

Ordenación forestal de masas mixtas de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* en Galicia

Gemma Villanueva Vilar y Guillermo Riesco Muñoz*

Escuela Politécnica Superior de Lugo (Universidad de Santiago de Compostela).
Departamento de Enxeñería Agroforestal. Campus Universitario s/n. 27002 Lugo.
guillermo.riesco@usc.es

Título abreviado: Ordenación de masas mixtas de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*

Resumen

En las masas forestales gallegas procedentes de repoblación es frecuente la presencia de masas mixtas de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata*, en diferentes grados de mezcla. Se propone la ordenación forestal de un monte actualmente poblado por ambas especies, con mayores crecimientos en la zona de mezcla que en las masas puras. Se pretende incrementar el aprovechamiento maderero de *Pinus radiata*, que es la especie mayoritaria y que ha generado una producción elevada (10-27 metros cúbicos por hectárea y año a los 15-20 años de edad), en con condiciones de estación favorables. Los principales condicionantes que limitan las actuaciones son el grave riesgo de incendios en verano y la ausencia de intervenciones selvícolas en el pasado a las edades adecuadas. La extensión de la finca permite asumir como objetivo a largo plazo el logro del rendimiento sostenido. El carácter eminentemente productor de las masas de pino existentes ha conducido a la elección de criterios de cortabilidad financieros. Finalmente, la elevada fragmentación del vuelo, debido a la coexistencia de especies, edades y calidades de estación, ha llevado a la elección del método de ordenación por división por cabida, como marco dasocrático en el que planificar las sucesivas intervenciones.

Palabras clave: ordenación de montes, división por cabida, masas mixtas, *Pinus*, montes vecinales en mano común.

Sesión: GESTIONA/DECIDE

1. Introducción

Las masas mixtas de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* en Galicia ocupan unas 42000 hectáreas según el Tercer Inventario Forestal Nacional (Xunta de Galicia, 2001), siendo este tipo de mezcla particularmente abundante en las zonas costeras. Estas masas proceden a menudo de repoblaciones mixtas o bien de regeneración natural de *Pinus pinaster* en plantaciones de *Pinus radiata* (Rodríguez Soalleiro et al., 1997). Al tratarse de especies heliófilas, la mezcla solo es estable cuando el crecimiento en altura es similar (Rodríguez y Madrigal, 2008) ya que si el crecimiento es diferente la mortalidad natural y la mortalidad artificial por claros o claras afecta principalmente a la especie de menor desarrollo. En las Rías Bajas *Pinus radiata* se encuentra en regresión ante el vigor de las masas de *Pinus pinaster* (Sánchez y Rodríguez, 2008).

Un monte que alberga este tipo de masas en el interior de Galicia es el monte “Granda de Orizón, Bedro do Marco e Granda de Canaval”, que pertenece a la comunidad de vecinos de la parroquia de Orizón (Castro de Rey, provincia de Lugo). Fue declarado

monte vecinal en mano común en 1980. El monte se encuentra entre las coordenadas 4770035 y 4769631 de latitud y entre las coordenadas 636388 y 635506 de longitud (figura 1). La cabida total es de 281 hectáreas, con el desglose que aparece en la Tabla 1. Aproximadamente la mitad de la cabida se encuentra sujeta a convenio con la Administración. El convenio, vigente hasta 2012, establece que las especies a utilizar para la repoblación forestal en la zona conveniada son *Pinus radiata* y *Pinus pinaster*, que son las que se han empleado hasta el momento.

La cabida arbolada se encuentra íntegramente en la zona en convenio. El terreno inforestal corresponde a pistas, cortafuegos, afloramientos rocosos y ríos. Hay una ocupación de 1,2 ha correspondiente a una carretera local.

Los aprovechamientos actuales del monte son la madera de pino, la caza (principalmente conejo, perdiz, jabalí y corzo) y la recolección de setas del género *Boletus*, que genera algún beneficio económico.

El monte no fue ordenado con anterioridad, no está englobado en ningún plan de ordenación del territorio y no se trata de un espacio protegido. Se propuso su puesta en valor mediante una Ordenación basada en un inventario forestal que fue realizado a comienzos de 2007. Se consideró como objeto de ordenación exclusivamente la superficie sometida a convenio. El plan de ordenación propuesto se ajusta en estructura y contenido a las directrices que establecen las Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados de 1970 (Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, 1971), actualmente vigentes en Galicia.

2. Medio físico

2.1. Fisiografía, suelo y clima

El monte se encuentra a una altitud media ponderada de 578 m, sin grandes variaciones de cota: entre un máximo de 625 m y un mínimo de 550 m. Presenta en general pendientes suaves (10,5 % de media), terreno no accidentado y exposiciones a solana algo más frecuentes que a umbría.

El estudio del clima se ha basado en los registros de la estación meteorológica de Rozas (Lugo), situada a unos 6 km del monte y a una altitud 132 m inferior. La temperatura media anual estimada para el monte es de 11,6 °C y la precipitación anual es de 1086 mm, con un régimen térmico y pluviométrico de transición entre oceánico y continental. La distribución anual de las precipitaciones no es homogénea ya que en verano solo se produce el 11 % de la precipitación mientras que el máximo se da en invierno (36 % del total). Según la clasificación de Thornthwaite (1948), el clima es húmedo, con un régimen de temperaturas templadas y con déficit de agua moderado en verano (figura 2).

El viento dominante de la zona es de componente SO, con una velocidad media anual de 15 km/h. Son muy poco frecuentes los derribos por viento, y en ello interviene la existencia de masas colindantes que ofrecen protección. Dado que la zona no presenta una exposición en general de riesgo no se prevén problemas por este motivo ante una futura apertura del vuelo por realización de claras o cortas de regeneración.

La productividad potencial forestal en el monte varía, según la fórmula de Paterson (Carballeira et al., 1983), entre 5,7 y 6,4 m³/ha/año, teniendo en cuenta las diferentes clases de suelos presentes. En suelos profundos y con pendiente baja la sequía se reduce a los meses de julio y agosto. Por el contrario, en las zonas de alta pendiente y escasa profundidad edáfica se extiende de mayo a septiembre.

El sustrato geológico lo forman rocas de textura gruesa, permeables y disgregadas. En la mayor parte del monte el sustrato son cuarcitas de Candana Inferior, rocas ácidas y poco alterables. En el borde Oeste del monte aparecen granodioritas tardías, que presentan baja acidez y son más alterables. Los suelos resultantes sobre dichos sustratos son ácidos, ricos en aluminio y con baja capacidad de intercambio catiónico. Los suelos desarrollados sobre cuarcitas son poco profundos, arenosos, muy permeables, con poca capacidad de retención de agua, ácidos y pobres en nutrientes. Los suelos derivados de granodioritas son también ácidos y presentan escasez de nutrientes. Tienen textura franca y no generan problemas de hidromorfía. Principalmente se han identificado regosoles úmbricos y, en menor medida, leptosoles úmbricos y umbrisoles. Los suelos no constituyen una limitación a la supervivencia de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster*, al ser especies con pocas exigencias edáficas.

2.2. Vegetación

El monte está arbolado principalmente con *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* procedentes de repoblación. La mayor parte son masas puras y regulares de *Pinus radiata* (104,51 ha). Existe una masa mixta de ambas especies de pino (5,56 ha) en el extremo sur del monte, con una edad de 40 años (Tabla 2). Las características de estación son adecuadas para ambas especies y no se prevé paralización de crecimiento por frío ni por insuficiencia de disponibilidades hídricas. No es limitante el riesgo de heladas, en particular para *Pinus radiata*, más sensible a este factor (Gandullo y Sánchez Palomares, 1994), ya que no se observaron daños importantes por el hielo.

También se encuentran pies dispersos procedentes de regeneración natural de las especies *Quercus robur*, *Betula pubescens* y *Alnus glutinosa*: estos dos últimos sobre todo en la ribera del riachuelo Amorín. Son, en general, árboles de pequeño porte, torcidos y sin interés industrial. No obstante, la presencia de estos árboles en la ribera de los riachuelos es beneficiosa por la cobertura que ofrecen, además de ayudar a preservar la fauna y la flora ripícola.

En cuanto a vegetación arbustiva y herbácea, bajo las masas adultas de *Pinus radiata* se desarrolla un estrato compuesto principalmente por *Calluna vulgaris*, *Cytisus striatus*, *Cytisus scoparius*, *Erica cinerea*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus* cf. *fruticosus* y *Ulex europaeus*. En las masas más jóvenes el estrato inferior está más desarrollado, aumentando la competencia con la especie principal, predominando *Agrostis capillaris*, *Erica umbellata* y *Ulex europaeus*.

En la masa mixta de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* aparece *Agrostis capillaris*, *Calluna vulgaris*, *Erica cinerea*, *Genista florida*, *Ulex europaeus*, *Pteridium aquilinum* y *Rubus* cf. *fruticosus*.

En las zonas rasas del monte se encuentra *Agrostis curtisii*, *Calluna vulgaris*, *Cytisus striatus*, *Daboecia cantabrica*, *Erica cinerea*, *Pterospartum tridentatum* y *Ulex europaeus*.

La vegetación del monte corresponde a diferentes etapas de regresión de la serie del roble, cuyo óptimo estable, según Ceballos, es un bosque denso de *Quercus robur* (Montero de Burgos et al., 1981) en asociación con *Betula pubescens*, *Calluna vulgaris*, *Castanea sativa*, *Daboecia cantabrica*, *Genista florida* y *Quercus pyrenaica* (Allué Andrade, 1990). La especie dominante (*Pinus radiata*) constituye un paraclímax, estable aunque ajeno a la secuencia natural de la progresión vegetal por tratarse de una especie introducida.

2.3. Procesos degradantes

En montes cercanos repoblados con *Pinus radiata* ha habido ataques de *Thaumetopoea pityocampa* (procesionaria) que actualmente están controlados. En zonas muy concretas del monte se observa la aparición del hongo *Dothistroma septospora* (banda roja), con la consiguiente coloración rojiza de las hojas y caída abundante en invierno. A medio plazo no se prevé que afecte a los crecimientos.

No se han observado en las masas daños causados por incendios. Sin embargo, en montes colindantes hubo incendios de poca importancia en el período de máximo riesgo. Dada la densidad de cortafuegos existente así como la presencia de puntos de toma de agua próximos, cabe esperar que los conatos que puedan producirse sean controlables. Los daños causados por la nieve no son relevantes dada la escasa intensidad y duración de las nevadas. No se prevén fenómenos erosivos importantes ya que las pendientes no son elevadas y se va a favorecer la cobertura de matorral y herbáceas en las zonas no aptas para sostener arbolado, procurando además que la renovación del vuelo en las zonas arboladas se produzca de forma inmediata tras la corta. Según el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (Ministerio de Medio Ambiente, 2002) las pérdidas de suelo estimadas mediante el modelo RUSLE no superan las 5 toneladas por hectárea y año.

Los pies jóvenes podrían ser dañados por el corzo, el jabalí y el conejo. Sin embargo, la escasez de estas especies hace prever solamente daños ocasionales, no suponiendo una amenaza significativa para las masas. No hay ganado en el monte. Las especies cinegéticas y protegidas no interfieren con el aprovechamiento forestal convencional.

3. Estudio de las masas arbóreas

3.1. División inventarial

La superficie del monte sujeta a convenio se constituyó como un único cuartel provisional de inventariación, poblado por las especies *Pinus radiata* y *Pinus pinaster*, con edades comprendidas entre los 2 y los 40 años. Debido a la heterogeneidad espacial que presentan las masas fue necesario diferenciar estratos dentro del cuartel como punto de partida para la descripción del vuelo y su posterior planificación. Se observa en la Tabla 2 que la distinción en estratos se basó en dos criterios: especie principal y edad (Díaz-Maroto Hidalgo y Riesco Muñoz, 2001).

El cuartel se dividió en 9 cantones. La segregación de cantones dentro de cada estrato se efectuó buscando una clara delimitación de cada unidad inventarial a partir de los accidentes lineales del terreno, ya fueran artificiales (camino, cortafuegos) o naturales (vaguadas, divisorias). No fue necesario realizar el amojonamiento del límite de los cantones ya que el cuartel presenta gran cantidad de pistas, caminos y cortafuegos que sirven de límite entre unidades inventariales.

Los resultados del inventario aparecen resumidos por estratos en la Tabla 2. La vegetación mayoritaria está constituida por *Pinus radiata*, que forma masas de estructura regular casi siempre monoespecíficas. Las espesuras son elevadas según el modelo dinámico de crecimiento GESMO (Diéguez Aranda et al., 2009).

3.2. Toma de datos

Para la determinación de la estructura, existencias y crecimientos del vuelo se realizó un inventario por muestreo estadístico en los estratos I y II, ya que la superficie a inventariar y

la juventud de las masas no justifica la precisión y el coste de un inventario por conteo pie a pie. Sin embargo, en la masa mixta de *Pinus pinaster* y *Pinus radiata* (estrato IV) se realizó un conteo pie a pie ya que la reducida extensión de la masa y su heterogeneidad no permitiría alcanzar suficiente precisión con un inventario por muestreo. Por otra parte, el valor de la masa, en edad de corta, aconsejó obtener una cubicación precisa por conteo pie a pie. En los estratos III (pies menores) y V (zonas rasas) no se efectuó inventario de existencias en volumen. En el estrato III, que sostenía arbolado no inventariable, el muestreo por parcelas se limitó a determinar las especies arbóreas presentes y su densidad en número de pies por hectárea.

El inventario de los estratos I y II se efectuó por muestreo sistemático estratificado con afijación óptima a coste constante mediante 38 parcelas circulares de radio fijo dispuestas en los vértices de una malla cuadrada. El porcentaje de muestreo fue de 1,22 %. En cada parcela las variables registradas fueron las siguientes:

- diámetro normal de todos los pies inventariables (diámetro normal $\geq 7,5$ cm)
- altura total y forma de cubicación (DGCONA, 2002) de al menos dos árboles tipo por parcela
- número de pies menores y muertos
- evaluación visual de daños por erosión, estado fitosanitario y tratamientos culturales en el arbolado
- orientación y pendiente
- vegetación acompañante.

3.3. Estructura de la masa

En los estratos I, II y IV se ajustaron curvas altura-diámetro para *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* (figura 3) a partir de los datos de diámetro normal y altura total medidos en los árboles tipo:

$$h = 1,1346d^{0,4807} \quad (\text{estrato I})$$

$$h = 0,0007d^2 - 0,2192d + 27,721 \quad (\text{estrato II})$$

$$h = -55,421 + 13,691 \cdot \ln(d) \quad (\text{estrato IV, } Pinus radiata)$$

$$h = 0,7523d^{0,587} \quad (\text{estrato IV, } Pinus pinaster)$$

donde h es la altura total en metros

d es el diámetro normal en milímetros.

Las calidades de estación se han estimado mediante el análisis de la altura dominante y la edad de la masa en cada cantón inventariado. Para el cálculo del índice de sitio que cuantifica la calidad de estación se ha empleado el modelo dinámico de crecimiento GESMO (Diéguez Aranda et al., 2009). El índice de sitio obtenido para *Pinus radiata* es bastante homogéneo y se encuentra entre 17,1 y 18,5 m, que son valores medios de calidad de estación para la especie en Galicia. El estrato IV es una masa mixta de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* por lo que en la misma no se calculó el índice de sitio. Tampoco se analiza el índice de sitio del estrato III, en el que no era factible su determinación por ser masas demasiado jóvenes.

3.4. Estimación de existencias y crecimientos

Para la estimación de los volúmenes individuales con y sin corteza de los árboles tipo se utilizaron las tarifas de cubicación de doble entrada del Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2006) para la provincia de Lugo (DGCONA, 2002):

$$\begin{aligned} \text{Pinus radiata con forma de cubicación 1 ó 2} & \quad vcc = 25,95 + 0,0003052d^2h \\ \text{Pinus radiata con forma de cubicación 3} & \quad vcc = 6,38 + 0,0002405d^2h \\ \text{Pinus radiata con forma de cubicación 5} & \quad vcc = 38,41 + 0,0002080d^2h \\ \text{Pinus radiata con forma de cubicación 1 ó 2} & \quad vsc = -15,67 + 0,7339778d + 0,0000152d^2 \\ \text{Pinus radiata con forma de cubicación 3} & \quad vsc = 0,18 + 0,6607412d - 0,0014076d^2 \\ \text{Pinus radiata con forma de cubicación 5} & \quad vsc = -2,40 + 0,6407340d + 0,0001871d^2 \\ \\ \text{Pinus pinaster con forma de cubicación 1 ó 2} & \quad vcc = 0,0004466d^{1,99028}h^{0,88719} \\ \text{Pinus pinaster con forma de cubicación 3} & \quad vcc = 0,0000317d^{2,77398}h^{0,19481} \\ \text{Pinus pinaster con forma de cubicación 5} & \quad vcc = 0,0010662d^{1,87464}h^{0,62658} \\ \text{Pinus pinaster con forma de cubicación 1 ó 2} & \quad vsc = -6,15 + 0,8069869d + 0,0000110d^2 \\ \text{Pinus pinaster con forma de cubicación 3} & \quad vsc = -0,60 + 0,8671720d - 0,0020395d^2 \\ \text{Pinus pinaster con forma de cubicación 5} & \quad vsc = 1,97 + 0,6994318d + 0,000196d^2 \end{aligned}$$

donde vcc es el volumen con corteza en decímetros cúbicos

vsc es el volumen sin corteza en decímetros cúbicos

d es el diámetro normal en milímetros

h es la altura total en metros.

En cada estrato y especie se ajustó la tarifa de ordenación $vcc = f(d)$ a partir de los pares de valores (d, vcc) obtenidos en los árboles tipo del estrato. La tarifa de ordenación $vsc = f(d)$ se ajustó, así mismo, para cada estrato a partir de los pares de valores (d, vsc) obtenidos a partir de los árboles tipo debido a que no todos los árboles tipo tenían la misma forma de cubicación. Con las tarifas de ordenación obtenidas se calculó el volumen con y sin corteza de todos los pies mayores de las parcelas de inventario, de los que se conoce el diámetro normal. Para la estimación del crecimiento corriente anual el procedimiento fue el mismo, empleando en este caso las tarifas de crecimiento del Segundo Inventario Forestal Nacional para la provincia de Lugo (ICONA, 1993). El crecimiento medio se obtuvo como cociente entre el volumen con corteza y la edad de la masa.

En la Tabla 2, que resume las principales características del inventario, destacan los altos valores de crecimiento medio en las masas puras (estratos I y II), superiores a las previsiones de máxima producción según la ecuación de Paterson, a pesar de que el índice de sitio no es el máximo y de que la espesura de la masa es superior a la deseable según el modelo GESMO. Los altos crecimientos se atribuyen en parte a que no coincide el periodo de tiempo para el que se efectuó el cálculo del crecimiento medio con el periodo de datos climáticos para el que se hizo la estimación de la productividad potencial forestal. La gran diferencia del crecimiento medio respecto de los valores de crecimiento corriente indica que la masa está en una fase intermedia de su ciclo de producción y que los crecimientos medios aumentarán antes de llegar a la edad de máxima renta en especie.

Así mismo, es muy notable la diferencia de crecimiento corriente entre las dos especies de *Pinus* en la zona de mezcla (estrato IV en la Tabla 2), tratándose de árboles de la misma edad. No obstante, en la acusada diferencia interviene el mayor nivel de

existencias de *Pinus pinaster* ya que si se comparan las tasas de crecimiento corriente las diferencias no son tan grandes: 1,1 % para *Pinus pinaster* y 2,5 % para *Pinus radiata*.

4. Estado Socioeconómico

La figura 6 incluye los ingresos y gastos que han tenido lugar en el monte en el decenio 1997-2006. Los ingresos obtenidos por la propiedad se deben al aprovechamiento y venta de pequeños lotes de madera de pino en la parte del monte sujeta a convenio. La calidad tecnológica de los fustes es aceptable para sierra en ambas especies de pino. Según convenio, el 30 % de los ingresos totales correspondió a la Consellería de Medio Ambiente y el 70 % restante a la comunidad de vecinos propietaria. De los gastos que se produjeron en el monte en dicho decenio el 65 % fueron gastos de repoblación, un 34 % correspondieron a trabajos selvícolas y el 1 % restante fueron gastos en obras de mejora. Los ingresos producidos en el monte fueron de 250 euros por hectárea conveniada y año. El beneficio generado por el monte fue de 236 euros por hectárea conveniada y año.

La red de vías de saca en el cuartel presenta buen estado de conservación, se encuentra regularmente distribuida y su densidad es de 36 metros lineales por hectárea, suficiente para un monte productor. La densidad de cortafuegos es alta (24 m/ha), con 15 m de anchura media y buen estado de conservación. Dado que la mayoría de las pistas forestales tienen anchura suficiente como para funcionar como líneas de defensa, no será necesaria la construcción de más pistas ni infraestructuras lineales contra incendios.

Como puntos de agua los vehículos motobomba de lucha contra incendios disponen del río Guimarás al suroeste del monte y del riachuelo Amorín.

En la zona actúan empresas que llevan a cabo aprovechamientos forestales y otros tratamientos selvícolas, bien utilizando recursos humanos propios o bien recurriendo a personal local.

5. Planificación

5.1. Objetivos

La ejecución de la Ordenación busca un aumento en la producción de madera en volumen y una mejora de la calidad de los productos, aumentando y regularizando los beneficios económicos derivados del uso del monte.

Actualmente, el uso principal de la zona del monte en convenio es la producción de madera de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster*, cuyo destino principal es la industria de aserrado. Con la ordenación se pretende continuar con la función productora del monte pero conservando solo *Pinus radiata*, mejorando la calidad tecnológica de la madera producida y dando mayor regularidad en el tiempo a la percepción de rentas por parte de los propietarios. En la zona existen industrias dedicadas a la transformación de la madera de pino por lo que es previsible que en el futuro la producción del monte mantenga buena salida en el mercado de la madera.

No existe incompatibilidad entre los distintos usos actuales del monte por lo que se pretende también mantener los usos secundarios, como son el cinegético y la recogida de setas. La práctica de la caza no afecta de forma significativa a la ordenación ya que las especies presentes que podrían causar problemas al regenerado (conejo, jabalí, corzo) hasta el momento no ocasionaron daños significativos. Por otra parte, se procurará que la ordenación forestal no perjudique a las especies de caza mayor evitando las cortas a hecho

en grandes extensiones y en época de cría. El aprovechamiento de setas no afecta al uso principal del monte.

La existencia de un vuelo arbóreo estable en todo el cuartel, o una cubierta herbácea o de matorral, favorece la cobertura del terreno y su protección frente a la erosión. Por otra parte, la protección del suelo garantiza su fertilidad, lo que permitirá a largo plazo mantener la capacidad productiva del sitio.

El cuartel único de inventario se ratifica en la planificación ya que el conjunto de usos actuales del monte en convenio se va a mantener en el futuro cuartel ordenado.

5.2. Plan General

La especie principal será *Pinus radiata*, que en la actualidad ocupa la mayor parte de la superficie del cuartel. La elección de esta especie se justifica por su abundancia pero también por su rápido crecimiento y su adaptación al objetivo productor fijado como prioritario. Además, esta especie se adapta a las condiciones de estación (precipitación, temperatura y suelos). La especie permite que se den las otras funciones asignadas al monte (uso cinegético, aprovechamiento micológico y protección frente a la erosión). Destacan en el cuartel las masas de *Pinus radiata* de 40 años, con buen estado fitosanitario y una calidad de estación aparentemente alta, si se comparan los crecimientos con los de las zonas de masas puras.

No se introducirán en el cuartel especies secundarias pero se respetarán los pies de frondosas presentes y los que regeneren de forma natural.

Teniendo en cuenta el objetivo productor del cuartel, las pendientes moderadas, el temperamento heliófilo de la especie y la deseable uniformidad en dimensiones y calidad de los productos, las cortas de regeneración de *Pinus radiata* serán a hecho en un solo tiempo, seguidas de regeneración artificial por plantación, esperando obtener una estructura de masa coetánea en monte alto.

El ciclo selvícola propuesto se resume en la Tabla 3, que se basa en la propuesta de Dans del Valle et al. (1999). Para la definición de cortas de mejora se siguieron las tablas de producción para *Pinus radiata* en Galicia (Sánchez Rodríguez, 2001). Tras un primer clareo entre los 5 y los 10 años de edad, la primera clara tendrá un peso aproximado del 34 % del número de pies. El carácter de esta intervención será sistemático y selectivo (eliminando una fila de cada tres y los peores pies de la matriz entre filas). La segunda y última clara será de carácter selectivo y de tipo mixto, seleccionando árboles de todos los diámetros, siempre que no interesen como pies de porvenir (pies dañados o enfermos, con porte defectuoso, con poco vigor o muertos). Se calcula que los productos obtenidos se destinarán en parte a trituración (60 %) y en parte a sierra (40 %).

Serán necesarios desbroces periódicos (Tabla 3) para que el crecimiento de los pinos no se vea mermado por la presencia de matorral, para reducir el riesgo de incendios y para facilitar el acceso para la realización de tratamientos selvícolas. Los desbroces se harán por calles y, siempre que sea posible, de forma mecanizada en curvas de nivel mediante maquinaria de cadenas con apero desbrozador-triturador. En las zonas cercanas a los pinos y entrecalles se terminará manualmente con motodesbrozadora de mochila. El desbroce será también manual con motodesbrozadora cuando la pedregosidad impida la mecanización.

Es necesaria la realización de podas para lograr mayor cantidad de madera libre de nudos, debido a la mala poda natural de *Pinus radiata*. Entre los 5 y 10 años de edad, y coincidiendo con el clareo, se realizará una primera poda baja o de penetración hasta una altura en el fuste de 2,5 m (40-50 % de la altura total). La segunda poda será alta, hasta una

altura de 5,5-6 m, y coincidirá con la primera clara. Los árboles a podar serán aquellos que van a llegar a corta final (300-500 pies/ha). La finalidad de esta segunda poda es lograr pies limpios de nudos en las dos primeras trozas en la zona periférica del fuste. La poda no debe sobrepasar la mitad de la altura del árbol ya que las podas excesivas en altura eliminan gran volumen de ramas y pueden provocar una disminución del crecimiento, además de aumentar su exposición a hongos y enfermedades. La clara o clareo que acompaña a la poda mitiga la pérdida de crecimiento derivada de la pérdida de biomasa foliar asociada a la poda. Los restos de poda deberán eliminarse ya que suponen un foco de plagas y enfermedades además de elevar el riesgo de incendios. Siempre que sea posible la eliminación se efectuará mediante desbrozadora de cadenas o de martillos para facilitar la descomposición e incorporación de los restos al suelo.

Se elige el método de ordenación de división por cabida debido a que:

- el cuartel presenta pequeña extensión, lo que reduce a tres los métodos de ordenación posibles (ordenación por rodales, división por cabida, entresaca generalizada) de entre los que recogen las Instrucciones de Ordenación (Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, 1971)
- la especie principal presenta un marcado carácter heliófilo (excluye la entresaca)
- la regeneración, que se efectuará artificialmente por plantación, será automática tras la corta (excluye la ordenación por rodales) (González Molina et al., 2006; Mackay, 1949).

Por otra parte, el método de división por cabida es indicado ya que:

- las masas actuales del cuartel son monoespecíficas y coetáneas
- la especie principal presenta crecimiento rápido
- la pendiente es baja-media con lo que no existe riesgo de erosión o daños catastróficos debido al tratamiento de regeneración.

Para la elección del turno se tiene en cuenta que el criterio tecnológico para *Pinus radiata* aconseja aplicar un turno de 30 a 40 años (Sánchez y Rodríguez, 2008), para obtener diámetros normales de 30 a 35 cm, adecuados para la industria del aserrado. Por otra parte, la máxima renta en especie para *Pinus radiata* en la estación se logra a los 40-45 años según el simulador GESMO (Diéguez Aranda et al., 2009). Teniendo en cuenta ambos criterios se fija un turno de corta de 36 años.

Para dicho turno, teniendo en cuenta la extensión y la productividad del cuartel, deciden realizarse cortas a hecho intermitentes cada tres años, con áreas de corta de entre 9,7 y 13,0 ha (12 tranzones trianuales). Se trata de una considerable cabida a cortar a hecho cada tres años por lo que se decide que los tranzones no estén formados por una sola pieza, para evitar la apertura de extensas zonas rasas en el dosel de copas.

Para la asignación de cantones de inventario a los tranzones se seguirá el criterio que lleve antes a la máxima producción y a la consecución del cuartel normal, incurriendo en los inevitables sacrificios de cortabilidad inherentes al método de ordenación. En este caso, los sacrificios de cortabilidad varían entre - 6 y + 9 años.

Para la formación de tranzones equiproductivos se debe asignar índice de sitio a todos los cantones y rodales que en el futuro cuartel ordenado van a albergar masas de *Pinus radiata*, incluyendo aquellas zonas actualmente rasas o que ocupan masas muy jóvenes. Dado que la calidad de estación del cuartel es relativamente homogénea se considera que los cantones y rodales actualmente desarbolados, con arbolado muy joven o con masas mixtas de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* tienen como índice de sitio 17,5 m, que es el valor medio de las zonas pobladas actualmente por *Pinus radiata*. Por otra parte, las características fisiográficas permiten aceptar esta suposición.

5.3. Plan Especial

Se propone un Plan Especial con una vigencia de 10 años. Durante el periodo de vigencia del mismo (del 2007 al 2016) en algunas masas de *Pinus radiata* será necesaria la realización de claras. Éstas serán semisistemáticas en aquellos rodales o cantones en los que ha pasado la edad de realización de la primera clara y en las que, debido a su densidad, no es viable una segunda clara de carácter selectivo. En aquellos otros rodales que estén en edad de la realización de la primera clara, éstas serán sistemáticas y selectivas. El peso de las claras (del 32 al 45 % del número de pies) pretende alcanzar el esquema selvícola fijado sin superar el 45 %, para reducir el riesgo de derribo de los pinos que van a quedar en pie a consecuencia del viento.

En el caso de la masa mixta actual de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* (con 40 años de edad) no se realizarán claras ya que se ha superado la edad del turno y todos los pies presentes están seleccionados para corta final.

Las claras se realizarán en 2014 y 2015, años en los que no está prevista ninguna corta final, con el fin de obtener renta del cuartel casi todos los años.

Respecto a la posibilidad de mejora, el volumen extraído en cada cantón o rodal se estimará como el producto del número de pies a extraer en la zona por el volumen medio del pie extraído. El volumen medio del pie extraído se estima a partir de la información relativa a la masa extraída estimada con el programa GESMO para la especie (Diéguez-Aranda et al., 2009).

La posibilidad de regeneración será solamente posibilidad en productos finales obtenidos por ejecución de cortas a hecho. Viene determinada por la superficie a cortar cada año. Durante la vigencia del Plan Especial la posibilidad de regeneración y mejora será la que indica la Tabla 4. El elevado valor de la posibilidad de mejora se debe a que han de realizarse muchas claras ante la existencia de gran cantidad de masas en edad intermedia.

Para mantener o incrementar la capacidad productiva en el cuartel durante la vigencia del Plan Especial se realizará la repoblación artificial, con planta de *Pinus radiata* mejorada genéticamente, en los tranzones rasos o en los que se hayan efectuado cortas a hecho (tranzones III y IV, 22,97 hectáreas en total). Previamente se realizará la trituración de restos de corta y la preparación del terreno. No se considera necesario destocoñar ya que la plantación anterior se hizo a un marco establecido. La preparación del terreno se realizará subsolando por curvas de nivel y separando 3,5 m las líneas de plantación. En el caso de que la pedregosidad imposibilite la mecanización, la preparación del terreno se haría manualmente abriendo casillas de plantación de 40x40x30 cm.

La plantación será manual, con ayuda de plantamón, con marco de plantación de 3,5x2,5 m (1142 plantas/ha). Se empleará planta en envase de una o dos savias. La plantación se realizará a savia parada y preferiblemente a principios de primavera, ante el posible riesgo de heladas.

Se realizará abonado en el momento de la plantación ya que los suelos del monte son en general pobres en nutrientes. El abono empleado será un complejo NPK con aplicación localizada a 5 cm de profundidad en el hoyo donde se ubicará el árbol. Será de liberación gradual (con una duración aproximada de un año), con dosis de 25 a 50 gramos en cada planta. La época de aplicación debe ser a principios de primavera para lograr una mayor eficiencia.

La reposición de marras se realizará manualmente un año después de la plantación. Se prevé una pérdida máxima de un 10 % de las plantas a consecuencia de marras.

En la mayor parte del cuartel ya se ha llevado a cabo la primera y la segunda poda, con lo cual sólo será necesario realizar dichas operaciones en los tranzones X, XI y XII (34,43 ha en total).

Durante los 10 años de vigencia del Plan Especial y cada 3 años se realizará el desbroce de cortafuegos con desbrozadora de cadenas accionada mediante tractor de ruedas. El desbroce será manual con motodesbrozadora de mochila cuando la pedregosidad impida la mecanización. Se realizará mantenimiento y cuidado de pistas y caminos, desbrozando el matorral a 3 m de anchura en los bordes de los mismos. Los útiles empleados serán, como en el caso anterior, desbrozadora de cadenas y/o motodesbrozadora de mochila.

En la figura 4 se muestra la distribución anual de las mejoras a llevar a cabo durante el Plan Especial, expresando su magnitud en hectáreas. Se observa que los desbroces, entre los que se incluye tanto el control de la vegetación competidora como la trituración de restos de aprovechamiento, son la intervención que afecta a más superficie. Por último, la figura 5 muestra el coste de las mejoras, desglosando por tipo de actividad.

Durante la vigencia del Plan Especial los ingresos procederán de la venta de madera de las cortas realizadas y los gastos serán los producidos por la repoblación de cantones rasos o recién cortados, los trabajos de mejora selvícola y el mantenimiento de infraestructuras. El total de ingresos previstos en los diez años de duración del Plan Especial asciende a 480977 €. El total de los gastos previstos en el mismo periodo asciende a 349221 €.

Para la estimación de los ingresos se utilizan unos precios orientativos para la madera en pie de *Pinus radiata* y *Pinus pinaster* obtenidos a partir de subastas de montes próximos y diversas empresas forestales consultadas. Se considera la clasificación de productos de corta que aparece en la Tabla 3.

En la figura 6 aparece la evolución de los ingresos y gastos previstos durante el Plan Especial, comparados con los correspondientes al último decenio. Se pretende que durante el Plan Especial los ingresos aumenten en un 33 % en tanto que los gastos se multiplicarán por más de siete, en un intento claro por dinamizar la actividad productiva del cuartel. El balance resultante en los diez años de duración del Plan Especial es positivo, con unos beneficios esperados de 230 euros por hectárea ordenada y año. A partir de 2012 coincide la finalización del convenio con una previsión de gastos elevada en concepto de desbroces, por lo que recaería sobre los titulares la financiación de dicha mejora.

6. Referencias

- Allué Andrade, J.L. 1990. Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías. INIA-MAPA, Madrid.
- Carballeira, A., Devesa, C., Retuerto, R., Santillán, E., Uceda, F. 1983. Bioclimatología de Galicia. Fundación Pedro Barrié de la Maza, La Coruña.
- Dans del Valle, F., Fernández de Ana Magán, F., Romero García, A. 1999. Manual de silvicultura del *Pinus radiata* en Galicia. Proxecto Columella. Universidad de Santiago de Compostela.
- DGCONA. 2002. Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Galicia, Lugo. DGCONA, Madrid.
- Díaz-Maroto Hidalgo, I.J., Riesco Muñoz, G. 2001. Inventario forestal (2ª ed.). Escuela Politécnica Superior, Lugo.
- Diéguez Aranda, U., Rojo Alboreca, A., Castedo Dorado, F., Álvarez González, J.G., Barrio Anta, M., Crecente Campo, F., González González, J.M., Pérez Cruzado, C., Rodríguez Soalleiro, R., López Sánchez, C. A., Balboa Murias, M.Á., Gorgoso Varela, J.J.,

- Sánchez Rodríguez, F. 2009. Herramientas selvícolas para la gestión forestal sostenible en Galicia. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. 1971. Instrucciones Generales para la Ordenación de Montes Arbolados. Ministerio de Agricultura, Madrid.
- Gandullo, J.M., Sánchez Palomares, O. 1994. Estaciones ecológicas de los pinares españoles. Colección Técnica. ICONA, Madrid.
- González Molina, J.M., Piqué Nicolau, M., Vericat Grau, P. 2006. Manual de ordenación por rodales: gestión multifuncional de los espacios forestales. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya, Solsona.
- ICONA. 1993. Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1995. Galicia, Lugo. ICONA, Madrid.
- Mackay, E. 1949. Fundamentos y Métodos de la Ordenación de Montes. Segunda Parte. Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Montes, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2002. Inventario nacional de erosión de suelos 2002-2012. Galicia. Lugo.
- Montero de Burgos, J.L., González Rebollar, J.L. 1983. Diagramas bioclimáticos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Publicaciones Agrarias, Madrid.
- Rodríguez, R.J., Madrigal, A. 2008. Selvicultura de *Pinus pinaster* Ait. subsp. *atlantica* H. de Vill. En: (Serrada, R., Montero, G., Reque, J.A. eds.), Compendio de selvicultura aplicada en España. INIA, Madrid.
- Rodríguez Soalleiro, R., Álvarez González J.G, Cela González, M., Mansilla Vázquez, P., Vega Alonso, P., González Rosales, M., Ruiz Zorrila, P., Vega Alonso, G. 1997. Manual técnico de selvicultura del pino pinaster. Proxecto Columella. Universidad de Santiago de Compostela.
- Sánchez Rodríguez, F. 2001. Estudio de la calidad de estación, crecimiento, producción y selvicultura de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Sánchez, F., Rodríguez, R.J. 2008. Selvicultura de *Pinus radiata* D. Don. En: (Serrada, R., Montero, G., Reque, J.A. eds.), Compendio de selvicultura aplicada en España. INIA, Madrid.
- Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a racional classification of climate. Geog. Rev. 38: 55-94
- Xunta de Galicia. 2001. O bosque galego en cifras. Santiago de Compostela.

Tabla 1. Desglose de cabidas

| | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
|-------------------------|-----------------|----------------|
| cabida inventariable | 83,26 | 29,6 |
| cabida no inventariable | 26,81 | 9,5 |
| cabida poblada | 110,07 | 39,2 |
| cabida rasa | 26,90 | 9,6 |
| cabida forestal | 136,97 | 48,7 |
| cabida inforestal | 5,00 | 1,8 |
| cabida conveniada | 141,97 | 50,5 |
| cabida total | 281,00 | 100,0 |

Tabla 2. Descripción de los estratos de inventario

| Estrato | Especie | Edad (años) | Cabida forestal (ha) | Nº pies/ha | AB | VCC | % C | CM | CC |
|---------|---------|----------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|------------------------|
| I | Pr | 19-20 | 51,23 | 1068 | 35,37 | 217 | 33 | 11,0 | 16,2 |
| II | Pr | 16-18 | 26,47 | 1113 | 27,51 | 148 | 27 | 8,6 | 22,1 |
| III | Pr | 2-4 | 26,81 | 1333 | | | | | |
| IV | Pr + Pp | 40 | 5,56 | 269 | 20,88 | 186 | 19 (Pr) | 4,6 | 2,1 |
| | | | | (Pr) + 445 (Pp) | (Pr) + 33,79 (Pp) | (Pr) + 297 (Pp) | + 26 (Pp) | (Pr) + 7,4 (Pp) | (Pr) + 18,9 (Pp) |
| V | Rasos | | 26,90 | | | | | | |
| total | | | 136,97 | | | | | | |

Pr = *Pinus radiata*; Pp = *Pinus pinaster*; AB: área basimétrica (m²/ha); VCC: volumen con corteza (m³/ha); % C: porcentaje de corteza; CM: crecimiento medio (m³/ha/año); CC: crecimiento corriente (m³/ha/año).

Tabla 3. Ciclo selvícola propuesto para *Pinus radiata*

| edad (años) | tratamiento selvícola | Nº pies/ha | volumen extraído (m ³ cc/ha) | destino previsible de la madera |
|-------------|---|------------|---|--|
| 0 | Plantación a 3,5 x 2,5 m | 1142 | | |
| 1-5 | Desbroce | 1142 | | |
| 5-10 | Clareo sobre árboles defectuosos (17 %) | 950 | 15 | no comercial |
| 5-10 | Primera poda hasta 2,5 m. sobre 950 pies/ha | 950 | | |
| 10-12 | Desbroce | 950 | | |
| 10-15 | Primera clara de 300 pies/ha | 650 | 50 | astillado |
| 10-15 | Poda alta a 5,5 m sobre 650 pies/ha. | 650 | | |
| 15-20 | Desbroce | 650 | | |
| 20-25 | Segunda clara de 350 pies/ha | 300 | 95 | 40 % sierra y 60 % astillado |
| 25-30 | Desbroce | 300 | | |
| 36 | Corta final de 300 pies/ha | 0 | 330 | 30 % chapa, 40 % sierra y 30 % astillado |

Tabla 4. Posibilidad del cuartel durante el Plan Especial vigente (2007-2016)

| | posibilidad | | |
|------------------------|-------------|-----------------|---------|
| | de mejora | de regeneración | total |
| hectáreas | 39,55 | 22,97 | 62,52 |
| m ³ | 7154,7 | 7051,1 | 14205,8 |
| m ³ /ha | 52,2 | 51,5 | 103,7 |
| m ³ /ha/año | 5,2 | 5,2 | 10,4 |

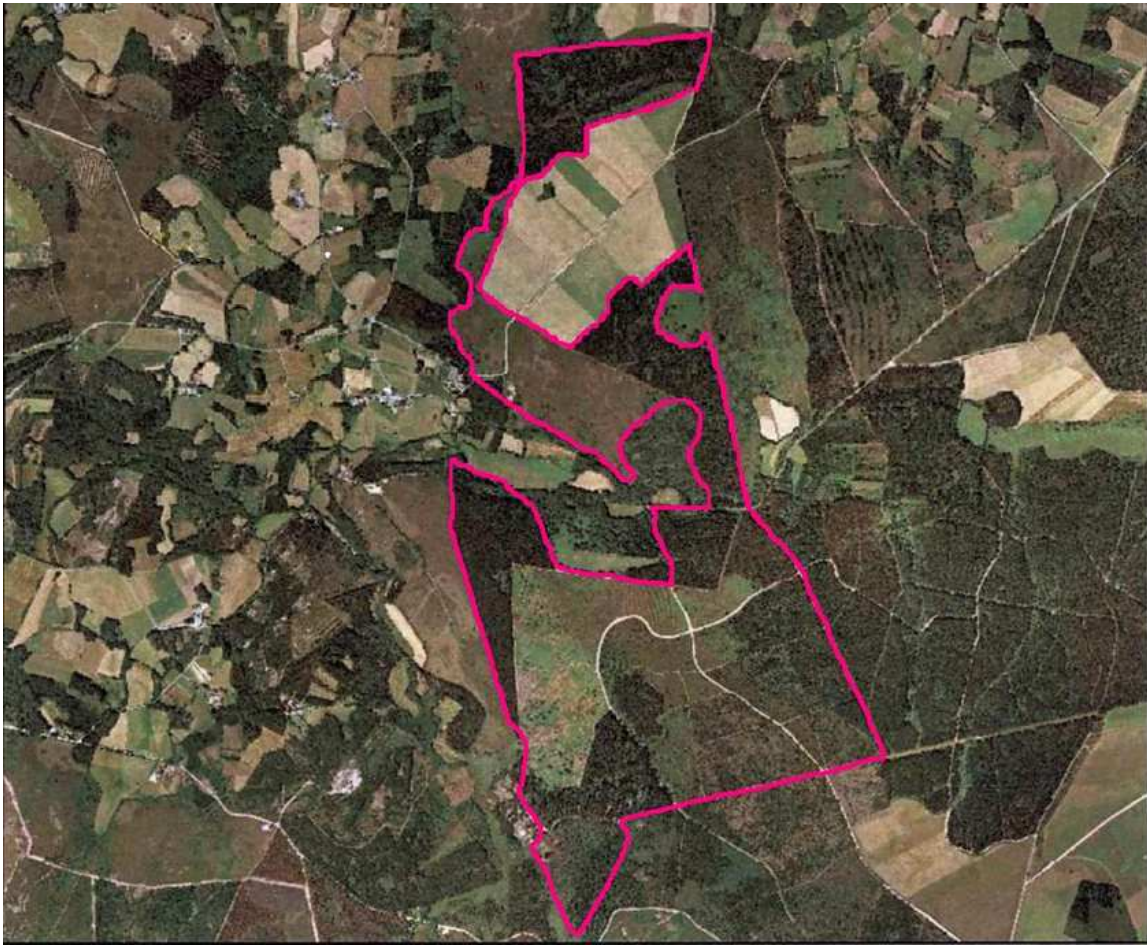


Figura 1. Perímetro y cubierta de vegetación del monte “Granda de Orizón, Bedro do Marco e Granda de Canaval” (Castro de Rey, Lugo)

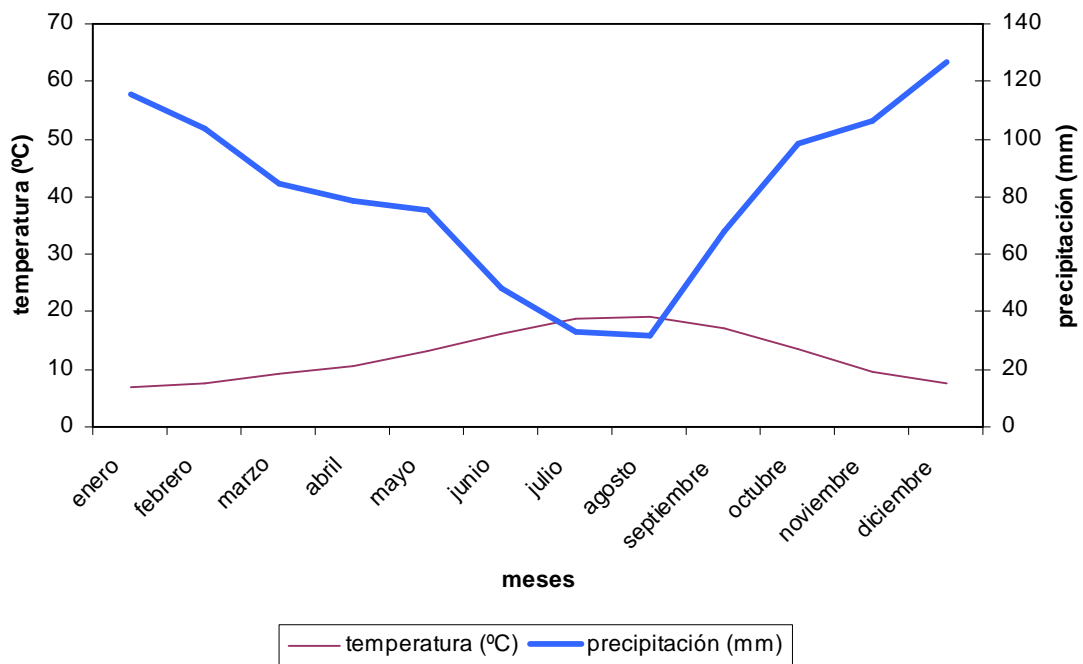


Figura 2. Diagrama de Gauss para el monte “Granda de Orizón, Bedro do Marco e Granda de Canaval” a partir del registro de datos meteorológicos de la estación de Rozas (Lugo)

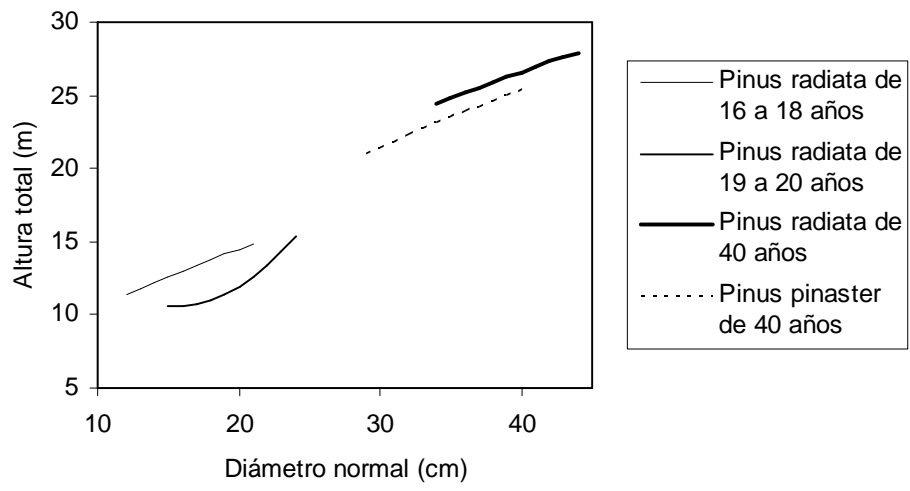


Figura 3. Curvas altura-diámetro para los estratos inventariables

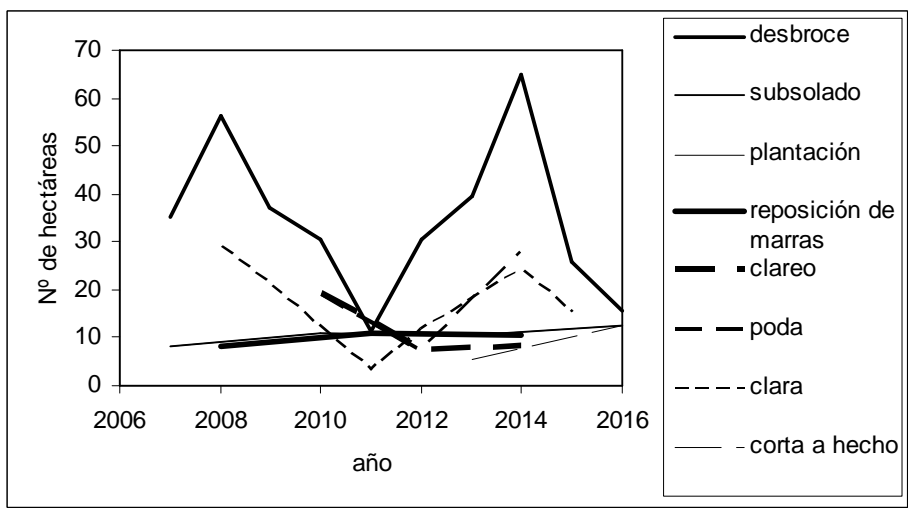


Figura 4. Distribución de las mejoras a ejecutar durante el Plan Especial 2007-2016

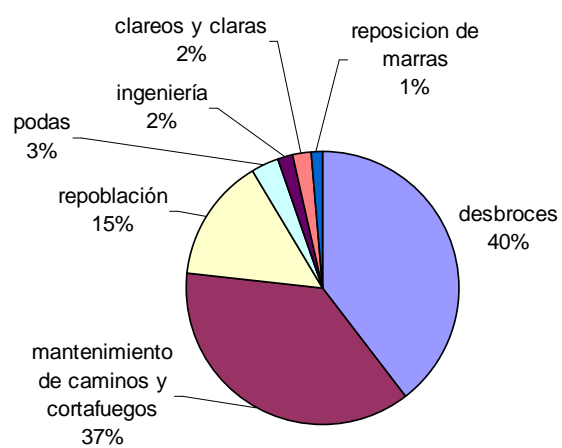


Figura 5. Distribución del coste de mejoras a ejecutar durante el Plan Especial 2007-2016

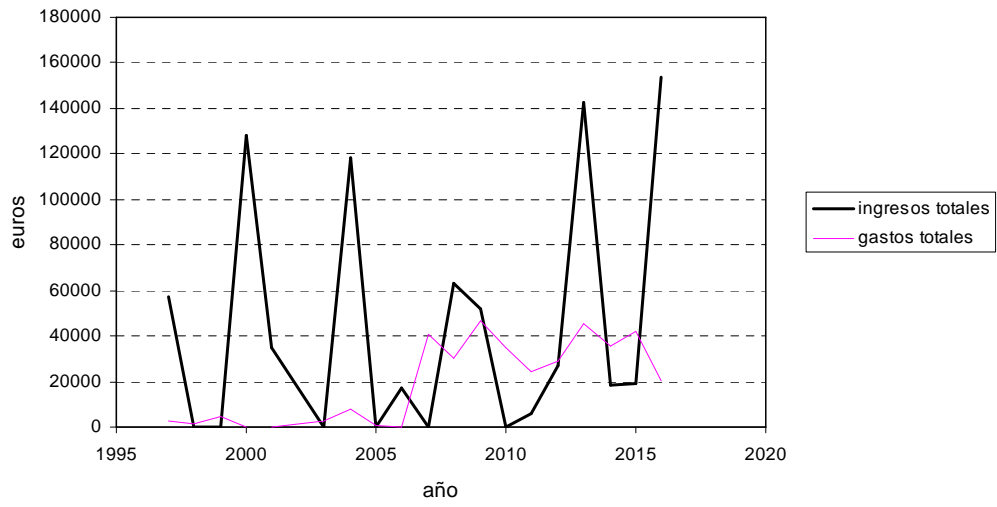


Figura 6. Evolución de los ingresos y gastos desde 1997 y previsión para el Plan Especial 2007-2016