

SEMINARIO SOBRE LA GESTION SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES

CENTRO TECNOLOGICO-FORESTAL DE SOLSONA (LERIDA)

13-16 DE MAYO 1996

ORDENACION DE BOSQUES DE CONIFERAS. EL EJEMPLO DEL PINAR DE NAVAFRIA (SEGOVIA).

JAVIER MARIA GARCIA LOPEZ
Ingeniero de Montes
Servicio Territorial de Medio Ambiente
y Ordenación del Territorio
Junta de Castilla y León
Juan de Padilla s/n
09006-BURGOS

DATOS GENERALES DEL MONTE

El monte "*Pinar de Navafría*", número 198 del Catálogo de Utilidad Pública de Segovia, es propiedad de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza, cuerpo colectivo formado por dicha villa y dieciocho pueblos más, en los términos municipales de Torreval de San Pedro, Navafría y Aldealengua de Pedraza.

Se sitúa en la vertiente septentrional del tramo central de la Sierra de Guadarrama, en la cabecera del río Cega. Su superficie sujeta a ordenación es de 2760 has de las cuales 2500 son arboladas, sobre laderas muy abruptas entre las cotas de 1300 y 2200 m, sustrato de granitos y gneisses, y subtipos fitoclimáticos de ALLUE-ANDRADE (1990) VI(IV)₂ propio de bosques marcescentes (*Quercus pyrenaica* W.) en las partes bajas, VIII(VI) propio de tipos aciculifolios (*Pinus sylvestris* L.) en las medias y X(IX)₂ en las altas (piornales de *Cytisus oromediterraneus* R.M. y pastizales alpinos de *Festuca grupo indigesta*).

Es uno de los principales núcleos ordenados de Pino silvestre de la Sierra de Guadarrama y en especial de su vertiente norte (Segovia), junto con el "*Pinar de Valsaín*" (7600 has.), "*Dehesa de la Garganta*" (3000 has.) y "*Aguas Vertientes*" (2000 has.). Desde el punto de vista de su gestión selvícola, es quizá el monte de Pino silvestre más famoso de España, por la

continuidad, intensidad y calidad de las actuaciones en él llevadas a cabo, así como por el largo y minucioso registro de lo ejecutado y por los espectaculares resultados obtenidos en un siglo de ordenación, que trasciende lo meramente productivo y lo convierte en un centro de investigación viva y aplicada.

EL PINAR DE NAVAFRIA EN LA HISTORIA DE LA ORDENACION DE MONTES

El Proyecto de Ordenación del monte "*Pinar de Navafría*" está fechado en 1896 y firmado por Lorenzo de Castro, habiéndose efectuado el inventario en 1895. Forma ya parte destacada de la historia de los inicios de la Ordenación de Montes en España, cuyos hechos más destacados reseñamos a continuación muy resumidos, como marco que ayude a la mejor interpretación del significado de la gestión del Pinar de Navafría.

La evolución del Antiguo Régimen de Montes hacia una Administración Forestal Moderna durante el siglo XIX no solo representa la sustitución de los controvertidos Comisarios¹ por Ingenieros de Montes al frente de las masas², es también el inicio del manejo científico de las mismas en el marco de una disciplina nueva en España: La Ordenación de Montes. A aquellos primeros "*Ingenieros Ordenadores*"³ correspondería desarrollar su estructura jurídica, unas primeras memorias y proyectos, y serían los autores de los primeros artículos y libros sobre el tema. En este trabajo se han reunido, por orden cronológico, sus aportaciones.

¹ Véase por ejemplo la Real Orden de 15 de septiembre de 1849 por la que se hacen severas prevenciones a los Jefes Políticos acerca de la falta de cumplimiento de sus deberes en que se nota que incurren los Comisarios de Montes. "*Entregados los montes por una triste necesidad a personas extrañas a la ciencia de la selvicultura, las operaciones practicadas para su beneficio produjeron con frecuencia resultados contrarios a su prosperidad*" (exposición de motivos del Real Decreto de 17 de marzo de 1854).

² El Real Decreto de 12 de junio de 1859 suprimió los Comisarios de Montes (Artº 1) y trasladó sus atribuciones y deberes a los Ingenieros de Montes. Previamente, el Real Decreto de 14 de septiembre de 1849 ya había reducido su número. El relevo de los Comisarios de Montes comenzó con la Real Orden de 28 de agosto de 1854, que nombró por primera vez a un Ingeniero de Montes para desempeñar una Comisaría en comisión.

³ Esta denominación aplicada a los Ingenieros de Montes es frecuente en las primeras disposiciones reglamentarias, y muestra la importancia que la Ordenación de Montes estaba llamada a tener en la labor de los primeros ingenieros. La inseguridad en el régimen posesorio de los montes relegaría posteriormente a un segundo plano esta disciplina en favor del deslinde de los predios como paso previo a su ordenación. El Real Decreto de 17 de marzo de 1854 por el que se organiza el Cuerpo de Ingenieros de Montes, establece en su exposición de motivos "*El Gobierno cuenta en la actualidad con el número suficiente de Ingenieros para servir de núcleo al Cuerpo que tome a su cargo la ordenación de nuestros deteriorados montes*".

De entre las disposiciones reglamentarias destacaron por su trascendencia el mandato de redacción de *Memorias de Reconocimiento de Montes* (1852)⁴, las primeras *Instrucciones para la Ordenación Provisional de los Montes Públicos* (1857)⁵, el primer mandato de realización de un modelo de ordenación científica para el monte la "*Dehesa de la Garganta*" de Segovia (1859)⁶, las primeras *Instrucciones para la Ordenación Definitiva de los Montes Públicos* (1865)⁷, la primera autorización para formar un Proyecto de Ordenación de Montes por iniciativa particular en Cazorla (1873)⁸, la primera autorización para formar un Proyecto de Ordenación por iniciativa municipal en el Valle de Arán (1877)⁹, la aprobación del primer Proyecto de Ordenación de Monte Público en "*El Quintanar*" de Avila (1882)¹⁰, y la creación

⁴ Real Orden de 27 de noviembre de 1852 mandando formar Comisiones de Ingenieros de Montes para reconocer las principales masas forestales de la Península y practicar los estudios necesarios para su mejor cultivo y aprovechamiento.

Real Orden de 2 de marzo aprobando las Instrucciones para el orden administrativo de los trabajos de las Comisiones creadas por Real Orden de 27 de noviembre de 1852.

Real Orden de 2 de marzo aprobando las Instrucciones Facultativas para el Servicio de las Comisiones creadas por Real Orden de 27 de noviembre de 1852.

Real Orden de 2 de marzo aprobando la Instrucción Especial para la formación de la Memoria de Reconocimiento de los montes y el modelo para su redacción.

⁵ Real Orden de 18 de abril aprobando y circulando la Instrucción para el Servicio Facultativo de los montes en los Distritos Forestales creados por Real Orden de 13 de noviembre de 1856.

⁶ Real Orden de 31 de octubre creando una Escuela de Prácticas para completar la educación académica de los alumnos de la Especial de Ingenieros de Montes de Villaviciosa de Odón y Real Orden de 9 de diciembre situando la Escuela de Prácticas en el monte "Dehesa de la Garganta" de El Espinar (Segovia).

⁷ Real Decreto de 17 de mayo desarrollando la Ley de Montes de 24 de mayo de 1863. Contiene como anexos:

* Instrucción para la ejecución de las Ordenaciones (13 artículos).

* Instrucción para llevar a efecto la Ordenación Definitiva de los montes públicos (30 artículos).

* Instrucción para la formación de los Planes Provisionales de Aprovechamientos conforme a lo dispuesto en el Artº 86 del Reglamento para la ejecución de la Ley de 24 de mayo de 1863 (22 artículos). Su Artº 5 establece que el primer plan de aprovechamientos del monte se considerará como un Plan Provisional de Ordenación.

⁸ Orden de 8 de abril del Gobierno de la República autorizando a la Sociedad Forestal Española para formar un Plan General de aprovechamiento de los montes del Estado en Sierra de Segura y Cazorla (Jaén) bajo las condiciones que se determinan.

⁹ Real Orden de 11 de julio autorizando a los ayuntamientos del Valle de Arán (Lérida) para que practiquen la ordenación y aprovechamiento de varios montes con arreglo a las condiciones que se fijan.

¹⁰ Real Orden de 14 de febrero por la que se aprueba el Proyecto de Ordenación del monte El Quintanar de San Bartolomé de Pinares (Avila).

de la *Sección Directiva e Inspector de las Ordenaciones de los Montes Públicos* y sus *Instrucciones de Ordenación*, primeras de verdadera aplicación en España (1890)¹¹. Únicamente incluyen las disposiciones de autorización y aprobación de los primeros Proyectos de Ordenación, habiéndose omitido los sucesivos.

De entre las publicaciones constitutivas del marco técnico y de opinión destacan los artículos aparecidos en su mayor parte en las revistas del ramo de montes de la época (*Revista Forestal Económica y Agrícola* y *Revista de Montes*) así como de publicaciones no periódicas. Destacan por su trascendencia en el desarrollo posterior de la disciplina la "*Memoria de Reconocimiento de Sierra Bullones*" de Laguna y Satorras (1861), primera de su clase publicada en España, los "*Sistemas Forestales*" de Pascual (1870), la "*Ordenación y Valoración de Montes*" de Olazábal (Lucas) (1883), los "*Apuntes para la ordenación de alcornocales*" de Castel, la "*Ordenación de Montes Públicos en España*" de Inchaurreandieta (1895) y el Proyecto de Ordenación del Monte *Irisasi* de Olazábal (Santiago) (1896), primero de su clase publicado en España.

De entre las aplicaciones prácticas destacan por su temprana fecha de realización la "*Ordenación de los Montes de Paterna*" de Jordana (1858), referencia ésta citada por algunos autores pero de la que no conocemos ningún ejemplar, el "*Inventario y Propuesta de Ordenación de la Garganta de El Espinar*" de Villacampa, Romero y Jordana (1862), primer inventario científico de la historia de la Ordenación de Montes española, el "*Proyecto de Ordenación del Monte El Quintanar*" de Castel (1880), el "*Proyecto de Ordenación del monte La Herrería*" de Olazábal (1882) y la "*Memoria de Ordenación de las Reales Matas de Valsain*" de León del Rivero, Breñosa y Castellarnau (1882).

LAS REVISIONES DECENALES DEL PROYECTO DE ORDENACION

En la actualidad, el "*Pinar de Navafría*" cuenta con 9 revisiones decenales de su proyecto de ordenación:

¹¹ Real Decreto de 9 de mayo creando una Sección Directiva e Inspector de las Ordenaciones de Montes Públicos y estableciendo las bases a que deberá sujetarse el estudio de los Planes de Ordenación y Real Orden de 31 de diciembre aprobando las Instrucciones para el Servicio de las Ordenaciones de los Montes Públicos (115 Artículos).

*** Proyecto de Ordenación:**

- * **Autor:** Lorenzo de Castro
- * **Fecha:** 1895
- * **Vigencia:** 1896-1906

*** 1ª Revisión:**

- * **Autor:** Marcelo Negre
- * **Fecha:** 1907
- * **Vigencia:** 1907-1917

*** 2ª Revisión:**

- * **Autor:** Marcelo Negre
- * **Fecha:** 1918
- * **Vigencia:** 1918-1928

*** 3ª Revisión:**

- * **Autor:** José Gómez
- * **Fecha:** 1927
- * **Vigencia:** 1929-1938

*** 4ª Revisión:**

- * **Autor:** Manuel Martínez de Pisón
- * **Fecha:** 1940
- * **Vigencia:** 1939-1948

*** 5ª Revisión:**

- * **Autor:** Miguel Sainz-Margareto
- * **Fecha:** 1948
- * **Vigencia:** 1949-1958

*** 6ª Revisión:**

- * **Autor:** Miguel Sainz Margareto
- * **Fecha:** 1959
- * **Vigencia:** 1959-1968

*** 7ª Revisión:**

- * **Autor:** José Ferrando

- * **Fecha:** 1969
- * **Vigencia:** 1969-1978

*** 8ª Revisión:**

- * **Autor:** José Ferrando
- * **Fecha:** 1984
- * **Vigencia:** 1979-1988

*** 9ª Revisión:**

- * **Autor:** ETSIM
- * **Fecha:** 1991
- * **Vigencia:** 1989-1998

Como se puede observar, las revisiones se han sucedido en el tiempo de forma regular y sin grandes incidentes, por lo que existe un registro continuo de todo lo actuado en el monte durante un siglo.

Una de las claves del éxito de la marcha de la ordenación parece haber sido la larga permanencia de los gestores al frente del monte (en la práctica 4 en un siglo cubren un periodo de 75 años), caso éste seguramente único en España, que ha contribuido a minimizar los cambios de criterio en las actuaciones, a estrechar los lazos entre el forestal y el medio en que desarrolla su labor y a asentar la necesaria confianza de la entidad propietaria del monte en el responsable del mismo.

DIVISION DASOCRATICA

El monte está estructurado en 3 Secciones, cada una de las cuales está dividida en 3 Cuarteles y cada uno de ellos en 5 Tramos.

Cuenta por tanto el monte con 45 tramos cuyas superficies totales varían entre 30 y 115 has. y media de 60 has. La variación de la división dasocrática ha sido prácticamente nula desde el Proyecto de Ordenación a excepción de una permuta entre un tramo III y IV debido a los estragos causados por un vendaval.

METODO DE ORDENACION

Siguiendo las *"Instrucciones para el Servicio de las Ordenaciones de los Montes Públicos"* de 1890, se prescribió para el monte el método llamado *"Ordenar Transformando"* basado en

cortas de Aclareo Sucesivo Uniforme en Tramos Permanentes, con un turno de transformación de 100 años y periodo de regeneración de 20 años.

En consonancia con las citadas Instrucciones, se destinaron al primer periodo los tramos de menores existencias, que constituyen actualmente los nueve tramos I del monte, ejecutándose en ellos cortas de reproducción para crear masa nueva, mientras que en el resto se practicarían las entonces denominadas *cortas de entresaca* para ir igualando la masa ya existente, mediante eliminación de pies dominados, deformes y extracortables, esto es, básicamente actuando en los dos extremos diamétricos de la población. No hay que olvidar que la masa, cuando comenzó su ordenación, estaba constituida por un vuelo irregular con abundantes pies extracortables e inmaderables.

Es de resaltar que una de las causas del éxito del método propugnado ha sido el que, a diferencia de otros montes de características análogas, en el "*Pinar de Navafría*" no se abusó de las cortas de entresaca, vicio éste bastante frecuente y motivado por las escasas existencias de los tramos destinados al primer periodo, todo lo cual motivaba el retraso e incluso el fracaso de la regeneración. Si bien en el decenio 1896-1906 las cortas de entresaca fueron el 67% del total (reproducción + entresaca) y las de reproducción del 35%, ya en el periodo siguiente se invierten las proporciones (Tabla I). Terminado el primer periodo de 20 años y ya por tanto realizándose las cortas de reproducción en los tramos II, la proporción de ambos tipos de cortas se estabiliza alrededor de 5/6 de reproducción y 1/6 de entresaca, por las mayores existencias de los tramos desde entonces sometidos a cortas de reproducción.

TIPOS DE CORTA/SEMIPERIODOS	1896 1906	1907 1917	1918 1928	1929 1938	1939 1948	1949 1958	1959 1968	1969 1978	1979 1988
CORTAS DE REPRODUCCION	37	40	85	72	82	82	80	81	87
CORTAS DE ENTRESACA	63	60	15	28	18	18	20	19	13

TABLA I: Evolución de las proporciones relativas, en porcentaje, de las cortas de reproducción y de entresaca en el monte "Pinar de Navafría". Obsérvese la predominancia de las segundas durante el primer periodo del turno.

EVOLUCION DE EXISTENCIAS

Número de pies

Los pies métricos han pasado de 476.825 en 1895 a 743.752 en 1988 (Tabla II), lo que

representa un aumento superior al 50% . La comparación de pies no métricos (10 a 19 cm. de diámetro normal) solo puede realizarse a partir de 1949, al no constar datos anteriores a esta fecha. Desde 1949 a 1988 han pasado los pies no métricos de 478.386 a 925.109, esto es, un aumento de casi un 100% . En cuanto a la proporción entre pies métricos y no métricos, se ha pasado de una situación de predominio de los primeros hasta 1979 (664.254 frente a 478.386 en 1949) a un predominio de los segundos sobre los primeros (743.752 frente a 925.109 en 1988), esto es, de una proporción "no métricos/métricos" de 0,7 a 1,25.

ESTUDIO	VIGENCIA	PIES NO METRICOS	PIES METRICOS	VOLUMEN M3	POSIBILIDAD PROPUESTA	POSIBILIDAD EJECUTADA
PROYECT	1896 1906		476.825	258.421	45.530	45.595
1ª REV.	1907 1917		579.266	290.201	46.750	46.856
2ª REV.	1918 1928		559.469	298.672	53.031	53.166
3ª REV.	1929 1938		619.251	311.670	58.749	58.760
4ª REV.	1939 1948		707.100	354.528	65.748	68.291
5ª REV.	1949 1958	478.386	664.254	377.058	71.418	70.698
6ª REV.	1959 1968	546.464	718.412	449.540	90.092	106.228
7ª REV.	1969 1978	606.513	722.676	494.736	112.928	111.859
8ª REV.	1979 1988	774.134	736.532	508.058	115.541	110.655
9ª REV.	1989 1998	925.109	743.752	515.140	135.183	

TABLA II: Evolución numérica del número de pies, volumen y posibilidad en el monte "Pinar de Navafría" durante el periodo 1896-1988.

En el periodo 1941 a 1990 el aumento de pies no métricos en el "Pinar de Valsain" fue casi del 150 % (Tabla III), pasando la proporción "no métricos/ métricos" de 0,46 a prácticamente 1. El aumento de los métricos fue de algo más del 10% entre 1941 y 1990.

					MEDIO (M3)		
PINAR DE NAVAFRIA	297	370	667	206	0,67	5,4	1,25
DEHESA DE LA GARGANTA	232	157	389	190	0,86	3,7	0,68
PINAR DE VALSAIN	292	294	586	292	1	3,9	1

TABLA IV: Algunas características comparativas por ha. poblada de los montes "Pinar de Navafría", "Dehesa de la Garganta" y "Pinar de Valsaín".

Para el monte "Dehesa de la Garganta", las existencias en pie aumentaron un 40 % entre 1918 y 1988 (de 317.245 a 452.462 m.c.), pasando el volumen del pie métrico medio de 0,65 a 0,8 m.c.

La representación gráfica del volumen en pie en función del tiempo da una curva de aspecto sigmoïdal en la que se aprecia una tendencia asintótica en los últimos decenios, indicando que el monte está llegando a su "madurez" selvícola, con existencias en pie cercanas al máximo para la estación y el tipo de tratamiento seguido, que se situarían alrededor de los 525.000 m.c. (210 m.c./ha. poblada). Parecida tendencia parece darse con respecto al número de pies métricos, cuyo máximo podría situarse alrededor de los 760.000 (305 pies/Ha. poblada).

Crecimientos y posibilidad

Los crecimientos decenales han pasado de 28.990 m.c. a 128.534, esto es, casi un 350 % más. Como consecuencia de los aumentos de existencia y crecimientos ya citados, la posibilidad decenal ha pasado de 45.530 m.c. a 135.183 m.c., lo que representa un aumento de casi un 200 % desde 1895 a 1990 (Tablas II y III).

Para el monte "Pinar de Valsaín", en el periodo 1890 a 1990 la posibilidad no ha sufrido incremento alguno, siendo el aumento del 50 % en el caso del monte "Dehesa de la Garganta" entre 1918 y 1988, con un incremento de crecimiento decenal de casi el 300 % entre 1928 y 1988.

Estructura de la masa

En la Tabla IV se muestra la evolución de la estructura de la masa por porcentaje de pies según clases diamétricas en 1895 y 1988, de donde se deduce que dicha estructura ha sufrido pocos cambios globalmente considerada: La mitad de los pies métricos pertenecen a la clase 20-29 y un tercio a la de 30-39. Sin embargo estos datos globales enmascaran la realidad de fondo, que es el paso de una masa irregular a escala de tramo cuando se empezó la ordenación a una regular en la actualidad.



ESTUDIO	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
PROYECT	50,7	32,2	13,1	3,4	0,6	0
1ª REV.	41,8	35,3	17,2	4,6	0,9	0,2
2ª REV.	43,9	35,6	16,8	3,3	0,4	0
3ª REV.	46,1	32,6	17,1	3,8	0,4	0
4ª REV.	51,4	28	15,7	4,3	0,6	0
5ª REV.	50	29,5	15,1	4,6	0,7	0,1
6ª REV.	50,8	29,6	14,4	4,5	0,6	0,1
7ª REV.	49,2	30,5	14,2	5,1	0,9	0,1
8ª REV.	47,7	32,2	14,7	4,7	0,6	0,1
9ª REV.	49,2	31,4	14,4	4,5	0,5	0

TABLA V: Evolución de la estructura del monte "Pinar de Navafría" en porcentaje del total de pies métricos según clases diamétricas.

En cuanto a la estructura de la masa en porcentaje del volumen total según clases diamétricas (Tabla VI), se ha mantenido también sin grandes cambios: Una cuarta parte del volumen corresponde a la clase 20-29, un tercio a la de 30-39 y otro cuarto a la de 40-49.

ESTUDIO	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79
PROYECT	26,2	36,9	24,3	9,9	2,6	0,1
1ª REV.	16,4	35,7	31,4	12,8	3	0,7
2ª REV.	19,7	37,8	31,2	9,4	1,7	0,2
3ª REV.	19,6	35,7	32,5	10,7	1,4	0,1
4ª REV.	22,3	31,6	31,3	12,4	2,1	0,3
5ª REV.	24,9	31,1	27,9	13	2,6	0,5
6ª REV.	25,3	31,8	28,1	12,3	2,2	0,3
7ª REV.	22,5	32,1	26,7	14,4	3,6	0,7
8ª REV.	22	33,7	27,5	13,7	3,1	0
9ª REV.	26,4	33,5	31,4	6,1	2,3	0,3

TABLA VI: Evolución de la estructura del monte "Pinar de Navafría" en porcentaje del volumen total según clases diamétricas.

CORTAS

Desde 1896 a 1988 se han extraído 672.738 m.c., lo que representa 1,3 veces las existencias actuales del monte y 2,6 las iniciales, con un exceso inferior a los 15.000 m.c. respecto de lo propuesto. En el caso del "Pinar de Valsain" fueron extraídas entre 1890 a 1987 0,9 veces las existencias actuales y 1,06 las iniciales.

EVOLUCION DE LAS RENTAS DEL MONTE

De la comparación entre los ingresos debidos a productos *primarios* (maderas y leñas) y *secundarios* (principalmente pastos, caza y actividades recreativas), se deduce que desde 1896 se produce un aumento sostenido en la contribución de los primeros a los ingresos totales, pasando del 87,5% sobre el total, en el periodo 1896-1906 al 99,9% en el periodo 1949-1958 (Tabla VII). Durante esta fase, el mayor aumento relativo se produce en el periodo posterior a la Primera Guerra Mundial, coincidente con la 2ª Revisión (1918-1928), pasando del 91,7% al 97,3%, esto es, un aumento relativo de 5,6 puntos. Coincide el máximo antes citado con la supresión temporal del aprovechamiento de pastos en el monte (1949-1968) debido a los daños crecientes que se venían detectando en los tramos en regeneración.

ESTUDIO	VIGENCIA	I1	I2	Ipastos	Icaza	Irecreo
PROYT.	1896-1906	87,5	12,5	98,8	1,2	0
1ª REV.	1907-1917	91,7	8,3	97,0	3	0
2ª REV.	1918-1928	97,3	2,7	96,4	3,6	0
3ª REV.	1929-1938	97,4	2,6	88,1	11,9	0
4ª REV.	1939-1948	99,6	0,4	84	16	0
5ª REV.	1949-1958	99,9	0,1	0	100	0
6ª REV.	1959-1968	99,8	0,2	0	100	0
7ª REV.	1969-1978	98,6	1,4	11	89	0
8ª REV.	1979-1988	96,5	3,5	19	55,4	25,6

TABLA VII: Evolución de los ingresos relativos del monte "Pinar de Navafría" según partidas. I1 e I2: Porcentajes de los ingresos por productos primarios y secundarios sobre los ingresos totales del monte. Ipastos, Icaza e Irecreo: Porcentajes de los ingresos por pastos, caza y actividades recreativas sobre el total de los ingresos por productos secundarios.

A partir de ahí, se produce un lento, pero también sostenido decrecimiento de la aportación de los productos primarios al total, en favor de los productos secundarios. Comienza esta nueva tendencia en los años 60, coincidiendo con un aumento general del nivel de vida del país, que

favorece mayores consumos en actividades ligadas al ocio, como la caza y la pesca, y en productos ganaderos de calidad, como el vacuno. Esta tendencia se rrafirma con la construcción, en los años 70, de dos instalaciones de carácter recreativo: El Campamento de "Majarganillas" y el Parque Recreativo "El Chorro". Actualmente, los productos primarios contribuyen a los ingresos totales con un 96,5% y la tendencia parece consolidarse hacia una masa de uso múltiple en su aspecto económico.

Evolución en la composición de las rentas por productos secundarios.

El estudio de la contribución de las tres partidas principales (pastos, caza y recreo) a los ingresos por productos secundarios revela un paso paulatino de una situación muy simplificada, en que casi la totalidad de estos ingresos eran debidos a los pastos (98,8% entre 1896 y 1906 frente al 1,2% de caza y 0% de recreo) a una situación más compleja en que los ingresos por pastos han pasado a ser minoritarios (19%) frente a un 55,4% debido a la caza y un 25 % de actividades recreativas (Tabla VII).

Si englobamos caza y recreo en un concepto más amplio, como el de "uso social", se pasa de una situación en que representa esta partida un 1,2% de los ingresos por productos secundarios, a la actual, en que representa el 81% . Es de destacar que la contribución de los pastos disminuye de forma sostenida desde el 98,8% al 84% para luego ser suprimida, notándose en los dos últimos decenios un aumento paulatino de los mismos, coincidiendo con la práctica desaparición de las ganaderías de carácter vecinal y el consiguiente aumento de precios inherente a su sustitución por ganaderías industriales, que podría desembocar en el futuro en aprovechamiento por subasta.

PRINCIPALES RASGOS DE LA GESTION ACTUAL

El objetivo actual de la gestión sigue siendo hoy, por expreso deseo de la entidad propietaria, la misma que hace un siglo: *Máxima renta económica sostenida, compatible con la conservación y mejora del monte.*

En realidad pocos aspectos esenciales de la gestión aplicada han variado en este siglo, si no es la necesaria adaptación a las nuevas técnicas selvícolas disponibles en cada momento. Es quizá esta continuidad en los principales criterios inspiradores de la gestión ayudada por la larga permanencia al frente del monte de los ingenieros encargados, que han sido afortunadamente muy escasos y de gran valía una de las claves del evidente progreso que ha experimentado.

Cortas de reproducción

El método de corta ha sufrido algunas adaptaciones a lo largo del tiempo. Durante los primeros decenios, la masa se abría tímidamente, mediante aclareos quizá *demasiado progresivos* y generalizados a un gran parte del tramo. Ello, acompañado de una escasa (por costosa) preparación manual del terreno, motivaba retrasos cada vez más evidentes en la regeneración, situación ésta especialmente palpable en los tramos II, puesto que los tramos I fueron en su mayoría regenerados artificialmente.

De este primer método, se ha evolucionado hacia una situación más realista, en la que las cortas son más intensas, pero en contrapartida más localizadas, por bosquetes de contornos irregulares, en los que se efectúan cortas en dos tiempos. Según la posición, calidad etc. del tramo, en la primera intervención se elimina entre 1/2 y 2/3 del volumen en pie, que equivale a entre 2/3 y 3/4 partes de los pies, quedando en pie entre 70 y 100 árboles por ha. poblada. Cuando el regenerado tiene una edad media de 4 a 6 años y su flexibilidad puede todavía soportar la caída de árboles padre (aproximadamente 0,5 m. de altura) se efectúa la corta final, que deja un residuo de 5-10 árboles por ha. de los cuales los más sobresalientes quedarán para el turno siguiente. Los primeros bosquetes se abren normalmente en las partes más altas de los tramos más expuestas a los vientos y nieves, por su mayor lentitud de regeneración, o bien en las partes más secas y rocosas de los mismos.

La preparación del terreno se hace mediante ligero decapado mecánico del mismo, de forma irregular y sinuosa, evitando romper el perfil del terreno mediante bancales. La regeneración se produce así de forma totalmente natural, a excepción de las exposiciones más secas o rocosas, en que suelen ser inevitables siembras de apoyo. De esta forma, la regeneración por plantación artificial, tan común en decenios anteriores, ya no se realiza y se han suprimido todos los viveros del monte destinados a tal fin.

Aunque el monte no dispone oficialmente de ningún cuartel de protección, en la práctica las partes altas del monte (por encima de los 1850-1900 m.) vienen funcionando como tales. En ellos, algunas partes poco problemáticas son tratadas por entresaca en bosquetes y el resto constituyen reserva integral.

Las cortas en los tramos V son bianuales, afectando alternativamente a grupos de 5 y de 4 tramos (9 tramos V en total).

LAS CORTAS DE PREPARACION Y MEJORA.

En los tramos I se realizan claras comerciales ($dn > 20$ cm.) cada 5 años, es decir, se someten a este tipo de claras 2 tramos I cada año, eliminando los pies deformes, enfermos, dominados etc..

En los tramos II e incluso III se realizan clareos mecanizados autofinanciados mediante apertura de calles de 3 m. de anchura cada 15 m. y extracción mediante Skidder de paquetes de entre 1 y 1,5 tn. de trozas de 2,20 m. de longitud, con destino a trituración y fabricación de tableros. Se someten a este tratamiento 2 tramos por año. Estas operaciones generan un superávit neto para el monte de unos 4-5 jornales/ha. en tramos I y de 1-2 en tramos III. Los clareos autofinanciados representan hoy en día una auténtica revolución en la gestión del monte, al haberse aumentado espectacularmente el ritmo de intervenciones a esas edades, y financiar a su vez operaciones en otros tramos no rentables como son los IV. Dicho balance económico es posible gracias a la decisión tomada en 1981 por la entidad propietaria del monte de ingresar en el fondo de mejoras el 100% de los ingresos procedentes de la venta de maderijas.

En los tramos IV, su regenerado es sometido a eliminación paulatina de pies sobrantes mediante herramientas manuales (tijeras), se llevan a cabo pruebas de *selección precoz de árboles de porvenir*. Se viene seleccionando una media de unos 600 árboles padres por Ha. en edades de 8-12 años, desde la suposición de que llegarán al turno unos 400 y que por tanto un 50% (200 pies/ha.) perderán su carácter dominante por causas imprevistas (pérdida de guía terminal, enfermedades, excesiva ramosidad etc.). Estas operaciones consumen alrededor de 3-4 jornales/ha. Estos son pues los únicos tramos que no se autofinancian en la actualidad, pero sin embargo, como media 3 has. de clareo en tramos II financian la ejecución de 2 has. de selección en tramos IV.

Asimismo, se está comenzando la eliminación de árboles padre residuales, mantenidos en pie hasta ahora más allá de su lógico plazo por la espectacular bajada de precios de la madera del último quinquenio, que aconsejaba detraer de un infravalorador mercado lotes con casi 2/3 de su volumen comercial formado por chapa.

Queda aún pendiente, y se prevee que comience en breve, la ejecución a gran escala de podas de altura (3-6 m.) en consonancia con un futuro enfoque hacia la producción de chapa.

LA AUTOFINANCIACION DE LOS CLAREOS

Como ya se ha indicado, la autofinanciación de las operaciones selvícolas a realizar en el monte es un tema al que se ha prestado especial interés, en la búsqueda de una optimización de la inversión con cargo al Fondo de Mejoras del monte o de inversiones externas. Se trata en realidad de una búsqueda permanente de técnicas que permitan realizar sin inversión actuaciones en masas cada vez más jóvenes.

En la actualidad, el límite de la autofinanciación parece estar en regenerados naturales de unos 30 años, con un exceso de pies tal que su diámetro medio ronde los 10 cm., y su número de pies inicial los 10.000/ha. (unos 3500 pies/ha. de más de 10 cm., y unos 250 de más de 20 cm.).

A continuación se exponen los resultados de un clareo autofinanciado prácticamente al límite del "coste cero", realizado en 1994 en un tramo de 30 años procedente de regeneración natural, con pendiente media del 35 % con destino a madera de trituración y extracción por calles de 3 m. cada 18-20 m. mediante skidder. El resultado final fue una extracción de unas 10 tn/ha. que rindieron un beneficio neto en pie de 300 ptas/tn.



DIAM. (CM.)	N. PIES TESTIGO	N. PIES ACLARADA
3	9	0
4	34	0
5	41	0
6	23	0
7	28	1
8	32	5
9	27	13
10	18	28
11	27	22
12	14	15
13	16	19
14	10	17
15	9	9
16	11	11
17	4	5
18	5	8
19	2	3
20	3	4
21	1	2
22	3	2
23	1	1
24	1	0
25	1	0
TOTAL /HA.	8.000	4.125

TABLA VII: Cuadro comparativo de 2 parcelas de 400 m2 de estudio de clareos autofinanciados a "coste cero".

UN NUEVO ENFOQUE DE GESTION. EL MODELO DE SIMULACION.

La gestión forestal del Pinar de Navafría presenta en los últimos años un enfoque totalmente nuevo a raíz de haberse condensado el acervo de conocimientos y datos selvícolas propios del monte, acumulados durante un siglo, en un modelo matemático que simula la evolución de la estructura interna de la masa y sirve de patrón de referencia para el grueso de las actuaciones selvícolas y planificación global.

El modelo se basa en el ajuste de las series diamétricas históricas del monte utilizando la función de Weibull¹².

La expresión de la función utilizada fue la siguiente:

$$f(d_n) = (c/b) \cdot (d_n/b)^{(c-1)} \cdot \exp(-(d_n/b)^c)$$

En donde:

- * d_n : Diámetro normal (cm.)
- * t : Diámetro mínimo medido (20 cm.)
- * b : Coeficiente de escala
- * c : Coeficiente de forma¹³

¹² Esta función se consideró idónea por su versatilidad, consistente en las variadas formas que es capaz de adoptar y su facilidad de manejo, por la sencillez de integración y derivación para el cálculo de los estadísticos de la distribución. SHIFLEY et al. (1985) establecieron ecuaciones sencillas que relacionan los coeficientes de ajuste b y c (escala y forma) de la función con su media y varianza, permitiendo calcularlos mediante un procedimiento abreviado al igual que BAILEY et al. (1973). La fiabilidad de sus ajustes para parcelas experimentales de *Pinus sylvestris* L. en el Sistema Central ya fue puesta de manifiesto por ORTEGA (1989) en comparación con otras funciones de distribución, por lo que ha sido incluida en este trabajo como modelo de distribución diamétrica.

Presentada por FISHER et al. (1928), la función de distribución de Weibull fue desarrollada posteriormente por WEIBULL (1939) en estudios sobre resistencia de materiales. Su aplicación forestal a las distribuciones diamétricas se debe principalmente a BAILEY et al. (1973) y a HAFLEY et al. (1977). Otras aplicaciones forestales de la función han sido desarrolladas por GLOVER et al. (1979) y SOMERS et al. (1979) para germinación de semillas, y por BAILEY (1980) para estudio de crecimiento de árboles individuales. También ha sido utilizada por CHEN et al. (1978) para distribuciones en altura y por CASTILLA et al. (1992) como simulador de producción de *Pinus radiata* D.

La informatización del proceso de ajuste de la función de Weibull a series diamétricas fue abordado principalmente por BAILEY (1974) y ZUTTER et al. (1982), este último para series truncadas por la izquierda, siendo el programa "WEIBULL" desarrollado en FORTRAN por este último el que se ha utilizado en este trabajo.

¹³ Para valores de c inferiores o iguales a 1 la función toma forma de curva en J invertida. Para valores hasta 3,6 toma la forma de curvas en campana asimétricas por la izquierda y por la derecha para valores superiores. Para $c=3,6$ se obtiene la *Ley Normal de Gauss* (masa regular teórica). Los valores crecientes de

b desplazan las curvas en sentido de los diámetros crecientes.

Ajuste de la función de distribución diamétrica

La Tabla IX muestra los valores estimados de los coeficientes b y c resultantes del ajuste de la función de Weibull a las series diamétricas de los 7 tramos estudiados. Las ecuaciones de estimación b_i y c_i (calidad i) en función del diámetro medio cuadrático de la masa (D_g) son las siguientes:

* Coeficiente b (Fig.1):

$$b_1 = -88,9473663 \cdot D_g^{0,5} + 23,8881 \cdot D_g - 0,222815 \cdot D_g^2 \quad R^2=0,99$$

$$b_3 = -60,764282 \cdot D_g^{0,5} + 15,536661 \cdot D_g - 0,121308 \cdot D_g^2 \quad R^2=0,95$$

* Coeficiente c (fig.2):

$$c_1 = 0,364412 \cdot b_1^{0,5} + 0,000253 \cdot b_1^{2,5} \quad R^2=0,99$$

$$c_3 = 0,307036 \cdot b_3^{0,5} + 0,000371 \cdot b_3^{2,5} \quad R^2=0,99$$

La relación encontrada entre edad media de la masa (E_i) y D_g fue la siguiente:

$$E_1 = 0,05312 \cdot D_g^{2,09727} \quad R^2=0,93$$

$$E_3 = 0,00123 \cdot D_g^{3,28865} \quad R^2=0,83$$

--	--	--	--	--	--	--

E	D _{g1}	D _{g3}	B ₁	B ₃	C ₁	C ₃
40	24,6	24,3	10,44	7,41	1,27	0,89
50	26,6	25,7	19,02	11,12	1,99	1,18
60	28,7	26,8	25,55	14,69	2,68	1,48
70	30,5	27,6	30,09	17,17	3,26	1,73
80	32,2	28,4	33,44	19,58	3,74	1,99
90	33,8	29,2	35,74	21,89	4,11	2,27
100	35,3	29,8	37,13	23,56	4,35	2,49

TABLA IX; Valores estimados de D_{g_i} (Diámetro medio cuadrático de la masa inventariable), B_i (Coeficiente de escala Weibull) y C_i (Coeficiente de forma de Weibull) para las calidades i.

Ambas calidades parten de valores de D_g cercanos a 24 cm. a los 40 años. La compensación que las menores densidades de regeneración en tramos de 3^a calidad producen en el menor crecimiento diamétrico, acelerándolo y acercándolo al de los tramos de 1^a calidad puede ser una explicación. A los 100 años, los valores de D_g son de aproximadamente 35 cm. en 1^a calidad y 30 en 3^a (este último valor de D_g se produce en 1^a calidad alrededor de los 65 años de edad).

Los valores del coeficiente *b* estimados entre los 40 y los 100 años de edad varían entre 10,44 y 37,13 para la 1^a calidad, y entre 7,41 y 23,56 para la 3^a calidad (este último valor se daría en 1^a calidad entre los 55 y los 60 años).

Los valores del coeficiente *c* estimados entre los 40 y los 100 años de edad varían entre 1,27 y 4,35 para la 1^a calidad, y entre 0,89 y 2,49 para la 3^a calidad (este último valor se daría igualmente en 1^a calidad entre los 55 y los 60 años de edad).

En 1^a calidad los valores de *c* son inferiores a 3,6, y por tanto las curvas en campana asimétricas por la izquierda hasta los 75-80 años de edad, en que se daría la distribución teórica normal. A partir de ahí las campanas comienzan su asimetría creciente hacia la derecha. Para 3^a calidad la normalidad se retrasaría hasta cerca de los 120 años.

Como se puede apreciar, tanto en los valores de D_g como de b y c el retraso acumulado entre calidades extremas puede ser evaluado en 30-40 años en lo que respecta a la estructura relativa de la masa.

Las tempranas asimetrías hacia la izquierda denotan mayor pujanza en el crecimiento diamétrico de los extremos diamétricos superiores de la curva (mitad superior de la clase 20-29 cm.) y lo contrario sucede en edades avanzadas, en que el escaso crecimiento individual de los pies de las clases diamétricas 4^a y 5^a frenan el avance de las curvas de frecuencias sobre el eje de abscisas.

Las familias de curvas de frecuencia absoluta obtenidas por multiplicación de las series relativas por el número de pies por ha. poblada para cada calidad y edad son las mostradas en las figuras 3, 4 y 5.

Las envolventes de las familias de curvas anteriores presentan, como es lógico, forma de J invertida y han sido estimadas de forma abreviada mediante las ecuaciones (fig.6):

$$1/n_i = -0,0041839 + 0,00138244 \cdot d_n \quad R^2=0,98$$

$$1/n_s = -0,0005376 + 0,00133767 \cdot d_n \quad R^2=0,97$$

n_i : Número de pies de la masa inventriable (d_n superior a 10 cm.) por ha. poblada para la calidad i .

La figura 7 muestra la evolución de la relación b/c en función de la edad de la masa. Hasta aproximadamente los 65 años en 1^a calidad y los 55 en 3^a, la principal tendencia de la masa es la de avance global de la población hacia diámetros D_g mayores, como lo demuestra el crecimiento del cociente. A partir de esa edad el cociente decrece revelando una mayor tendencia hacia la jerarquización interna de la población, con preponderancia del coeficiente c (forma) sobre el b (escala), siendo más marcada la tendencia en 3^a calidad a causa de las condiciones desfavorables en que vegeta la masa, como puede apreciarse en la pendiente de la curva.

La figura 8 muestra la estructura absoluta en 2^a y 3^a calidad, cuando la masa de 1^a calidad presenta una distribución normal, a la edad de 75 años. La Figura 9 muestra las estructuras comparadas a los 100 años.

--	--	--	--	--	--	--

d_n	n₅₀	n₆₀	n₇₀	n₈₀	n₉₀	n₁₀₀
10	45	15	6	2	1	1
11	47	18	7	3	2	1
12	48	20	8	4	2	1
13	49	22	10	5	3	2
14	49	24	12	6	3	2
15	48	26	13	7	4	3
16	47	28	15	8	5	3
17	46	29	17	9	6	4
18	44	30	18	11	7	5
19	42	31	20	12	8	6
20	39	32	22	14	9	7
21	37	32	23	15	10	8
22	34	32	24	17	12	9
23	32	32	25	18	13	10
24	29	31	26	20	15	11
25	26	30	27	21	16	13
26	24	29	27	22	17	14
27	21	28	27	23	19	15
28	19	26	27	24	20	17
29	17	25	27	24	21	18

30	15	23	26	25	22	19
31	13	21	25	25	22	20
32	11	19	24	25	23	21
33	10	17	23	24	23	21
34	8	15	21	23	23	22
35	7	13	19	22	23	22
36	6	12	18	21	22	22
37	5	10	16	20	21	21
38	4	9	14	18	20	21
39	4	7	12	17	19	20
40	3	6	11	15	18	19
41	2	5	9	13	16	17
42	2	4	8	12	14	16
43	2	3	6	10	13	14
44	1	3	5	8	11	13
45	1	2	4	7	9	11
46	1	2	3	6	8	9
47	1	1	3	5	7	8
48	1	1	2	4	5	6
49	0	1	2	3	4	5
50	0	1	1	2	3	4

51	0	0	1	2	2	3
52	0	0	1	1	2	2
53	0	0	0	1	1	2
54	0	0	0	1	1	1
55	0	0	0	0	1	1
56	0	0	0	0	0	1
57	0	0		0	0	0

TABLA XI: Distribución teórica del número de pies n_j a la edad j en función de d_n para 1ª calidad en función de d_n .

Evolución del número de pies

La relación entre el diámetro de masa D_g y el número de pies inventariables n puede ser expresada por las siguientes relaciones:

$$n_1 = 1/(-0,001418 + 0,000098.D_g) \quad R^2=0,83$$

$$n_3 = -10838,97.D_g^{0,5} + 4178,425161.D_g - 397,363688.D_g^{1,5} \quad R^2=0,99$$

En la Tabla XII se muestran los valores encontrados para n_i y los estimados para N_i (d_n superior a 20 cm.) a partir de las curvas de distribución absoluta obtenidas por multiplicación de las relativas por n_i .

E	n_1	n_3	N_1	N_3

40	1038	547	275	178
50	841	666	378	220
60	717	740	474	273
70	637	764	511	314
80	576	764	509	359
90	528	740	488	398
100	490	706	463	420

TABLA XII: Valores estimados del número de pies inventariables (n_i) y número de pies mayores (N_i) por ha. poblada para la calidad i .

Las figuras 10, 11 y 12 muestran la evolución del número de pies inventariables y del número de pies mayores en función de la edad de la masa. El comportamiento de la masa inventariable es diferente entre las dos calidades extremas: Mientras en 1ª el número disminuye con la edad de forma sostenida desde 1038 a los 40 años a 490 a los 100, en 3ª se dan incorporaciones procedentes de la masa de diámetro inferior a 10 cm. superior a las extracciones hasta la edad de 75 años, incrementándose el número de 547 a 767, a partir de la cual las extracciones resultan mayores y motivan la disminución global de pies inventariables hasta llegar a los 706 a la edad de 100 años.

Por lo que respecta a los pies mayores (d_n superior a 20 cm.), en 1ª calidad su número crece de 275 a los 40 años a 500 a los 75 años, al ser las incorporaciones procedentes de clases diamétricas inferiores de más cuantía que las extracciones. A partir de esa edad la situación se invierte y el número global de pies mayores disminuye hasta los 463 a los 100 años. A partir de los 85 años la convergencia entre n_i y N_i se hace notable. En 3ª calidad N_3 aumenta durante los 100 años estudiados desde 178 a los 40 años a 420 a los 100 años.

En la figura 13 se han compuesto las evoluciones anteriores, que permiten apreciar dos comportamientos a lo largo de la vida de la masa. Hasta aproximadamente los 60 años, la masa de 1ª calidad sustenta mayor número de pies que la de 3ª por las mayores densidades de regeneración de las que se parte. Las fuertes incorporaciones procedentes de clases diamétricas inferiores determinan aumento de pies inventariables en 3ª y lo contrario sucede en 1ª, por lo que se da la citada convergencia a los 60 años. A partir de ahí la masa de 3ª sustentará mayor número de pies que la de 1ª, más en consonancia con los patrones de las tablas de producción al uso. En general se aprecia convergencia entre calidades muy marcada a partir de los 100 años, en especial a partir de la clase diamétrica maderable (Fig.14).

Evolución del área basimétrica

La evolución del área basimétrica con la edad según calidades se presenta en las figuras 15, 16 y 17. Los valores discretos se muestran en la Tabla XIII. Lo anteriormente comentado con respecto a la relación entre incorporaciones de clases diamétricas inferiores y las extracciones determinan la fuerte convergencia de ab_i y AB_i a partir de los 80 años. Para 1ª calidad se partiría de valores aproximados de 27 y 14 m²/ha. poblada para ab_i y AB_i respectivamente, y se alcanzarían a los 100 años valores cercanos a 50 m²/ha. poblada. Para 3ª calidad la convergencia se lograría más tarde, pasando de 19 y 13 m²/ha. poblada para ab_3 y AB_3 a los 40 años, a valores de 32 y 27 a los 100 años.

E	ab_i	ab_3	AB_i	AB_3
40	26,89	18,58	15,37	12,75
50	29,97	20,93	22,11	14,07
60	36,03	24,11	31,53	16,65
70	41,45	26,18	38,98	18,79
80	45,29	28,45	43,94	21,55
90	47,67	30,47	46,67	24,44
100	49,30	31,58	48,50	26,39

TABLA XIII: Valores estimados del área basimétrica de la masa inventariable (ab_i) y de la masa mayor (AB_i) en m²/ha. poblada para las calidades i.

Evolución del volumen

La estimación del volumen ha sido realizada por suma directa de los volúmenes individuales de los individuos que componen la distribución diamétrica de la población. En este caso, las ecuaciones de previsión deben tener en cuenta que a igualdad de diámetro, un árbol cubica más al aumentar el diámetro medio cuadrático de la masa de la que forma parte. Se proponen las siguientes expresiones para el volumen unitario V_u (m³) de un pie en función de su diámetro normal d_n (cm.) y del diámetro medio cuadrático de la masa D_g (cm.), obtenidas a partir de los

datos de los árboles tipo apeados en las sucesivas revisiones:

$$V_{u1} = 2,012316 - 0,067163.d_n - 0,098716.D_g + 0,004007.(d_n.D_g)$$

$$R^2=0,97$$

$$V_{u3} = 7,938607 - 0,244138.d_n - 0,335339.D_g + 0,010918.(d_n.D_g)$$

$$R^2=0,90$$

Para 3ª calidad se considera que hasta diámetros normales de 30 cm. no existen diferencias significativas de valor modular con D_g , por lo que se toman los valores correspondientes a $E=50$ años.

Los valores resultantes de la estimación del volumen se muestran en la Tabla XIV.

E	V_1	V_3
50	163	60
60	252	80
70	341	100
80	423	125
90	477	155
100	519	180

TABLA XIV: Valores estimados del volumen de la masa mayor (V_i) en $m^3/ha.$ poblada para las calidades i .

Evolución de los crecimientos medio y corriente

La evolución de volumen de la Tabla XIV puede describirse mediante las ecuaciones:

$$V_1 = -171,351876.E^{0.5} + 32,505967.E - 0,101646.E^2 \quad R^2=0,99$$

$$V_3 = 7,2459.E^{0.5} - 1,7475.E + 0,036.E^2 \quad R^2=0,99$$

A partir de esta expresión se han calculado las ecuaciones de variación de los crecimientos medio (CM_i) y corriente (CC_i) para cada calidad i. Para la 3^a calidad, y con vistas a la determinación del turno de máxima renta en especie, se han utilizado datos completados con observaciones de edad superior a 100 años procedentes de los tramos V de 3^a calidad del monte, al ser demasiado larga la extrapolación necesaria sobre comportamiento de la masa.

Las ecuaciones de crecimiento resultan:

$$CM_1 = V_1/E = -171,351876.E^{0.5} + 32,505967 - 0,101646.E$$

$$CC_1 = dV_1/dE = -85,675938.E^{-0.5} + 32,505967 - 0,203292.E$$

$$CM_3 = V_3/E = -47,183158.E^{-0.5} + 8,709228 - 0,019191.E$$

$$CC_3 = dV_3/dE = -23,591579.E^{-0.5} + 8,709228 - 0,038382.E$$

Los valores obtenidos se muestran en la Tabla XV y las curvas de evolución en las figuras 17 y 18. Para 1^a calidad se pasa de valores de CM cercanos a 3 m³/ha.año a la edad de 50 años a cerca de 5 a los 100 años, con máximo en 5,3. Para la 3^a calidad CM pasa de valores cercanos a 1 m³/ha.año a 2,6 a los 100 años sin que se consiga el máximo en los primeros 100 años. Los valores de partida de CC a los 50 años son de 10,2 m³/ha.año para 1^a calidad y de 2 para la 3^a calidad. Los turnos óptimos serían de unos 90 años para 1^a calidad y de unos 120 para la 3^a.

E	CM ₁	CM ₃	CC ₁	CC ₃

50	3,19	1,08	10,22	2,20
60	4,29	1,35	9,25	3,00
70	4,91	1,64	8,04	3,60
80	5,22	1,94	6,66	4,20
90	5,30	2,26	5,18	5,00
100	5,21	2,58	3,61	5,40

TABLA XV: Valores estimados del crecimiento medio (CM_i) y del crecimiento corriente (CC_i) de la masa mayor en m³/ha.año para la calidad i.

Evolución del valor de la masa

El valor de la masa en función de la edad se ha determinado aplicando a las series de frecuencias absolutas de estructura de masa los índices de precio (IP_i) por m³ calculados a partir de las siguientes ecuaciones estimadas a partir de los valores medio de venta de la madera del monte en los últimos 3 años (IP=100 para d_n=20 cm. en 1^a calidad):

$$IP_1 = 242,35 \cdot d_n^{0,5} + 67,95 \cdot d_n - 0,44 \cdot d_n^2$$

$$IP_3 = 173,05 \cdot d_n^{0,5} + 49,80 \cdot d_n^2$$

Aplicando los índices de precio anteriores a las series volumétricas por diámetros, se obtuvieron los índices de valor de masa IVA_j a la edad j (100 para Edad 50) cuyos valores aparecen en la Tabla XVI. A precios actuales del último trienio (valor 100 de IP_i corresponde a 1776 ptas/m³ para d_n=20 cm. en 1^a calidad), se muestra en la columna "PTAS" el valor actual de la ha. poblada de masa. El cálculo de los crecimientos medio y corriente de IVA_j demuestran que para 1^a calidad el turno de máxima renta en valor de la madera se obtendría aproximadamente a los 120 años.

E	PTAS.	IVA	CMIVA	CCIVA	PTAS./M ³
---	-------	-----	-------	-------	----------------------

50	861.560	100	2,00		5.286
60	1.520.751	177	2,95	7,7	6.034
70	2.306.821	268	3,82	9,1	6.765
80	3.117.246	362	4,52	9,4	7.369
90	3.703.289	430	4,77	6,8	7.763
100	4.172.264	484	4,84	5,4	8.039

TABLA XVI: Valores estimados del valor actual de la masa (columna "PTAS"), del índice de valor de la masa (columna "IVA" con IVA=100 para E=50 años), crecimiento medio del índice de valor (columna "CMIVA"), crecimiento corriente del índice de valor (columna "CCIVA") y precio del metro cúbico (columna "PTAS/M³") para 1ª calidad.

E	PTAS.	IVA	CMIVA	CCIVA	PTAS./M ³
50	272.553	100	2,00		4.542
60	370.745	136	2,27	3,6	4.634
70	470.340	173	2,47	3,7	4.703
80	628.577	231	2,89	5,8	5.028
90	814.521	299	3,32	6,8	5.255
100	978.121	359	3,59	6,0	5.434

TABLA XVII: Valores estimados del valor actual de la masa (columna "PTAS"), del índice de valor de la masa (columna "IVA" con IVA=100 para E=50 años), crecimiento medio del índice de valor (columna "CMIVA"), crecimiento corriente del índice de valor (columna "CCIVA") y precio del metro cúbico (columna "PTAS/M³") para 3ª calidad.

Los índices de valor (IVA_i) de la masa (100 para edad 50 años) llegan a 489 a los 100 años para 1ª calidad y a 359 para 3ª. A precios actuales del último trienio (índice 100 = 1776 ptas./m³) el valor de la masa de 1ª calidad llega a unos 4 millones de ptas. por ha. poblada a los 100 años (unas 8.000 ptas./m³). Para 3ª calidad el valor a los 100 años sería acercano a 1 millón de ptas. por ha. poblada (unas 5.500 ptas./m³).

ORIENTACIONES FUTURAS DE LA GESTION

A pesar de contar el monte con 9 cuarteles, unidades teóricamente independientes unas de otras, la realidad es que se han venido tratando hasta ahora de forma conjunta, por lo que sería deseable en el futuro la adopción del método de ordenación, turno, periodo etc.. más conveniente en cada uno de ellos, a la vista de la experiencia acumulada durante este siglo.

La adopción de métodos de ordenación más flexibles que el actual es quizá la decisión más importante que se habrá que tomar al finalizar el turno de transformación. Se deberá entonces sopesar si la mera adopción de turnos, periodos y métodos de corta específicos para cada cuartel será suficiente para continuar con el método de tramos permanentes, y si interesa continuar con el mismo por razones científicas, considerando al "*Pinar de Navafría*" un monte testigo.

En el plano meramente productivo, las tendencias del mercado de la madera hacia productos de calidad deberá provocar una orientación del monte hacia la producción de menos volumen pero cualitativamente mejor, primando grandes diámetros y madera para chapa, mediante el alargamiento general del turnos, menores densidades en pie y tratamiento precoz e intenso de la masa (podas altas, selección de árboles de porvenir etc...).

No parece que sea necesario en el futuro alargar los periodos de regeneración, pero sí afinar técnicas de preparación del suelo más eficaces y menos traumáticas, que aseguren la regeneración en la primera mitad del periodo.

BIBLIOGRAFIA

ALLUE-ANDRADE, J.L., 1990. *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*. Monografías INIA, num.69. Madrid.

ANTON VILLACAMPA, A. & ROMERO LOPEZ, A., 1862. *Inventario y propuesta de método de ordenación del monte "La Garganta" de El Espinar*. Manuscrito inédito. 54 pp. Segovia.

ANTON VILLACAMPA, A. & ROMERO LOPEZ, A., 1863. *Plano de rodales del monte "La Garganta", de los propiops de El Espinar. Escala 1:20.000*. Junta General de Estadística. Madrid.

BAILEY, R.L., 1974. Computer programs for quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 20: 229.

BAILEY, R.L., 1980. Individual tree growth derived from diameter distribution models. *Forest Science* 26(4): 626-632.

BAILEY, R.L. & DELL, T.R., 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science*, 19(2): 97-104.

BONNER, F.T. & DELL, T.R., 1976. The Weibull function: A new method of comparing seed vigor. *Journ. Seed Techn.* 1: 97-103.

CASTILLA, G. & PRIETO, A., 1992. Desarrollo y utilización de un simulador de producción de madera para masas de *Pinus radiata* D. en el País Vasco. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 1(2): 189-209.

CHEN, C.M. & ROSE, D.W., 1978: *Direct and indirect estimation of height distribution in even-aged stands*. Minnesota Forestry Research Notes n°267. 3pp.

DE CASTRO L., 1895. *Proyecto de ordenación del monte "Pinar de Navafría"*. Cuerpo de Ingenieros de Montes. Servicio de Ordenaciones. 451 pp. Segovia.

FERRANDO, J., 1969. *Séptima revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Distrito Forestal de Segovia. 506 pp. Segovia.

FERRANDO, J., 1984. *Octava revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Servicio de Agricultura Ganadería y Montes. Junta de Castilla y León. 259 pp. Segovia.

FISHER, R.A. & TIPPET, L.H.C., 1928. Limiting forms of the frequency distribution of the largest or smallest member of a sample. *24th. Camb. Philos. Soc. Proc.* 1927: 180-190.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1992. *Aprovechamientos madereros tradicionales en los montes de pino silvestre de El Espinar (Segovia)*. Revista Montes. (29): 14-18.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1993. Testing a model of structural evolution in stands of *Pinus sylvestris* L. from the Sistema Central (Spain). Observations on programming of thinning and rotation selection. *Revista Investigación Agraria. Serie Sistemas y Recursos Forestales. Fuera de Serie n°3 (Mountain Silviculture in Central Spain)*. 165-179. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-IUFRO.

GARCIA LOPEZ, J.M.; PRIETO, A. & HERNANDO, A., 1993. Effects of silviculture methods upon the structural evolution of a stand of *Pinus sylvestris* L. in the Sistema Central (1895-1988). Evaluation of lag. *Revista Investigación Agraria. Serie Sistemas y Recursos Forestales. Fuera de Serie n°3 (Mountain Silviculture in Central Spain)*. 295-307. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-IUFRO.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1993. Short description of the Navafria pine forest and its management history. *Revista Investigación Agraria. Serie Sistemas y Recursos Forestales. Fuera de Serie n°3 (Mountain Silviculture in Central Spain)*. 309-320. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-IUFRO.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1994. Evolución de un medio forestal intervenido. Un siglo de ordenación en el Pinar de Navafría (1895-1994). *Revista Montes* 36: 58-64. Asociación y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

GARCIA LOPEZ, J.M. & HERNANZ, G., 1994. Environmental Consequences of harvesting operations in Spain. National report. In: "SPINELLI, R. & KOFMAN, P.D. (Editors): "Environmental consequences of harvesting operations: The situation in Europe. Report from the European Union Concerted Action Cost Effective Early Thinnings (AIR2-CT93-1538)". Danish Forest and Landscape Research Institute. Lyngby. Denmark. 298 pp.". 125-133.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1994. Castilla y León en los orígenes de la conservación y ciencia de montes en España". *Revista Medio Ambiente*. 2:17-19. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Castilla y León. Valladolid.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1994. Fabriqueros: El carboneo tradicional en la Sierra Segoviana. *Revista Montes* 38: 12-16. Asociación y Colegios de Ingenieros de Montes e Ingenieros Técnicos Forestales. Madrid.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1995. Orígenes de la Ordenación de Montes en España: La Escuela de Prácticas Forestales de El Espinar (Segovia) y sus trabajos (1859-1862). *Agricultura y Sociedad. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. 74: 221-240. Madrid.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1995. Breve repertorio histórico de los orígenes de la Ordenación de Montes en España (1852-1899). *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 1: 139-148. Madrid.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1995. Evolución de estructura en masas naturales ordenadas de *Pinus sylvestris* L. Ensayo de un modelo descriptivo. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 1: 399-414. Madrid.

GARCIA LOPEZ, J.M., 1995. Breve reseña del monte "Pinar de Navafría" y de la evolución de su ordenación. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 1: 389-398. Madrid.

GLOVER, G.R. & HOOL, J.N., 1979. A basal area ratio predictor of loblolly pine plantation mortality. *Forest Science* 25: 275-282.

HAFLEY, W.L. & SCHREUDER, H.T., 1977. Statistical distributions for fitting diameter and height data in even-aged stands. *Canad. Journ. Res.* 7: 481-487.

GOMEZ, J., 1927. *Tercera revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Segovia.

JORDANA, J., 1862. *Memoria de reconocimiento del Monte Dehesa de la Garganta de los propios del Espinar*. Manuscrito. 57 pp. El Espinar. Segovia.

LEON DEL RIVERO, R.; CASTELLARNAU, J.M. & BREÑOSA, R. (1882): *Memoria de ordenación de las Matas de Valsaín*. Manuscrito. San Ildefonso. 285 págs.

MARTINEZ DE PISON, M., 1940. *Cuarta revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Distrito Forestal de Segovia. Segovia.

MARTINEZ DE PISON, M. 1948. *Defensa del método denominado "Ordenar Transformando"*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Primer Centenario de la fundación de la Escuela Especial y del Cuerpo de Ingenieros de Montes. 108 pp. Madrid.

NEGRE, M., 1907. *Primera revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. 182 pp. Segovia.

NEGRE, M., 1918. *Segunda revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Segovia.

PRIETO, A., FERRANDO, J. & SAEZ, A. & BERNARDI, P., 1991. *Novena revisión del proyecto de ordenación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes y Servicio Territorial de Medio Ambiente y O.T. de la Junta de Castilla y León en Segovia. 265 pp. Segovia.

RINK, G.; DELL, T.R.; SWITZER, G. & BONNER, F.T., 1979: Use of the Weibull function to quantify sweetgum germination data. *Silvae Genetica* 28: 9-12.

SAINZ-MARGARETO, M., 1949. *Quinta Revisión del Proyecto de Ornación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Distrito Forestal de Segovia. 308 pp. Segovia.

SAINZ-MARGARETO, M., 1959. *Sexta Revisión del Proyecto de Ornación del monte 198 del C.U.P. de la provincia de Segovia "Pinar de Navafría" de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza*. Distrito Forestal de Segovia. 273 pp. Segovia.

SAINZ-MARGARETO, M., 1963. *Método de "Ordenar Transformando" en el Pinar de Navafría*. II Asamblea Técnica Forestal. Madrid.

SHIFLEY, D. & LENTZ, E., 1985. Quick estimation of the three parameter Weibull to describe tree size distributions. *Forest Ecology and Management* 13: 195-203.

SOMERS, G.L.; ODERWALD, R.G.; HARMS, W.R. & LANGDON, O.G., 1980. Predicting mortality with a Weibull function. *Forest Science* 26: 291-300.

WEIBULL, W., 1939. A statistical theory of the strenght of material. *Ing. Vrtensk. Akad. Handl.* 153. 173 pp.

ZUTTER, B.R.; ODERWALD, R.G.; FARRAR, R.M. & MURPHY, P.A., 1982. *WEIBULL, a program to estimate parameters of forms of the Weibull distribution using complete, censored and truncated data.* School of Forestry and Wildlife Resources. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg. Publication FWS-3-82. 17 pp. Virginia.