Aunque algunas de las especies señaladas no dependen exclusivamente del pinar como la Rosalía o el Águila azor-perdicera, pueden utilizar éste para su alimentación, refugio o cría o tienen una parte de sus ciclos vitales ligados a estas formaciones.

La Directiva establece que las zonas especiales de conservación deberán garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats de las especies. La Directiva define el "Estado de conservación de una especie" como el conjunto de influencias que actúan sobre la especie y puedan afectar a largo plazo a la distribución e importancia de sus poblaciones. El "estado de conservación" se considera "favorable" cuando se cumplen algunos requisitos relativos a la dinámica poblacional (los datos deben indicar que sigue y puede seguir constituyendo, a largo plazo, un elemento vital de los hábitats naturales a los que pertenezca), a su área de distribución natural (no debe estar reduciéndose, ni amenaza con reducirse en un futuro previsible) y a la cantidad y calidad de su hábitat (debe existir y probablemente seguirá existiendo un hábitat de extensión suficiente para mantener sus poblaciones a largo plazo). En este sentido, la presencia de alguna de las especies señaladas puede condicionar algunas de las actuaciones planificadas o su realización con el fin de mantener su buen estado de conservación. Al igual que se ha mencionado para los hábitats, los instrumentos de planificación deberán incluir una referencia clara a los objetivos de conservación de las especies de interés comunitario que incorporan y, en cualquier caso, realizar una evaluación de las posibles afecciones sobre estas especies y proponer medidas correctoras a fin de evitarlas o minimizarlas.

Tabla 10: Taxones de interés comunitario ligados a pinares albares (vertebrados) (Bariego y Jiménez, 2006).

GRUPO	Nombre común	Nombre científico	CNEA	Directivas	Berna	Libro Rojo	Bonn
AVE	Abejero europeo	<i>Pernis apivorus</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Águila culebrera	<i>Circaetus gallicus</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Aguila imperial	<i>Aquila adalberti</i>	EPE	EPE	EPE	EPE	EPE
AVE	Águila real	<i>Aquila chrysaetos</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Águila-Azor perdicera	<i>Hieraaetus fasciatus</i>	VU	VU	VU	VU	VU
AVE	Aguililla calzada	<i>Hieraaetus pennatus</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Alcaudón dorsirrojo	<i>Lanius collurio</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Azor común	<i>Accipiter gentilis</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Búho real	<i>Bubo bubo</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Buitre negro	<i>Aegypius monachus</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Chocha perdiz	<i>Scolopax rusticola</i>					
AVE	Chotacabras europeo	<i>Caprimulgus europaeus</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Cigüeña negra	<i>Ciconia nigra</i>	EPE	EPE	EPE	EPE	EPE
AVE	Curruca rabilarga	<i>Sylvia undata</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Elanio azul	<i>Elanus caeruleus</i>	IE	IE	IE	IE	IE
AVE	Escribano hortelano	<i>Emberiza hortulana</i>	IE	IE	IE	IE	IE

GRUPO	Nombre común	Nombre científico	CNEA	Directivas	Berna	Libro Rojo	Bonn
AVE	Gavilán común	<i>Accipiter nisus</i>	IE	I	II		II
AVE	Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	IE	I	II		II
AVE	Milano negro	<i>Milvus migrans</i>	IE	I	II	NT	II
AVE	Mirlo común	<i>Turdus merula</i>		II	III		II
AVE	Paloma bravía	<i>Columba livia</i>		II	III		
AVE	Paloma torcaz	<i>Columba palumbus</i>		II, III			
AVE	Paloma zurita	<i>Columba oenas</i>		II	III	DD	
AVE	Pechiazul	<i>Luscinia svecica</i>	IE	I	II		II
AVE	Perdiz pardilla	<i>Perdix perdix</i>		I, II, III	III		
AVE	Pico mediano	<i>Dendrocopos medius</i>	IE	I	II		
AVE	Pito negro	<i>Dryocopus martius</i>	IE	I	II		
AVE	Tórtola común	<i>Streptopelia turtur</i>		II	III	VU	
AVE	Urogallo	<i>Tetrao urogallus</i>	EPE	I, II, III	II		
AVE	Zorzal charlo	<i>Turdus viscivorus</i>		II	III		II
AVE	Zorzal común	<i>Turdus philomelos</i>		II	III		II
REP	Lagartija serrana	<i>Lacerta monticola</i>	IE	II, IV	II	NT	
REP	Lagarto verdinegro	<i>Lacerta schreiberi</i>	IE	II, IV	II	NT	
MAM	Barbastela	<i>Barbastella barbastellus</i>	IE	II, IV	II		II
MAM	Lobo	<i>Canis lupus</i>		II*, IV, V	II	NT	
MAM	Oso pardo	<i>Ursus arctos</i>	EPE	II*, IV	II	CR	
MAM	Murciélago ratonero forestal	<i>Myotis bechsteinii</i>	VU	II, IV	II	EN	II
MAM	Desmán ibérico	<i>Galemys pyrenaicus</i>	IE	II, IV	II	EN	

Tabla 11: Taxones de interés comunitario ligados a pinares albares (invertebrados) (Bariego y Jiménez, 2006).

INV	Ciervo volante	<i>Lucanus cervus</i>	II
INV	Mariposa de Graells	<i>Graellsia isabelae</i>	II
INV	Ondas rojas	<i>Euphydryas aurinia</i>	II
INV	Rosalía	<i>Rosalía alpina</i>	II*

## CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL PINO SILVESTRE

### 2.1 CALIDAD DE ESTACIÓN

La estación forestal puede definirse como el conjunto de factores orográficos, edáficos, climáticos y biológicos que determinan el crecimiento de una especie en un lugar dado (González, 2005). Los valores que mejor caracterizan la calidad de estación en las masas regulares es la relación altura dominante-edad (ho-Edad).

Las curvas de calidad actualmente existentes para Castilla y León son las siguientes:

- Sierra de Guadarrama (Rojo y Montero, 1996), también aplicables al Sistema Ibérico.
- Alto Valle del Ebro (Bravo y Montero, 2001)

Las curvas propuestas por Rojo y Montero (1996) reflejan el crecimiento de la altura dominante en función de la calidad de estación para la Sierra de Guadarrama. Su validez parece ser adecuada no sólo para el propio Sistema Central, sino también para las masas del Sistema Ibérico (ver Fig. 5). Las curvas para las masas del Alto Valle del Ebro fueron elaboradas por Bravo en 1998 con una metodología similar a las anteriores, aunque no han sido publicadas hasta la fecha.

Bravo y Montero (2001) han desarrollado además para las masas de Alto Valle del Ebro una regla discriminante que permite estimar la calidad de estación en base a tres parámetros edáficos: porcentaje de limo, porcentaje de arcilla y la

capacidad de intercambio catiónico. Esta regla puede ser de gran utilidad cuando no existan árboles en pie (zonas desarboladas o áreas con regeneración muy joven) o cuando la altura dominante no refleje la calidad de estación por haber estado sometida en el pasado a cortas de entresaca por huroneo.

Por último Río et al. (2006) han elaborado curvas de calidad para las repoblaciones de Castilla y León. La edad de referencia o edad índice debe ser próxima al turno, pero dado que las repoblaciones mayores a 50 años son poco frecuentes y no se dispone de información suficiente sobre el crecimiento en altura dominante a partir de esta edad, se eligió como edad índice los 50 años. Las calidades de estación que se han establecido corresponden a unos índices de sitio de 12, 15, 18, 21 y 24 m a la edad de referencia de 50 años. En la figura 6 se presentan las curvas de calidad de estación correspondientes a estos cinco índices de sitio junto con los límites entre calidades de estación.

Fig. 5: Curvas de calidad de estación para *Pinus sylvestris* en la Sierra de Guadarrama (Rojó y Montero, 1996).

Altura dominante en metros en relación a la edad en años. Los valores 17-29 indican las diferentes calidades a los 100 años.

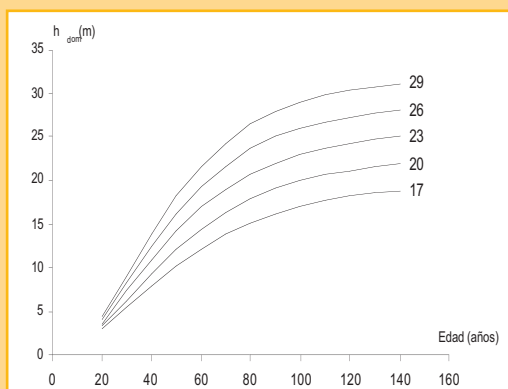
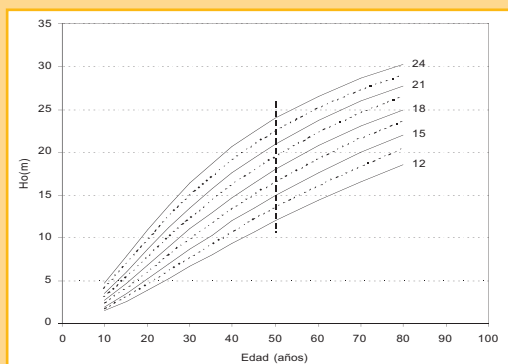


Fig. 6: Curvas de calidad de estación para repoblaciones de *Pinus sylvestris* en Castilla y León. Índices de sitio 12-24 a los 50 años (Río et al., 2006).





## 2.2 MODELOS DE CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN

El crecimiento corriente máximo en volumen se produce en torno a los 40-60 años, con valores que oscilan entre los 11 y 24 m<sup>3</sup>/ha/año en el Sistema Central, 7 y 20 m<sup>3</sup>/ha/año en el Sistema Ibérico. Los máximos crecimientos medios en volumen tienen lugar entre los 75 y 85 años en función de la calidad de estación.

En el Sistema Central los crecimientos varían entre 7,7 y 16,5 m<sup>3</sup>/ha/año, siendo algo menores en el Sistema Ibérico con valores entre 4,5 y 11 m<sup>3</sup>/ha/año.

El crecimiento en altura culmina antes que el crecimiento en volumen con crecimientos corrientes máximos entre los 20 y 40 años. Este hecho aconseja realizar las claras en el pino silvestre a edades más tempranas de las que actualmente se aplican. En términos de clases naturales de edad deberían comenzar las claras en la fase de latizal alto, más o menos a la mitad de la misma, es decir, cuando el diámetro medio cuadrático de la masa esté situado sobre los 15 cm. De esta forma se conseguiría no sólo aprovechar de manera más efectiva la capacidad de crecimiento de esta especie, sino, sobre todo, mejorar su estabilidad en términos de índice de esbeltez, posibilitando la aplicación de un régimen de claras con mayor peso de intervención sin menoscabo de la estabilidad y obteniendo así masas más estables, más estratificadas y de mayor diámetro medio final.

Junto con las curvas de calidad de estación existen tablas de producción para diversas zonas geográficas. La mayor parte de ellas son tablas de producción de selvicultura observada y de referencia, y presentan diferentes regímenes de claras:

- Sistema Ibérico (García Abejón, 1981): Tablas de producción de selvicultura observada (régimen de claras bajas débiles) y de selvicultura de referencia (régimen de claras bajas moderado) con cuatro calidades de estación.
- Sistema Central (García Abejón y Gómez Loranca, 1984): Tablas de producción de selvicultura observada (régimen de claras bajas débiles) y de selvicultura de referencia (régimen de claras bajas moderado) con cuatro calidades de estación
- Sierra de Guadarrama (Rojo y Montero, 1996): Tablas de producción de selvicultura de referencia. Definen 5 calidades de estación y proponen dos modelos selvícolas: claras moderadas y fuertes.

Además de las tablas de producción se han desarrollado modelos de crecimiento y producción para la especie que utilizan otras metodologías para su construcción:

- Modelo de producción para el Alto Valle del Ebro (Bravo, 1998): Modelo de masa o de rodal, que tiene como particularidad incluir en algunas funciones el índice de densidad de Reineke, permitiendo estimar la producción de pino silvestre cuando hay otras especies arbóreas presentes en la masa. Se trata de un modelo de producción estático que predice el área basimétrica, volumen y diámetro medio cuadrático en función del número de pies y la altura dominante. Para regular las claras propone la utilización del índice de Reineke.
- Modelo de simulación de claras (Río y Montero, 2001): Este modelo se basa en los datos de las parcelas permanentes de claras del CIFOR-INIA situadas en los Sistemas Central e Ibérico. Se trata de masas artificiales y naturales de diferentes calidades de estación y con edades comprendidas entre los 20 y 75 años. El modelo consta de dos niveles. En un primer nivel se estiman las variables de masa a través de un conjunto de ecuaciones en función de las condiciones iniciales. Este nivel consta de dos tipos de funciones: a) funciones de proyección de las variables de masa (crecimiento en área basimétrica y volumen y una función de mortalidad natural); b) funciones de simulación de claras, que predicen las características de la masa después de la clara a partir de los datos de la masa antes de la clara. En el segundo nivel se calculan las distribuciones diamétricas mediante la recuperación de los parámetros de la función de Weibull de tres parámetros en función de las variables de masa. Se ha desarrollado el programa informático SILVES que, basándose en este modelo, permite simular diferentes regímenes de claras.

Los últimos esfuerzos en investigación se centran en elaborar modelos de dinámica de rodales que permitan predecir qué efectos tendrán diferentes tratamientos selvícolas. Bravo et al. (2005) han desarrollado un modelo de árbol individual independiente de la distancia para las masas naturales de *Pinus sylvestris* en Castilla y León que integra los siguientes componentes:

- Submodelo de iniciación: contiene las ecuaciones fundamentales de este submodelo que permiten predecir la altura total del árbol, la altura de la base de la copa, la amplitud máxima de la copa y la altura en la que se da dicha máxima amplitud de copa.

- Submodelo de calidad de estación: basado en las curvas de calidad de Rojo y Montero (1996) y Bravo y Montero (2001).
- Submodelo de proyección del crecimiento en diámetro: basado en un modelo clásico previamente probado en otras especies (Hann y Larsen, 1991; Bravo et al., 2001).
- Submodelo de proyección del crecimiento en altura: basado en ecuaciones creadas para el modelo Prognosis (Stage, 1973; Wykoff, 1990).
- Submodelo de mortalidad natural: basado en un modelo logístico que predice la probabilidad de supervivencia de cada árbol.
- Submodelo de masa incorporada: predice tanto si hay masa incorporada cómo la magnitud de la incorporación.
- Submodelo de cubicación: basado en una ecuación de perfil de tronco.
- Submodelo de relaciones auxiliares: ecuaciones auxiliares para relacionar los diámetros con corteza y sin corteza, ecuación de altura-diámetro, ecuaciones de variables de copa, ecuación de altura a la base de la copa, ecuación de altura a la máxima anchura de copa y ecuación de máxima anchura de copa.

El modelo resultante muestra una eficiencia en las predicciones a nivel de árbol individual relativamente baja (0.38), sin embargo sus predicciones a nivel de masa resultan bastante más aceptables (0.76). Según los autores, si el modelo se mejora con nuevas variables como las que miden la estructura del rodal, la forma de la copa y/o variables de competencia dependientes de la distancia, las predicciones de árbol individual y de masa mejorarían aún más.

Por último, Río et al. (2006) han elaborado unas relaciones fundamentales entre los diversos parámetros necesarios para construir unas tablas de producción para las repoblaciones de pino silvestre en Castilla y León. La Tabla 12 muestra estas ecuaciones y la Tabla 13 las guías de densidad elaboradas a partir de ellas ajustando los datos obtenidos en las repoblaciones muestreadas.

Tabla 12: Relaciones fundamentales propuestas por Río et al. (2006) para construir una tabla de producción de selvicultura observada de las repoblaciones de pino silvestre en Castilla y León.

Parámetro (por hectárea)	Relación fundamental	R <sup>2</sup>
Número de pies	$\ln(N) = 8,33245 - 0,67721 \cdot \ln(Ho)$	0,6083
Diámetro cuadrático medio	$\ln(Dg) = 4,36156 - 0,35953 \cdot \ln(N) + 0,41028 \cdot \ln(Ho)$	0,8506
Volumen con corteza	$\ln(V) = -0,64154 + 1,02361 \cdot \ln(G) + 0,90067 \cdot \ln(Ho)$	0,9935
Altura media	$Hm = 0,95646 \cdot Ho$	0,9973

Tabla 13: Guías de densidad observada por calidades de estación. Para aquellos rangos de edades y calidades de estación en los que no se dispone de datos se presentan los valores estimados en gris (Río et al., 2006).

Calidad de estación 12						
EDAD (años)	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)
20	3,9	1637	3,7	11,3	16,4	31,4
30	6,6	1143	6,3	13,5	16,5	50,9
40	9,4	904	9	17	20,5	87
50	12	765	11,5	20	23,9	127,4
60	14,4	675	13,8	22,5	26,9	169,3

Calidad de estación 15						
EDAD (años)	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)
20	5,3	1338	5	13,1	18	45,1
30	8,7	951	8,3	17	21,7	86,2
40	12	765	11,5	20,4	25,1	133,5
50	15	658	14,3	23,3	28,1	183,2
60	17,7	589	16,9	25,7	30,7	232,3

Calidad de estación 18						
EDAD (años)	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)
20	6,8	1120	6,5	15	19,7	62,8
30	11	812	10,5	19,4	24	118,2
40	14,8	665	14,1	23,1	27,8	178,8
50	18	581	17,2	26,1	31	239,1
60	20,7	528	19,8	28,5	33,7	295,8

Calidad de estación 21						
EDAD (años)	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)
20	8,7	951	8,3	17	21,7	86
30	13,5	705	12,9	21,9	26,6	158
40	17,6	589	16,9	25,7	30,6	232
50	21	524	20,1	28,7	33,9	301,2
60	23,7	482	22,7	31,1	36,6	362,9

Calidad de estación 24						
EDAD (años)	Ho (m)	N	Hg (m)	Dg (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)
10,9	8,7	815	10,5	19,4	24	117,3
16,4	13,5	620	15,7	24,6	29,4	207,9
20,7	17,6	529	19,8	28,4	33,6	294,1
24	21	478	23	31,3	36,8	369,5
26,6	23,7	446	25,4	33,5	39,3	433,1

## **2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN MADERABLE DEL PINO SILVESTRE EN CASTILLA Y LEÓN**

*La siguiente información ha sido extraída de Broto et al. (2006).*

El pino silvestre es de las especies forestales más importantes de Castilla y León por extensión y existencias, volumen de cortas e ingresos. Según el tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) es la especie con mayores existencias. Hay en la Comunidad casi 41 millones de metros cúbicos de madera de pino silvestre, con un crecimiento anual de casi dos millones, que ha supuesto un incremento del 87 % en los últimos 10 años. Las cortas se mantienen relativamente constantes en los últimos años con un volumen medio en torno a los cuatrocientos mil metros cúbicos con corteza, pero con tendencia creciente. De hecho, en el año 2005 se han superado los 525.000 metros cúbicos con corteza.

Las cortas y también el crecimiento, se concentran en las provincias con masas adultas, principalmente Burgos y Soria, con un 30 % aproximadamente cada una, seguido de Segovia, otra provincia con masas naturales. Las provincias con grandes superficies de repoblación están aumentando su importancia en volumen, así León, Zamora y Palencia están llegando al 10 % y alcanzando casi a Segovia (Broto et al, 2006).

La madera de pino albar está considerada como una madera de calidad dentro de las coníferas. Las características que se aprecian son el color, estabilidad, grano y crecimiento moderado, y en los últimos años facilidad de impregnación de la albura. La principal crítica es la diferencia de color entre albura y duramen, que dificulta el teñido de la madera. En cuanto a sus propiedades físico-mecánicas caben resaltar la dureza y la resistencia a la compresión perpendicular, mayores que el resto, sobre todo que en el pino negral, que la hacen más apta para carpintería. Y sobre todo el menor coeficiente de anisotropía (relación entre la contracción tangencial y la radial) que la definen como más estable y con menores deformaciones con las variaciones de humedad, cualidad imprescindible en cualquier uso de calidad y apreciada incluso en los de baja calidad. Así tanto el Pino Soria, procedente de la comarca de pinares de Soria y Burgos, ahora acogido en la Marca de Garantía Pino Soria Burgos, como el pino albar del Sistema Central Castellano y Leonés, muchas veces con la denominación Pino Valsaín, han gozado de excelente reputación para ebanistería y carpintería, estructuras y producción de chapa decorativa.

Los **productos principales** son madera para chapa decorativa, madera de sierra (o madera de sierra gruesa), madera de canter (madera de sierra media), postes, apeas y torneados, madera de desintegración.

La **chapa decorativa** es el destino de mayor valor para el pino albar, y también el más exigente. Se compra siempre en trozas, de 2,6 a 3 metros, seleccionadas. Tienen que ser trozas rectas, de al menos 35 a 40 cm en punta delgada, con poca conicidad y sin defectos superficiales, ya que debe estar libre de nudos toda la albura. Sólo se aprovecha en chapa la albura, por lo que se exige poco duramen: el 50 % del diámetro debe ser albura, lo que corresponde a tres cuartos del volumen. Sólo son aptas para chapa las trozas bajas de árboles gruesos, que por tanto han crecido los últimos años espaciados, bien formados y con poda temprana. Si se podan, debe podarse al menos hasta 3 metros, y cuando el diámetro no haya alcanzado los 20 cm, preferiblemente 16 a 18 cm. El precio de la madera de chapa es de 300 a 360 euros/m<sup>3</sup> de madera en rollo en cargadero.

La **madera de sierra** es el soporte económico de los montes de pino silvestre. No tiene exigencias muy precisas, pero sí características que proporcionan valor al fuste. Se valoran los fustes rectos, con elevada proporción de albura, sin nudos ni daños, cilíndricos. Se sierra en ocasiones a partir de 20 cm de diámetro, pero es a partir de 28/30 cm cuando empiezan a tener valor. La madera de sierra produce diferentes calidades con diversos usos. Como primera aproximación se puede distinguir entre madera con uso estructural y no estructural o estético.

En el caso de clasificación para uso estético las calidades vienen reflejadas en normas españolas (UNE) y europeas (UNE-EN), aunque hay algunas que tiene mayor influencia como la clasificación escandinava (Nordic Grading) o en menor medida la francesa desarrollada por el CTBA, y clasificaciones locales. Todas ellas intentan reflejar las exigencias de la industria de segunda transformación, estableciendo clases según las necesidades del mueble o la carpintería, o las estructuras, dejando las no aptas para embalaje o encofrado. Todas recogen los mismos defectos o características para clasificar: nudos (tipo, tamaño y número), rectitud de la fibra, gema, bolsas de resina, fendas, entrecasco, médula o anchura de los anillos. La norma española UNE 56.545, establece cinco clases, de Especial, la de mayor calidad y que exige cuatro caras sin nudos (o sanos y menores de 5 mm) hasta la 4ª, que lo permite casi todo y cuyo destino es el encofrado; la especial y la 1ª tiene que ser de albura. La norma europea, UNE-EN 1.611 no tiene implantación práctica. Las dos más habituales son la Nordic Grading escandinava, que habla mucho de la pérdida de mercado de nuestras maderas a favor de la denominada pino norte o pino suecia, menos habitual pino flandes, y

la empleada en la zona de Pinares, similar a la norma UNE, con las mismas clases pero alguna pequeña diferencia. La clasificación nórdica establece seis clases para exportación, de mayor a menor calidad, A1 a A4, B, y C, aunque todas las A suelen venderse juntas y se denomina "como cae", y las B y C se suelen llamar "quintas" y "sextas" respectivamente. El mayor consumo es de B para carpintería y de A para mueble, ebanistería y carpintería selecta.

Se pueden citar dos causas principales para la pérdida de mercado de la madera de carpintería de pino albar de la región, en detrimento principalmente de las maderas escandinavas. La primera es la falta de homogeneidad general de las calidades y la segunda y más importante, la venta de lotes con medidas variables. Esta falta de uniformidad se debe a la escasez de madera de calidad (directamente influida por la selvicultura) y su precio relativamente elevado, que impulsa a intentar aprovechar al máximo la buena madera. Además la producción es pequeña y es difícil tener clientes importantes fijos. Para los aserraderos la calidad de la madera es esencial a la hora de pagar un precio debido al muy diferente valor de los productos; como orientación, la madera aserrada de las primeras calidades no baja de 480-500 euros/m<sup>3</sup> mientras que la 4ª no suele subir de 120 euros/m<sup>3</sup>. Es importante fijar un objetivo selvícola de producción de madera de calidad y es por tanto necesario orientar la selvicultura, reflexionar que los ingresos de las cortas de regeneración son la parte importante, las cortas de mejora deben conducirnos a madera de calidad, y un incremento del 10 % es significativo. El precio de la madera aserrada en parque oscila de 57 a 75 euros/m<sup>3</sup>, dependiendo del diámetro y la calidad. Sólo se paga bien si el diámetro medio es sobre 35 cm, que podría ser el objetivo selvícola, 35/40 cm. Teniendo en cuenta que además los costes del aprovechamiento son menores con árboles gruesos, y que la poda se rentabiliza con pocos pies y más gruesos, se puede estimar una diferencia del 20 % en el valor en pie entre abundancia de diámetros 25/30 y 35/40, y de hecho se refleja en la sucesión de precios pagados en la última subasta del monte de Santa Inés (Soria)

La **madera con uso estructural** se clasifica de acuerdo con defectos similares a la de uso estético: tamaño de los nudos y posición, desviación de la fibra, gema, como los más importantes. Para la madera estructural, lo más importante es asignar la madera a una de las clases estructurales definidas en la norma UNE-EN 336, que es válida para toda la Unión Europea, y que son del tipo C18: C, conífera, 18, resistencia característica a flexión de 18 N/mm<sup>2</sup>. La asignación es de acuerdo con unas calidades visuales, y es responsabilidad del productor (aserradero). Puede usar la norma española, UNE 56.544, o bien elaborar una propia siguiendo la normativa europea. En el caso de la madera Pino Soria Burgos,

se ha optado por elaborar una clasificación propia que optimice la producción, y se ofrece madera de resistencia garantizada. Los criterios de calidad son los mismos que para el resto de madera aserrada: pocos nudos, fibra recta (muy importante), diámetro grande. La madera estructural es un producto que se perfila como el soporte de los aserraderos de la región, sobre todo los medianos y pequeños ya que es un producto con suficiente valor añadido y buen rendimiento.

La **madera de canter** es madera de diámetro comprendido entre 15 y 28 cm que no es rentable serrar en sierra de carro y recibe su nombre del sistema de aserrado basado en pares de sierras circulares gemelas, aunque pueden ser múltiples y/o de cinta. El principal destino de estas maderas es el palet y embalaje, incluyendo bobinas, y en ocasiones otros destinos, aunque el problema de estas maderas de pequeño diámetro, casi siempre procedentes de claras, es la poca edad del árbol, que implica anillos grandes y madera juvenil, por lo que la estabilidad dimensional es mucho menor. Se valora, pero no es imprescindible, además del diámetro, la rectitud, la cilindridad y la homogeneidad de diámetros. Se suele comprar en trozas de longitud variable según el cliente, y tiene precios, puesto en fábrica, de 50 € para diámetros de 15 a 23 cm y de 56 € diámetros de 16 a 28 cm y para los mejores productos.

Los **postes** son un subproducto de la gestión de masas adultas que permite obtener un precio superior al que le corresponde por diámetro. Los diámetros son similares al canter, pero se exige suficiente longitud, rectitud y cilindridad, además de limitaciones en el tamaño de los nudos. Suelen escogerse individualmente, y son abundantes los rechazos. El precio es similar a la madera de sierra, entre 70 y 85 euros/m<sup>3</sup>. El pino albar es apreciado para este uso pero no se paga mejor que otros. En la actualidad la demanda es elevada debido a la instalación de líneas en países del norte de África.

Los **pies de diámetro menor** pueden utilizarse para ser torneados y tratados con productos fungicidas e insecticidas que permiten usarla en exteriores y en contacto con el suelo. Los diámetros usados son de 7 a 15 cm, y tienen que ser rectos. Son usados como apeas, para el vallado, barandillas, emparrados de frutales y viña, mobiliario urbano, Y La demanda es alta, aunque se concentra en muy pocos puntos, y el precio bueno, ya que el producto final está bien valorado. Se puede vender en fuste entero o troceado, y a veces clasificado por diámetros, formando lotes de diámetro homogéneo (clases de 2 a 4 cm). El precio, en fábrica, como todos los productos, está entre los 60 y los 68 €/t (aproximadamente 54 y 60 €/m<sup>3</sup>), para los fustes enteros de hasta 15 cm y para trozas de largo fijo y diámetro de 7 a 12 cm, respectivamente.



La madera de desintegración o trituración es la menos exigente. Únicamente se pide madera sana y no excesivamente resinosa (hay problemas con madera enteeda de pinos resinados) por lo que no hay problema en la madera de pino albar, menos resinosa que el negral y el laricio. Los destinos principales son papel, tablero aglomerado y tablero de fibras, éste último el más dependiente de madera en rollo, y empieza la demanda para biomasa energética. El precio es el más bajo de todos los productos aunque ahora, debido al aumento de producción que han tenido las fábricas de tableros y a la competencia, es relativamente elevado, sobre 30 €/t en fábrica (aproximadamente 27 €/m<sup>3</sup>, 20 €/estéreo). Este producto es fundamental para la realización de las primeras claras, por lo que es necesario mantener abastecidas a las empresas para que no necesiten otras fuentes de aprovisionamiento.



Foto 7: Clara por lo bajo en latizal alto de pino silvestre procedente de repoblación (Burgos).  
(Autor: Froilán Sevilla)



## SELVICULTURA GENERAL DEL PINO SILVESTRE

### 3.1 ASPECTOS CONCEPTUALES

A continuación se procederá a enmarcar los tratamientos selvícolas más comunes en las masas de pino silvestre como paso previo a la presentación de los modelos de gestión. El enfoque de estos capítulos es eminentemente técnico y presupone unos conocimientos selvícolas básicos.

Resulta importante como paso previo comentar algunos de los aspectos conceptuales para facilitar la comprensión de los modelos que se propondrán en este manual:

- Para fijar tanto el **inicio** como la **rotación** de las intervenciones selvícolas resulta preferible utilizar parámetros que incluyan las pautas diferentes de crecimiento en las distintas calidades de estación. Ejemplo de estos parámetros son las clases naturales de edad (ver Tabla 14) o la altura dominante ( $H_o$ ).
- La mayor parte de los beneficios que se derivan de la gestión activa de los bosques se obtienen en la **fase final del proceso**, en el estadio de fustal en las masas regulares por ejemplo. El aspecto y características que tendrá la masa en este estadio final dependerá en gran medida de los objetivos preferentes de gestión definidos al inicio, los cuales han ido condicionando el marco de las actuaciones realizadas. La mayoría de los tratamientos de mejora tienen por ello carácter implícito o explícito de

inversión, representan el camino necesario a seguir para obtener esos objetivos fijados. No debe olvidarse que el objetivo de toda gestión se halla al final del proceso y que es entonces cuando se obtendrán los beneficios que se persiguen. Dado que los procesos son a largo plazo y que en ellos intervienen un elevado número de gestores, resulta imprescindible, para realmente llegar a los objetivos previstos, tener siempre presentes las directrices o modelos de gestión que se han de seguir.

- En el ámbito de las claras el término **clara selectiva** define un tipo de clara que centra su intervención en torno a los árboles de porvenir. No actúan por lo tanto por igual en toda la masa y es ésta característica la que las diferencia decisivamente de las claras por lo bajo tradicionales. La mera selección de pies dominantes o codominantes, aunque se les denomine árboles de porvenir, no hacen una clara selectiva. Por el contrario, la selección del colectivo de pies a extraer y el fomento consecuente y reiterado de dichos pies de porvenir es lo que hace que una intervención tenga realmente carácter de clara selectiva (González, 2005).
- El empleo de las **tablas de producción** con frecuencia induce al error de utilizarlas como si fuesen modelos de gestión. No sólo no lo son, sino que intentar aplicarlas literalmente llevaría a enormes errores en la gestión práctica. Las tablas de producción son un importante instrumento de consulta y apoyo a la planificación y gestión forestal, pero sólo muestran la evolución de una masa forestal regular en una estación dada a la que se le aplica una reducción de densidad determinada y que se va reflejando en períodos (normalmente) de 10 años. Esta reducción de densidad en muchos casos coincide más o menos con la mortalidad natural de la masa, en otros equivale a una clara débil o moderada por lo bajo (pese a los indicativos de "régimen moderado" o "fuerte" que con frecuencia llevan). No son tanto los valores absolutos de reducción de densidad los interesantes en la gestión, sino los valores medios de masa y sus crecimientos, los que suponen una información que puede ser útil en la gestión práctica diaria.
- El concepto de **irregularidad** en una masa no sólo abarca la necesidad de que estén todas las clases de edad presentes, sino, mucho más relevante, que exista estratificación vertical del dosel, presencia de regeneración y que tenga carácter de bosque permanente. En el capítulo 3.4 se profundizará en estos aspectos.

**Tabla 14: Clases naturales de edad en Selvicultura (González, 2005).**

Las clases naturales de edad definen estados de desarrollo del arbolado.

Clase natural de edad	Características
Diseminado	Plantas recién germinadas a plantas que alcanzan una altura de unos 25 cm. Se corresponde con la fase de instalación de la nueva masa durante la cual su esfuerzo se aplica en desarrollar el sistema radical y en superar la competencia de herbáceas y matorrales de pequeña talla.
Repoblado	Caracteriza a los pies que han superado la edad de diseminado hasta que se inicia la tangencia de copas entre ellos. También se fija el límite superior del repoblado cuando se alcanza la altura normal (1,30 m).
Monte bravo	Abarca desde la tangencia de copas hasta el comienzo de la poda natural o muerte espontánea de las ramas de la parte inferior del fuste a causa de la reducción de la iluminación. En esta fase la competencia entre pies se intensifica y la masa tiene una apariencia de impenetrabilidad.
Latizal	Comienza con la poda natural y termina cuando el diámetro normal alcanza los 20 cm. Se distinguen: Bajo latizal: dg < 10 cm Alto latizal: dg = 10-20 cm
Fustal	A partir del diámetro normal de 20 cm comienza esta última clase de edad. También se subdivide en: Fustal bajo: dg = 20-35 cm Fustal medio: dg = 35-50 cm Fustal alto: dg = >50 cm

## 3.2 TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS DE MEJORA

### 3.2.1 Limpias

Una vez conseguida la regeneración, uno de los factores que más condiciona el establecimiento y crecimiento del regenerado de *Pinus sylvestris* es la competencia, tanto inter- como intra-específica. En España, en las masas procedentes de regeneración natural, generalmente tratadas mediante cortas de aclareos sucesivos, se aplican los llamados desbroces de regeneración. Estos desbroces buscan favorecer el desarrollo del diseminado que se va instalando a lo largo del período de regeneración fijado en la ordenación, generalmente 20 años, mediante la eliminación de la vegetación competidora. Frecuentemente suelen ir acompañados de ligeros clareos y en ocasiones podas en los mejores pies, que se realizan simultáneamente a la recogida y eliminación de los restos producidos en las cortas de regeneración.

En los rodales regenerados tras cortas a hecho, con o sin reserva de árboles padres, no suelen hacerse limpias, ya que los brinzales crecen en altas densidades y compiten favorablemente con el matorral, que normalmente ha sido previamente eliminado en la preparación del suelo con el objeto de facilitar la germinación de las semillas. Entre los 10 y 15 años, dependiendo del desarrollo de las plantas, suelen hacerse desbroces o limpias del matorral que haya podido instalarse, así como clareos. En masas procedentes de plantación pueden ser necesarios uno o más desbroces en función del desarrollo del matorral y del arbolado, que dependerán en gran medida de la estación y el espaciamiento inicial de la plantación.

### **3.2.2 Clareos**

Los clareos son intervenciones de mejora en los que se reduce la densidad del arbolado en las fases de monte bravo o latizal bajo. Por definición no son autofinanciables, sino que suponen una inversión en el monte.

Su aplicación se centra, en la mayor parte de los casos, en aquellas masas procedentes de regeneración natural o siembra donde la densidad de pies es muy elevada. También son aconsejables en aquellas masas mixtas en las que se quiera mantener un cierto grado de mezcla y se dé la circunstancia de que una o varias de la especies en mezcla, al tener un ritmo de crecimiento en altura menor, pueda verse eliminada por la competencia con el pino silvestre.

Los pies a extraer serán los dominados, los que presenten daños bióticos o abióticos y los malformados. El peso de la intervención variará según la situación inicial. El objetivo es reducir la densidad como mínimo a menos de 2000-3000 pies por hectárea, dependiendo de la calidad de estación y la densidad inicial antes del clareo. Tras la intervención debe alcanzarse, sin embargo, la espesura completa en breve tiempo con el objetivo de seguir potenciando la poda natural.

Además de la reducción de densidad se persigue eliminar aquellos árboles dominantes excesivamente ramosos y de copa extensa que presenten una mala calidad, pero que debido a su dominancia estén ejerciendo una competencia negativa sobre pies cercanos menos desarrollados, pero con mejor porvenir. Estos árboles, denominados normalmente árboles lobo, son frecuentes en las masas procedentes de regeneración de pino silvestre.

En la mayor parte de los casos los clareos serán sistemáticos, sólo en las mejores calidades de estación con alta capacidad productiva de madera de cali-



dad podría argumentarse la realización de klareos más selectivos, que requieren de una inversión económica y de personal muy superior. Los klareos sólo se realizan una vez, siendo la próxima intervención el inicio de las claras en la fase de latizal alto.

Los beneficios derivados de la ejecución de los klareos en fases tempranas son los siguientes:

- Mejora de la calidad de la masa al eliminar los pies con peores características de vigorosidad, calidad y crecimiento.
- Mejora del crecimiento en diámetro de los pies que quedan en la masa, favoreciendo la diferenciación sociológica en dominantes y dominados, lo que facilitará la primera intervención de claras.



Foto 8: Latizal bajo de pino silvestre procedente de regeneración natural. La alta densidad aconseja la realización de un klareo para regular la competencia, mejorar la estabilidad de la masa y comenzar el proceso de selección positiva (Burgos).  
(Autor: José María González Molina)



Foto 9: Klareo en un latizal bajo de pino silvestre en mezcla con pies de rebollo. Los klareos son decisivos a la hora de regular la mezcla de una masa desde edades tempranas (Burgos).  
(Autor: José María González Molina)



- Mantenimiento y mejora de los porcentajes de mezcla en las masas mixtas.
- Mejora a corto y medio plazo de la estabilidad de la masa frente al viento o la nieve al favorecerse mejores índices de esbeltez ( $h/d$ ).
- Reducción del riesgo de incendio.

En algunas masas procedentes de regeneración natural muy abundante y con densidades consideradas excesivas, puede planificarse un clareo sistemático muy temprano, por ejemplo antes de los 2 m de altura, con el fin de evitar futuros estancamientos del desarrollo en la fase de monte bravo. Con frecuencia será necesario además efectuar un segundo clareo "clásico" en la fase de latizal bajo para asegurar una densidad adecuada cuando se inicien las claras.

### **3.2.3 Podas**

Las podas más usuales en los pinares de silvestre son las de penetración o podas bajas y las de fuste a altura media o alta.

Las podas bajas o de penetración se aplican a todos los árboles de la masa en la fase de latizal bajo a alto. Su principal objetivo suele ser reducir el riesgo de incendio eliminando las ramas muertas, facilitar el tránsito por la masa y los posteriores tratamientos de claras o absorber mano de obra rural. La poda se realiza hasta una altura de unos 2 metros.

Las podas medias hasta una altura de 4 metros y las podas altas hasta una altura mínima de 6 metros se realizan con el objetivo de obtener madera limpia de nudos, apta en el futuro para sierra o desenrollo. Esta poda supone una inversión considerable por lo que suele realizarse sobre aquellos pies dominantes y con buena conformación de fuste que se supone llegarán al final del turno o a las últimas fases de claras. Lo óptimo es realizar la poda en la fase de latizal alto, incluso por debajo de los 15 cm de  $D_n$  para asegurar al menos otros 15 cm de radio de fuste limpio de nudos. Normalmente las podas altas suelen hacerse a la vez que las primeras claras, fomentando así el crecimiento de los pies podados. Dado el carácter de inversión en producción de madera de calidad de estas podas sólo deberían realizarse en aquellas masas que persigan este objetivo.

El número de árboles a podar debería ser similar al número de pies que van a poblar la superficie al final del turno. En el caso del pino silvestre significa que la densidad estará en todos los casos por debajo de los 350 pies por hectárea, por lo que no tiene demasiado sentido podar un número superior a éste. De hecho,

siempre que se mantenga un régimen de claras adecuado que favorezca el desarrollo diametral de los mejores pies, el número de árboles final oscilará entre los 200 y los 300 pies por hectárea.

La decisión sobre la conveniencia o no de efectuar podas altas más allá de los 5,5 m usuales actualmente en Castilla y León, debería ser tomada en función de un análisis detallado para cada caso de los gastos y beneficios previsibles. La poda es una inversión económica para garantizar una calidad tecnológica de la madera de pino silvestre y es por ello que los parámetros tecnológicos deberían primar a la hora de decidir si podar más alto o no. En este sentido es conveniente recordar que si no puede garantizarse una correcta ejecución de la poda hasta los 5,5 m habría que considerar reducir la altura de poda a aquella en la que se garantice la calidad de ejecución necesaria.

### **3.2.4 Claras**

Las claras son tratamientos de mejora que persiguen reducir la densidad del arbolado en función de los objetivos de masa final que se persigue. Son los tratamientos que aseguran la correcta consecución del final del proceso a que se hacía referencia en el apartado 3.1.

Las claras, por lo tanto, no son un fin en sí mismo, aunque, en la mayoría de ellas y con la situación actual del mercado, puedan obtenerse los primeros ingresos económicos de la masa en cuestión. Dado que estas condiciones de mercado han venido aumentando el diámetro mínimo comercializable en Europa de forma constante en los últimos 50 años y que el objetivo real de toda gestión, tal y como ya se comentó, es la masa final que se pretende obtener, resulta cada vez más patente para la silvicultura europea que el concepto de clara no debe simplificarse a una mera intervención para obtener ingresos. Las claras deben realizarse en el momento adecuado según las directrices de gestión que se apliquen, coincida éste o no con el momento adecuado para obtener ingresos.

Lógicamente las directrices que se desarrollan actualmente en Europa intentan aunar ambos componentes, la necesidad de gestión en función del desarrollo natural por un lado y la obtención periódica de ingresos por otro. Pero en última instancia es la cadena de silvicultores que se sucede en la gestión de una masa a lo largo de tiempo la que aplica dichas directrices y la única forma de llegar con éxito al objetivo final es ejecutar en cada caso los tratamientos previstos.

La importancia de esta correcta ejecución de las claras en el esquema global de gestión resulta así evidente. Los diferentes tipos de clara, que a su vez pueden ser combinados con diversos pesos de intervención, permiten definir un régimen de claras más o menos óptimo para cada directriz o modelo de gestión.

Las finalidades que se persiguen con un régimen determinado de claras suelen ser múltiples, incluyendo todas o sólo parte de las que se relacionan a continuación (González, 2005):

- Regular densidades o espaciamientos en una masa por medio de la reducción del número de pies que la componen.
- Eliminar los individuos enfermos, de mala calidad o aquellos que se consideren no adecuados para el o los fines preferentes del monte.
- Fomentar el crecimiento en diámetro de los pies restantes, unas veces de manera general, otras en torno a un subgrupo de individuos seleccionados.
- Regular la competencia interespecífica en masas mixtas, adecuando las intervenciones al temperamento de las especies en mezcla.
- Favorecer la futura estratificación de la masa a través de la apertura del dosel.
- Aumentar la estabilidad frente al fuego (reducción de biomasa, evitar escalonamiento de combustible), el viento o la nieve (índice de esbeltez  $h/d$ ).
- Abrir las masas con diversas metas (cinegéticas, introducción de otras especies, gestión silvopastoral, etc.).
- Obtención de productos intermedios comercializables que contribuyen a recuperar parte de la inversión realizada y a proporcionar trabajo y recursos que favorezcan el desarrollo rural. Este aspecto de gran importancia social y económica no debe hacer olvidar que la rentabilidad en sentido amplio de una masa siempre está en su edad adulta o fase de fustal medio a alto y que las claras son sólo las intervenciones intermedias que deben asegurar la consecución de los objetivos preferentes fijados.

En el caso del pino silvestre en Castilla y León tradicionalmente se han venido aplicando claras por lo bajo moderadas. Con frecuencia, además, el inicio de las claras se ha visto retrasado por el interés en asegurar su autofinanciación, es decir, que los pies extraídos fueran comercializables, así como por la enorme superficie media por gestor. Si a ambos aspectos, inicio tardío de las claras y peso moderado de ejecución, se le suma la habitual ausencia de clareos previos por imposibilidad de asumir la inversión, muchas de las masas de pino silvestre llegan a la fase de latizal alto con una alta densidad y una baja estabilidad individual, expresada en términos de  $h/d$  en valores superiores a 90-100.

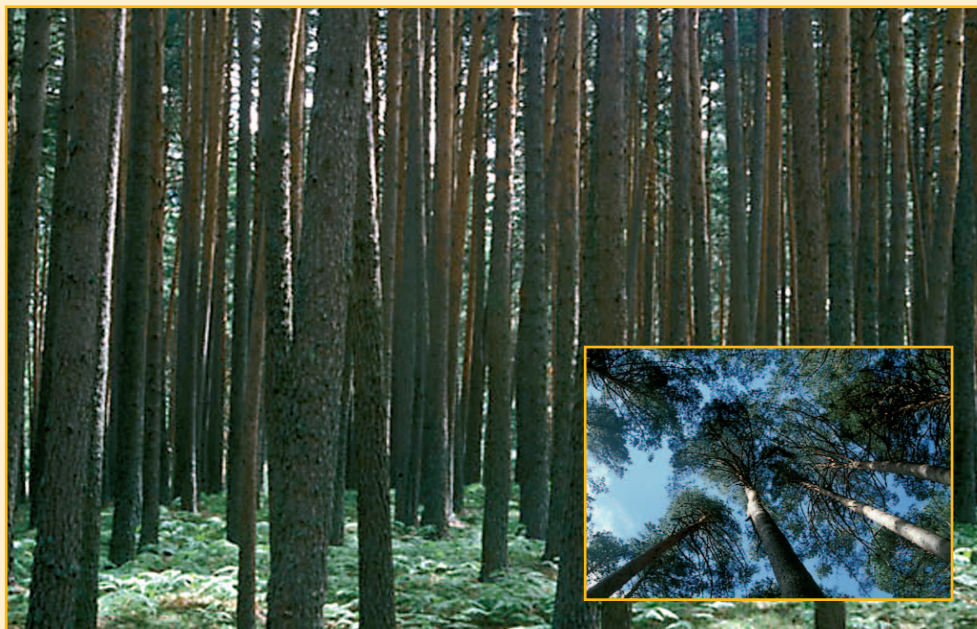


Foto 10 y 11: Rodal de pinar silvestre en estado de fustal de unos 80-90 años de edad con densidad excesiva, alto índice de esbeltez y poco desarrollo de copas (Valsaín, Segovia).  
(Autor: Froilán Sevilla)



Foto 12: Claras selectivas aplicadas en Pedrosa (León). Extracción de un competidor por cada árbol de porvenir (con circunferencia roja), además de las vías de saca (cable) de 1,5-2 m de ancho.  
(Autor: Froilán Sevilla)

En los últimos dos decenios la necesidad de mejorar la estabilidad de la masa junto a la imposibilidad de vender madera excesivamente delgada o volúmenes por hectárea demasiado bajos, han generalizado las claras fuertes por lo bajo en la gestión del pino silvestre en Castilla y León. Con estas intervenciones no sólo se extraen los sumergidos, enfermos y malformados, sino que se eliminan también todos los dominados y algunos codominantes de peor vitalidad/calidad. Los pesos de intervención han cambiado así a valores de extracción del 30-35% de área basimétrica (40-45% de los pies). Junto con estas intervenciones se está generalizando la poda alta hasta los 5,5 m de altura en un colectivo de pies dominantes. El resultado son rodales menos densos, con mayor acumulación de crecimiento y desarrollo en el estrato dominante, más estables por ello y que conformarán masas finales mejor estructuradas y de mayor calidad.

Además de las claras fuertes por lo bajo, en los últimos años ha comenzado a aplicarse **claras selectivas** con selección de unos 200-300 árboles de porvenir. Las claras selectivas son claras por lo alto cuya principal diferencia con el resto de claras altas y con las claras por lo bajo radica en que no actúan de manera homogénea en toda la masa. Por el contrario, las extracciones de pies se concentran alrededor de un número de árboles seleccionados antes de la intervención. Estos son los denominados árboles de porvenir y los que se extraen son sus competidores. La norma indica además que a igualdad de competencia se extraen primero los de mayor diámetro. Pudiendo darse el caso de que un árbol codominante/dominado delgado queda en pie y un vecino codominante/dominante grueso es extraído. Si a estos casos se le suma el hecho de que en las primeras intervenciones los radios de acción de la clara alrededor de los árboles de porvenir no se solapan, quedando por ello áreas de la masa sin tratar, es comprensible que la ejecución de una clara selectiva demande un cambio y adaptación a los técnicos acostumbrados a las claras por lo bajo. En la Fig. 7 se muestra un esquema de cómo la ejecución de diferentes tipos de claras conforman estructuras de masa distintas.

Los criterios para la selección de árboles de porvenir son por orden jerárquico:

- Vitalidad: Reflejada por la posición social del árbol (dominante, codominante, dominado, muerto) y el desarrollo de su copa.
- Calidad de fuste: Criterio fundamental para la producción de madera de calidad.
- Distribución: A partir del número de pies a seleccionar puede calcularse la distancia media a mantener entre los árboles de porvenir. Este criterio debe siempre tenerse en cuenta, pero no es posible aplicarlo en la práctica con exactitud matemática.



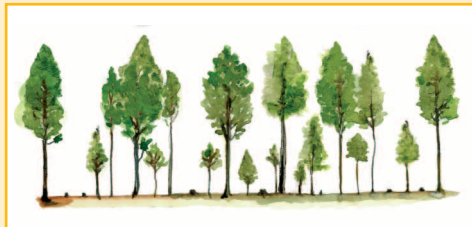
En monte estas normas se traducen en las siguientes directrices:

- Deben ser árboles sanos, que no tengan síntomas de enfermedades o pudriciones en el tronco. También se evitarán los árboles con daños en el tronco y los bifurcados a menos de 10 metros de altura.
- Escoger dominantes o codominantes siempre que sea posible.
- Los pies escogidos deben cumplir los criterios de calidad de fuste, a similar vitalidad se escogerá siempre el de mejor calidad, aunque signifique elegir un codominante en vez de un dominante.
- Con frecuencia los árboles de los bordes de la masa presentan copas desequilibradas y una fuerte ramosidad hacia uno o varios lados por lo que se evitará seleccionarlos.
- La distribución de los árboles de porvenir no tiene que ser exacta pero sí es importante la homogeneidad y que se cubra en lo posible toda la superficie.
- Es posible escoger dos árboles de porvenir relativamente cerca, siempre que se amplie la distancia al resto de los pies de porvenir.

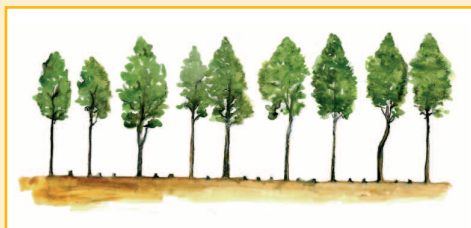
Figura 7: Ejemplo comparativo del efecto de tres tipos de claras (fuerte por lo bajo, selectiva y selectiva mixta) sobre una masa regular con cobertura completa (González, 2005).



Masa inicial sin intervenir: 2.700 pies mayores por hectárea.



Masa tras una clara selectiva con selección de 150 árboles de porvenir por hectárea y extracción de 1.000 pies/ha en la primera intervención.



Masa tras una clara fuerte por lo bajo con extracción de 1.000 pies por hectárea en la primera intervención.



Masa tras una clara selectiva mixta con selección de 150 árboles de porvenir por hectárea y extracción de 1.160 pies/ha, además de todos los pies menores suprimidos y dominados.

El número de árboles de porvenir equivale al número de pies que formarán la masa al final del turno. En el caso del pino silvestre esta cifra estará entre los 180-300 árboles de porvenir en función de la calidad de estación y turno establecido. El fomento sistemático de los árboles de porvenir desde la primeras intervenciones se traduce en un crecimiento diamétrico mayor de lo habitual comparado con las masas tratadas por claras por lo bajo, por lo que a día de hoy es difícil determinar qué número de árboles de porvenir es el más idóneo. El proceso de cálculo en sí es sencillo, se estima el diámetro final de copa que tendrán los árboles para un diámetro medio definido previamente al final del turno, se calcula entonces el número de pies resultante y, dado que la Fcc no es del 100% en fustales de silvestre, se resta la cifra correspondiente.

El peso de intervención en las claras selectivas puede graduarse como en cualquier otro tipo de clara, por lo tanto puede haber claras selectivas moderadas o fuertes. Tradicionalmente el peso se expresa en competidores a extraer por árbol de porvenir, siendo alto en las primeras intervenciones (del orden de 2-3 por árbol de porvenir) y reduciéndose a medida que avanza el turno hasta ser inferior a 1 (puede extraerse un competidor por cada dos árboles de porvenir, peso de 0,5 por ejemplo).

La poda de los árboles de porvenir suele ser la norma, al menos hasta los 5,5 m, para asegurar lo antes posible la formación de madera sin nudos. Sería interesante subir posteriormente la poda en función de cálculos gasto/rendimiento hasta los 10 o 12 m, por ejemplo.

El objetivo de las claras selectivas es fomentar desde edades tempranas a aquellos pies que formarán la masa final. Este fomento, a través de la extracción paulatina de los competidores, provoca un buen desarrollo de la copa y un crecimiento en diámetro acorde con el potencial de la estación. De esta forma se puede llegar a un diámetro final en menos tiempo, reduciendo turnos, o alcanzar mayores diámetros finales en el mismo tiempo, manteniendo turnos.



### **3.3 TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS DE REGENERACIÓN**

#### **3.3.1 Características de los procesos de regeneración en el pino silvestre**

El pino silvestre florece de mayo a junio y la fecundación tiene lugar en la próxima primavera. Los piñones maduran al año siguiente de la floración y se dispersan en otoño hasta mediados de primavera según la climatología del año, especialmente entre diciembre y marzo (Ruíz de la Torre, 1979).

La época de floración parece que está muy relacionada con la temperatura, habiéndose encontrado en diferentes regiones de Europa (Finlandia, Turquía y Hungría) que la floración se produce cuando se alcanza un 17% de los grados-día anuales, con un 6% de variación (Koski, 1991). El polen puede dispersarse a gran distancia, aunque según Koski (1991) el 50% del polen no se desliza a más de 50 m del árbol. Esto implica una elevada tasa de autopolinización, entre un 5-20%, por lo que parece conveniente dejar un número suficiente de árboles padre. No obstante, la presencia de poliembrionia reduce el problema de la autopolinización. Por otra parte, estudios recientes de dispersión genética en masas del género *Pinus* constatan que sólo un reducido número de individuos tienen como árbol padre al árbol más cercano (Robledo Arnuncio et al., 2004).

El pino silvestre produce gran cantidad de semilla a partir de los 40 años si crece en espesura y a partir de los 25-30 años en árboles aislados. Posee un marcado carácter vecero, produciendo las fructificaciones más abundantes en periodos de varios años. Aproximadamente de cada siete años, dos suelen ser buenos (con una alternancia de dos a cinco años), otros dos intermedios y los tres restantes malos, siendo raro la pérdida total de semilla (Ruíz de la Torre, 1979).

Dado que la regeneración natural se produce a través de la diseminación de semilla fértil, es necesario que la masa a regenerar tenga la suficiente madurez y la suficiente semilla, aspecto especialmente importante dada la vecería acusada de muchas especies forestales, como para garantizar esta diseminación. Una vez más no es posible influir directamente sobre la madurez o la vecería de una masa, pero si es factible actuar para por un lado favorecer en lo posible una buena diseminación y por otro mejorar las condiciones de germinación de las semillas.

La fructificación y diseminación se pueden ver favorecidas por los siguientes aspectos (González, 2005):

- Aplicación de cortas preparatorias previas a la diseminación que reducen la espesura global de la masa proporcionando mayor iluminación en las copas y aumentando así la calidad y cantidad de la fructificación.
- Una correcta selección de los pies “padres” o diseminadores a la hora de realizar las cortas encaminadas a regenerar. Esta selección debe guiarse no sólo por criterios de fructificación, sino también por la estabilidad y vigorosidad de cada pie.
- Hacer coincidir en lo posible las cortas de regeneración con buenos años de semilla. Lo ideal es iniciarlas una vez éstas estén maduras, pero antes de que comience la diseminación, de tal forma que a la diseminación procedente de los pies padres se le sumará la que se produzca durante el apeo y la saca del resto de los pies.

### **3.3.2 Tratamientos generales**

El pino silvestre es una especie de media luz, o incluso de luz cuánto más al norte es la latitud, tratada a monte alto regular. Por ello los tratamientos de regeneración tradicionales han sido el aclareo sucesivo uniforme y las cortas a hecho, normalmente en dos tiempos.

Es relativamente fácil que durante la aplicación del aclareo sucesivo uniforme surjan problemas que dificulten o impidan la regeneración. Los tratamientos de regeneración requieren siempre una planificación cuidadosa, una atención especial durante su aplicación y rigurosidad en el avance por las distintas fases. Siempre que existan dudas sobre si podrá aplicarse un método con éxito durante todo el proceso es mejor, si hay una alternativa técnicamente más sencilla, optar por ella. En el caso del pino silvestre estas alternativas más sencillas serían las cortas a hecho en sus diferentes variantes. Con ello no se pretende insinuar que estos métodos serían más adecuados que el aclareo sucesivo uniforme, sino sólo que su ejecución es más sencilla.

Si se aplica de forma correcta, cuidadosa y rigurosa el **aclareo sucesivo uniforme** resultará en una regeneración natural masiva y con éxito. Los tratados clásicos de Selvicultura describen en detalle estos procesos, aquí se indicarán sólo la pautas generales recomendables para su aplicación en las masas de pino silvestre en Castilla y León:

- Las cortas preparatorias sólo son necesarias si la masa llega con una densidad muy alta al final del turno y con Fcc de más del 90%. En la mayor parte de los casos las cortas preparatorias no serán necesarias. Conviene recordar que su objetivo son favorecer por un lado las condiciones de asentamiento del piñón en el suelo reduciendo la acumulación de humus/pinocha existente y por otro mejorar las condiciones de fructificación/diseminación durante la fase siguiente mejorando el estado de las copas de los árboles dominantes y eliminando los pies no deseados. Si la Fcc es del 75-85% estas condiciones ya se dan y la eliminación de pies no deseados puede hacerse también en la siguiente fase. Si la Fcc es menor del 70% la masa ya estará demasiado abierta teniendo problemas de empradizamiento, invasión de matorral y/o regeneración adelantada. En estos casos lo mejor es hacer los tratamientos correspondientes como gradeos o desbroces antes de pasar a la siguiente fase e incluso optar por alguna de las modalidades de corta a hecho.
- La clave del éxito está en ejecutar correctamente la corta diseminatoria, que es la que va a provocar la regeneración. Para ello conviene hacer una sola corta diseminatoria, eliminando el 60% del volumen y dejando una Fcc cercana al 35-40%. Los pies que queden deben ser vigorosos, estables frente al viento y de calidad aceptable. Normalmente durante el proceso de extracción de los pies la remoción del suelo es suficiente para reducir las posibles acumulaciones de pinocha o el empradizamiento. La intervención real debe realizarse en octubre-noviembre de un año vecero, cuando el piñón sea abundante, esté maduro pero aún no halla diseminado. De esta forma a la diseminación de los árboles en pie se sumará la producida durante el apeo y caída de las piñas de los pies extraídos. El plazo usual para producir un diseminado abundante antes de que el empradizamiento o el matorral dificulten el proceso es de dos a tres años.
- Una vez el regenerado sea suficiente debe procederse a la corta final, que será mejor única. El regenerado debe considerarse suficiente si al menos hay una planta por metro cuadrado (lo que significaría 10000 plantas por hectárea, más que suficiente) y la corta final debe realizarse cuando éste tiene menos de medio metro de altura para evitar en la medida de lo posible los daños durante la extracción. Si se pretende realizar la corta final en dos fases (aclaratoria y final) los árboles que queden en pie deben ser los del perímetro de corta y los más cercanos a las vías de saca.

Como alternativa se presentan las **cortas a hecho** a un tiempo o dejando árboles padre con posterior regeneración natural o siembra artificial. En caso de

dejar árboles padre conviene no escoger un número superior a los 40-50 por hectárea, que sean estables frente al viento, muestren vitalidad suficiente para permanecer vivos durante el período de regeneración y superar la transición de árbol en espesura a árbol en solitario y sean de una calidad suficiente para asegurar su posterior saca una vez conseguida la regeneración.

La otra variante de las cortas a hecho, la **corta a hecho por fajas**, presenta la misma facilidad técnica de ejecución y le suma la creación de unas condiciones ecológicas mucho menos extremas junto a un menor impacto paisajístico. Las cortas a hecho por fajas se caracterizan no por su forma como frecuentemente se cree, pueden ser rectangulares ("fajas") o de cualquier otra forma geométrica, sino porque existe una protección lateral del arbolado adulto que crea un gradiente de temperatura y humedad más propio de los bosques que de las zonas ralas. Dado que esta protección lateral tiene un límite situado tradicionalmente en dos veces la altura del arbolado adulto, ésta es la principal característica de las cortas a hecho por fajas. La aplicación de estas cortas es muy común en muchas zonas europeas, pero en España no han sido muy usuales. Sin embargo el concepto que últimamente se viene barajando de crear "bosquetes" de media hectárea como alternativa a las cortas a hecho tradicionales no es más que una corta a hecho por fajas con forma más o menos circular (González, 2005).

El método de aclareo sucesivo por bosquetes, pese a la similitud de nombres, no tiene nada que ver con las cortas a hecho y su ejecución no tendría ningún éxito en especies de media luz/luz como el pino silvestre, aparte de ser técnicamente aún más complejo que el aclareo sucesivo uniforme.

Con respecto a las cortas de regeneración la Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León (DGMN, 2005a) señala las siguientes restricciones:

- En aquellos casos en los que se considere necesario llevar a cabo cortas a hecho, la superficie de corta anual continua no superará las 10 ha, intentando como norma general que no se superen las 5 ha.
- Con el fin de aportar diversidad estructural e incrementar el nivel de biodiversidad existente en el entorno de las zonas de actuación, después de ejecutar las últimas cortas (o cortas finales) de regeneración, deberá permanecer en pie una reserva de, al menos, 4 árboles/ha. Se ha de armonizar la conservación de estos pies con el correcto desarrollo de la

nueva masa regenerada. Para ello el número de pies sobremaduros a dejar debe ser tal que:

- no suponga una competencia real para los nuevos pies, que deben crecer con todo su potencial.
- presente una "oferta suficiente" de superficie a las especies que vayan a ocuparla.

Los pies se dejarán preferentemente formando pequeños grupos (de 2 a 4 individuos) pues así se conseguirá:

- minimizar el efecto sobre la masa principal (la regenerada) al reducir al mínimo el espacio que ocupan los pies sobremaduros.
  - aumentar el atractivo como lugares de refugio y anidamiento al constituir el grupo un lugar más oculto y abrigado frente a vientos, lluvias, depredadores, etc. Además unos árboles pueden funcionar como posaderos previos a la entrada en el nido, y otros como lugar para anidar.
- En aquellas zonas de actuación donde se encuentren plataformas de nidificación de alguna de las especies catalogadas como "en peligro de extinción" o "vulnerables" que no cuenten con Plan de Recuperación o Plan de Conservación aprobado, así como otras rapaces forestales que se encuentren catalogadas como "de interés especial" dicha reserva se incrementará a 10 pies/ha en un entorno de protección de la zona del nido que comprenda, como mínimo, una superficie de 15 ha. Para las especies que ya cuentan con estos instrumentos de planificación se atenderá a las consideraciones hechas al respecto por los mismos.
  - Se mantendrá una cantidad significativa de árboles muertos, cifrándose en 1-2 pies/ha de diámetro de tronco superior a 35 cm. En los rodales de corta, estos pies se podrán elegir entre aquellos de extracción dificultosa o de menor valor maderable y de forma preferente entre aquellos que presenten oquedades dado que suponen lugar de refugio de un buen número de especies.
  - Se procurará el mantenimiento de pequeños rasos naturales en el interior de la masa debido a su importancia en la conservación de la biodiversidad, evitando su repoblación artificial en el momento en que se aborde la regeneración de la masa circundante. También se estudiará el mantenimiento de pequeños rasos aprovechando pequeñas perturbaciones como derribos; éstos se localizarán preferentemente en las zonas de

peor calidad de estación. Estas zonas cumplen un importante papel ecológico dado que su estrato herbáceo es el hábitat seleccionado de forma preferente por determinados micromamíferos (como topillos, ratones, etc.), los cuales a su vez son la base de la cadena trófica del ecosistema, siendo la presa principal de pequeños carnívoros y de algunas rapaces. A su vez, son zonas muy utilizadas por otros grupos faunísticos, principalmente herbívoros, como zonas de alimentación y de reposo.

Foto 13 y 14: Árboles padre escogidos tras  
corta a hecho en dos tiempos en Soria.  
(Autor: José María González Molina)



### 3.4 TRATAMIENTOS EN MASAS IRREGULARES

#### 3.4.1 Conceptos generales

Las masas irregulares se definen como aquellas en las que están presentes todas las clases de edad en mezcla íntima en una misma superficie. Sin embargo, el aspecto diferenciador de una masa irregular no es tanto su composición en edad, sino su estructuración en diversos estratos verticales (González, 2005).

Por ello Schütz (2002) propone una definición algo diferente de la tradicional: *"El bosque irregular es un bosque formado por árboles cuyas copas habitualmente no se tocan lateralmente y, sin embargo, ocupan la totalidad del espacio vertical de crecimiento."* Este "espacio vertical de crecimiento" ha de entenderse como una estructuración vertical de la masa, que abarca la totalidad del espacio en el cual la capacidad fotosintética aún es positiva. Así, aunque los árboles no se tocan lateralmente (el dosel no está cerrado y la espesura no es completa) su estructuración vertical les permite aprovechar al máximo el espacio potencial de crecimiento al contrario de lo que ocurre con una masa abierta o una masa regular de espesura incompleta.

La inmensa mayor parte de las masas irregulares europeas han sido siempre gestionadas en un irregularidad pie a pie o por golpes. Con ello, la irregularidad pie a pie no debe entenderse literalmente, ya que no obliga a que la mezcla se produzca con cada árbol de cada clase de edad en proximidad íntima. El concepto "pie a pie" debe entenderse como indicativo de que todas las clases de edad se ven influidas en su desarrollo por el resto de las clases de edad, debido a su proximidad, sin que en ningún caso se dé la separación espacial propia de las masas regulares. Este es en realidad el factor diferenciador clave. El aspecto principal a definir será, por lo tanto, espacial, es decir, se plantea la cuestión de cómo de grande ha de ser un "bosquete" de una clase de edad para que ya no se le considere mezcla pie a pie. Dado que aún no existe una definición estándar, se propone aquí la siguiente: mezcla "pie a pie" es aquella en la que un grupo de árboles de una determinada clase de edad limita al menos con dos grupos de otras dos clases de edad diferentes (González, 2005).

"Grupo" es el colectivo que ocupa el espacio vital correspondiente al de un árbol maduro, siempre en términos de superficie. Por lo tanto el número de pies que conforman el grupo dependerá del estadio de desarrollo en que se encuentren. Así, serán muchos los pies que conformen un grupo de la clase de edad I, mientras que serán sensiblemente menos los de la clase de edad III y así consecutivamente. Los de la última clase de edad estarán constituidos por un árbol. En la Fig. 8 se intenta esquematizar esta definición.

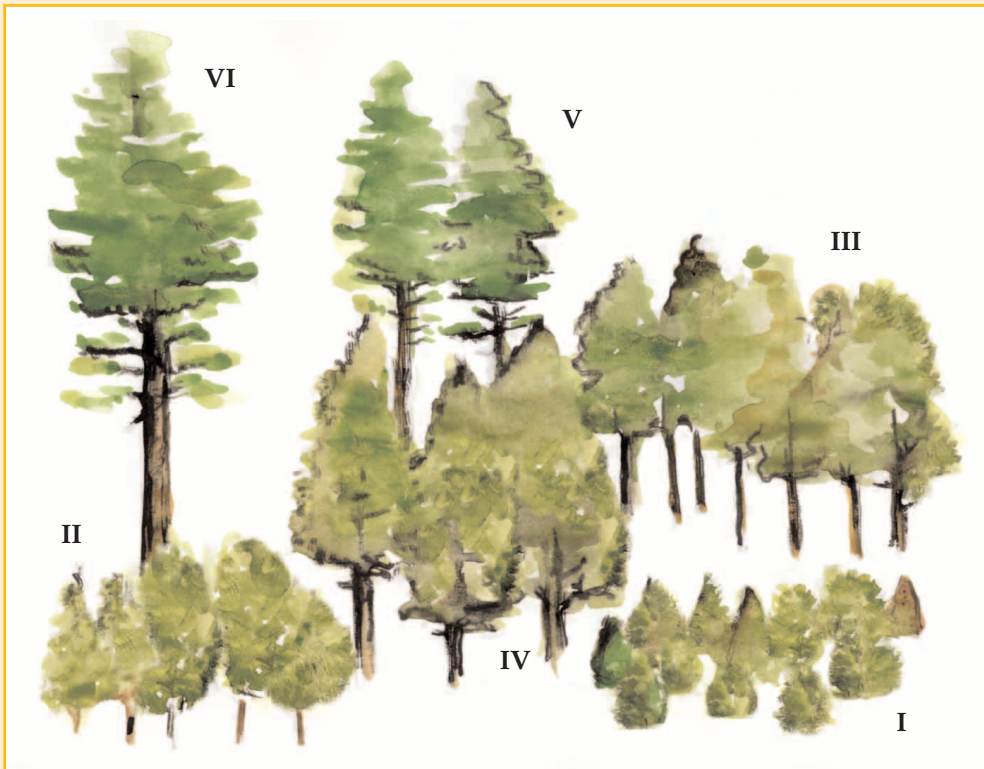
En la práctica selvícola el tamaño usual de la mezcla "pie a pie" equivale al espacio que ocupan de 1 a 4 árboles en la edad de madurez, es decir, al formado por 1 a 4 grupos. En general, considerando la relación media entre diámetro normal y diámetro medio de copa, la superficie máxima abarcada por los grupos que aún mantienen las características propias de la mezcla pie a pie será normalmente inferior a 500 m<sup>2</sup> (equivalente a unos 9 a 10 árboles maduros). Por



su parte, Schütz (2002) indica que el diámetro de los huecos de regeneración no debería superar nunca el equivalente a la altura de un árbol y matiza que la superficie abarcada por los grupos no debe ser superior a las 10 áreas si se quiere mantener las características propias de estructura y crecimiento individual de las masas irregulares.

Sin embargo, esta cifra es orientativa, ya que presupone una estructura más o menos circular de cada grupo. Por otra parte, en algunas especies tolerantes a la sombra los "grupos" estarán compuestos por sólo uno o pocos individuos, incluso en las primeras clases de edad. Podría, por lo tanto, acotarse la superficie de los bosquetes pequeños a 0,1-0,5 ha e incluir todo grupo de árboles de la misma clase de edad en superficies inferiores a las 10 áreas en la mezcla "pie a pie".

Figura 8: Esquema de la distribución de clases de edad en una masa irregular pie a pie (González, 2005). Los números romanos equivalen a clases artificiales de edad. La superficie ocupada por cada grupo equivale a la de un árbol de la VI clase de edad.



En sí, la masa irregular por bosquetes o la entresaca por bosquetes, preconizada en los últimos tiempos por algunos sectores por ser aparentemente interesante para la gestión de bosques irregulares en España, aúna todas las desventajas de las masas irregulares y regulares y muy pocas ventajas de ambas. Para más detalle consultar González (2005). Baste aquí reflejar la opinión de Schütz (2002) en este sentido y con respecto a la entresaca por bosquetes *"...el término "entresaca por bosquetes" o incluso "entresaca por rodales", término utilizado últimamente con frecuencia en Bélgica, sólo provocan confusión, tanto desde el punto de vista semántico como desde el funcional. El significado de este término no parece ser compatible con la forma de crecimiento del bosque irregular y tampoco con las condiciones de sostenibilidad selvícola del sistema irregular. Un tipo de masa que esté compuesta por los denominados bosquetes, que por definición deben tener más de 10 áreas de extensión, debe ser incluida inequívocamente en los bosques colectivos o regulares. Cuando estos colectivos de diferente edad se distribuyen de forma aleatoria se les puede enmarcar en las masas en forma de mosaico, las cuales se parecen desde el punto de vista funcional mucho más a los aclareos sucesivos por bosquetes que a las masas irregulares."*

### 3.4.2 Las masas irregulares de pino

Los parámetros selvícolas de las masas irregulares de coníferas de luz o media luz difieren en algunos aspectos importantes de los asumidos tradicionalmente por la gestión irregular centroeuropea. A continuación se describirán algunas de estas diferencias.

La constante de Liocourt no tiene porqué mantenerse igual a lo largo de toda la curva, tal y como se ha constatado para el pino laricio del Pirineo o para los montes bajos irregulares de encina de Gerona (González et al, 1997; González et al. 1998a). Por otra parte en las masas irregulares de coníferas (principalmente pino) se constatan unos valores de  $q$  mucho mayores de los descritos para Centroeuropa (González, 1999). Perfiles y coberturas similares pueden apreciarse en las masas irregulares mixtas de pino descritas en otros países (ver Fig. 9), donde la cobertura normal oscila entre el 40-70% de la fracción de cabida cubierta.

De hecho alguna de las características más relevantes de las masas irregulares de pino en España son:

- La mezcla íntima de sólo tres o cuatro clases de edad consecutivas (cuatro o cinco clases diamétricas), lo que conlleva áreas basimétricas y volúmenes muy bajos comparados con las masas irregulares tradiciona-

les y sensiblemente menores que los equivalentes a fustales regulares de estas especies.

- Edades de madurez relativamente bajas y que se sitúan entre los 60 y los 80 años.
- El pino es la única especie dominante que conforma el dosel.
- No hay pastoreo en el monte, por lo que este factor no afecta a la regeneración.

Dada la variedad de parámetros que se fijan para definir las curvas de equilibrio, resulta patente **que no existe una única solución o curva ideal** para cada masa. Muy al contrario hay unos límites relativamente amplios entre los cuales la producción y la estructura de una masa irregular no se ve perjudicada seriamente (ver Fig. 10). Identificar correctamente estos límites exige, sin embargo, un trabajo adicional de análisis del potencial de la masa en cuestión. González et al. (1998b) definieron estos rangos para las masas irregulares del Solsonés (Lérida) (ver Tabla 15). Las curvas de equilibrio escogidas deben ser aquellas cuyas existencias permitan una incorporación suficiente y continua de individuos a la primera clase diamétrica, asegurando así la persistencia de la estructura irregular.

Los criterios a seguir para determinar la idoneidad de una distribución de equilibrio concreta se basan la ponderación de los siguientes aspectos:

- La irregularidad estructural de una masa sólo puede mantenerse si se asegura la incorporación de nuevos individuos a la clase diamétrica 10. Para ello es fundamental mantener un mínimo de apertura de la masa que posibilite la regeneración continua y la consolidación del nuevo regenerado. Sin embargo, en el caso de los pinos las fracciones rara vez deben superar el 70%, manteniéndose normalmente entre el 60-70% (ver Tabla 15) o incluso más bajas si a una acusada mediterraneidad climática se le suman condiciones edáficas que potencian la aridez.
- Las diferentes clases diamétricas que componen una masa irregular pueden agruparse en tres grupos o colectivos con "funciones" bien distintas en relación con su influencia en la estructura y evolución de la masa. El primer colectivo englobaría las clases diamétricas menores que se corresponden con los pies más jóvenes (10-15), su función principal es asegurar la continuidad. El segundo grupo lo conforman las clases diamétricas intermedias que se sitúan en los diferentes estratos verticales de crecimiento sin formar el dosel dominante y su principal relevancia está en mantener esa misma estructuración vertical, a la vez que dosifica el tiempo de duración de la compresión bajo cubierta de los pies más jóvenes. El último grupo está compuesto por los pies dominantes forma-

dos por las últimas clases diamétricas, que no sólo acumulan la mayor parte del valor ecológico y económico de la masa, sino que además su extracción provoca huecos suficientemente grandes como para iniciar la regeneración. La fracción de cabida cubierta de este colectivo es clave a la hora de valorar la idoneidad de las diferentes curvas por comparación con el temperamento de las especies a regenerar.

Figura 9: Perfil de una masa irregular de pino (Baker et al., 1996).

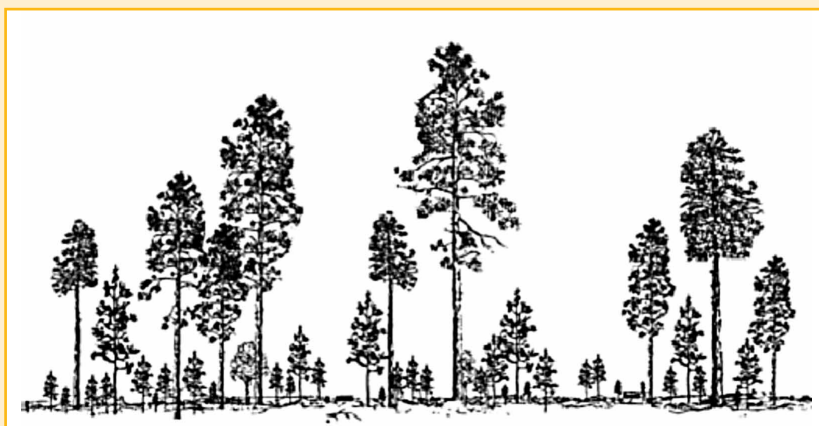


Figura 10: Variación de la estructura de una masa irregular en torno a la curva óptima de equilibrio descrita desde 1928 a 1987 (Bachofen, 1997).

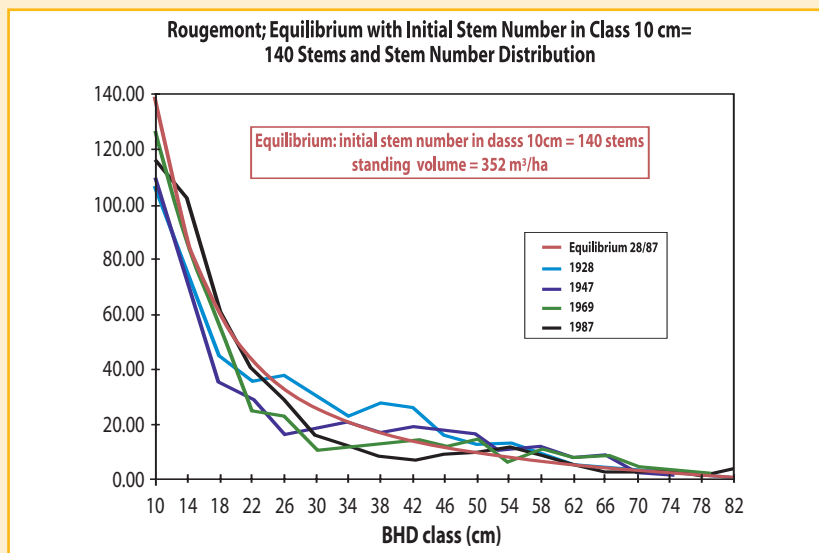


Tabla 15: Rangos de los parámetros definitorios de un bosque irregular en equilibrio para diferentes especies del Solsonés (González et al., 1998b).

N: Número de pies; q: constante de Liocourt; Fcc: Fracción de cabida cubierta; G: Área Basimétrica; CD10-15: Clases diamétricas 10 a 15; Dmax: Diámetro máximo;

	N	q	Fcc	G	CD10-15	Dmax
	pies/ha	tramos	%	m <sup>2</sup> /ha	%	%
<b>Pinus nigra</b>	800-1100	3 ascend.	60-70	>16	35-45	>35
<b>P. sylvestris</b>	800-1100	3 ascend.	60-65	>16	35-45	>5
<b>P. halepensis</b>	700-900	3 ascend.	60	>16	35-45	>30
<b>P. uncinata</b>	1000-1200	3 ascend.	60-70	>20	35-40	>30
<b>Abies alba</b>	900-1100	2 descend.	90-100	>30	12-20	>40
<b>Fagus sylvatica</b>	900-1100	1	85-95	>25	15-25	>35

### 3.5 TRATAMIENTOS DE DEFENSA DEL MONTE

Los daños que se producen en las masas arboladas pueden ser de tipo abiótico (vendavales, incendios, nevadas, etc.) o biótico (plagas, enfermedades, herbívoros, etc.). En el caso del pino silvestre en Castilla y León los principales daños vienen dados por determinadas plagas y enfermedades, así como por los incendios forestales. Ocasionalmente se producen daños por vendavales (derribos o roturas de arbolado), pero hasta la fecha siempre de forma esporádica y muy localizada. Dado que los daños por viento/nieve están directamente relacionados con la estabilidad estática de las masas/individuos, el denominado índice de esbeltez ( $h/d$ ), y que todas las normas selvícolas de tratamientos de mejora o regeneración suelen incluirlo como factor a valorar a la hora de escoger tipo y peso de tratamientos, no se hará mayor hincapié de estos aspectos aquí, remitiendo a la bibliografía general correspondiente (González, 2005). A continuación, y de forma breve, se tratarán los tratamientos sanitarios y de prevención de incendios.

#### 3.5.1 Tratamientos sanitarios

Entre los defoliadores, la procesionaria del pino, *Thaumetopoea pytiocampa*, ocupa un lugar destacado, siguiendo ciclos de abundancia y precisando tratamientos fitosanitarios cada cierto tiempo. Los tratamientos comunes son aéreos de ULV 35 g Hexflumuron m.a. (140 cc.p.c.) + 500 cc de aceite de verano + 4,36 l de agua, con una dosis de 5l/ha (JcyL, 2003).

Foto 15: *Pinus sylvestris* defoliado por *Lymantria monacha* (Vinuesa, Soria).  
(Autor: Froilán Sevilla)



La mayor parte del resto de los daños bióticos se relacionan también con la presencia de defoladores como la *Lymantria monacha* y, en menor medida, con *Neodiprion sertifer* y *Diprion pini*. Entre los perforadores es continúa, aunque normalmente de manera testimonial, la presencia de *Ips sexdentatus*, siendo conveniente vigilar siempre los focos encontrados extrayendo y eliminando los pies colonizados para evitar su propagación.

El muérdago también aparece, especialmente en Burgos y Soria, con cierta frecuencia, en ocasiones asociado a defoliaciones de cierta consideración. En Soria el muérdago aparece frecuentemente en árboles viejos en masas claras en zonas próximas a los pueblos, con suelos compactados o/y empradizados y sobrepastoreados.

Los pinares de silvestre sufren además frecuentemente de pudriciones, en especial en edades avanzadas. Las pudriciones más comunes son las debidas al hongo *Fomes pini*, que provoca una pudrición corrosiva del duramen, del tipo acebollado-cavernoso (Rojo y Montero, 1996). Los árboles atacados por este hongo son los denominados "chamosos", pero también son abundantes los llamados "sarrosos", cuyo daño tiene su origen en el hongo *Cronartium falccidum* que des-



truye el liber y el cambium de la zona atacada, originando deformaciones y chan-cros acompañados de una gran emisión de resina, que se manifiesta por la apari-ción de grandes manchas negras en el fuste. Existen otros hongos que provocan pudriciones en esta especie, pero no son tan abundantes. Estas pudriciones condi-cionan el turno de la masa y en ocasiones conllevan que las necesarias cortas de policía abran en exceso la masa.

Por este motivo, si existen riesgos de pérdidas por pudriciones en la segun-da mitad del turno, hay que tener presente que serán necesarias cortas sanitarias.

Foto 16: Pinar de silvestre nevado en Regumiel de la Sierra (Burgos).  
(Autor: Froilán Sevilla)



### **3.5.2 Tratamientos de prevención de incendios**

La silvicultura preventiva de incendios que actualmente se aplica se centra en reducir la combustibilidad de los montes pasando de modelos de combustible con mayor riesgo a otros con menor riesgo. Las actuaciones en sí consisten en podas de penetración y desbroces y en ocasiones en aplicar claras por lo bajo para reducir la densidad y romper la continuidad vertical del combustible. Otras actuaciones mejoran la infraestructura de prevención/extinción con la apertura y man-

tenimiento de cortafuegos, pistas de acceso, emplazamiento de puntos de agua, etc. Todos estos tratamientos son comunes y están plenamente descritos en muchas obras de silvicultura general y específicas sobre incendios, por lo que no se entrará aquí en mayor detalle.

Además de las actuaciones arriba indicadas pueden añadirse el fomento de rodales de frondosas de poca combustibilidad en aquellas estaciones puntuales que lo permitan, por ejemplo vaguadas húmedas y riberas, así como el evitar la cobertura total del bosque, siendo importante, también desde el punto de vista de biodiversidad, mantener algunas áreas de pastizales y/o cultivos.

Sin embargo hasta el presente hay poca información disponible sobre posibles estructuras selvícolas que sean más estables frente a los incendios, así como sobre las consecuencias selvícolas que de ello se derivarían (Arilla et al., 2005).

En relación a la protección de especies y la apertura de pistas y cortafuegos, la Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León establece lo siguiente: *"En el diseño y construcción de nuevas vías forestales y cortafuegos se seguirán criterios de conservación de la biodiversidad, evitando la eliminación o afección de posibles enclaves de especímenes vegetales de interés especial, la destrucción de lugares de cría o de nidificación de las especies catalogadas, y la perturbación de la tranquilidad de las mismas especialmente durante la época de cría y reproducción. Se tenderán a minimizar los movimientos de tierras y la tala de pies arbóreos, y se realizarán y mantendrán las obras de drenaje superficial necesarias, tales como cunetas, pasos de agua, cortes transversales cada cierta distancia, etc. De igual forma, se procurará la máxima rapidez en la ejecución de los trabajos, y se evitará la coincidencia con periodos de lluvia debido a la acumulación de gran cantidad de materiales sueltos fácilmente erosionables"* (DGMN, 2005a).





## MODELOS SELVÍCOLAS DE GESTIÓN PARA EL PINO SILVESTRE

Aplicar la información sobre crecimiento, producción y silvicultura estándar para la elaboración de nuevos modelos de gestión no es una tarea sencilla. Rara vez la situación de partida de las masas a gestionar va a coincidir plenamente con las cifras indicadas en los modelos y, por otra parte, cada modelo que se concreta en tablas sólo refleja los valores calculados a partir de una primera premisa. Con frecuencia esto dificulta su aplicación y puede llevar a pensar que su validez práctica es escasa. Teniendo en cuenta estos condicionantes, los modelos que se presentan han sido desarrollados **atendiendo en primer término a su aplicabilidad práctica y al fomento de la gestión sostenible multifuncional**. Se ha perseguido además la fiabilidad científica en su cuantificación en tablas, utilizando para ello las relaciones fundamentales entre variables desarrolladas hasta el presente para el pino silvestre en Castilla y León.

Es muy importante tener en cuenta que todos y cada uno de los modelos propuestos representan un tipo determinado de "caso", definido a través de parámetros selvícolas tales como masa regular, masa pura o mixta, calidad de estación y restricciones a la gestión existentes. Para la descripción de estos casos se aplicará el concepto de Tipo de Bosque Final (TBF), el cual describe en detalle las estrategias selvícolas necesarias para obtener una determinada estructura de masa que se pretende alcanzar (González, 2005).

Para su aplicabilidad es conveniente la cuantificación para cada TBF de modelos numéricos concretos, pero éstos **representan sólo una media alrededor de la cual se moverán múltiples submodelos similares** igualmente válidos. Así por ejemplo, si en un modelo se parte de 180 árboles de porvenir, éste será igual de válido para submodelos de tratamiento similar que partan de 170 o de 190 árbo-

les de porvenir. Los modelos propuestos son ejemplos que intentan describir una media representativa para cada TBF pero no son recetas que deban seguirse al pie de la letra (o del número).

Para organizar los modelos de gestión de pino silvestre en Castilla y León se ha partido de la siguiente jerarquía:

1. Masa regular / Masa irregular
2. Masa pura / Masa mixta
3. Alta intensidad de gestión / Baja intensidad de gestión
4. Calidad >20 / Calidad <20 y crecimientos >2 m<sup>3</sup>/ha/año
5. Masas de singular protección

La Tabla 16 refleja la forma en que se han definido algunos conceptos clave, tales como masa pura y mixta o tipo de mezcla, que han sido utilizados en la elaboración de los modelos. Es importante tenerlos en cuenta para evitar posibles confusiones en la interpretación de estos modelos.

En la Tabla 17 se muestra un esquema general de los modelos propuestos. A continuación se procede a su presentación en detalle. Se ha realizado un esfuerzo especial en resaltar, antes de la cuantificación de los modelos, las características generales del mismo, de tal forma que sirvan de guía para su adaptación a situaciones reales del monte.

Como parámetro de entrada a los modelos se ha escogido la altura dominante (H<sub>o</sub>) cuya equivalencia a una edad concreta variará según la calidad de estación. De esta forma la rotación entre intervenciones y el peso aplicado en cada una de ellas se adapta a la dinámica de crecimiento según estaciones.

**Tabla 16: Conceptos selvícolas utilizados en la definición de los modelos.**

CONCEPTO	ACLARACIÓN
Masa pura	Masa compuesta como mínimo en un 80% del estrato dominante por pino silvestre. Puede contener otras especies arbóreas en mezcla con un porcentaje en el estrato dominante de hasta el 20%.
Masa mixta	Masa compuesta por pino silvestre más, al menos, otra especie arbórea que suponga como mínimo >20% del dosel arbóreo y como máximo el 50%. Es decir, al menos, el 50% del dosel estará dominado por el pino silvestre.
Mezcla individual	Masas en la que la mezcla de especies se da pie a pie, es decir, cualquier pie de una especie dada colinda al menos con 3 o más de otra especie.
Mezcla por golpes	Masas en la que la mezcla de especies se da por golpes, es decir, las especies en mezcla se agrupan de tal forma que una parte de ellas solo colindan con pies de su misma especie. Por regla general el tamaño de estos golpes variará entre los 1000 y los 5000 m <sup>2</sup> .

Tabla 17: Esquema general de los modelos propuestos.

Masa regular pura	Selvicultura intensa	Calidad >20	Modelo 1a
			Modelo 1b
	Selvicultura extensiva	Calidad <20 y crecimientos> 2 m <sup>3</sup> /ha/año	Modelo 2
		Calidad >20	Modelo 3
Masa regular mixta	Mantener	Calidad >20	Modelo 5
		Calidad <20 y crecimientos> 2 m <sup>3</sup> /ha/año	Modelo 6
	Transformar	Calidad >20	Modelo 7
		Calidad <20 y crecimientos> 2 m <sup>3</sup> /ha/año	Modelo 8
Masa irregular	Cortas por entresaca	Calidad >20	Modelo 9
	Cortas libres	Todas las calidades	Modelo 10
Masa irregular	Crecimientos <2 m <sup>3</sup> /ha/año		
	Protección por motivos orográficos		
	Protección por motivos de hábitats de especies		
	Protección por cercanía a ribera		
	Evolución natural sin intervención		

#### 4.1 MODELOS PARA MASA REGULAR PURA DE PINO SILVESTRE; PRODUCCIÓN DE MADERA DE CALIDAD

Engloba todas las masas puras de pino silvestre cuyo objetivo preferente es la producción de madera de calidad y ésta no se ve limitada por causas derivadas de inestabilidad orográfica o edáfica, por motivos de protección de hábitats, por uso recreativo o por crecimientos medios muy reducidos (<2 m<sup>3</sup>/ha/año).

Se diferencian dos grupos de modelos, uno con una alta intensidad de gestión selvícola que se traduce en selección de árboles de porvenir, claras selectivas y un régimen activo de podas, el otro con una baja intensidad selvícola en la que se aplican los modelos tradicionales de claras por lo bajo modelando el peso en función de la calidad de estación. El primer grupo de modelos es recomendable para todas aquellas masas de buena calidad situadas en zonas orográficas y edáficas casi sin limitantes. El segundo grupo es una alternativa para aquellos rodales en los que una inversión activa en podas altas y claras selectivas no se considera conveniente. Las calidades corresponden a las elaboradas por Rojo y Montero (1996).

Modelos de alta intensidad selvícola:

- Modelo 1: Tratamientos de claras selectivas en masas con calidad >20
- Modelo 2: Tratamientos de claras selectivas en masas con calidad <20 y crecimientos >2 m³/ha/año

Modelos de baja intensidad selvícola:

- Modelo 3: Tratamientos de claras fuertes por lo bajo en masas con calidad >20
- Modelo 4: Tratamientos de claras moderadas por lo bajo en masas con calidad <20 y crecimientos >2 m³/ha/año

Para la elaboración de estos modelos se han determinado los diferentes parámetros según muestra la Tabla 18.

Tabla 18: Metodología aplicada para determinar los diferentes parámetros de los modelos propuestos.  
Ho: Altura dominante; Vme/Vmac: Relación volumen medio antes de la intervención y volumen medio de la masa extraída; Cp/AP: Competidores extraídos por árbol de porvenir; Vcc: Volumen con corteza; G: Área basimétrica; N: Número de pies por hectárea; Fcc: Fracción de cabida cubierta

Parámetro	Método
Ho	Parámetro de entrada fijado en función de la calidad de estación y la rotación media prevista entre intervenciones, normalmente 11-12 años
Número de pies	Determinado en función del volumen extraído en cada intervención ajustando Vme/Vmac, Cp/AP, %Vcc extraído y %G extraído
Número de árboles de porvenir	Determinado en función del diámetro medio final y su correspondiente diámetro de copa medio, corregido según la Fcc
Diámetro cuadrático medio	$\ln(Dg) = 4,36156 - 0,35953 \cdot \ln(N) + 0,41028 \cdot \ln(Ho)$ (Río et al., 2006)
Volumen con corteza	$Vcc = 75,9627 + 03990 \cdot G \cdot Ho$ (Rojo y Montero, 1996)

**4.1.1. Modelo 1: Tratamientos de claras selectivas en masas con calidad >20**

Aptas para este Modelo son todas las masas puras de calidad 20 o superior (Rojo y Montero, 1996) con objetivo preferente de producción de madera de calidad y sin las restricciones mencionadas en el apartado anterior.

El Modelo propuesto tiene como objetivo preferente maximizar la producción de madera de grandes dimensiones (>50 cm) y de asegurar una buena calidad de la troza inferior podando artificialmente hasta, al menos, los 5,5 m de altura en la primera clara (ver Tabla 19).

Los turnos necesarios para alcanzar este objetivo variarán según la calidad de estación. Teniendo en cuenta que se propone la realización de tratamientos que fomentan el crecimiento de los pies dominantes, el turno para la mejor calidad (calidad 29 de Rojo y Montero, 1996) será de 80 años y para la peor calidad (calidad 20 de Rojo y Montero, 1996) de 140 años.

Los beneficios directos del Modelo, además de los usuales derivados de los tratamientos de mejora (jornales y obtención de madera de claras), suponen la producción de forma sostenible de 450-700 m<sup>3</sup>/ha de madera de calidad, favoreciendo con ello el uso de madera local para industrias de primera y segunda transformación, a la vez que se reduce la necesidad de importar madera de calidad tropical o europea.

La Tabla 19 resume además los beneficios indirectos de la aplicación de este modelo, que se centran especialmente en el mantenimiento y gestión de bosques maduros con poca o nula intervención humana durante las fases de mayor biodiversidad y con una alta estabilidad. Estas fases coinciden además con su mayor interés paisajístico y recreativo.

Los tratamientos propuestos pretenden favorecer el crecimiento continuo de los mejores pies de la masa por lo que se opta por las claras selectivas. Se presentan dos variantes:

- Modelo 1a: Máxima intensidad de gestión
- Modelo 1b: Alta intensidad de gestión

Tabla 19: Objetivo y parámetros descriptivos del Modelo 1.

<b>Objetivo</b>	Madera de >50 cm de Dn y limpia de nudos en, al menos, 5,5 m de altura.
<b>Turno</b>	Según calidades de 80 a 140 años.
<b>Tratamientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poda alta de 5,5-10 m de altura.</li> <li>- Claras selectivas que fomenten los árboles de porvenir de forma sistemática.</li> <li>- Final de los tratamientos de claras selectivas al menos 20-30 años antes de alcanzar el diámetro previsto (final del turno)</li> <li>- Cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme o por cortas a hecho por fajas.</li> </ul>
<b>Beneficios directos</b>	Producción de 450-700 m <sup>3</sup> /ha de madera de calidad
<b>Beneficios indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación y gestión de bosques maduros.</li> <li>- Fase de máxima biodiversidad de la masa pura de pino silvestre abarca de 30-80 años en función del turno.</li> <li>- Alto valor paisajístico durante la fase de fustal medio.</li> <li>- Últimos 20-50 años de la masa <b>sin intervención humana</b>.</li> <li>- Fase de alta estabilidad frente al fuego abarca de 40-90 años en función del turno.</li> </ul>

#### 4.1.1.1 MODELO 1A: MÁXIMA INTENSIDAD DE GESTIÓN EN MASAS DE CALIDAD >20

El número de árboles de porvenir aconsejable es de 180 pies/ha, los cuales al alcanzar los 50 cm de Dn en los últimos decenios del turno tendrán unos diámetros de copa cercanos a los 8,0 m y la Fcc de la masa estará alrededor del 85%.

Las cortas de regeneración podrán realizarse por aclareo sucesivo uniforme, sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria del 60% del volumen, dejando una Fcc del 35%, y una única corta final a los 8-12 años tras la diseminatoria o antes si el regenerado está conseguido. También es posible realizar cortas a hecho en un tiempo por fajas de 30-45 metros de ancho. En lo posible se favorecerá la regeneración natural, siendo factible en caso de fracaso de la misma, o de otras circunstancias que así lo aconsejen, la siembra artificial con semilla local.

Para la elaboración de los parámetros cuantitativos del modelo se ha partido de una densidad inicial aconsejable (1800 pies por hectárea), determinándose los valores según lo mostrado en la Tabla 18. El peso de intervención se ha escalonado en función de la capacidad de reacción del arbolado en cada clase natural de edad, expresada en crecimiento corriente y medio. En el modelo mostrado en las Tablas 20 y 21 el crecimiento medio es de 9 m<sup>3</sup>/ha/año. Como parámetro de control se ha utilizado la relación del volumen medio del árbol extraído con respecto al volumen medio del árbol antes de la intervención (Vme/Vmac), escalonando el peso del 0,85-0,90 inicial hasta el 0,70 final. Los valores extraídos de Vcc y de G también se escalonan pasando del 38% al 32%. El resultado es un desarrollo en diámetro tan rápido como lo permite la estación y relativamente constante de los árboles de porvenir. La primera clara selectiva es mixta, es decir, se combina con una por lo bajo en las zonas no afectadas por la clara selectiva propiamente dicha, de ahí que el peso de C/AP de esta primera intervención sea tan alto (ver Tabla 21).

La Tabla 20 muestra los parámetros cuantitativos de evolución de la masa. La Tabla 21 muestra los tratamientos selvícolas del modelo en detalle y en forma de TBF. La Figura 11 muestra la evolución de pies por hectárea para el modelo propuesto.



**Tabla 20: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 1a.**

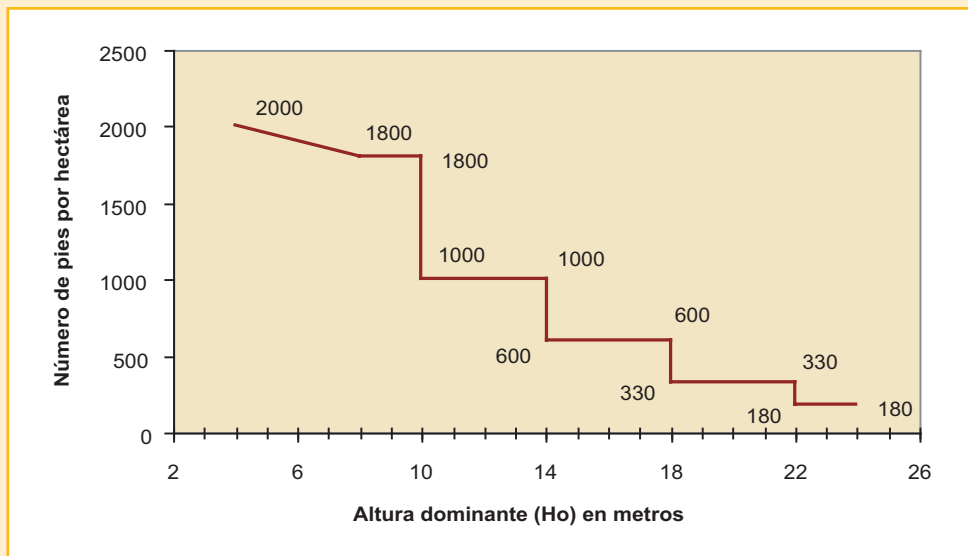
Ho: altura dominante; N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir; en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	C/Ap	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	pies/ha	-	m <sup>2</sup> /ha	-	m <sup>3</sup> /ha	%
4	>3000	<9	<10	-	>1000	-	-	-	-	-
8	1800	12	29	145	-	-	-	-	-	-
10	1800	17	39	180	800	4,44	15	38	68	38
14	1000	22	39	240	400	2,22	14	37	86	36
18	600	29	38	300	270	1,50	14	37	108	36
22	330	38	35	350	150	0,83	12	32	111	32
>24	180	>45	>40	>350	-	-	-	-	-	-
Final Turno	180	>50	>45	>450	180	-	>45	100	>450	100

**Tabla 21: Tipo de bosque final (TBF): Masa regular pura de pino silvestre con calidad >20 y máxima intensidad de gestión (Modelo 1a).**

TBF: Masa regular pura de pino silvestre con calidad >20 y máxima intensidad de gestión									
Especie Principal					Pino silvestre (>90%) + otras coníferas/frondosas (<10%)				
Objetivo					Producción de madera de calidad				
Diámetro medio final					>50 cm				
Número de árboles de porvenir					180 / ha				
Turno					80-90 años				
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo-Latizal bajo	4	>3000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	8	1800	29	145	-	-	-	-	-
Latizal alto	10	1800	39	180	Clara selectiva mixta, extracción del 38% de G y poda alta (5,5 m) de los pies de porvenir	800	68	100	
Fustal bajo	14	1000	39	240	Clara selectiva, extracción del 37% de G alrededor de los pies de porvenir	400	86	60	40
Fustal bajo	18	600	38	300	Clara selectiva, extracción del 37% de G alrededor de los pies de porvenir	270	108	35	65
Fustal medio	22	330	35	350	Última clara selectiva, extracción del resto de competidores por pie de porvenir	150	111	25	75
Fustal medio	>24	180	>40	>350	-	-	-	-	-
Final del turno	>24	180	>45	>450	a) Aclareo sucesivo uniforme: sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria (60% Vcc; 35% Fcc) y una única corta final	180	>450	20	80
					b) Corta a hecho por fajas de 30-45 metros de diámetro				

Figura 11: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 1a.



#### 4.1.1.2 MODELO 1B: ALTA INTENSIDAD DE GESTIÓN EN MASAS DE CALIDAD >20

El número de árboles de porvenir aconsejable es de 210 pies/ha, los cuales al alcanzar los 50 cm de Dn en los últimos decenios del turno tendrán unos diámetros de copa cercanos a los 7,5 m y la Fcc de la masa estará alrededor del 85-90%.

Como en el modelo anterior, las cortas de regeneración podrán realizarse por aclareo sucesivo uniforme, sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria del 60% del volumen, dejando una Fcc del 35%, y una única corta final a los 8-12 años tras la diseminatoria o antes si el regenerado está conseguido. Otra opción es realizar cortas a hecho en un tiempo por fajas de 30-45 metros de ancho. En lo posible se favorecerá la regeneración natural, siendo factible en caso de fracaso de la misma, o de otras circunstancias que así lo aconsejen, la siembra artificial con semilla local.

Para la elaboración de los parámetros cuantitativos del modelo se ha partido de una densidad inicial aconsejable (1800 pies por hectárea), determinándose los valores según lo mostrado en la Tabla 22. El peso de intervención se ha

escalonado en función de la capacidad de reacción del arbolado en cada clase natural de edad, expresada en crecimiento corriente y medio. En el modelo mostrado en las Tablas 22 y 23 el crecimiento medio es de 8 m<sup>3</sup>/ha/año. Como parámetro de control se ha utilizado la relación del volumen medio del árbol extraído con respecto al volumen medio del árbol antes de la intervención ( $V_{me}/V_{mac}$ ), escalonando el peso del 0,8 inicial hasta el 0,7 final. Los valores extraídos de  $V_{cc}$  y de  $G$  también se escalonan pasando del 34-35% al 30-31%. Los árboles de porvenir también crecen aquí a un buen ritmo y de forma constante, pero su mayor número, unido a los pesos de clara algo menores, obligan a alargar algo el turno para obtener el diámetro mínimo de 50 cm. La primera clara selectiva es mixta, es decir, se combina con una por lo bajo en las zonas no afectadas por la clara selectiva propiamente dicha (ver Tabla 23).

La Tabla 22 muestra los parámetros cuantitativos de evolución de la masa. La Tabla 23 muestra los tratamientos selvícolas del modelo en detalle y en forma de TBF. La Figura 12 muestra la evolución de pies por hectárea para el modelo propuesto.

**Tabla 22: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 1b.**

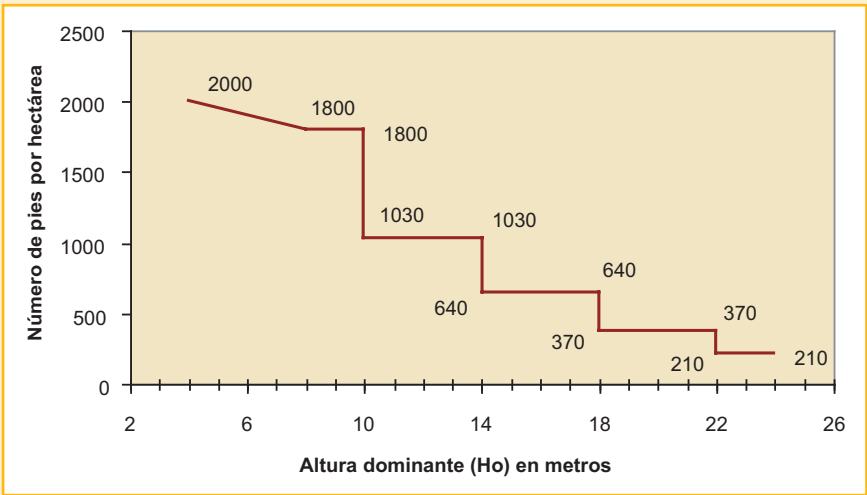
Ho: altura dominante, N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir, en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	C/Ap	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	pies/ha	-	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%
4	>3000	<9	<10	-	>1000	-	-	-	-	-
8	1800	12	29	145	-	-	-	-	-	-
10	1800	17	39	180	770	3,67	14	35	62	34
14	1030	22	39	241	390	1,86	12	31	73	30
18	640	28	39	304	270	1,29	12	31	92	30
22	370	36	38	358	160	0,76	12	31	108	30
>24	210	>45	>40	>350	-	-	-	-	-	-
Final Turno	210	>50	>45	>450	210	-	>45	100	>450	100

Tabla 23: Tipo de bosque final (TBF): Masa regular pura de pino silvestre con calidad >20 y alta intensidad de gestión (Modelo 1b).

TBF: Masa regular pura de pino silvestre con calidad >20 y alta intensidad de gestión									
Especie Principal		Pino silvestre (>80%) + otras coníferas/frondosas (<20%)							
Objetivo		Producción de madera de calidad							
Diámetro medio final		50 cm							
Número de árboles de porvenir		210 / ha							
Turno		90-140 años							
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo-Latizal bajo	4	>3000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	8	1800	29	145	-	-	-	-	-
Latizal alto	10	1800	39	180	Clara selectiva mixta, extracción del 35% de G y poda alta (5,5 m) de los pies de porvenir	770	62	100	
Fustal bajo	14	1030	39	241	Clara selectiva, extracción del 31% de G alrededor de los pies de porvenir	390	73	60	40
Fustal bajo	18	640	39	304	Clara selectiva, extracción del 31% de G alrededor de los pies de porvenir	270	92	35	65
Fustal bajo-Fustal medio	22	370	38	358	Última clara selectiva, extracción del resto de competidores por pie de porvenir	160	108	25	75
Fustal medio	>24	210	>40	>350	-	-	-	-	-
Final del turno	>24	210	>45	>450	a) Aclareo sucesivo uniforme: sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria (60% Vcc; 35% Fcc) y una única corta final	210	>450	20	80
					b) Corta a hecho por fajas de 30-45 metros de diámetro				

Figura 12: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 1b.



#### 4.1.2. MODELO 2: TRATAMIENTOS DE CLARAS SELECTIVAS EN MASAS CON CALIDAD <20 Y CRECIMIENTOS >2 M<sup>3</sup>/HA/AÑO

Aptas para este Modelo serían todas las masas puras de calidad 20 o inferior (Rojo y Montero, 1996), siempre que alcancen como mínimo los 2 m<sup>3</sup>/ha/año de crecimiento, cuyo objetivo preferente sea producción y sin las restricciones mencionadas en el apartado anterior.

El Modelo propuesto tiene como objetivo preferente alcanzar una producción razonable de madera de dimensión mediana a grande (>40 cm) y de asegurar una buena calidad de la troza inferior podando artificialmente hasta, al menos, los 5,5 m de altura en la primera clara (ver Tabla 24).

Los turnos necesarios para alcanzar este objetivo variarán según la calidad de estación. Teniendo en cuenta que se propone la realización de tratamientos que fomentan el crecimiento de los pies dominantes, el turno para la calidad 17 (Rojo y Montero, 1996) será de 110 años y para las calidades peores podrá llegar hasta los 150 años.

Los tratamientos propuestos pretenden favorecer el crecimiento continuado de los mejores pies de la masa por lo que se opta por las claras selectivas. El número de árboles de porvenir aconsejable es de 300 pies/ha, los cuales al alcanzar los 45 cm de Dn en los últimos decenios del turno tendrán unos diámetros de copa cercanos a los 6,0-6,5 m y la Fcc de la masa estará alrededor del 85%.

Las cortas de regeneración podrán realizarse por aclareo sucesivo uniforme, sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria del 60% del volumen, dejando una Fcc del 35%, y una única corta final a los 8-12 años tras la diseminatoria. Otra opción es realizar cortas a hecho en un tiempo por fajas de 25-40 metros de ancho. En lo posible se favorecerá la regeneración natural, siendo factible en caso de fracaso de la misma, o de otras circunstancias que así lo aconsejen, la siembra artificial con semilla local.

Los beneficios directos del Modelo, además de los usuales derivados de los tratamientos de mejora (jornales y obtención de madera de claras), suponen la producción de forma sostenible de 350-450 m<sup>3</sup>/ha de madera de calidad, favoreciendo con ello el uso de madera local para industrias de primera y segunda transformación, a la vez que se reduce la necesidad de importar madera de calidad tropical o europea.

La Tabla 24 resume además los beneficios indirectos de la aplicación de este modelo, que se centran especialmente en el mantenimiento y gestión de bosques maduros con poca o nula intervención humana durante las fases de mayor biodiversidad y con una alta estabilidad. Estas fases coinciden además con su mayor interés paisajístico y recreativo.

Para la elaboración de los parámetros cuantitativos del modelo se ha partido de una densidad inicial aconsejable (1800 pies por hectárea), determinándose los valores según lo mostrado en la Tabla 25. El peso de intervención se ha escalonado en función de la capacidad de reacción del arbolado en cada clase natural de edad, expresada en crecimiento corriente y medio. En el modelo mostrado en las Tablas 22 y 23 el crecimiento medio es de 4,6 m³/ha/año. Como parámetro de control se ha utilizado la relación del volumen medio del árbol extraído con respecto al volumen medio del árbol antes de la intervención ( $V_{me}/V_{mac}$ ), escalonando el peso del 0,8 inicial hasta el 0,68 final. Los valores extraídos de  $V_{cc}$  y de  $G$  también se escalonan pasando del 31-32% al 23%. Los árboles de porvenir crecen al máximo de lo que permite la estación y de forma constante. La primera clara selectiva es mixta, es decir, se combina con una por lo bajo en las zonas no afectadas por la clara selectiva propiamente dicha (ver Tabla 26).

Tabla 24: Objetivo y parámetros descriptivos del Modelo 2.	
Objetivo	Madera de 45 cm de Dn y limpia de nudos en, al menos, 5,5 m de altura.
Turno	Según calidades de 110 a 150 años.
Tratamientos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Clareos semisistemáticos tempranos</li><li>- Poda alta de 5,5-10 m de altura.</li><li>- Claras selectivas que fomenten los árboles de porvenir de forma sistemática.</li><li>- Final de los tratamientos de claras selectivas al menos 20 años antes de alcanzar el diámetro previsto (final del turno)</li><li>- Cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme o por cortas a hecho por fajas.</li></ul>
Beneficios directos	Producción de 350-450 m³/ha de madera de calidad
Beneficios indirectos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Creación y gestión de bosques maduros.</li><li>- Fase de máxima biodiversidad de la masa pura de pino silvestre abarca de 40-90 años en función del turno.</li><li>- Últimos 20-50 años de la masa sin intervención humana.</li><li>- Alto valor paisajístico durante la fase de fustal medio.</li><li>- Fase de alta estabilidad frente al fuego abarca de 40-90 años en función del turno</li></ul>

La Tabla 25 muestra los parámetros cuantitativos de evolución de la masa. La Tabla 26 muestra los tratamientos selvícolas del modelo en detalle y en forma de TBF. La Figura 13 muestra la evolución de pies por hectárea para el modelo propuesto.

**Tabla 25: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 2.**

Ho: altura dominante; N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir, en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

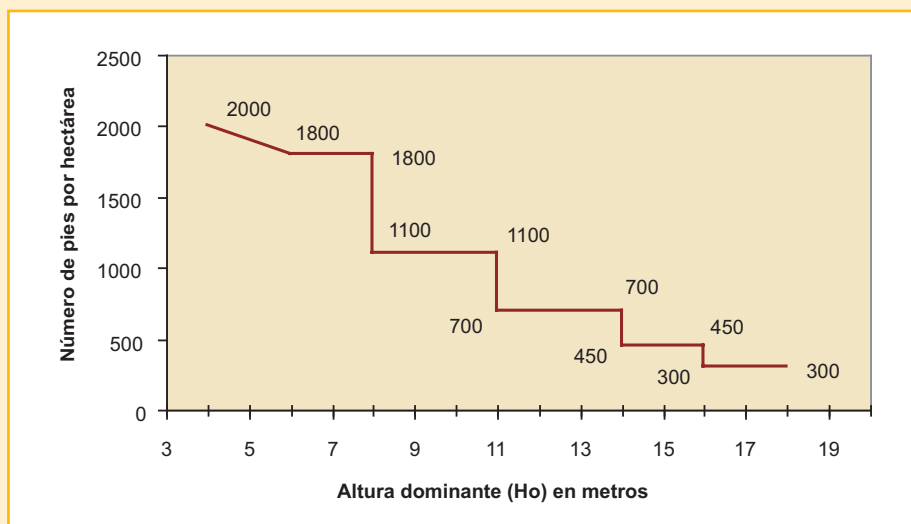
Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	C/Ap	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	pies/ha	-	m <sup>2</sup> /ha	-	m <sup>3</sup> /ha	%
4	>3000	<9	<10	-	>1000	-	-	-	-	-
6	1800	12	31	117	-	-	-	-	-	-
8	1800	17	39	146	700	2,33	13	32	45	31
11	1100	21	37	184	400	1,33	11	30	54	29
14	700	26	36	224	250	0,83	10	27	58	26
16	450	31	34	243	150	0,50	8	23	55	23
>18	300	>35	>35	>250	-	-	-	-	-	-
Final Turno	300	45	>40	>350	300	-	>40	100	>350	100

**Tabla 26: Tipo de bosque final (TBF): Masa regular pura de pino silvestre con calidad <20 y crecimientos >2 m<sup>3</sup>/ha/año (Modelo 2).**

TBF: Masa regular pura de pino silvestre con calidad <20, crecimientos > 2m³/ha/año y claras selectivas									
Especie Principal		Pino silvestre (>80%) + otras coníferas/frondosas (<20%)							
Objetivo		Producción de madera de calidad							
Diámetro medio final		>45 cm							
Número de árboles de porvenir		300 / ha							
Turno		110-150 años							
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo	4	>3000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	6	1800	31	117	-	-	-	-	-
Latizal alto	8	1800	39	146	Clara selectiva mixta, extracción del 32% de G y poda alta (5,5 m) de los pies de porvenir	700	45	100	
Fustal bajo	11	1100	37	184	Clara selectiva, extracción del 30% de G alrededor de los pies de porvenir	400	54	60	40
Fustal bajo	14	700	36	224	Clara selectiva, extracción del 27% de G alrededor de los pies de porvenir	250	58	40	60
Fustal bajo	16	450	34	243	Última clara selectiva, extracción del resto de competidores por pie de porvenir	150	55	35	65
Fustal medio	18	300	>35	>250	-	-	-	-	-
Final del turno	>18	300	45	>350	a) Aclareo sucesivo uniforme: sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria (60% Vcc; 35% Fcc) y una única corta final	300	>350	30	70
					b) Corta a hecho por fajas de 25-40 metros de diámetro				



Figura 13: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 2.



#### 4.1.3 MODELO 3: TRATAMIENTOS DE CLARAS FUERTES POR LO BAJO EN MASAS CON CALIDAD >20

Este modelo es una alternativa de gestión para aquellas masas de calidad superior a 20 en las que no se quiera aplicar un régimen intensivo de claras selectivas.

Se trata de realizar tratamientos de claras homogéneas en toda la masa, sin selección de árboles de porvenir. Las claras serán por lo bajo y, dada la buena calidad de las masas, se aplicará un peso fuerte. Para determinar la relación  $V_{me}/V_{mac}$  se han aplicado los coeficientes descritos para las claras de tipo "E" en Rojo y Montero (1996). Los valores de extracción se sitúan alrededor del 25% del  $V_{cc}$ , aumentando ligeramente hacia el final del turno debido al aumento del coeficiente  $V_{me}/V_{mac}$ . Sin embargo, como puede apreciarse en la extracción de pies por hectárea, el peso de la clara es mayor en la primera intervención y va descendiendo en las restantes. En el modelo mostrado en las Tablas 28 y 29 el crecimiento medio es de  $7,5 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ .

El objetivo principal es favorecer el desarrollo de la masa con tratamientos conservadores dirigidos a mantener la espesura a la par que se mejora su estabilidad. La Tabla 27 resume los beneficios directos e indirectos derivados de la apli-

cación de este modelo. El diámetro medio final alcanzado dependerá de la duración del turno. En el modelo que se presenta en la Tabla 28 el diámetro final será de 45 cm y los turnos oscilarán entre los 100-140 años.

Los tratamientos de regeneración pueden realizarse siguiendo las recomendaciones hechas para los modelos anteriores. O bien por aclareo sucesivo uniforme, sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria del 60% del volumen, dejando una Fcc del 35%, y una única corta final a los 8-12 años tras la diseminatoria. O bien por cortas a hecho en un tiempo por fajas de 30-45 metros de ancho. En lo posible se favorecerá la regeneración natural, siendo factible en caso de fracaso de la misma, o de otras circunstancias que así lo aconsejen, la siembra artificial con semilla local.

La Tabla 28 muestra los parámetros cuantitativos de evolución de la masa. La Tabla 29 muestra los tratamientos selvícolas del modelo en detalle y en forma de TBF. La Figura 14 muestra la evolución de pies por hectárea para el modelo propuesto.

Tabla 27: Objetivo y parámetros descriptivos del Modelo 3.

<b>Objetivo</b>	Madera de 45 cm de Dn y limpia de nudos en 5,5 m de altura.
<b>Turno</b>	Según calidades de 100 a 140 años.
<b>Tratamientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clareos semisistemáticos tempranos</li> <li>- Poda alta de 5,5 m de altura.</li> <li>- Claras fuertes por lo bajo</li> <li>- Final de los tratamientos de claras al menos 20 años antes de alcanzar el diámetro previsto (final del turno)</li> <li>- Cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme o por cortas a hecho por fajas.</li> </ul>
<b>Beneficios directos</b>	Producción de 200-300 m <sup>3</sup> /ha de madera de calidad
<b>Beneficios indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación y gestión de bosques maduros.</li> <li>- Fase de máxima biodiversidad de la masa pura de pino silvestre abarca de 20-50 años en función del turno.</li> <li>- Últimos 20-40 años de la masa sin intervención humana.</li> <li>- Alto valor paisajístico durante la fase de fustal medio.</li> <li>- Fase de alta estabilidad frente al fuego abarca de 30-70 años en función del turno</li> </ul>

Tabla 28: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 3.

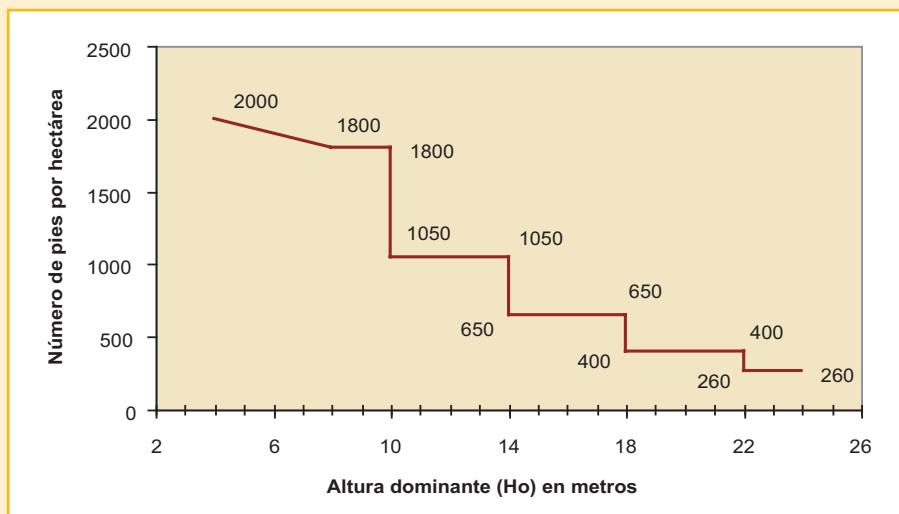
Ho: altura dominante, N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir, en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	%N	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m²/ha	m³/ha	pies/ha	%	m²/ha	-	m³/ha	%
4	>3000	<9	<10	-	>1000	-	-	-	-	-
8	1800	12	31	145	-	-	-	-	-	-
10	1800	17	39	180	750	42	10	26	45	25
14	1050	22	39	241	400	38	10	26	60	25
18	650	28	39	305	250	38	11	28	82	27
22	400	35	39	364	140	35	11	27	96	26
>24	260	>40	>35	>350	-	-	-	-	-	-
Final Turno	260	45	>40	>450	260	100	>40	100	>450	100

Tabla 29: Tipo de bosque final (TBF): Tratamientos de claras fuertes por lo bajo en masas con calidad >20 (Modelo 3).

TBF: Masa regular pura de pino silvestre con calidad >20									
Especie Principal				Pino silvestre (>90%) + otras coníferas/frondosas (<10%)					
Objetivo				Producción de madera de calidad					
Diámetro medio final				45 cm					
Número de árboles de porvenir				260 / ha					
Turno				100-140 años					
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo	4	>3000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	8	1800	31	145	-	-	-	-	-
Latizal alto	10	1800	17	180	Clara fuerte por lo bajo, extracción del 26% de G, poda alta a 5,5 m (300 dominantes)	750	45	100	
Fustal bajo	14	1050	22	241	Clara fuerte por lo bajo, extracción del 26% de G	400	60	60	40
Fustal bajo	18	650	28	305	Clara fuerte por lo bajo, extracción del 28% de G	250	82	40	60
Fustal bajo	22	400	35	364	Última clara, extracción del 27% de G	140	96	35	65
Fustal medio	>24	260	>40	>350	-	-	-	-	-
Final del turno	>24	260	45	>450	a) Aclareo sucesivo uniforme: sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria (60% Vcc; 35% Fcc) y una única corta final	250	>450	30	70
					b) Corta a hecho por fajas de 30-45 metros de diámetro				

Figura 14: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 3.



#### 4.1.4 MODELO 4: TRATAMIENTOS DE CLARAS MODERADAS POR LO BAJO EN MASAS CON CALIDAD <20 Y CRECIMIENTOS >2 M<sup>3</sup>/HA/AÑO

Este modelo es una alternativa de gestión para aquellas masas de calidad inferior a 20 y crecimientos mayores de 2 m<sup>3</sup>/ha/año, en las que no se quiera aplicar un régimen intensivo de claras selectivas.

Al igual que en el modelo anterior, la intención es realizar tratamientos de claras homogéneas en toda la masa, sin selección de árboles de porvenir. Las claras serán por lo bajo y se aplicará un peso moderado. Para determinar la relación  $V_{me}/V_{mac}$  se han aplicado los coeficientes descritos para las claras de tipo "C" en Rojo y Montero (1996). Los valores de extracción se sitúan alrededor del 17-19% del  $V_{cc}$ , aumentando ligeramente hacia el final del turno debido al aumento del coeficiente  $V_{me}/V_{mac}$ . Sin embargo, como puede apreciarse en la extracción de pies por hectárea, el peso de la clara es estable en las tres primeras intervenciones y se reduce en la última. En el modelo mostrado en las Tablas 31 y 32 el crecimiento medio es de 4,0 m<sup>3</sup>/ha/año.

El objetivo principal es mantener al mínimo los esfuerzos de gestión, eliminando en cada intervención prácticamente sólo los suprimidos, dominados, malformados o enfermos. La masa mantendrá una alta espesura hasta el final y su

estabilidad general será mucho mejor que la individual. La Tabla 30 resume los beneficios directos e indirectos derivados de la aplicación de este modelo. El diámetro medio final alcanzado dependerá de la duración del turno. En el modelo que se presenta en la Tabla 31 el diámetro final será de 40 cm y los turnos oscilarán entre los 110-150 años.

Los tratamientos de regeneración más adecuados, teniendo en cuenta la estabilidad individual de los pies de la masa, será el de cortas a hecho en un tiempo por fajas de 25-40 metros de ancho. Si se prefiere por el contrario realizar un aclareo sucesivo uniforme será conveniente aplicar una corta preparatoria extrayendo el 20% del volumen de los pies menos adecuados para la regeneración y de forma homogénea por toda la masa. Cinco años después deberá procederse a las cortas diseminatorias, que serán únicas y con un peso del 60%, dejando una Fcc del 30-35%.

Tabla 30: Objetivo y parámetros descriptivos del Modelo 4.	
Objetivo	Madera de 40 cm de Dn.
Turno	Según calidades de 110 a 150 años.
Tratamientos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Clareos semisistemáticos tempranos</li><li>- Opcional: poda alta de 5,5 m de altura.</li><li>- Claras moderadas por lo bajo</li><li>- Final de los tratamientos de claras al menos 20 años antes de alcanzar el diámetro previsto (final del turno)</li><li>- Cortas de regeneración por cortas a hecho por fajas o por aclareo sucesivo uniforme</li></ul>
Beneficios directos	Producción de 200 m³/ha de madera de calidad
Beneficios indirectos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Creación y gestión de bosques maduros.</li><li>- Mínima intervención/presencia humana en la masa.</li><li>- Mínima necesidad de red viaria en la masa.</li><li>- Últimos 20-30 años de la masa sin intervención humana.</li><li>- Fase de alta estabilidad frente al fuego abarca de 30-50 años en función del turno.</li></ul>

Es fundamental escoger correctamente los pies que deben quedar en pie para diseminar y los criterios principales deben ser su vigorosidad y estabilidad individual. Estos pies deben aguantar sin quebrarse/caerse otro decenio más. La corta final será única unos 8-12 años tras la diseminatoria. En lo posible se favorecerá la regeneración natural, siendo factible en caso de fracaso de la misma, o de otras circunstancias que así lo aconsejen, la siembra artificial con semilla local.

La Tabla 31 muestra los parámetros cuantitativos de evolución de la masa. La Tabla 32 muestra los tratamientos selvícolas del modelo en detalle y en forma de TBF. La Figura 15 muestra la evolución de pies por hectárea para el modelo propuesto.

**Tabla 31: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 4.**

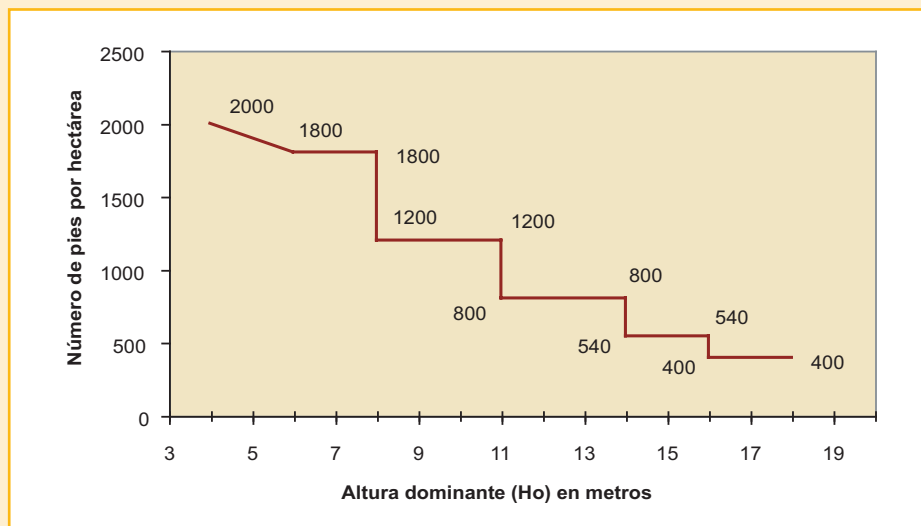
Ho: altura dominante; N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir, en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	%N	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	pies/ha	%	m <sup>2</sup> /ha	-	m <sup>3</sup> /ha	%
4	>3000	<9	<10	-	>1000	-	-	-	-	-
6	1800	12	31	117	-	-	-	-	-	-
8	1800	17	39	146	600	33	7	17	24	17
11	1200	20	38	187	400	33	7	19	34	18
14	800	24	37	230	260	32	8	20	45	19
16	540	29	36	251	140	26	6	17	42	17
>18	400	>30	>35	>250	-	-	-	-	-	-
Final Turno	400	>35	40	>300	400	100	>35	100	>300	100

**Tabla 32: Tipo de bosque final (TBF): Tratamientos de claras fuertes por lo bajo en masas con calidad >20 (Modelo 4).**

TBF: Masa regular pura de pino silvestre con calidad <20 y crecimientos >2 m³/ha/año									
Especie Principal				Pino silvestre (>80%) + otras coníferas/frondosas (<20%)					
Objetivo				Producción de madera de calidad					
Diámetro medio final				40 cm					
Número de árboles de porvenir				400 / ha					
Turno				110-150 años					
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo	4	>3000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	6	1800	31	117	-	-	-	-	-
Latizal alto	8	1800	39	146	Clara moderada por lo bajo, extracción del 17% de G	600	24	100	
Fustal bajo	11	1200	38	187	Clara moderada por lo bajo, extracción del 19% de G	400	34	60	40
Fustal bajo	14	800	37	230	Clara moderada por lo bajo, extracción del 20% de G	260	45	40	60
Fustal bajo	16	540	36	251	Última clara, extracción del 17% de G	140	42	35	65
Fustal medio	>18	400	>35	>250	-	-	-	-	-
Final del turno	>18	400	40	>300	a) Corta a hecho por fajas de 25-40 metros de diámetro	400	>300	30	70
					b) Aclareo sucesivo uniforme: corta preparatoria (20% Vcc), una única corta diseminatoria (60% Vcc; 35% Fcc) y una única corta final				

Figura 15: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 4.



## 4.2. MODELOS PARA MASA REGULAR MIXTA CONÍFERA-FRONDOSA PRODUCCIÓN DE MADERA DE CALIDAD

En estos modelos se incluyen todas las masas mixtas de pino silvestre y otra u otras frondosas, siempre que éstas formen al menos el >20% del dosel arbóreo y no más del 50%, es decir, al menos el 50% del dosel ha de estar dominado por el pino silvestre.

Dado que cada vez más masas van alcanzando el carácter de masa mixta, estos modelos cobran cada vez mayor relevancia.

Se distinguen dos posibles opciones con sus correspondientes modelos:

- Mantener carácter de masa mixta: Modelos 5 y 6
- Transformar en otra especie o en masa pura de silvestre: Modelos 7 y 8

Para la elaboración de estos modelos se determinaron los diferentes parámetros según lo mostrado en la Tabla 18.



### 4.2.1 Mantener carácter de masa mixta

La gestión selvícola de masas mixtas coníferas-frondosas con ambas en el estrato dominante es compleja debido a la necesidad de adaptarse al temperamento y pautas de crecimiento de las distintas especies. Con frecuencia, además, alguna de ellas tiende a dominar en términos de competencia, haciendo necesarias intervenciones de regulación para mantener la mezcla originariamente prevista.

Los retos que ofrecen este tipo de masa desde el punto de vista selvícola a la gestión práctica pueden resumirse como sigue:

- Mantener un porcentaje mínimo de la frondosa en el estrato dominante cuando ésta tenga un ritmo de crecimiento menor que el pino silvestre en los primeros decenios.
- Mantener un porcentaje dominante del pino silvestre en la masa cuando las especies en mezcla tiendan a dominarlo en crecimiento y/o a través de las pautas de regeneración.
- Mantener una mayor densidad en las frondosas en mezcla para que éstas puedan mantener fustes con buena conformación.
- Escoger los métodos de regeneración adecuados para asegurar la regeneración de todas las especies involucradas.

Se diferencian dos modelos en función de la calidad de estación sobre la que se asiente la masa:

- Modelo 5: Masas con calidad >20
- Modelo 6: Masas con calidad <20 y crecimientos >2 m<sup>3</sup>/ha/año

#### 4.2.1.1 MODELO 5: MASA REGULAR MIXTA EN MEZCLA INDIVIDUAL O POR GOLPES EN MASAS DE CALIDAD >20

Aptas para este Modelo serían todas las masas mixtas de calidad 20 o superior (Rojo y Montero, 1996) con objetivo preferente de producción y sin las restricciones derivadas por inestabilidad orográfica o edáfica, por motivos de protección de hábitats o por uso recreativo.

El Modelo propuesto tiene como objetivo preferente maximizar la producción de madera de grandes dimensiones (>45 cm) y de asegurar una buena calidad de la troza inferior mediante la poda en la conífera hasta, al menos, los 5,5 m de altura en la primera clara, a la vez que se mantiene una alta espesura que favorezca la poda natural en la frondosa (ver Tabla 16).

Los turnos necesarios para alcanzar este objetivo variarán según la calidad de estación. Teniendo en cuenta que se propone la realización de tratamientos que fomentan el crecimiento de los pies dominantes, el turno para la mejor calidad (calidad 29 de Rojo y Montero, 1996) será de 100 años y para la peor calidad (calidad 20 de Rojo y Montero, 1996) de 140 años.

Los tratamientos propuestos pretenden conseguir por un lado fomentar los mejores pies de silvestre con claras selectivas y, a la vez, establecer el peso en las intervenciones de tal forma que se mantenga una espesura adecuada alrededor de los mejores pies de las frondosas (González, 1995, 1996). El número de árboles de porvenir propuesto es de 230 pies/ha, los cuales al alcanzar los 45 cm de Dn en los últimos decenios del turno tendrán unos diámetros de copa cercanos a los 7 m y la Fcc de la masa se situará alrededor del 90%. El porcentaje de mezcla previsto de la(s) frondosa(s) en la masa final es de un tercio.

Las cortas de regeneración habrán de adaptarse al temperamento de las especies en mezcla. Por regla general si la mezcla es con *Quercus* sp. se procederá a realizar un aclareo sucesivo uniforme, sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria del 55% del volumen, dejando una Fcc del 40% y una única corta final una vez el regenerado de ambas especies esté asegurado, aunque siempre antes de los 8-12 años después de la corta diseminatoria. También es posible realizar cortas a hecho en un tiempo por fajas de 30-45 metros de ancho. Cuando la mezcla es con haya se aconseja sólo éste último método, ya que el aclareo sucesivo uniforme daría al haya una ventaja en la regeneración muy acusada, lo cual obligaría a actuar en la fase de clareos para mantener la dominancia del pino silvestre y con ello el modelo que aquí se está describiendo. Si tras el proceso de regeneración el porcentaje en regenerado de las frondosas es superior al >60% sería necesario reducirlo durante el clareo y la primera clara, o bien, podría plantearse la opción de aplicar el modelo 8 de transformación a masa pura de frondosas. En los casos en los que la regeneración de la frondosa sea defectiva cabe la posibilidad de plantearse la siembra o plantación de enriquecimiento.

Los beneficios directos del Modelo, además de los usuales derivados de los tratamientos de mejora (jornales y obtención de madera de claras), suponen la producción de forma sostenible de 400-600 m<sup>3</sup>/ha de madera de calidad tanto de pino silvestre como de frondosa(s), ésta última aproximadamente en un porcentaje del 20-30%, favoreciendo con ello el uso de madera local para industrias de primera y segunda transformación, a la vez que se reduce la necesidad de importar madera de calidad tropical o europea.

La Tabla 33 resume los beneficios indirectos derivados de la aplicación del modelo a los que hay que sumar los generales derivados de mantener masas mixtas adultas en buen estado de conservación.

Tabla 33: Objetivo y parámetros descriptivos del Modelo 5.

<b>Objetivo</b>	Madera de >45 cm de Dn y limpia de nudos en, al menos, 5,5 m de altura en todas las especies en mezcla.
<b>Turno</b>	Según calidades de 100 a 140 años.
<b>Tratamientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clareos semisistemáticos tempranos</li> <li>- Poda alta en las coníferas de 5,5-10 m de altura.</li> <li>- Alta espesura en las frondosas para favorecer la poda natural y una buena conformación del fuste.</li> <li>- Claras selectivas de peso moderado que fomenten los árboles de porvenir de forma sistemática.</li> <li>- Final de los tratamientos de claras selectivas al menos 20-30 años antes de alcanzar el diámetro previsto (final del turno)</li> <li>- Cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme o por cortas a hecho por fajas.</li> </ul>
<b>Beneficios directos</b>	Producción de 400-600 m <sup>3</sup> /ha de madera de calidad
<b>Beneficios indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación y gestión de masas mixtas maduras.</li> <li>- Fase de máxima biodiversidad de la masa mixta de pino silvestre y frondosa(s) abarca de 30-80 años en función del turno.</li> <li>- Últimos 20-50 años de la masa <b>sin intervención humana</b>.</li> <li>- Fase de alta estabilidad frente al fuego abarca de 40-90 años en función del turno.</li> </ul>

Para la elaboración de los parámetros cuantitativos del modelo (ver Tabla 17) se ha partido de una densidad inicial aconsejable (2400 pies por hectárea), superior a la usual en las masas puras de pino debido a la necesidad de mantener una densidad alta en las frondosas. Los valores de Dg, G y Vcc se hallaron a partir de las relaciones fundamentales descritas en la Tabla 18, aún y cuando se trata de una masa mixta. El peso de intervención se ha escalonado en función de la capacidad de reacción del arbolado en cada clase natural de edad, expresada en crecimiento corriente y medio. En el modelo mostrado en las Tablas 34 y 35 el crecimiento medio es de 8,8 m<sup>3</sup>/ha/año. Como parámetro de control se ha utilizado la relación del volumen medio del árbol extraído con respecto al volumen medio del árbol antes de la intervención ( $V_{me}/V_{mac}$ ), escalonando el peso del 0,8 inicial hasta el 0,65 final. Los valores extraídos de Vcc y de G también se escalonan pasando del 33-34% al 29-30%. El menor peso de clara se centra alrededor de los pies de porvenir de las frondosas, mientras que alrededor del pino silvestre la intensidad es similar a la descrita en el modelo 1b. La primera clara selectiva sigue siendo mixta, es decir, se combina con una por lo bajo en las zonas no afectadas por la clara selectiva propiamente dicha (ver Tabla 35).

Tabla 34: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 5.

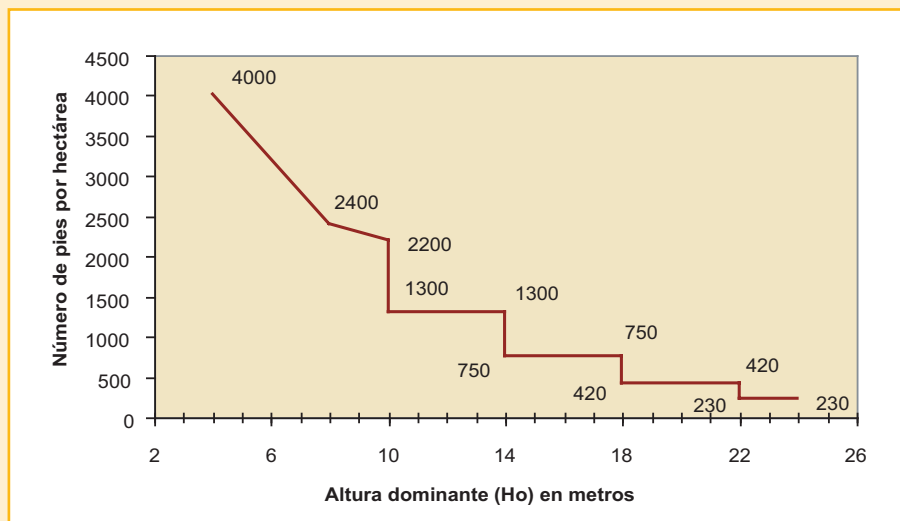
Ho: altura dominante, N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir, en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	%N	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m²/ha	m³/ha	pies/ha	%	m²/ha	-	m³/ha	%
4	>4000	<9	<10	-	>1500	-	-	-	-	-
8	2400	11	30	151	-	-	-	-	-	-
10	2200	15	41	187	900	3,91	14	34	61	33
14	1300	20	41	252	550	2,39	14	35	85	34
18	750	26	41	314	320	1,43	13	32	97	31
22	420	34	40	370	200	0,83	12	30	108	29
>24	230	>40	>40	>350	-	-	-	-	-	-
Final Turno	230	>45	>45	>450	230	-	>45	100	>450	100

Tabla 35: Tipo de bosque final (TBF): Tratamientos de claras fuertes por lo bajo en masas con calidad >20 (Modelo 4).

TBF: Masa regular mixta en mezcla individual o por golpes en masas de calidad >20									
Especie Principal		Pino silvestre (>50-70%) + otras coníferas/frondosas (30-<50%)							
Objetivo		Producción de madera de calidad							
Diámetro medio final		>45 cm							
Número de árboles de porvenir		230 / ha							
Turno		100-140 años							
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo	4	>4000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	8	2400	30	151	-	-	-	-	-
Latizal alto	10	2200	41	187	Clara selectiva mixta, extracción del 34% de G y poda alta (5,5 m) de los pies de porvenir	900	61	100	-
Fustal bajo	14	1300	41	250	Clara selectiva, extracción del 35% de G alrededor de los pies de porvenir	550	85	65	35
Fustal bajo	18	750	41	314	Clara selectiva, extracción del 32% de G alrededor de los pies de porvenir	330	97	50	50
Fustal bajo	22	420	40	370	Última clara selectiva, extracción del resto de competidores por pie de porvenir	200	108	35	65
Fustal medio	>24	230	>40	>350	-	-	-	-	-
Final del turno	>24	230	>45	>450	a) Aclareo sucesivo uniforme: sin cortas preparatorias, una única corta diseminatoria (55% Vcc; 40% Fcc) y una única corta final	230	>450	35	65
					b) Corta a hecho por fajas de 30-45 metros de diámetro				

Figura 16: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 5.



#### 4.2.1.2 MODELO 6: MASA REGULAR MIXTA EN MEZCLA INDIVIDUAL O POR GOLPES EN CALIDAD <20 Y CRECIMIENTOS DE >2 M<sup>3</sup>/HA/AÑO

Aptas para este Modelo serían todas las masas mixtas de calidad 20 o inferior (Rojo y Montero, 1996), siempre que alcancen como mínimo los 2 m<sup>3</sup>/ha/año de crecimiento, cuyo objetivo preferente sea producción y sin las restricciones mencionadas en el apartado anterior.

El Modelo propuesto tiene como objetivo preferente alcanzar una producción razonable de madera de dimensión mediana a grande (>40 cm) y de asegurar una buena calidad de la troza inferior podando artificialmente hasta, al menos, los 5,5 m de altura en la primera clara, a la vez que se mantiene una alta espesura que favorezca la poda natural en la frondosa (ver Tabla 36).

Los turnos necesarios para alcanzar este objetivo variarán según la calidad de estación. Teniendo en cuenta que se propone la realización de tratamientos que fomentan el crecimiento de los pies dominantes, el turno para la calidad 17 (Rojo y Montero, 1996) será de 110 años y para las calidades peores podrá llegar hasta los 150 años.

Los tratamientos propuestos pretenden favorecer el crecimiento continuado de los mejores pies de la masa por lo que se opta tanto por claras selectivas

como por mantener una mayor densidad alrededor de las frondosas para asegurar un buen desarrollo del fuste. El número de árboles de porvenir aconsejable es de 300 pies/ha, los cuales al alcanzar los 40 cm de Dn en los últimos decenios del turno tendrán unos diámetros de copa cercanos a los 6,0-6,5 m y la Fcc de la masa estará alrededor del 85%. El porcentaje de mezcla previsto de la(s) frondosa(s) en la masa final es de un tercio.

Las cortas de regeneración habrán de adaptarse al temperamento de las especies en mezcla. Para este modelo se aconseja realizar un aclareo sucesivo uniforme, sin corta preparatoria, una única corta diseminatoria del 55% del volumen, dejando una Fcc del 40% y una única corta final una vez el regenerado de ambas especies esté asegurado, aunque siempre antes de los 8-12 años después de la corta diseminatoria. El aspecto principal es graduar el avance de las distintas fases del aclareo de tal forma que la frondosa mantenga un alto nivel de regeneración. Teóricamente también sería posible aplicar cortas a hecho por fajas relativamente estrechas (25-35 m de diámetro).

Los beneficios directos del Modelo, además de los usuales derivados de los tratamientos de mejora (jornales y obtención de madera de claras), suponen la producción de forma sostenible de 350-450 m<sup>3</sup>/ha de madera de calidad tanto de pino silvestre como de frondosa(s), ésta última aproximadamente en un porcentaje del 20-30%, favoreciendo con ello el uso de madera local para industrias de primera y segunda transformación, a la vez que se reduce la necesidad de importar madera de calidad tropical o europea.

La Tabla 36 resume los beneficios indirectos derivados de la aplicación del modelo, a los que hay que sumar los generales derivados de mantener masas mixtas adultas en buen estado de conservación.

Para la elaboración de los parámetros cuantitativos del modelo (ver Tabla 37) se ha partido de una densidad inicial aconsejable (2300 pies por hectárea), superior a la usual en las masas puras de pino debido a la necesidad de mantener una densidad alta en las frondosas. Los valores de Dg, G y Vcc a partir de las relaciones fundamentales descritas en la Tabla 18, aún y cuando se trata de una masa mixta. El peso de intervención se ha escalonado en función de la capacidad de reacción del arbolado en cada clase natural de edad, expresada en crecimiento corriente y medio. En el modelo mostrado en las Tablas 37 y 38 el crecimiento medio es de 4,8 m<sup>3</sup>/ha/año. Como parámetro de control se ha utilizado la relación del volumen medio del árbol extraído con respecto al volumen medio del árbol antes de la intervención ( $V_{me}/V_{mac}$ ), escalonando el peso del 0,8 inicial

hasta el 0,65 final. Los valores extraídos de Vcc y de G también se escalonan pasando del 31-32% al 28%. El menor peso de clara se centra alrededor de los pies de porvenir de las frondosas, mientras que alrededor del pino silvestre la intensidad es similar a la descrita en el modelo 2. Una vez más la primera clara selectiva es mixta (ver Tabla 38).

Tabla 36: Objetivo y parámetros descriptivos del Modelo 6.

<b>Objetivo</b>	Madera de >40 cm de Dn y limpia de nudos en, al menos, 5,5 m de altura en todas las especies en mezcla.
<b>Turno</b>	Según calidades de 110 a 150 años.
<b>Tratamientos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clareos semisistemáticos tempranos</li> <li>- Poda alta en las coníferas de 5,5-10 m de altura.</li> <li>- Alta espesura en las frondosas para favorecer la poda natural y una buena conformación del fuste.</li> <li>- Claras selectivas de peso moderado que fomenten los árboles de porvenir de forma sistemática.</li> <li>- Final de los tratamientos de claras selectivas al menos 20 años antes de alcanzar el diámetro previsto (final del turno)</li> <li>- Cortas de regeneración por aclareo sucesivo uniforme o por cortas a hecho por fajas.</li> </ul>
<b>Beneficios directos</b>	Producción de 350-450 m³/ha de madera de calidad
<b>Beneficios indirectos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación y gestión de masas mixtas maduras.</li> <li>- Fase de máxima biodiversidad de la masa mixta de pino silvestre y frondosa(s) abarca de 40-90 años en función del turno.</li> <li>- Últimos 20-50 años de la masa sin intervención humana.</li> <li>- Fase de alta estabilidad frente al fuego abarca de 40-90 años en función del turno.</li> </ul>

Tabla 37: Parámetros cuantitativos de evolución de la masa en el Modelo 6.

Ho: altura dominante, N: Número de pies; Dg: Diámetro cuadrático medio; G: Área Basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; C/Ap: Competidores extraídos por árbol de porvenir, en la primera intervención se incluyen los pies extraídos en la clara mixta; %G: Porcentaje de área basimétrica extraída, equivalente al peso de intervención; %Vcc: Porcentaje de volumen con corteza extraído, equivalente al peso de intervención;

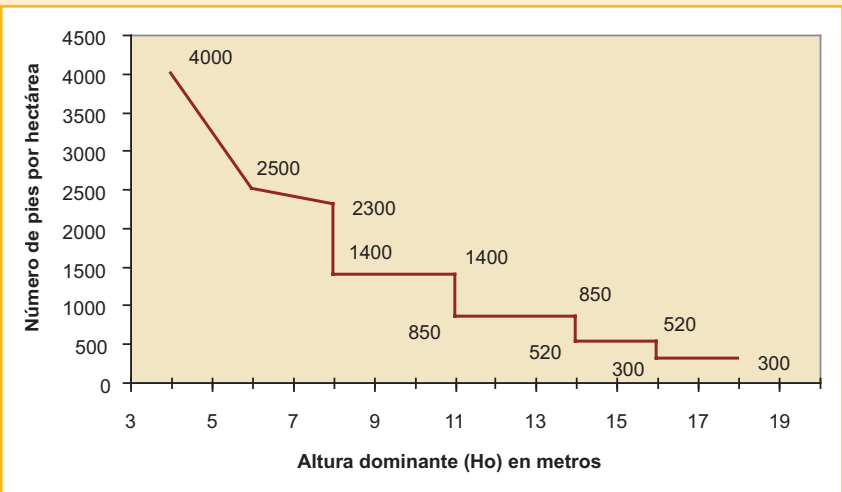
Masa Inicial					Masa extraída					
Ho	N	Dg	G	Vcc	N	%N	G	%G	Vcc	%Vcc
m	pies/ha	cm	m²/ha	m³/ha	pies/ha	%	m²/ha	-	m³/ha	%
4	>4000	<9	<10	-	>1500	-	-	-	-	-
6	2500	11	30	121	-	-	-	-	-	-
8	2300	15	40	151	900	3,00	13	32	47	31
11	1400	19	39	192	550	1,83	12	30	56	29
14	850	24	38	232	330	1,10	11	28	63	27
16	520	30	36	250	220	0,73	10	28	69	28
>18	300	>35	>35	>300	-	-	-	-	-	-
Final Turno	300	>40	>40	>350	300	-	>40	100	>350	100



Tabla 38: Tipo de bosque final (TBF): Masa regular mixta en mezcla individual o por golpes en calidad <20 y crecimientos de >2 m³/ha/año (Modelo 6).

TBF: Masa regular mixta en mezcla individual o por golpes en calidad <20 y crecimientos de >2 m³/ha/año									
Especie Principal		Pino silvestre (>50-70%) + otras coníferas/frondosas (30-<50%)							
Objetivo		Producción de madera de calidad							
Diámetro medio final		>40 cm							
Número de árboles de porvenir		300 / ha							
Turno		110-150 años							
Esquema del tratamiento:									
CNE	Ho	Masa inicial			Tratamientos	Producción			
		N	G	Vcc		Ne	Ve	% tritur	% sierra
-	m	pies/ha	m²/ha	m³/ha	-	pies/ha	m³/ha	%	%
Monte Bravo	4	>4000	<10	-	Clareo semiselectivo, reducción a <2000 pies/ha y poda de penetración	>1000	-	-	-
Latizal alto	6	2500	30	121	-	-	-	-	-
Latizal alto	8	2300	40	151	Clara selectiva mixta, extracción del 32% de G y poda alta (5,5 m) de los pies de porvenir	900	47	100	-
Latizal alto Fustal bajo	11	1400	39	192	Clara selectiva, extracción del 30% de G alrededor de los pies de porvenir	550	56	65	35
Fustal bajo	14	850	38	232	Clara selectiva, extracción del 28% de G alrededor de los pies de porvenir	330	63	55	45
Fustal bajo	16	520	36	250	Última clara selectiva, extracción del resto de competidores por pie de porvenir	220	69	40	60
Fustal medio	>18	300	>35	>300	-	-	-	-	-
Final del turno	>18	300	>40	>350	a) Aclareo sucesivo uniforme: sin cortas preparatorias, una única corta diseminatoria (55% Vcc; 40% Fcc) y una única corta final	300	>350	40	60
					b) Corta a hecho por fajas de 25-35 metros de diámetro				

Figura 17: Evolución del número de pies por hectárea para el Modelo 6.



### **4.2.2 Transformar en otra especie o en masa pura de silvestre**

Los dos modelos que se presentan a continuación están diseñados para aquellos casos en los que no se quiere mantener la mezcla de especies actual. La decisión principal está en escoger si el tipo de masa futura que se quiere alcanzar estará dominada por el pino silvestre o por la(s) frondosa(s). Conviene recordar que en las masas puras descritas estos modelos pueden tener hasta un 20% de mezcla de otras especies en el estrato dominante (ver Tabla 9).

La decisión de transformar una masa mixta de pino silvestre en una pura sólo parece aconsejable si se asienta en las mejores calidades de estación y su objetivo preferente es el productor.

Por otra parte, es probable que en la mayor parte de los casos que se decida transformar la masa mixta de silvestre en masa pura de frondosa se dé en las peores calidades de estación y en aquellas zonas cuyo objetivo preferente sea la protección (ver apartado 4.5).

#### **4.2.2.1 MODELO 7: MASA MIXTA EN TRANSFORMACIÓN A MASA REGULAR PURA DE PINO SILVESTRE EN CALIDAD >20**

Este modelo es un modelo de transición a los modelos Ia o Ib. El objetivo es adecuar la masa lo antes posible a las pautas indicadas en aquel modelo. El procedimiento variará en función de la clase natural de edad en la que se encuentre la masa que pretende ser transformada:

- En las masas en estado de mote bravo o latizal bajo se procederá a reducir la densidad de pies hasta los 1800 a la Ho de 10 m. El peso de la reducción se centrará en la especie en mezcla con el objetivo de reducir su porcentaje en el estrato dominante hasta <20%. A partir de este momento se aplicará el modelo Ia.
- En las masas en fase de latizal alto hasta los 16 m de Ho se procederá a escoger 210 árboles de porvenir, en su gran mayoría de pino silvestre, se podarán y se efectuarán las claras selectivas de forma usual, es decir, alrededor de los árboles de porvenir. Dependiendo del porcentaje de mezcla de la frondosa la adecuación al modelo Ia será en la fase de fustal bajo o en el momento en que sólo queden los árboles de porvenir (fustal medio).

- En las masas en fase de fustal bajo a alto es tarde para aplicar los conceptos de clara selectiva, por lo que se recomienda realizar claras fuertes por lo bajo con un peso del 30% de G, eliminando en lo posible la especie en mezcla. La adaptación al modelo Ib será a través de las cortas de regeneración al final del turno, asegurando la incorporación de la nueva masa tras el proceso de regeneración en la fase de latizal bajo.

#### 4.2.2.2 MODELO 8: MASA MIXTA CONÍFERA-FRONDOSA EN TRANSFORMACIÓN A MASA PURA DE FRONDOSAS

El proceso de transformación hacia masa pura de frondosas requiere la elaboración de modelos propios de la especie en mezcla y no tanto del pino silvestre. La principal razón por la que este modelo puede ser escogido está en la falta de interés en mantener un esfuerzo de gestión dirigido a la producción de madera de calidad, ya sea por la poca capacidad productiva de la estación, o bien, por razones que priman los objetivos de protección.

Aquí no es posible establecer un modelo para cada una de las potenciales frondosas en mezcla, pero aún así pueden esquematizarse las pautas que regirán la gestión de estas masas en transformación:

- Hasta la fase de latizal alto: ninguna intervención. El objetivo principal es mantener una alta densidad en la masa para favorecer la poda natural y el desarrollo natural de las frondosas. Esta fase ha de durar al menos hasta los 10 m de Ho.
- Fases de claras (latizal alto a fustal bajo): Se recomiendan las claras selectivas con selección de 120-150 árboles de porvenir, a ser posible todos frondosas. Es fundamental mantener un peso bajo de intervención (alrededor del 25-30% de G) con el fin de favorecer el crecimiento paulatino y homogéneo. Se pretende obtener pies bien desarrollados y con una alta estabilidad individual al final del turno.
- Prolongar el turno hasta los 150 años o más, en función de la especie y objetivo preferente que se tenga. A partir de los 140 años sólo deberían quedar en el estrato dominante los árboles de porvenir, en su gran mayoría frondosas.

- Las cortas de regeneración serán por aclareo sucesivo uniforme, con cortas preparatorias si la Fcc es mayor del 85%, una única corta diseminatoria con el 55% del Vcc y reduciendo la Fcc al 40% y una única corta final de 8-12 años después.



Foto 17: Brotes y regeneración natural de rebollo bajo cubierta de un fustal medio de pino silvestre en Soria. (Autor: José María González Molina)

### **4.3. MODELOS DE MASA IRREGULAR**

Las masas irregulares se caracterizan no sólo por estar formadas por todas las clases de edad, sino por presentar una estructuración vertical en estratos y por mantener el carácter de bosque permanente (ver capítulo 3.4). La tendencia natural de las masas de pino silvestre, tanto puras como mixtas, es a cerrar el dosel arbóreo, eliminando así la estratificación de la masa y tendiendo con ello a una monoestratificación similar a la de las masas regulares. A partir de ese momento se comportan en dinámica de crecimiento y regeneración de forma similar a cualquier fustal regular. Son muy frecuentes estas masas irregulares en edad, pero “regularizadas” en cuanto a su estructura.

Mantener una estructura irregular en una masa de pino silvestre obliga por ello a mantener las perturbaciones periódicas en forma de cortas por entresaca que favorezcan y posibiliten tanto la estratificación vertical como la incorporación de nuevo regenerado. Este esfuerzo de gestión es muy superior al que se ha de hacer para gestionar masas regulares con el consiguiente aumento tanto de la inversión como de la presencia humana en el monte. Es por ello que las masas irregulares apenas suponen el 2% de la gestión de los bosques europeos (González, 2005) y un porcentaje aún más bajo de las masas de pino silvestre.

Los modelos que aquí se presentan están diseñados para masas puras situadas sobre buena calidad de estación y con objetivo preferente claramente productor. En el caso de las masas mixtas, será muy difícil evitar la dominancia a medio plazo de la frondosa en mezcla, por lo que se transformaría en una masa irregular de frondosa(s) y es por ello que no se incluyen en estos modelos.

A continuación se presentan dos modelos de masa irregular gestionada por cortas por entresaca tradicional. Se incluye además un modelo adicional esquematizando la gestión irregular derivada de las denominadas “cortas libres” o gestión “prosívica” de larga tradición europea, pero de nueva introducción en España.

#### **4.3.1 Modelo 9: Irregular por cortas por entresaca**

La estructura irregular de una masa debe asegurar la incorporación de nuevos individuos a través de la regeneración, debe mantener la estratificación vertical y el carácter de bosque permanente, y debe tener un número adecuado de pies



adultos de grandes dimensiones y buena calidad. Es por ello que cualquier curva irregular no tiene porqué ser necesariamente adecuada. Tradicionalmente se han definido las denominadas curvas de equilibrio o curvas óptimas para enmarcar ejemplos de gestión sostenible que efectivamente cumplen los criterios anteriores. Para definir estas curvas de equilibrio es preciso fijar con anterioridad cuatro parámetros críticos:

- dmax: diámetro máximo a alcanzar
- b: amplitud diamétrica de las clases diamétricas que componen la curva
- N: número total de pies por hectárea mayores de Dn
- q: constante de Liocourt, equivalente a la pendiente de la curva en escala semilogarítmica

Tal y como se comentó en el capítulo 3.4 no existe una única curva de equilibrio correcta, sino que dentro de unos rangos determinados cualquier curva descrita puede ser considerada como curva de equilibrio. Para los modelos que aquí se presenta se describen estos rangos en la Tabla 39. Las curvas descritas son aplicables a las masas irregulares puras de pino silvestre con un máximo 20% de mezcla de otras especies en el estrato dominante.

**Tabla 39: Parámetros y rango de valores propuesto para definir potenciales curvas de equilibrio para las masas de pino silvestre en Castilla y León.**

N: Número de pies; q: constante de Liocourt; Fcc: Fracción de cabida cubierta; G: Área Basimétrica; CD10-15: Clases diamétricas 10 a 15; Dmax: Diámetro máximo;

	<b>N</b>	<b>q</b>	<b>Fcc</b>	<b>G</b>	<b>CD10-15</b>	<b>Dmax</b>
	<b>pies/ha</b>	<b>tramos</b>	<b>%</b>	<b>m<sup>2</sup>/ha</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
<b>P. sylvestris</b>	800-900	1 ó 2	60-75	>20	30-35	>50-65

A modo de ejemplo se describen en detalle dos curvas de equilibrio, cuyo factor diferenciador es la constante de Liocourt, siendo en uno homogénea en toda la curva (Modelo 9a) y estando partida en dos en el otro (Modelo 9b) (ver Tablas 40 y 41 respectivamente). Ambos modelos se enmarcan en los rangos descritos en la Tabla 39 y se consideran adecuados para la gestión por entresaca de masas de pino silvestre en buenas calidades de estación de Castilla y León. Las intervenciones selvícolas son en forma de cortas por entresaca, más la poda en altura de pies prometedores de la clase diamétrica 20 de tal forma que a las clases 40-55 lleguen pies podados (30 pies por hectárea en el modelo 9a y 33 pies por hectárea en el modelo 9b). La edad de madurez sobre la que se alcanzarán los diámetros máximos previstos de 55 cm será a los 100-150 años dependiendo de la calidad de estación.

Tabla 40: Modelo 9a: Masa irregular con q de 1,7, homogénea en toda la curva.

CD: Clase diamétrica; N: Número de pies; G: Área basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; Fcc: Fracción de cabida cubierta;

CD	N	G	Vcc	Fcc
	pies/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	%
10	331	2,6	7	14
15	195	3,45	14	13
20	114	3,58	19	11
25	67	3,29	21	10
30	40	2,83	19	8
35	23	2,21	16	5
40	14	1,76	13	4
45	8	1,27	10	3
50	5	0,98	8	2
55	3	0,71	6	2
TOTAL	800	22,68	133	72

Tabla 41: Modelo 9b: Masa irregular con q de 2,0 hasta la CD 20 y de 1,5 a partir de ésta hasta el final de la curva.

CD: Clase diamétrica; N: Número de pies; G: Área basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; Fcc: Fracción de cabida cubierta;

CD	N	G	Vcc	Fcc
	pies/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	%
10	380	2,98	8	17
15	190	3,35	13	13
20	95	2,98	16	9
25	49	2,4	15	7
30	32	2,26	15	6
35	21	2,02	15	5
40	14	1,75	13	4
45	9	1,43	11	3
50	6	1,17	10	3
55	4	0,95	8	2
TOTAL	800	21,29	124	69

La falta de masas irregulares de pino silvestre en la práctica actual hace difícil estimar cual será el tiempo de cambio de clase y si éste será único para todas las clases diamétricas. Los datos obtenidos en masas irregulares del Pirineo español apuntan a que no hay un tiempo de cambio de clase único (González et al., 1997, 1998b). Para los modelos propuestos se parte por ello de una rotación



de 10 años, suficiente para asegurar la extracción de un volumen de madera por hectárea adecuado y aconsejable para facilitar el proceso de mantener la estructuración vertical y la incorporación de regenerado pese a la tendencia natural a la regularización. Probablemente esta rotación no coincidirá exactamente con el o los tiempos de cambio de clase que se estimen en cada masa, pero dado que es perfectamente factible organizar las cortas en función de la rotación prevista, no supone ningún inconveniente real para la práctica. En la Tabla 42 se muestra un ejemplo de intervención asumiendo un tiempo de cambio de clase único de 14 años y una rotación de 10 años.

En la mayoría de los casos la masa inicial a la que se pretenda aplicar alguno de los modelos enmarcados en los parámetros de la Tabla 39 no tendrá una estructura semejante a la de equilibrio. Es por ello que el paso previo es siempre transformar esta masa irregular a una masa irregular en equilibrio. En pocos casos podrá realizarse en una sola intervención o por mero ajuste matemático de la curva, por lo que habrá que recurrir a algún modelo de transformación descrito en la bibliografía específica (González, 2005).

Tabla 42: Ejemplo de corta por entresaca para el modelo 9b con rotaciones de 10 años y tiempo de cambio de clase único de 14 años.

CD: Clase diamétrica; CEq: Curva de equilibrio;

Masa Inicial		Masa 10 años después			Masa extraída			Masa tras la corta		
CD	N	N	AB	Vcc	N	AB	Vcc	N	AB	Vcc
cm	pies/ha	pies/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	pies/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	pies/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha
10	331	566	4,45	12	235	1,85	5	331	2,6	7
15	195	292	5,15	20	97	1,71	7	195	3,45	14
20	114	172	5,39	28	58	1,81	9	114	3,58	19
25	67	100	4,93	31	33	1,64	10	67	3,29	21
30	40	59	4,18	29	19	1,36	9	40	2,83	19
35	23	35	3,37	25	12	1,16	9	23	2,21	16
40	14	20	2,56	20	6	0,8	6	14	1,76	13
45	8	12	1,95	16	4	0,68	5	8	1,27	10
50	5	7	1,4	11	2	0,42	3	5	0,98	8
55	3	4	1,05	9	1	0,34	3	3	0,71	6
60	-	2	0,6	4	2	0,6	4	-	-	-
TOTAL	800	1270	35,03	205	470	12,35	70	800	22,68	133

Los beneficios directos de la gestión del bosque irregular se centran en torno a la gran intensidad de gestión que requieren y con ello la creación de empleo en zonas rurales. La media de extracción de madera de calidad se sitúa entre los 4-8 m<sup>3</sup>/ha/año según calidades de estación y curvas de equilibrio definidas. Los

beneficios indirectos derivan del carácter de bosque permanente de las masas irregulares. El grado de biodiversidad es inferior al que se obtiene de un mosaico de rodales regulares, pero tiene la ventaja de ser más o menos constante en el tiempo, ya que la estructura selvícola de la masa también lo es (ver Tabla 43).

Tabla 43: Objetivo y parámetros descriptivos de los modelos por entresaca.

Objetivo	Madera de >50 cm de Dn y limpia de nudos en, al menos, 6 m de altura.
Edad de madurez	Según calidades de 100 a 150 años.
Tratamientos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cortas por entresaca</li><li>- Poda alta en la clase diamétrica 20 de 6-10 m de altura de tal forma que a las clases 40-55 lleguen pies podados (30 pies por hectárea en el modelo 9a y 33 pies por hectárea en el modelo 9b)</li></ul>
Beneficios directos	Producción de 4-8 m³/ha/año de madera de calidad
Beneficios indirectos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bosque permanente.</li><li>- Grado de biodiversidad de la masa es constante, sin grandes variaciones.</li></ul>

4.3.2 Modelo 10: Irregular por cortas libres (“prosilvíco”)

La gestión “próxima a la naturaleza” se ha caracterizado históricamente por ser reacia a establecer directrices de gestión detalladas, ya que lo que preconiza es la decisión empírica del selvicultor ante las distintas situaciones de la masa. Huye de la homogenización, no sólo evitando la regularidad en las masas, sino también negándose a establecer pautas específicas que eviten la diversidad inherente a la topografía y características estacionales. Por ello se fomenta la irregularidad, pero no una irregularidad homogénea según determinadas curvas de equilibrio, sino una irregularidad genérica. Se persigue la mezcla de especies, pero no en porcentajes similares en todas partes o con las mismas especies, sino que se favorece lo que de forma natural aparece allí donde se considere oportuno. Se quiere mantener un equilibrio de clases de edad, pero sin obligar por ello a mantener un ritmo o cuota de regeneración obligatoria. Se renuncia a turnos globales en beneficio de turnos tecnológicos casi individuales según las características de cada pie.

Esta falta de directrices “claras” ha dificultado históricamente explicar o trasladar este tipo de gestión a zonas donde se desconoce. Sin embargo, sí que hay unas características básicas que pueden enumerarse y que rigen la gestión preconizada por esta rama de la selvicultura:

- Se busca el bosque permanente, es decir, se han de evitar aquellos tratamientos que provoquen discontinuidades manifiestas en el vuelo. Quedan

prohibidas las cortas a hecho y los aclareos sucesivos uniformes, ambas creadoras y mantenedoras de masas regulares.

- Se pretende mantener tantas especies en la masa como sea posible, favorecer la mezcla y la diversidad de ofertas/posibilidades futuras de madera/productos.
- No debe haber pastoreo en el monte.
- El objetivo preferente es la producción de madera de calidad en turnos largos.
- Se ha de evitar establecer un turno homogéneo para toda la masa. La gestión se guiará por la situación individual de cada pie.
- Deben favorecerse estructuras de masa con diferentes estratos y edades lo que lleva a situaciones similares a las de las masas irregulares tradicionales.
- La gestión como masa irregular no se guía por curvas de equilibrio u otras pautas "rígidas". La gestión ha de ser empírica favoreciendo un equilibrio adecuado entre las clases naturales de regenerado-monte bravo, latizal y fustal, pero todo ello a nivel de individuos o pequeños golpes/grupos y no a nivel de masa.
- Las cortas de regeneración serán también a muy pequeña escala (individuos o pequeños golpes), evitando abrir huecos mayores de 2000-2500 m<sup>2</sup>.

Las directrices selvícolas que permiten obtener masas acordes con estas características pueden resumirse de la siguiente manera:

- Turno tecnológico situado en >50 cm de Dn, hasta 80 cm en muchos casos. Siempre que el árbol sea vital y no sea necesario su aprovechamiento seguirá en pie, por lo que el diámetro final puede ser mucho mayor.
- Irregularidad en edad y estructura vertical y horizontal de la masa.
- Nunca aprovechar un pie adulto de buena calidad por necesidad de "favorecer" el regenerado. Los pies que "ya" están en la masa priman sobre las potencialidades de los futuros pies.

- Si un pie ha alcanzado su máximo desarrollo o tiene problemas sanitarios, de forma, etc. debe ser extraído.
- Favorecer mezcla de especies, especialmente de aquellas con interés comercial.
- Las superficie ocupada por los pies de la diferentes clases diamétricas será la siguiente:
  - CD <10 (equivalente al regenerado, monte bravo y latizal bajo): 15%
  - CD 10-30 (equivalente al latizal alto e inicios del fustal bajo): 15%
  - CD 30-50 (equivalente al fustal bajo a fustal medio): 55%
  - CD 50-<80 (equivalente al fustal alto): 15%

Aunque no se desea establecer un único modelo concreto se ofrece el ejemplo de la Tabla 44 como referencia para los gestores.

**Tabla 44: Ejemplo de un modelo de masa que se ajusta a las pautas de gestión pro sílvica.**

CD: Clase diamétrica; N: Número de pies; G: Área basimétrica; Vcc: Volumen con corteza; Fcc: Fracción de cabida cubierta;

CD	N	G	Vcc	Fcc
	pies/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	%
<10	150	-	-	-
10-30	180	>5	>15	15
30-50	300	>35	>200	55
50->80	10	>5	>25	15
TOTAL	640	>45	>240	85

La gestión por cortas libres podría ser interesante en todas aquellas masas en las que por situación estacional (por ejemplo franja altitudinal superior del pino silvestre) o por condicionantes económicos o sociales exteriores se quieran favorecer estructuras más o menos irregularizadas de bosque permanente, pero no sea posible mantener la periodicidad o constancia de las cortas por entresaca que obligan a mantener una curva concreta actuando en cada rotación sobre todas las clases de edad. Si, por el contrario, sólo se quiere actuar sobre determinadas clases diamétricas y se pretende mantener más el carácter de bosque permanente que la estructura vertical propia de las masas irregulares, una gestión según cortas libres permitiría al selvicultor mantener la sanidad y estabilidad de la masa sin grandes intensidades de gestión y sin preocuparse en exceso de mantener un equilibrio entre las clases diamétricas.



Foto 18: Límite altitudinal del bosque en Valsain (Segovia). El porte de los pies adultos muestra un crecimiento en solitario, sin embargo la nueva regeneración es de cobertura completa. En estas zonas las selvicultura por cortas libres es una alternativa interesante.

(Autor: Froilán Sevilla)

#### **4.4. MODELOS DE MASA PURA O MIXTA EN ZONAS DE SINGULAR PROTECCIÓN**

##### **4.4.1 Masas con crecimientos de $<2 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$**

En aquellas masas en las que el crecimiento corriente anual es muy bajo, cualquier esfuerzo de gestión es poco defendible desde el punto de vista productivo o económico. Sin embargo sí que puede ser interesante desde el punto de vista paisajístico o de protección, especialmente frente a incendios. En estos casos la pauta general será la de reducir al mínimo la gestión e inversión en el monte, concentrando además estos tratamientos en las áreas sensibles.

#### 4.4.2 Masas con objetivo protección derivado de situación orográfica o edáfica

En algunos rodales es posible que el objetivo de gestión se vea determinado por la situación orográfica o edáfica de la masa. En estos casos será necesario adaptar la gestión a estos condicionantes y aplicar aquellos modelos que mejor se adapten a los mismos.

La Tabla 45 muestra los casos más frecuentes y las posibles adaptaciones de gestión que se proponen.

Tabla 45: Casos más frecuentes que aconsejan el objetivo de protección por situaciones orográfica o edáficas.

SITUACIÓN	ADAPTACIÓN
Pendiente >70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomentar gestión por rodales de 5-10 ha.</li> <li>- Evitar cortas a hecho.</li> <li>- Fomentar la saca por cable.</li> <li>- La ventaja en estructura de las masas irregulares se ve matizada por la gran frecuencia de intervención y el esfuerzo de gestión que requieren, casi nunca abordable.</li> <li>- En muchas de estas masas se está abandonando la gestión activa.</li> </ul>
Encharcamiento temporal edáfico tras las cortas de regeneración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provocado normalmente tras cortas de regeneración y extracción de los pies adultos que drenaban el nivel freático.</li> <li>- Suele provocar la muerte de las jóvenes plántulas por pudrición de raíces por falta de aireación.</li> <li>- Adaptación a través de unas cortas de regeneración que mantengan suficiente cobertura de arbolado adulto como para evitar el encharcamiento superficial.</li> </ul>
Encharcamiento edáfico anual/periódico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En aquellas situaciones en las que incluso con arbolado adulto se produce el encharcamiento anualmente se debe a un mal drenaje edáfico.</li> <li>- Lo aconsejable es cambiar la especie principal, ya que el pino silvestre no está muy adaptado a estas situaciones. Casi siempre la alternativa serán frondosas adaptadas a estas condiciones edáficas, con frecuencia rebollo o abedul.</li> </ul>
Cal activa / suelos margosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normalmente se traducen en una baja calidad de estación.</li> <li>- Derivar a modelos de masas mixtas.</li> </ul>

#### 4.4.3 Masas con objetivo protección en zonas de hábitat de especies

En general las masas de pino silvestre que se encuentren dentro de zonas de especial protección por motivos de hábitats deberán adaptar su gestión a las directrices de los planes de conservación vigentes, si los hubiera y de los correspondientes PORN o PRUG aprobados. Estas restricciones suelen ser de carácter temporal, determinadas épocas del año no deben realizarse actuaciones, de carác-

ter espacial, determinadas zonas no deben intervenirse, o de carácter técnico, determinados tipos de actuación no están permitidos, por ejemplo cortas a hecho o introducción de determinadas especies. Teniendo en cuenta estas restricciones se aplicarán cualquiera de los modelos descritos con anterioridad

#### **4.4.4 Masas con objetivo protección por cercanía a ribera**

Se define el ámbito de la ribera según las directrices de la DGMN (2005a) como *"la franja que va desde el nivel medio de las aguas hasta el nivel que alcanzan las aguas en las máximas crecidas ordinarias"*. Estas mismas directrices enmarcan las restricciones que afectan a la gestión de rodales en ribera. Se transcriben a continuación los aspectos más relevantes:

- En las zonas de vegetación ripícola, al objeto de mantener la continuidad horizontal y vertical de las formaciones vegetales típicas de ribera, las actuaciones que se ejecuten sobre la vegetación tendrán principalmente la finalidad de paliar la deficiencia de regeneración natural o favorecer el desarrollo del regenerado. Estas zonas son vitales para un gran número de especies y requerirán un cuidado especial tanto por su fragilidad, como por su interés de conservación al actuar como corredores y como zonas de refugio y de cría de un buen número de especies faunísticas de gran interés (mamíferos asociados a los cauces, anfibios, reptiles, algunos invertebrados, etc.).
- En esta franja de vegetación ripícola, se conservarán los tocones de aquellos pies de especies típicas de esta vegetación que rebroten de cepa, ya que contribuyen a la fijación de los terrenos y proporcionan refugio para la fauna, así mismo se mantendrá un mosaico de zonas de luz y de sombra en la vegetación que cubre el cauce del agua para favorecer la fauna acuática.
- Los aprovechamientos de los bosques ribereños no se realizarán en ningún caso por el método de cortas a matarrasa. Siempre se mantendrá en pie parte de la masa arbórea para que sirva como estabilizador de las márgenes de los cauces, dé sombra a la lámina de agua, y en definitiva, no modifique sustancialmente la calidad de ribera ni los equilibrios hidrobiológicos de la zona afectada por el aprovechamiento. Por ello, no deberán cortarse más de un tercio de los árboles de diámetro superior a 30 cm.



- Se extraerán los árboles muy inclinados cuya caída pudiera causar embalsamientos peligrosos del agua.
- Se mantendrá siempre que sea posible un dosel arbóreo o arbustivo en las vaguadas que sirva de protección frente a fenómenos erosivos y mantenga las condiciones microclimáticas y estructurales de estas zonas.
- Se procurará mantener intactos los taludes y resaltes naturales del terreno, dada su importancia como zonas de nidificación de determinadas especies asociadas a los cauces como el mirlo acuático, el martín pescador o el abejaruco.

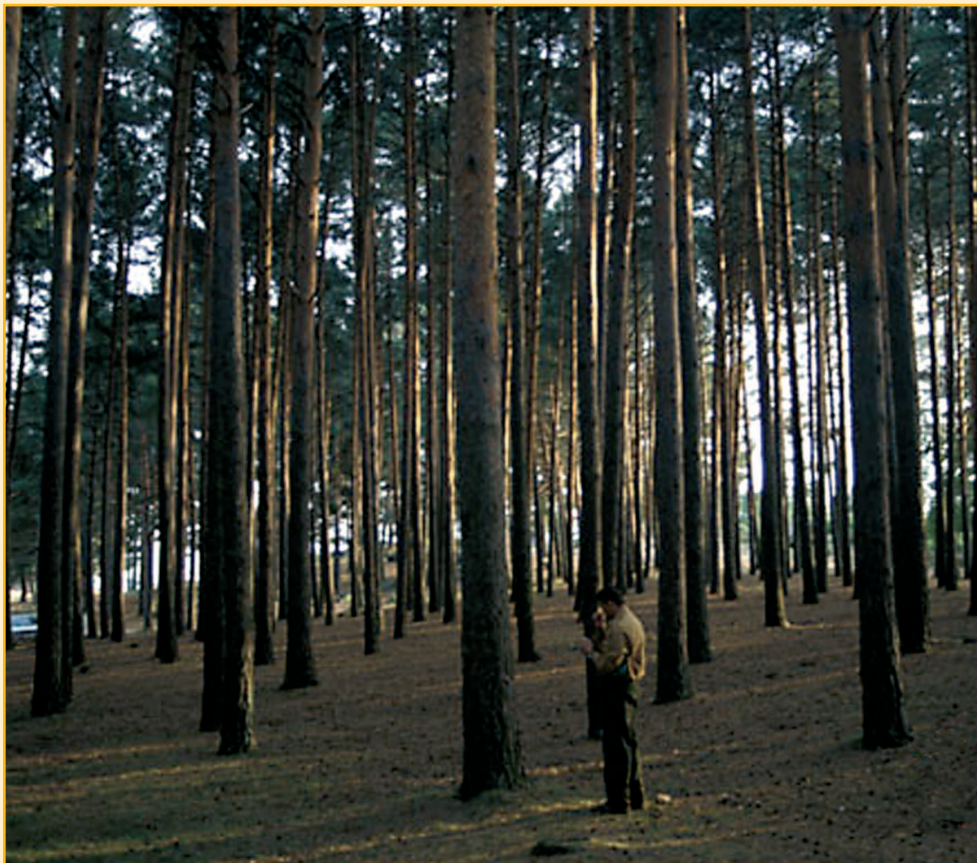


Foto 19: Zona recreativa en un rodal de silvestre procedente de repoblación de 80-90 años de edad (Boñar, León).  
(Autor: Froilán Sevilla)



#### 4.4.5 Masas con objetivo de evolución natural sin intervención

Se considera aconsejable dejar algunos rodales sin intervención de ningún tipo (incluidas cortas sanitarias) para que evolucionen de forma natural y pueda recogerse información sobre todos los parámetros selvícolas que puedan resultar interesantes.

Estos rodales en evolución natural pueden escogerse por motivos científicos de investigación o por motivos de protección de hábitats/especies.

Su número debería ser muy reducido y ser elegidos preferentemente en zonas representativas de la especie. La extensión propuesta es la de rodal, es decir, máximo 50-60 ha en bloque. Su monitorización debería ser periódica, pudiendo revisarse la conveniencia o no de mantener los procesos naturales o por el contrario de intervenir para interrumpir esos procesos. En este último caso dejarían de pertenecer a esta categoría, pasando a cualquiera de los módulos anteriormente descritos, dependiendo del tipo de intervención realizada.

### 4.5. MODELO DE MASAS DE REPOBLACIÓN

El objetivo prioritario con las masas provenientes de repoblación es lograr cuanto antes su **naturalización**, es decir, conseguir estructuras de masa similares a las que existen en las masas naturales en su correspondiente clase de edad. Por ello se propone derivar la gestión a partir de la primera intervención de claras hacia el objetivo preferente que se pretenda en cada caso.

Los clareos y las podas bajas de penetración, en caso de realizarse alguno de estos tratamientos, serán comunes a todas las repoblaciones según las normas generales de silvicultura descritas en el apartado 3.2 de este manual. A partir de las primeras claras, en función del objetivo preferente escogido, se actuará de la siguiente forma:

- Objetivo masa regular pura o mixta en producción: efectuar claras selectivas derivando hacia alguno de los siguientes modelos: 1a, 1b, 2, 5 o 6.
- Objetivo protección o producción-protección: efectuar claras fuertes por lo bajo derivando hacia alguno de los modelos 3 o 4.

- Objetivo masa irregular en producción: efectuar cortas por entresaca o cortas libres según los modelos 9 o 10.

La Tabla 46 muestra el esquema de estas opciones.

Tabla 46: Esquema de la silvicultura propuesta para las masas procedentes de repoblación.

Clase Natural de Edad	Tratamientos	Tipo de intervención	Modelos
Monte bravo	-	-	-
Latizal bajo	Clareos, Poda de penetración	-	-
Latizal alto	Primeras claras	Claras selectivas	Modelos 1a, 1b, 2, 5, 6
		Claras fuertes por lo bajo	Modelos 3, 4
		Cortas por entresaca	Modelos 9a, 9b
		Cortas libres	Modelo 10



Foto 20: Latizal alto a fustal bajo de pino silvestre procedente de repoblación en Vega de Espinareda (León).  
(Autor: Froilán Sevilla)

# ANEXO

## LISTADO DE LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA (LIC) Y ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA) CON PRESENCIA DE PINARES ALBARES.

LIC Y ZEPA	Presencia de masas de origen natural
Alto Sil	
Altos de Barahona	
Cañón del Río Lobos	Sí
Campo Azálvaro-Pinares de Peguerinos	Sí
Candelario	
Embalse del Ebro	
Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina	Sí
Hoces del Alto Ebro y Rudrón	
Humada-Peña Amaya	
Las Batuecas-Sierra de Francia	
Monte Santiago	
Montes Aquilanos y Sierra de Teleno (Montes Aquilanos)	
Montes de Miranda de Ebro y Ameyugo	
Montes Obarenes	
Omañas	
Picos de Europa en Castilla y León	Sí
Pinares del Bajo Alberche	Sí
Páramo de Layna	
Quilamas	
Sabinares del Arlanza	
Sierra de Gredos	Duduso
Sierra de Guadarrama	Sí
Sierra de la Cabrera	
Sierra de la Demanda	Sí
Sierra de la Tesla-Valdivielso	
Sierra de los Ancares	
Sierra del Moncayo	
Sierres de Urbión y Cebollera (Sierra de Urbión)	Sí
Valle de Iruelas	Sí
Valle de San Emiliano	
Valle del Tiétar	
Valles del Voltoya y el Zorita	

LIC	Presencia de masas de origen natural
Bosques del Valle de Mena	
Covalagua	
El Rebollar	
Hoces de Vegacervera	
Montaña Central de León	
Ojo Guareña	
Oncala-Valtajeros	
Pinar de Hoyocasero	SÍ
Pinar de Losana	SÍ
Quejigares y encinares de Sierra del Madero	
Rebollares del Cea	
Riberas de los Ríos Huebra, Yeltes, Uces y afluentes	
Riberas del Ayuda	
Riberas del Río Alberche y afluentes	
Riberas del Río Carrión y afluentes	
Riberas del Río Cidacos y afluentes	
Riberas del Río Duero y afluentes	
Riberas del Río Nela y afluentes	
Riberas del Río Oca y afluentes	
Riberas del Río Orbigo y afluentes	
Riberas del Río Pisuegra y afluentes	
Riberas del Río Tirón y afluentes	
Robledales del Berrún	
Sabinares de Somosierra	SÍ
Sabinares Sierra de Cabrejas	
Sierra de Ayllón	SÍ
Sierra de la Paramera y Serrota	

## BIBLIOGRAFIA

**Arilla, E, Castellnou, M, Molina, D.,** 2005: Tipologías de grandes incendios forestales: Herramientas para la gestión del fuego y la dinámica forestal. IV Congreso Forestal Español. Ponencias Mesa 6. 8 pp.

**Bachofen, H.,**1997: Growth and structure in a selection forest of the Swiss Alps. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. IUFRO 1.14.00 Symposium in Corvallis, USA.

**Baker, J; Cain, M.; Guldin, J.; Murphy, P.; Shelton, M.,**1996: Uneven-Aged Silviculture for the Loblolly and Shortleaf Pine Forest Cover Types. Southern Research Station. General Technical Report SO-1 18. USDA.

**Bariego, P., Jiménez, F.,** 2006: Los pinares albares de Castilla y León en la Directiva Hábitats. Documento interno DGMN, Junta de Castilla y León. 7 pp.

**Blanco, E. et al.,** 1997: Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. Ed. Planeta. Barcelona. 572 pp.

**Bravo, F.,** 1998. Modelo de producción para *Pinus sylvestris* L. en el Alto Valle del Ebro. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, Palencia.

**Bravo, F., Montero, G.,** 2001: Site index estimation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in the High Ebro Basin (northern Spain) using soil attributes. Forestry 74(4):395-406.

**Bravo, F., Hann, D. W., Maguire, D. A.,** 2001: Impact of competitor species composition on predicting diameter growth and survival rates of Douglas-fir trees in southwester Oregon. Canadian Journal of Forest Research 31: 2237-2247.

**Bravo, F., Montero, G.,** 2003: High-grading effects on Scots pine volume and basal area in pure stands in northern Spain. Ann. For. Sci. 60: 11-18.

**Bravo, F.; Díaz-Balteiro, L.,** 2004: Evaluation of new silvicultural alternatives for Scots pine stands in northern Spain. Ann. For. Sci. 61: 163-169.

**Bravo, F.; Lizarralde, I.; Ordóñez, C.; Bravo, A.; Río, M., Pando, V.; Monreal, J.A.,** 2005: Modelo de dinámica de rodales para las masas naturales de pino silvestre en Castilla y León. Universidad de Valladolid-Consejería de Medio Ambiente (Junta de Castilla y León). Memoria interna.

**Broto, M.; Pinillos, F.; Lizarralde, I; Villanueva, J.L.,** 2006: El pino albar (*Pinus sylvestris* L.) en Castilla y León: producción e industrias de la madera. CESEFOR. Documento interno.

**Critchfield, W. B., and Little, E. L., Jr.**, 1966, Geographic distribution of the pines of the world. U.S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication N1 991. Washington D.C. 97 pp.

**DGMN (Ed.)**, 2005a: Instrucción 02/DGMN/2005, de 16 de Junio, de La Dirección General del Medio Natural sobre criterios de Gestión Forestal compatibles con la Conservación de las especies de aves y quirópteros asociados a Hábitats Forestales y con la prevención de problemas fitosanitarios en el territorio gestionado por la Consejería de Medio Ambiente de La Junta de Castilla y León. 24 pp.

**DGMN (Ed.)**, 2005b: Castilla y León crece con el bosque. Consejería de Medio Ambiente-Dirección General del Medio Natural. Serie divulgativa. 48 pp.

**García Abejón J. L.**, 1981. Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Ibérico. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Recursos Naturales 10: 47 pp.

**García Abejón J. L., Gómez Loranca J. A.**, 1984. Tablas de producción de densidad variable para *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Recursos Naturales 29: 36 pp.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 1995: Tipificación selvícola de las masas mixtas de pino y rebollo en el centro de España. Estudio sobre su calidad forestal. INIA. Sistemas y Recursos Forestales. Vol 4 (2):221-249.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 1996: Tipificación de las masas mixtas de pino y rebollo en el centro de España y desarrollo de conceptos para su tratamiento selvícola. Actas de la reunión Grupo de Trabajo Selvicultura Mediterránea. S.E.C.F. Córdoba. N1 3: 147-165.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 1999: Plenterwälder aus Lichtbaumarten im Nordosten Spaniens. Forstarchiv, Vol. 70, N1 1: 17-22.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 2000: Modelos de transformación de masa irregular a irregular. INIA. Sistemas y Recursos Forestales, Vol. 9 (2): 237-252.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 2000: Primeras experiencias de claras selectivas mixtas en *Pinus halepensis* Mill. Grupo de Trabajo Selvicultura Mediterránea. Albacete. Cuaderno SECF N1 10 (2000): 103-109.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 2003: Propuesta de estructura para los proyectos de ordenación por rodales. Montes, N1 72: 59-67.

**González, J. M<sup>a</sup>**, 2005: Introducción a la Selvicultura General. Universidad de León. Secretariado de Publicaciones. 309 pp.

**González, J. M<sup>a</sup>; Arrufat, D.; Meya, D.**, 1997: Modelos de gestión selvícola para las masas irregulares de pino laricio en el prepirineo catalán. RFE, N1 16: 14-20.

**González, J. M<sup>a</sup>, Ibarz, P.**, 1998a: Monte bajo irregular de encina. Caracterización selvícola. INIA. Sistemas y Recursos Forestales, Vol. 7, N 1-2: 95-108.

**González, J. M<sup>a</sup>; Meya, D.; Arrufat, D.**, 1998b: Definició de models selvícoles de gestió per al Solsonès. CTFC. Documento interno. No publicado.

**González, J. M<sup>a</sup>; Cano, F.**, 1999: Primeras experiencia de claras selectiva con *Pinus uncinata* Ram en el Pirineo Catalán. Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes. Santiago de Compostela. Actas del Congreso. Tomo I: 579-585.

**González, J. M<sup>a</sup>; Piqué, M.; Giró, T.; Ibarz, P.**, 1999: Evolución selvícola de una masa irregular de Abeto y Pino Negro de 1925 y 1997. Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes. Santiago de Compostela. Actas del Congreso. Tomo I: 595-603.

**González, J. M<sup>a</sup>; Piqué, M.**, 2003: Análisis de la regeneración natural en una masa irregular de abeto, pino negro y pino silvestre. Cuadernos de la SECF, N1 15: 129-134.

**Hann, D.W, Larsen, D.**, 1991: Diameter growth equations for fourteen tree species in southwest Oregon. Oregon State University. Forest Research Laboratory. Research Bulletin 69. 18 pp.

**JCyL (Ed.)** (2003): La salud de los bosques de Castilla y León. Informe 2003. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. 169 pp.

**Koski, V.**, 1991. Generative reproduction and genetic processes in nature. In: Giertych, M., Ma tyas, C. (Eds.), Genetics of Scots Pine. Akademiai Kiado , Budapest, pp. 59B72.

**Nicolás, A., Gandullo, J.M.**, 1969. Ecología de los pinares españoles II: *Pinus sylvestris* L. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid. 303 pp.

**Río, M.**, 1999: Régimen de claras y modelo de producción para *Pinus sylvestris* L. en los Sistemas Central e Ibérico. Tesis Doctorales INIA. Serie: Forestal N1 2, Madrid. 257 pp.

**Río, M., Montero, G.**, 2001: Modelo de simulación de claras en masas de *Pinus sylvestris* L. Monografías INIA. Forestal N1 3, Madrid. 114 pp.

**Río, M., Montero, G., López, E.**, 2006: Manual de claras para repoblaciones de *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* en Castilla y León. Junta de Castilla y León. En imprenta.

**Robledo-Arnuncio, J.J., Smousec, P., Gila, L, Alía, R.**, 2004: Pollen movement under alternative silvicultural practices in native populations of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in central Spain. Forest Ecology and Management 197: 245B255.

**Rojo A., Montero G.**, 1996. El pino silvestre en la Sierra de Guadarrama. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid: 293 pp.

**Ruiz de la Torre J.**, 1979. Árboles y arbustos de la España peninsular. Sección de Publicaciones de la E.T.S.I.de Montes, Madrid: 512 pp.

**Schütz, J. Ph**, 2002: Die Plenterung und ihre unterschiedlichen Formen. Skript zu Vorlesung Waldbau II und Waldbau IV. ETH Zentrum. Zürich. 125 pp.

**Stage, A.R.**, 1973: Prognosis model for stand development. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-137. 32 pp.

**Wykoff, W.R.**, 1990: A basal area increment model for individual conifers in the northern Rocky Mountains. For. Sci. 36: 1077-1104.

