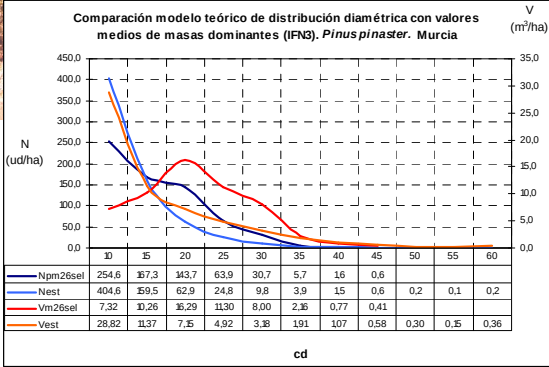
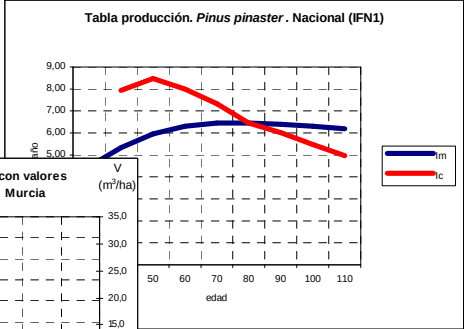
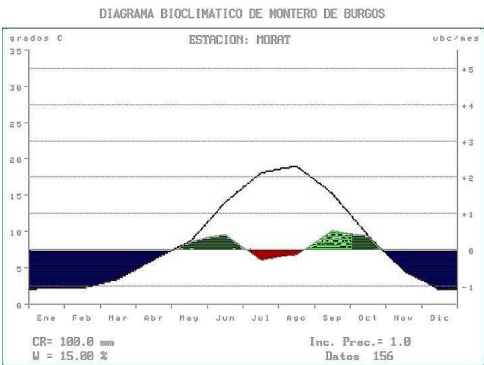


Plan de manejo de especies forestales catalogadas “de interés especial” según el Catálogo Regional de Flora silvestre protegida de la Región de Murcia: *Pinus pinaster* Aiton.



Murcia
Diciembre, 2003

Plan de manejo de especies forestales catalogadas “de interés especial” según el Catálogo Regional de Flora silvestre protegida de la Región de Murcia: *Pinus pinaster* Aiton.

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>2</u>
1.1	EXPOSICIÓN DE MOTIVOS	2
1.2	OBJETIVOS DEL PLAN DE MANEJO	3
1.3	NORMATIVA APLICABLE	3
<u>2</u>	<u>LOCALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE OBJETO DEL PLAN DE MANEJO</u>	<u>4</u>
2.1	DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE EN LOS ESTRATOS DEL I.F.N. EN LA REGIÓN DE MURCIA. EXISTENCIAS ACTUALES DE LA ESPECIE SEGÚN EL I.F.N.	4
2.2	EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LAS POBLACIONES SEGÚN EL I.F.N.	7
2.3	DISTRIBUCIÓN DEL PINO NEGRAL EN LUGARES DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC) DE LA REGIÓN DE MURCIA	9
2.4	HÁBITAT IMPLICADOS EN LA GESTIÓN DEL PINO NEGRAL DE ACUERDO CON LA DIRECTIVA 92/43/CEE Y SU TRANSPOSICIÓN A LA NORMATIVA NACIONAL (REAL DECRETO 1997/1995, DE 7 DE DICIEMBRE)	15
2.5	APROVECHAMIENTOS REALIZADOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS SOBRE LA ESPECIE SEGÚN LOS DATOS DEL SERVICIO DE MONTES DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE DE LA REGIÓN DE MURCIA	17
<u>3</u>	<u>DISTRIBUCIÓN, AUTOECOLOGÍA DE LA ESPECIE, ESTACIÓN.</u>	<u>18</u>
3.1	DISTRIBUCIÓN	18
3.2	DESCRIPCIÓN Y AUTOECOLOGÍA	18
3.3	ESTACIÓN. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA MISMA POR ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISIOGRAFICOS, CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS. ECUACIÓN DE PRONÓSTICO DE CALIDAD. APTITUD DE ESTACIONES PARA LA ESPECIE.	19
3.4	COMENTARIOS A LA CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT Y ECUACIONES DE PRONÓSTICO ANTERIORES	23
3.5	CARACTERIZACIÓN BIOCLIMÁTICA DE LA ESPECIE EN EL NOROESTE DE MURCIA	24
3.5.1	DATOS METEOROLÓGICOS DE PARTIDA. ELABORACIÓN DE UN MODELO TERMOPLUVIOMÉTRICO TERRITORIAL. HIPÓTESIS FUNDAMENTALES	25
3.5.2	APLICACIÓN DEL MODELO CLIMÁTICO TERRITORIAL A LA ELABORACIÓN DE LOS DBC EN EL ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL PINO NEGRAL EN EL NOROESTE DE LA REGIÓN DE MURCIA. RESULTADOS E INTERPRETACIÓN	29
<u>4</u>	<u>DIRECTRICES GENERALES QUE DEBEN REGIR EL MANEJO DE LA ESPECIE</u>	<u>36</u>
4.1	CONSERVACIÓN	36
4.2	DESARROLLO Y FOMENTO	36
4.3	INVESTIGACIÓN	36

4.4	FORMACIÓN Y DIVULGACIÓN	37
4.5	INDICADORES DE GESTIÓN	37
5	<u>GESTIÓN SELVÍCOLA DE LA ESPECIE EN SU ENTORNO NATURAL</u>	38
5.1	LA GESTIÓN QUE SE VIENE HACIENDO EN LA REGIÓN DE MURCIA SOBRE LAS MASAS FORESTALES DE PINO NEGRAL	38
5.2	SELVICULTURA PARA LA CONSERVACIÓN SEGÚN LAS CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS	41
5.3	SELVICULTURA MULTIFUNCIONAL COMPATIBLE CON EL APROVECHAMIENTO MADERERO O LEÑOSO SEGÚN LAS CONDICIONES BIOCLIMÁTICAS	43
5.4	CUANTIFICACIÓN GENÉRICA DE LOS TRATAMIENTOS SEGÚN TIPOLOGÍA DE MASAS FORESTALES	47
5.4.1	MASAS IRREGULARES: DATOS DE REFERENCIA Y GESTIÓN EN LAS MISMAS	47
5.4.2	MASAS REGULARES: DATOS DE REFERENCIA	53
5.5	MODELOS DE GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DASOCRÁTICA SEGÚN OBJETIVOS	57
5.5.1	OBJETIVO: PRODUCCIÓN CON CONSERVACIÓN DE SUELO Y PAISAJE, SELVICULTURA MULTIFUNCIONAL	57
5.5.2	OBJETIVO: CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL SUELO FRENTE A RIESGOS EROSIVOS Y/O PARA LA BIOCENOSIS	61
6	<u>NORMAS Y PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN EL MANEJO DE LA ESPECIE</u>	61
6.1	AMENAZAS POTENCIALES SOBRE LAS MASAS FORESTALES DE LA ESPECIE EN LA REGIÓN DE MURCIA	61
6.2	NORMAS SOBRE CORTAS Y TRATAMIENTOS	64
6.2.1	CLASES DE CORTAS DE REGENERACIÓN	64
6.2.2	NORMAS O RECOMENDACIONES SOBRE EJECUCIÓN DE CORTAS DE REGENERACIÓN	66
6.2.3	NORMAS O RECOMENDACIONES SOBRE SACA DE MADERA Y UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA	69
6.2.4	ÉPOCA DE CORTAS.	69
7	<u>DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN: CONTENIDO ORIENTATIVO DE UN POSIBLE MANUAL DE MANEJO PARA PROPIETARIOS FORESTALES. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN QUE PODRÍAN PONERSE A DISPOSICIÓN DE LOS PROPIETARIOS PARTICULARES.</u>	70
8	<u>ANEXOS</u>	72
8.1	PARÁMETROS ECOLÓGICOS ELABORADOS EN EL ESTUDIO DEL HÁBITAT DE <i>PINUS PINASTER</i> AIT.	72
8.2	TABLAS DE CALIDAD DE LA ESTACIÓN PARA <i>PINUS PINASTER</i> AIT. EMPLEADAS EN LA DEFINICIÓN DE LAS ESTACIONES ECOLÓGICAS DE LOS PINOS ESPAÑOLES	75
8.3	INTERPRETACIÓN DE LOS DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS DE MONTERO DE BURGOS Y GONZÁLEZ REBOLLAR. COEFICIENTES BIOCLIMÁTICOS. DATOS CLIMÁTICOS. DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS	76
8.3.1	INTRODUCCIÓN.	76
8.3.2	CONSTANTES E INTENSIDADES CALCULADOS EN EL DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO	76
8.3.3	DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS PARA LA ESTACIÓN DE PINO NEGRAL EN LA REGIÓN DE MURCIA: HIPÓTESIS DIAGRAMÁTICAS	77

8.3.4	COEFICIENTES CALCULADOS A PARTIR DE LAS ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS	78
8.3.5	DATOS TERMOPLUVIOMÉTRICOS	81
8.3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS SOBRE LA POBLACIÓN DE PUNTOS CLIMÁTICOS EMPLEADOS PARA CARACTERIZAR LA ESTACIÓN BIOCLIMÁTICA DE <i>PINUS PINASTER</i> EN LA REGIÓN DE MURCIA	84
8.3.7	LISTADO DE RESULTADOS DE LOS DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS CALCULADOS PARA LOS PUNTOS GEOGRÁFICOS CONSIDERADOS EN EL PRESENTE PLAN	86
8.4	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA ESTIMACIÓN DE LAS CIFRAS DE TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS A PARTIR DE LAS TABLAS DE PRODUCCIÓN Y LA TABLA DE MASA IRREGULAR DE <i>PINUS PINASTER</i> EN ESPAÑA (IFN1).	92

Usted es libre de:

- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente esta obra
- Hacer obras derivadas de ésta

Bajo las siguientes condiciones:

Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra). El autor se puede consultar en las propiedades del presente documento.

No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Entendiendo que:

- **Renuncia** — Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor
- **Dominio Público** — Cuando la obra o alguno de sus elementos se hallen en el dominio público¹ según la ley vigente aplicable, esta situación no quedará afectada por la licencia.
- **Otros derechos** — Los derechos siguientes no quedan afectados por la licencia de ninguna manera:
 - o Los derechos derivados de usos legítimos² u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.
 - o Los derechos morales³ del autor;
 - o Derechos que pueden ostentar otras personas sobre la propia obra o su uso, como por ejemplo derechos de imagen⁴ o de privacidad.

La licencia bajo la que se puede utilizar el presente texto se encuentra en la misma página de Internet de la que se ha descargado este documento.

¹ Una obra en el dominio público puede ser utilizada libremente por cualquiera sin ninguna restricción de propiedad intelectual para cualquier finalidad, pero respetando su integridad y reconociendo su autoría.

² Todas las jurisdicciones permiten algunos usos limitados de material sujeto a derechos de autor sin requerir permiso. Las licencias CC no afectan los derechos de los usuarios en virtud de esas limitaciones y excepciones, como el uso justo y legítimo en su caso.

³ Además del derecho de los licenciantes a solicitar la eliminación de su nombre de la obra cuando se usa en obras derivadas o colecciones que no les gustan, en la mayoría de las jurisdicciones de todo el mundo (con la notable excepción de los EE.UU., salvo en circunstancias muy limitadas) la ley concede a los creadores "derechos morales", que pueden proporcionar cierta reparación en caso que una obra derivada represente un "trato despectivo" de la obra del licenciante.

⁴ Los derechos de publicidad o imagen permiten a los individuos controlar cómo se usa su voz, imagen o apariencia con fines comerciales en público. Si una obra con licencia CC incluye la voz o la imagen de alguien que no sea el licenciante, un usuario de la obra puede necesitar obtener el permiso de las personas antes de utilizar la obra para fines comerciales.

**Plan de manejo de especies forestales catalogadas “de interés especial” según el
Catálogo Regional de Flora silvestre protegida de la Región de Murcia:
Pinus pinaster Aiton**

1 Introducción

1.1 Exposición de motivos

Al amparo de los artículos 29 y 30 de la Ley 4/89, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, el Consejo de Gobierno de la Región de Murcia, a propuesta del Consejero de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, emitió el Decreto 50/2003, de 30 de mayo, por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales.

Mediante el Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, se creó el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, que clasificaba a un conjunto de especies amenazadas al nivel nacional en dos categorías: en peligro de extinción y de interés especial.

Como afirma el Decreto 50/2003 “*las condiciones bioclimáticas y edáficas de la Región de Murcia, favorecen la existencia de una de las floras más singulares de Europa, tanto por su rareza como por su diversidad, encontrándose muchas de estas especies en estado de conservación crítico (...)*”. Con esta motivación se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia.

Entre los objetivos de dicho Catálogo se destacan, entre otros, los siguientes:

- graduar el esfuerzo de protección de las especies amenazadas de la Región mediante el empleo de las categorías empleadas en el Catálogo Nacional: “en peligro de extinción”, “vulnerable” y “de interés especial”, así como establecer una nueva categoría denominada “extinguidas en sus poblaciones naturales”
- regular el aprovechamiento tradicional de especies forestales de posible interés económico y para las que es necesario fomentar medidas de conservación y gestión de sus poblaciones, ampliando el listado de especies contenidas en los artículos 228 y siguientes del vigente Reglamento de Montes (Decreto 485/1992, de 22 de febrero)

En virtud de este Decreto 50/2003 se incluye en el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia, entre otras especies forestales, el pino negral o rodano, *Pinus pinaster* Aiton, en la categoría de “especies de interés especial”. Igualmente, se incluye, junto con el resto de las especies del género *Pinus* de la familia *Pinaceae* (pináceas), en las especies cuyo aprovechamiento en el territorio de la Región de Murcia requiere la obtención de autorización administrativa previa, de acuerdo con el Anexo II del citado Decreto 50/2003.

Las consecuencias de esta inclusión en el Catálogo son las siguientes:

- es necesario obtener autorización administrativa para el aprovechamiento de los pinares de pino negral (al amparo de los artículos 5 y 8 del Decreto 50/2003, aunque ya estaba contemplado en el artículo 229 y siguientes del Reglamento de

Montes, y tal y como se prevé en la nueva Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, en sus artículos 8, 15, 36 y 37)

- es necesario redactar un Plan de Manejo para la especie catalogada como “de interés especial”, que determine las medidas necesarias para mantener sus poblaciones en un nivel adecuado, lo que se acomete con el presente documento

1.2 Objetivos del Plan de Manejo

El presente Plan de Manejo de la especie catalogada *Pinus pinaster* Aiton (cuyos nombres vulgares más comunes son pino negral, pino negro o pino rodeno) en la Región de Murcia tiene los siguientes objetivos generales:

- Definir indicadores de acuerdo con la Conferencia Ministerial para la Protección de Bosques en Europa que permitan evaluar la evolución de los sistemas forestales de negral y su gestión a lo largo del tiempo
- Identificar hábitat de la Directiva de Hábitat 92/43/CEE en los que el negral se encuentra presente y establecer criterios para la gestión armoniosa del negral con los susodichos hábitat
- Establecer criterios para expandir el área de representación del pino negral a costa de terrenos deforestados en los que la presencia del negral sea ecológicamente posible y / o se haya constatado su presencia en el pasado
- Establecer pautas técnicas para la gestión de los sistemas forestales de negral que aseguren la conservación armonizada con el aprovechamiento y la persistencia (sostenibilidad, desarrollo sostenible, multifuncionalidad)

1.3 Normativa aplicable

La normativa aplicable a este Plan de Manejo, como se ha venido citando anteriormente es la siguiente:

- Ley 4/89, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres
- Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, que crea el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes
- Decreto 485/1962, de 22 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Montes
- Decreto 50/2003, de 30 de mayo, de la Región de Murcia, por el que se crea al Catálogo Regional de Flora Silvestre protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales

2 Localización y caracterización de la especie objeto del Plan de Manejo

2.1 Distribución de la especie en los estratos del I.F.N. en la Región de Murcia. Existencias actuales de la especie según el I.F.N.

La principal fuente de información sobre la especie es el Inventario Forestal Nacional (IFN). En la Región de Murcia ya se han realizado tres vueltas del mismo: el Primer Inventario Forestal Nacional (IFN1) en 1966, el Segundo (IFN2) en 1986 y el Tercero (IFN3) en 1999. Por tanto, los datos sobre la distribución de la especie, sus existencias y evolución en el tiempo y en el espacio se basan en una sólida armazón estadística que ilustrará la situación del pino negral en el contexto regional.

De acuerdo con el IFN3, el pino negral se localiza en la zona noroeste de Murcia, fundamentalmente en los términos municipales de Moratalla y Caravaca y, en menor medida, en pequeñas extensiones en Alhama y Totana (en el ámbito de Sierra Espuña), Mula y Lorca (Sierras de Burete, Lavia y Cambrón) y Murcia (Sierras de Carrascoy y El Valle)

En la cartografía del IFN3 existe un estrato específico de pino negral solo o en mezcla con pino carrasco, en todas las situaciones de cobertura (cualquier fracción de cabida cubierta): el estrato número 8. Además, existen teselas de vegetación en otros estratos en los que el pino negral está presente. Así, la cantidad de superficie que sostiene masas de negral o al menos tiene presencia del mismo es la siguiente, (se ha considerado pino negral dominante cuando su nivel de ocupación es igual o mayor del 50% con respecto al resto de las especies dominantes en cada tesela de vegetación):

Descripción	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
P.halepensis con P.pinaster	3.137,70		3.137,70
P.halepensis con P.pinaster y J.oxycedrus	484,36		484,36
P.halepensis con P.pinaster y P.nigra	41,89		41,89
P.halepensis con P.pinaster y Q.ilex	530,85		530,85
P.pinaster		1.030,21	1.030,21
P.pinaster con J.oxycedrus y Q.ilex		66,13	66,13
P.pinaster con J.phoenicea		70,24	70,24
P.pinaster con J.thurifera		3,89	3,89
P.pinaster con P.halepensis	13,89	1.256,15	1.270,05
P.pinaster con P.halepensis y J.oxycedrus		962,84	962,84
P.pinaster con P.halepensis y P.nigra		171,53	171,53
P.pinaster con P.halepensis y Q.ilex		351,79	351,79
P.pinaster con P.nigra y P.halepensis	96,00	360,44	456,43
P.pinaster con Q.ilex		73,09	73,09
P.pinaster con Q.ilex y J.oxycedrus	228,57	24,41	252,98
P.pinaster con Q.ilex y P.halepensis	433,25	485,10	918,35
Q.ilex con P.halepensis y P.pinaster	588,03		588,03
Q.ilex con P.pinaster y P.halepensis	86,69		86,69
Q.ilex con P.pinaster y P.nigra	68,26		68,26
P.halepensis con P.pinaster y Q.ilex (ralo)	19,16		19,16
P.pinaster con P.halepensis (ralo)		10,22	10,22
P.pinaster con Q.ilex (ralo)		119,15	119,15
Q.ilex con P.pinaster (ralo)	115,60		115,60
P.halepensis con P.pinaster y J.phoenicea	635,57		635,57
P.pinaster con P.halepensis y J.phoenicea		1.560,41	1.560,41

Descripción	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
P.pinaster con P.nigra y J.phoenicea		230,91	230,91
P.pinaster con J.phoenicea y P.halepensis	39,50	987,29	1.026,79
P.pinaster con J.phoenicea y P.nigra		322,37	322,37
P.pinaster con J.phoenicea y J.thurifera		39,53	39,53
P.pinaster con J.phoenicea y Q.ilex		9,27	9,27
P.pinaster con J.phoenicea y J.oxycedrus	125,30	105,67	230,96
J.phoenicea con P.nigra y P.pinaster	23,85		23,85
J.phoenicea con P.pinaster y P.halepensis	617,18		617,18
J.phoenicea con P.pinaster y J.thurifera	4,52		4,52
J.phoenicea con P.pinaster y J.oxycedrus (ralo)	117,30		117,30
Q.ilex con J.phoenicea y P.pinaster	58,19		58,19
Total general	7.465,66	8.240,63	15.706,29

El negral es dominante en 8.111,25 hectáreas densas y en 129,38 hectáreas de cobertura inferior al 20% de cabida cubierta.

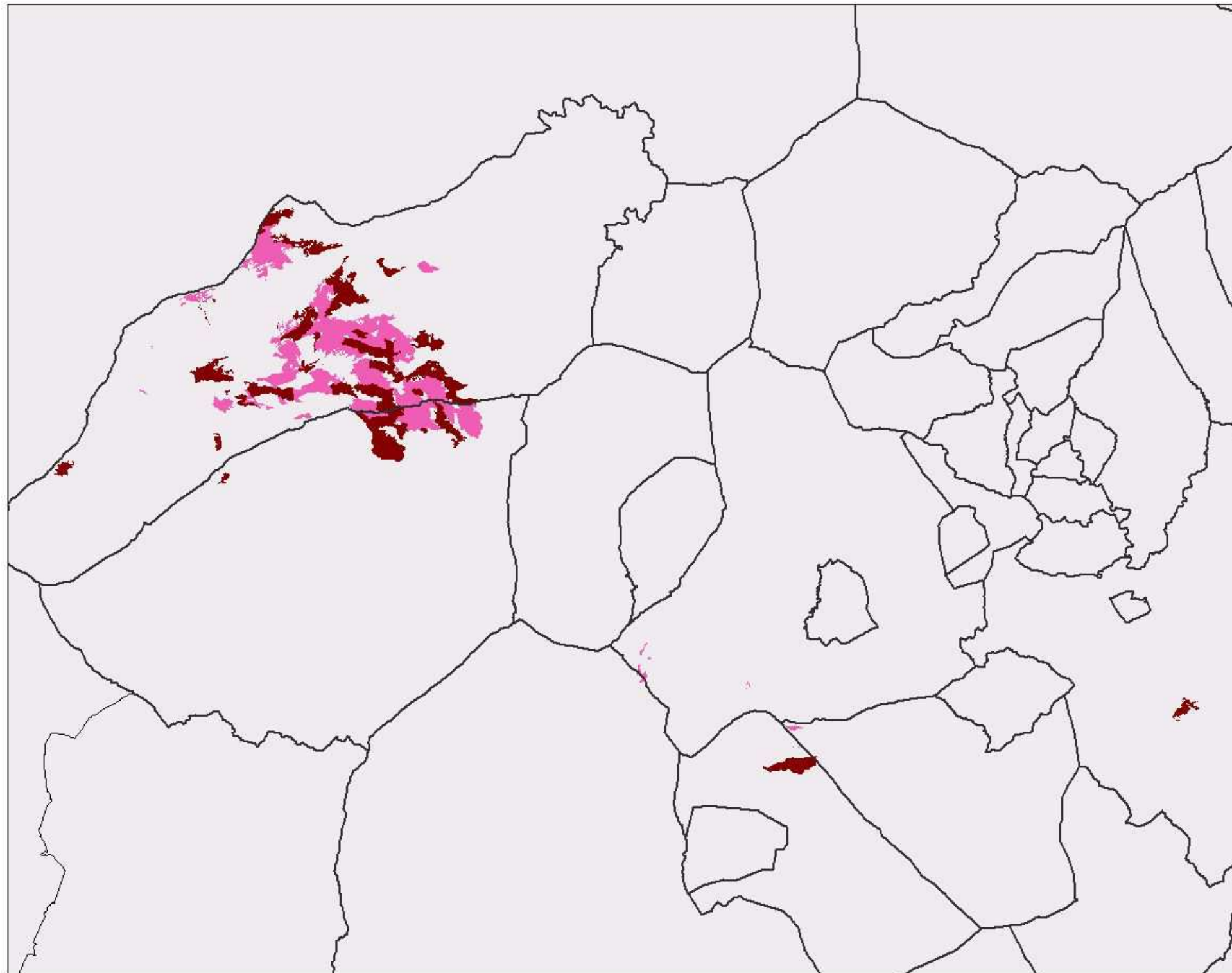
La distribución de la superficie de pino negral, en hectáreas, por municipios puede consultarse en la siguiente tabla:

Municipio	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
Alhama de Murcia	13,11	33,26	46,37
Caravaca de la Cruz	1.464,19	1.345,74	2.809,93
Lorca		19,59	19,59
Moratalla	5.429,39	6.765,74	12.195,13
Mula		71,58	71,58
Murcia	157,26		157,26
Totana	401,71	4,72	406,43
Total general	7.465,66	8.240,63	15.706,29

Según sea la propiedad, la superficie ocupada por el pino negral en la Región de Murcia se reparte de la siguiente manera:

Municipio	Propiedad	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
Alhama de Murcia	UP del Estado consorciado	13,11	33,26	46,37
Caravaca de la Cruz	Privados con consorcio	83,03	17,39	100,41
	UP del Estado	195,67	299,30	494,97
	UP del Estado consorciado	391,56	617,66	1.009,21
Lorca	UP consorciados		18,04	18,04
Moratalla	UP del Estado	105,77	134,99	240,76
	UP del Estado consorciado	253,66	386,11	639,77
Mula	UP		62,18	62,18
Murcia	UP del Estado consorciado	156,99		156,99
Totana	UP del Estado consorciado	401,71	4,72	406,43
Total general		1.601,39	1.573,65	3.175,13

Mapa de distribución de pino rodeno en la Región de Murcia



Pino rodeno en Murcia

Pino rodeno en Murcia

- Pino rodeno dominante
- Pino rodeno no dominante



Escala:
1:350000

2.2 Evolución y tendencia de las poblaciones según el I.F.N.

El pino negral aparece, como ya se ha visto, en el extremo noroccidental de la Región (comarca de Moratalla). En el pasado la especie debió ocupar sin duda terrenos más cercanos a la costa, perdiendo terreno a lo largo del Holoceno tanto por el incremento de la aridez climática como por la presión antrópica.

La situación actual viene definida por las fuentes de información más fiables para evaluar la situación de las especies forestales en España: el Inventario Forestal Nacional. En la Región de Murcia se han efectuado tres vueltas de este inventario: el primero (IFN1) en 1966, el segundo (IFN2) en 1986 y el tercero (IFN3) en 1999. La metodología del IFN1 difería sensiblemente de la que se ha seguido en los dos últimos, por lo que la comparación entre estos dos es la que se va a utilizar para estudiar la evolución de la situación del pino negral en la Comunidad Autónoma.

Como nota indicativa primera, se puede comprobar la evolución de superficies entre ambos inventarios nacionales:

Tabla 1. Evolución de superficies entre 1988 y 1999

Uso de superficies	IFN2	IFN3
Forestal arbolado	189.114,00	289.550,03
Forestal arbolado ralo	80.164,24	26.974,78
Forestal desarbolado	236.503,30	169.494,44
Cultivo	598.496,99	614.284,59
Improductivo artificial	15.073,28	0,00
Improductivo aguas	3.656,28	5.855,84
Improductivo natural	8.389,52	24.852,34
Total	1.131.397,61	1.131.012,02

La disminución de superficie forestal, es un toque de atención sobre el problema de la desertificación de la región mediterránea y del sureste español en particular.

Se ha producido un incremento de la superficie forestal arbolada densa a costa de la de arbolado disperso o ralo y de la de desarbolado.

La evolución de existencias por clase diamétrica para el pino negral entre ambos inventarios puede verse en los gráficos siguientes, tanto en valores absolutos como en valores por hectárea, referidos a superficie forestal arbolada (tanto densa como de arbolado disperso) (Np: número de árboles; Vcc: Volumen con corteza del arbolado en m³):

Gráfico 1

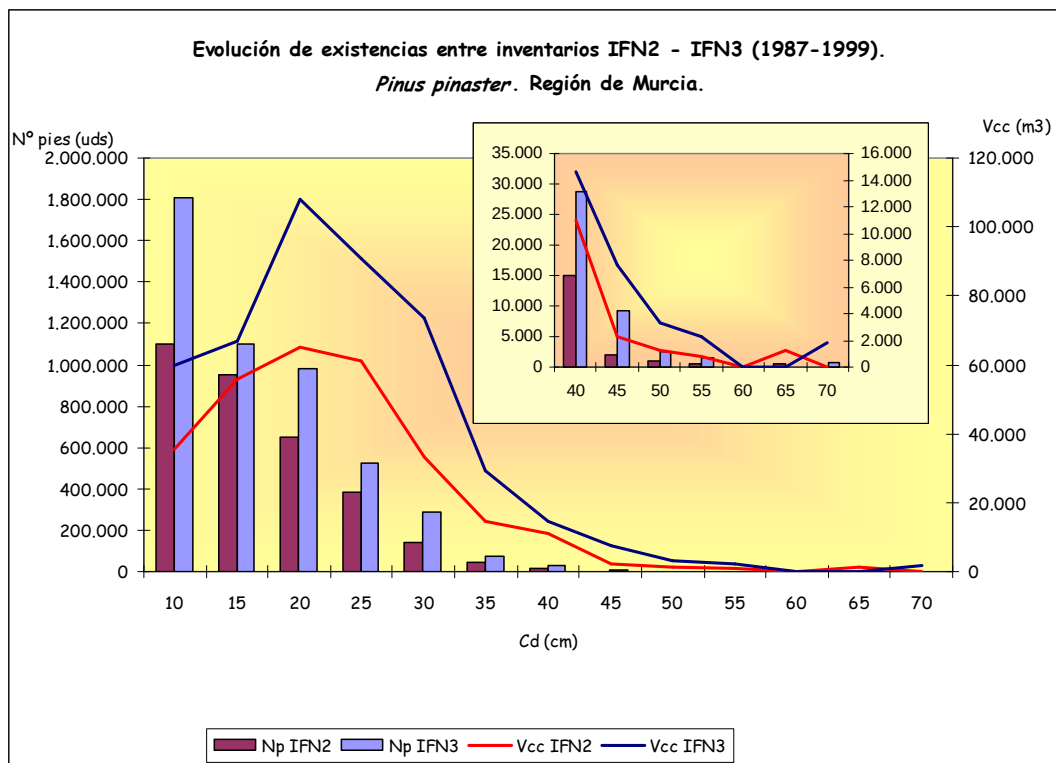
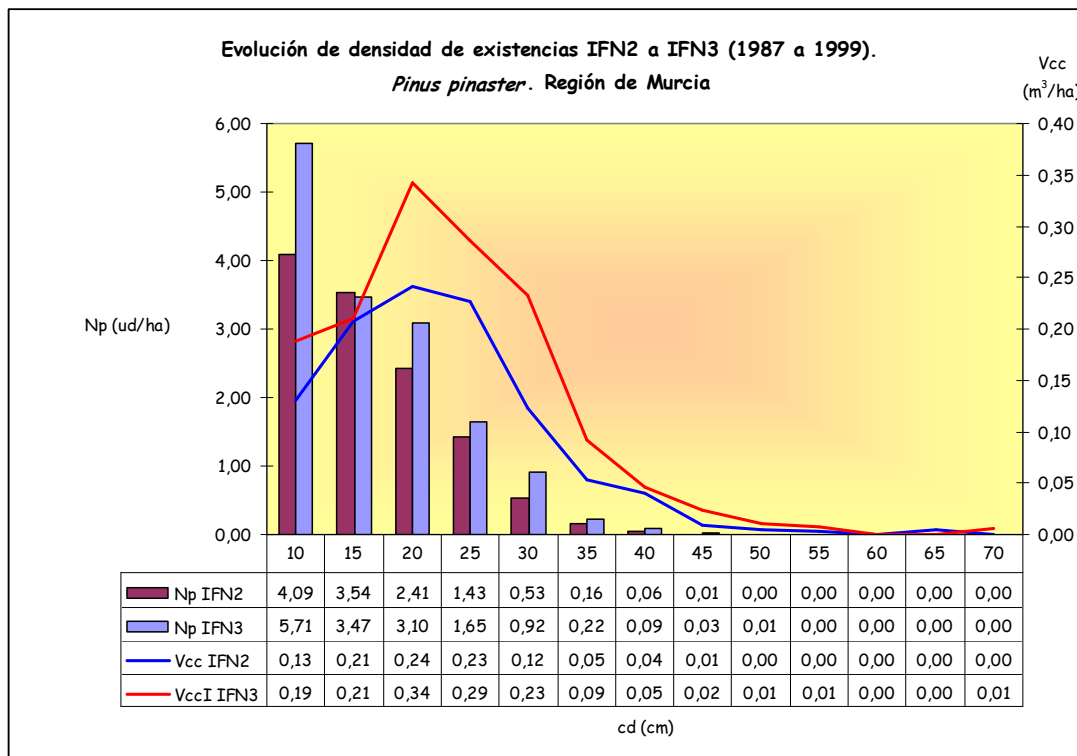


Gráfico 2



Como se desprende de los datos y gráficos anteriores, se comprueba que en el transcurso de 12 años, el número de pies de pino negral ha aumentado un 46% y las existencias totales han aumentado en más del 60% en todas las clases diamétricas.

Tabla 2. Existencias totales y por hectárea de las principales especies arbóreas. IFN2 e IFN3. Región de Murcia.

Especie	Np IFN2	Np IFN3	Vcc IFN2	Vcc IFN3	Np/ha IFN2	Np/ha IFN3	Vcc IFN2	Vcc IFN3
<i>Pinus halepensis</i>	35.675.026,00	68.233.718,15	2.635.428,00	5.860.932,95	132,48	215,57	9,79	18,52
<i>Pinu nigra</i>	2.714.787,00	5.695.269,11	168.520,00	383.833,95	10,08	17,99	0,63	1,21
<i>Pinus pinaster</i>	3.292.117,00	4.814.602,62	281.583,00	457.453,59	12,23	15,21	1,05	1,45
<i>Quercus ilex</i>	1.387.671,00	5.853.704,43	48.528,00	217.323,72	5,15	18,49	0,18	0,69

Np/ha: número de pies por hectárea; Vcc/ha: volumen con corteza por hectárea (m³/ha) (en ambos casos, de diámetro normal superior a 7,5 cm)

Todos los parámetros (absolutos y de densidades, y en consecuencia los valores del árbol medio) se han incrementado en el transcurso de estos 12 años, así como el diámetro medio cuadrático, en el contexto general de la Región de Murcia.

En las zonas donde *Pinus pinaster* es dominante (el estrato 11 del IFN2, que ocupaba 6.332,84 ha, y el estrato 8 del IFN3, que ocupa 9.855,54 ha), los datos de cada uno de los inventarios en cuanto a densidad de masa resultan ser los siguientes:

IFN	Estrato	Superficie (ha)	Especie	Np (ud/ha)	G (m ² /ha)	Vcc (m ³ /ha)
2º	11	6.332,84	<i>P. pinaster</i>	116,24	2,656	8,404
3º	8	9.855,54	<i>P. pinaster</i>	369,73	9,525	35,260

Np/ha: número de árboles por hectárea; G: área basimétrica; Vcc: Volumen con corteza por hectárea

El diámetro medio cuadrático ha evolucionado, en los respectivos estratos de IFN2 e IFN3, de 17,06 cm, en el IFN2 a 18,11 cm en el IFN3. El volumen del árbol medio ha pasado de ser 72,299 dm³/árbol a 95,367 dm³/árbol, respectivamente.

Como conclusiones generales se pueden sacar las siguientes: por un lado que las existencias de pino negral se incrementan en valores absolutos y relativos en la Región de Murcia y que las dimensiones medias de esta especie parece que también se van incrementando; y por otro lado, que la superficie que se ha considerado en que el pino negral es dominante también tiende a crecer.

2.3 Distribución del pino negral en Lugares de Interés Comunitario (LIC) de la Región de Murcia

De acuerdo con la cartografía de la propuesta del Estado Español a la Unión Europea de Lugares de Interés Comunitario (LIC) para formar parte de la futura Red Natura 2000 (Directiva 92/43/CEE), elaborada por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente, y realizada a partir de las propuestas de las Comunidades Autónomas, la superficie en la que existe pino negral en la Región de Murcia dentro de los LIC propuestos es la siguiente:

LIC	Descripción	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
Carrascoy y El Valle	P.halepensis con P.pinaster	57,09		57,09
Total Carrascoy y El Valle		57,09		57,09
Rambla de la Rogativa	P.nigra con P.pinaster y Q.ilex	2,20		2,20
Total Rambla de la Rogativa		2,20		2,20
Revolcadores	P.nigra con P.pinaster y Q.ilex	111,85		111,85
Total Revolcadores		111,85		111,85
Rio Mula y Pliego	P.pinaster con Q.ilex y J.oxycdrus		0,77	0,77
Total Rio Mula y Pliego			0,77	0,77
Sierra de la Muela	P.halepensis con P.pinaster	373,85		373,85
	P.halepensis con P.pinaster y Q.ilex	19,16		19,16
	P.pinaster		75,72	75,72
	P.pinaster con J.phoenicea		103,55	103,55
	P.pinaster con P.halepensis		360,61	360,61
	P.pinaster con P.halepensis y P.nigra		17,81	17,81
	P.pinaster con P.halepensis y Q.ilex		15,65	15,65
	Q.ilex con P.pinaster	107,92		107,92
	P.halepensis con P.pinaster y J.phoenicea	314,12		314,12
	P.pinaster con P.halepensis y J.phoenicea		43,88	43,88
	P.pinaster con J.phoenicea y P.halepensis		936,35	936,35
	P.pinaster con J.phoenicea y J.thurifera		39,53	39,53
	P.pinaster con J.phoenicea y Q.ilex		9,27	9,27
	P.pinaster con J.phoenicea y J.oxycdrus	125,30		125,30
	J.phoenicea con P.pinaster y P.halepensis	578,55		578,55
	J.phoenicea con P.pinaster y J.thurifera	4,52		4,52
Total Sierra de la Muela		1.523,41	1.602,37	3.125,78
Sierra de Villafuerte	P.nigra con P.pinaster y J.oxycdrus	345,73		345,73
	P.pinaster		49,85	49,85
	P.pinaster con J.thurifera		3,89	3,89
	P.pinaster con P.halepensis		0,00	0,00
	P.pinaster con P.nigra y P.halepensis	18,86		18,86
	P.pinaster con P.nigra y J.phoenicea		118,87	118,87
	J.phoenicea con P.pinaster y P.halepensis	4,33		4,33
	Q.ilex con J.phoenicea y P.pinaster	8,94		8,94
Total Sierra de Villafuerte		377,87	172,61	550,48
Sierra del Gavilán	P.halepensis con P.pinaster	101,40		101,40
	P.halepensis con P.pinaster y J.oxycdrus	32,70		32,70
	P.halepensis con P.pinaster y Q.ilex	0,00		0,00
	P.pinaster con P.halepensis		353,41	353,41
	P.pinaster con P.halepensis y J.oxycdrus		385,52	385,52
	P.pinaster con Q.ilex y P.halepensis		18,94	18,94
	Q.ilex con P.halepensis y P.pinaster	464,23		464,23
	Q.ilex con P.pinaster y P.halepensis	21,01		21,01
	P.pinaster con P.halepensis y J.phoenicea		109,02	109,02
Total Siera del Gavilán		619,35	866,89	1.486,24

Sierra Espuña	P.halepensis con P.pinaster	414,82		414,82
	P.pinaster con J.oxycedrus		4,72	4,72
	P.pinaster con P.halepensis		33,26	33,26
Total Sierra Espuña		414,82	37,98	452,80
Sierras y Vega Alta del Segura y Río Benamor	P.pinaster con P.halepensis y J.phoenicea		2,73	2,73
Total Sierras y Vega Alta del Segura y Río Benamor			2,73	2,73
Total general		3.106,58	2.683,34	5.789,93

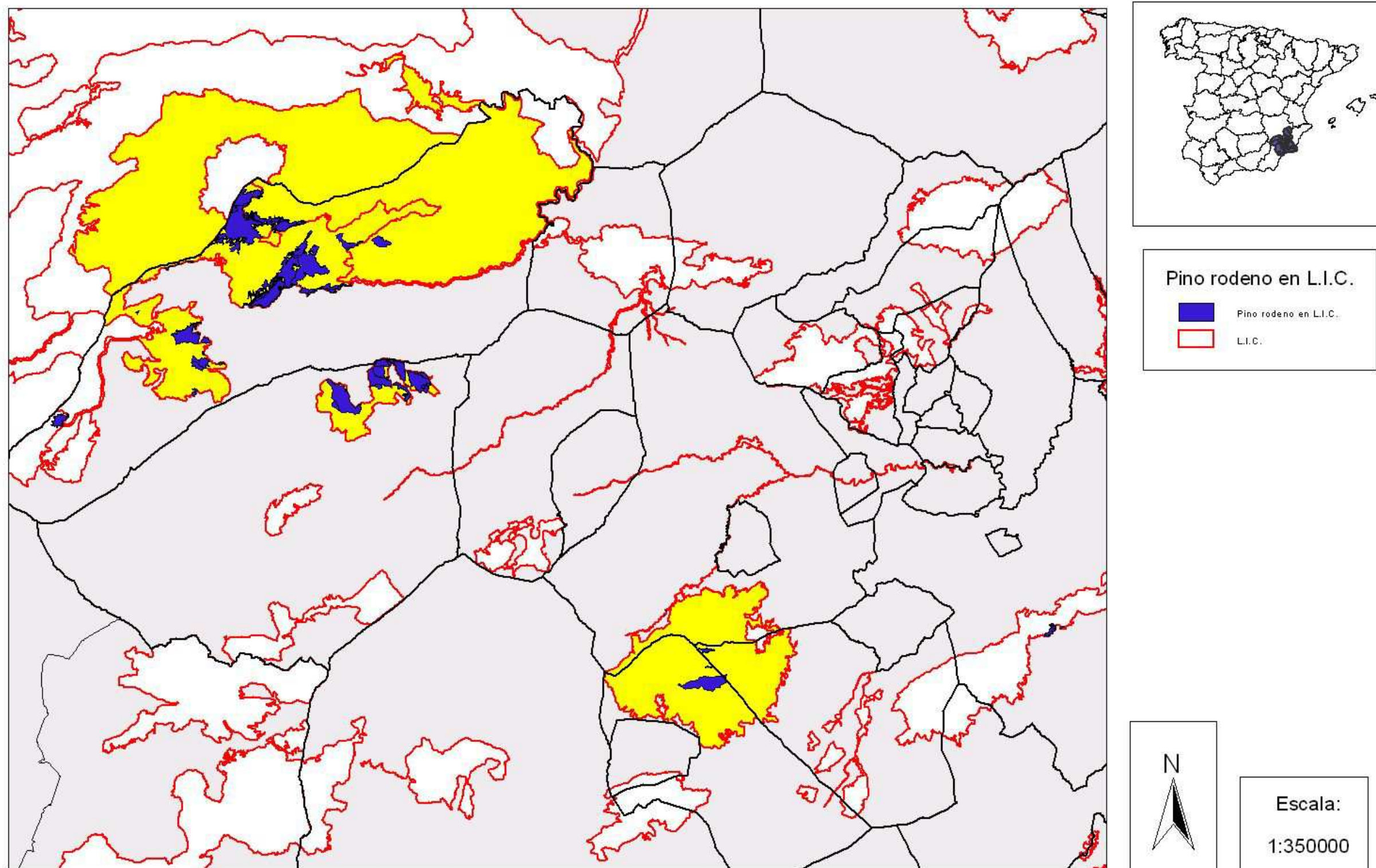
En cuanto los LIC que son, además, ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves, declaradas al amparo de la Directiva 79/409/CEE), la superficie en la que se encuentra pino negral es la siguiente:

ZEPA	Descripción	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
Sierra de Moratalla	P.halepensis con P.pinaster	541,34	7,26	548,61
	P.halepensis con P.pinaster y Q.ilex	28,90		28,90
	P.pinaster con P.halepensis		575,70	575,70
	P.pinaster con P.halepensis y P.nigra		98,33	98,33
	P.pinaster con P.halepensis y Q.ilex		160,85	160,85
	P.pinaster con P.nigra y P.halepensis	0,01		0,01
	P.pinaster con Q.ilex		180,28	180,28
	P.pinaster con Q.ilex y J.oxycedrus	0,11		0,11
	P.pinaster con Q.ilex y P.halepensis	426,93		426,93
	P.pinaster		386,42	386,42
	Q.ilex y P.pinaster	115,60		115,60
	Q.ilex y P.pinaster y P.halepensis	65,68		65,68
	Q.ilex y P.pinaster y P.nigra	68,26		68,26
	P.halepensis con P.pinaster y J.phoenicea	160,97		160,97
	P.pinaster con P.halepensis y J.phoenicea		936,82	936,82
	P.pinaster con J.phoenicea		108,38	108,38
	P.pinaster con J.phoenicea y P.halepensis	26,72		26,72
	P.pinaster con J.phoenicea y P.nigra		316,92	316,92
	P.pinaster con J.phoenicea y J.thurifera		39,53	39,53
	P.pinaster con J.phoenicea y Q.ilex		9,27	9,27
	P.pinaster con J.phoenicea y J.oxycedrus	125,30		125,30
	J.phoenicea con P.pinaster y Q.ilex	578,55		578,55
	J.phoenicea con P.pinaster y P.halepensis	4,52		4,52
Total Sierra de Moratalla		2.142,89	2.819,75	4.962,65
Sierra Espuña	P.halepensis con P.pinaster	414,82		414,82
	P.pinaster con J.oxycedrus y Q.ilex		4,72	4,72
	P.pinaster con P.halepensis		33,26	33,26
Total Sierra Espuña		414,82	37,98	452,80
Sierras de Burete, Lavia y Cambrón	P.pinaster con J.oxycedrus y Q.ilex		61,41	61,41
	P.pinaster con P.halepensis		5,36	5,36

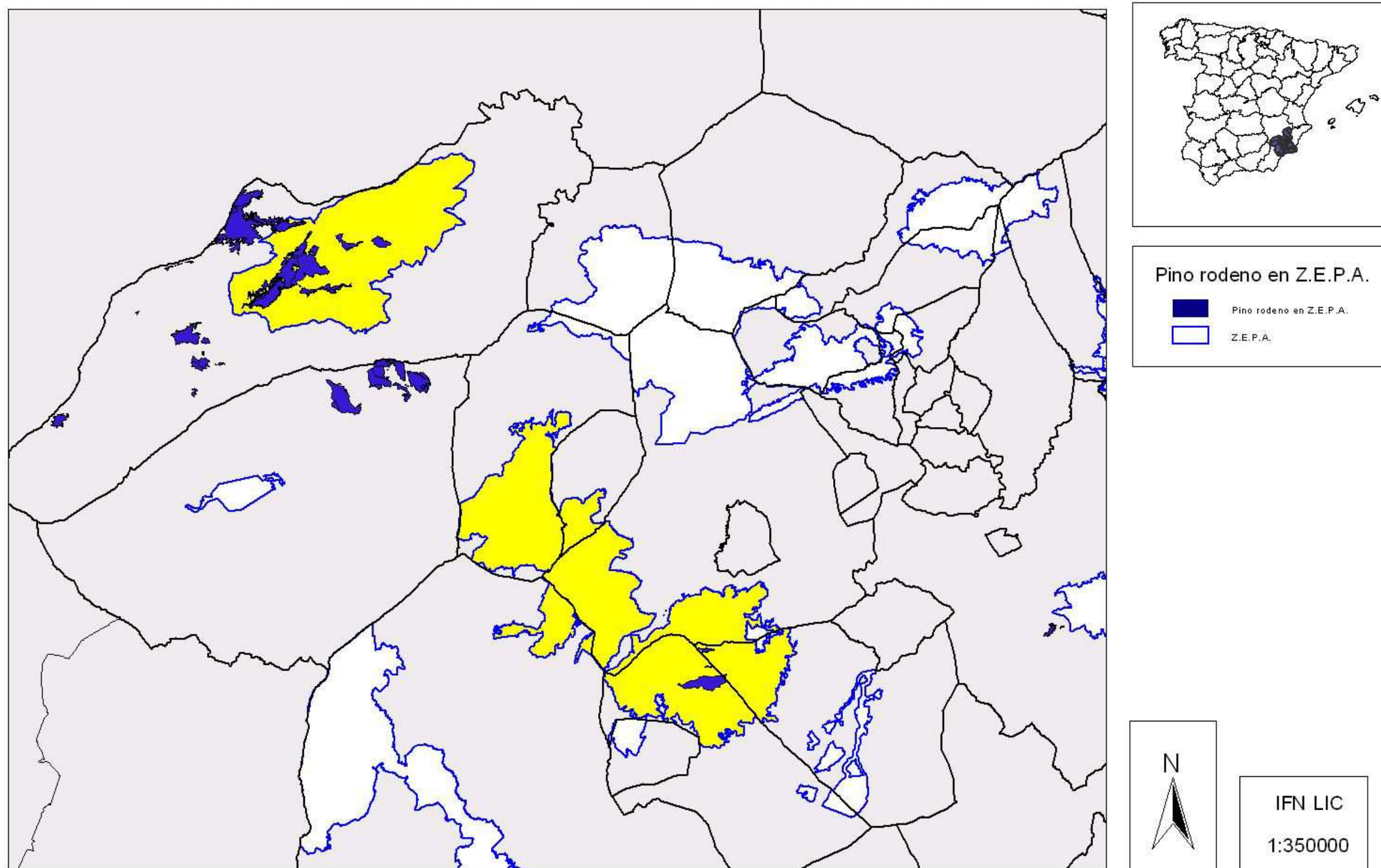
ZEPA	Descripción	Pino negral no dominante	Pino negral dominante	Total general
	P.pinaster con Q.ilex y J.oxycedrus		15,67	15,67
Total Sierras de Burete, Lavia y Cambrón			82,43	82,43
Total general		2.557,71	2.940,17	5.497,88

La distribución del pino rodeno en la Región de Murcia sobre los LIC y ZEPA puede consultarse en los siguientes planos:

Mapa de distribución de pino rodeno en la Región de Murcia sobre L.I.C.



Mapa de distribución de pino rodeno en la Región de Murcia sobre Z.E.P.A



2.4 Hábitat implicados en la gestión del pino negral de acuerdo con la Directiva 92/43/CEE y su transposición a la normativa nacional (Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre)

Los hábitat en los que puede encontrarse el pino negral de entre los que se localizan en los anteriores LIC, de acuerdo con los formularios Oficiales de la Red Natura 2000 elaborados por la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente, a propuesta de las Comunidades Autónomas:

Código de hábitat	Tipo de hábitat con pino negral presente	LIC o ZEPA. en la que está presente el hábitat	
		Código	Nombre LIC
Etapa heliófila dominada por gramíneas (terófitos y vivaces)			
5112021	Prados calcáreos cársticos o basófilos del <i>Alysso-Sedion albi</i>	ES0000266 ES0000173 ES0000267 ES6200002 ES6200018	Sierra de Moratalla Sierra Espuña Sierras de Burete, Lavia y Cambrón Carrascoy y El Valle Sierra de la Muela
517524 517526	Prados alpinos y subalpinos calcáreos	ES6200016 ES0000173 ES6200017 ES620019	Revolcadores Sierra Espuña Sierra de Villafuerte Sierra del Gavilán
521415	Prados secos seminaturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (<i>Festuco – Brometalia</i>)		
522062 52207B 522073 522077 522222 522230	Zonas subestépicas de gramíneas del <i>Thero – Brachypodietea</i>	ES0000266 ES6200016 ES0000173 ES0000267 ES6200002 ES6200017 ES6200018 ES6200019 ES6200041 ES6200045	Sierra de Moratalla Revolcadores Sierra Espuña Sierras de Burete, Lavia y Cambrón Carrascoy y El Valle Sierra de Villafuerte Sierra de la Muela Sierra del Gavilán Rambla de la Rogativa Río Mula y Pliego
Etapa arbustiva			
145025	Matorrales halo – nitrófilos		
303060	Brezales secos europeos		
309074 309078	Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga	ES6200016	Revolcadores
411070 411073 411079	Matorrales estables xerotermófilas de <i>Buxus sempervirens</i> en pendientes rocosas (<i>Berberidion p.p.</i>)		
421011	Matorrales arborescentes de <i>Juniperus ssp.</i>	ES6200016 ES0000173 ES0000267 ES6200002 ES6200017 ES6200018 ES6200019	Revolcadores Sierra Espuña Sierras de Burete, Lavia y Cambrón Carrascoy y El Valle Sierra de Villafuerte Sierra de la Muela Sierra del Gavilán

Código de hábitat	Tipo de hábitat con pino negral presente	LIC o ZEPA en la que está presente el hábitat	
		Código	Nombre LIC
Etapas arbórea y otras comunidades de máximo evolutivo arbustivo y herbáceo			
713064	Desprendimientos mediterráneos occidentales y termófilos	ES0000266 ES6200016 ES6200018	Sierra de Moratalla Revolcadores Sierra de la Muela
721114 721175 721185 721187	Pendientes rocosas calcícolas con vegetación casmofítica	ES0000266 ES6200016 ES0000173 ES0000267 ES6200002 ES6200017 ES6200018 ES6200019	Sierra de Moratalla Revolcadores Sierra Espuña Sierras de Burete, Lavia y Cambrón Carrascoy y El Valle Sierra de Villafuerte Sierra de la Muela Sierra del Gavilán
723042	Roquedos silíceos con vegetación pionera del <i>Sedo</i> – <i>Scleranthion</i> o del <i>Sedo albi</i> – <i>Veronicion dillenii</i>	ES0000266 ES0000173 ES0000267 ES6200002 ES6200018 ES6200019	Sierra de Moratalla Sierra Espuña Sierras de Burete, Lavia y Cambrón Carrascoy y El Valle Sierra de la Muela Sierra del Gavilán
834012	Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i>	ES6200002 ES6200017 ES6200018 ES6200041	Carrascoy y El Valle Sierra de Villafuerte Sierra de la Muela Rambla de la Rogativa
853342 853352	Pinares sudmediterráneos de pinos negros endémicos y <i>Juniperus spp.</i>	ES0000266 ES6200016 ES6200017 ES6200018	Sierra de Moratalla Revolcadores Sierra de Villafuerte Sierra de la Muela
954002	Pinares mixtos de <i>Pinus halepensis</i> , <i>Pinus nigra</i> y <i>Pinus pinaster</i>		

Como puede comprobarse, no todos los hábitat potenciales en los que puede encontrarse el pino negral se encuentran representados en la lista de hábitat inventariados en los LIC de Murcia en los que está presente el pino rodano, de acuerdo con la información de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio de Medio Ambiente.

Además, es muy probable que en los hábitat de las etapas heliófila y arbustiva, el pino negral tampoco se encuentre representado, sino por ejemplares aislados o pequeños golpes en enclaves muy determinados. Así, los hábitat donde la representación del negral puede ser importante serán los pinares sudmediterráneos de pino blanco, salgareño o laricio (*Pinus nigra*) endémicos y sabinas endémicas, los pinares mixtos de pino carrasco, laricio y rodano y en los matorrales arborescentes de *Juniperus spp.*

Los criterios de gestión deberán tener en cuenta la posible dinámica evolutiva de los anteriores hábitat (y en especial los prioritarios), puesto que en algunos de ellos habrá que mantenerse de manera artificial forzada una etapa regresiva de niveles evolutivos bajos.

2.5 Aprovechamientos realizados en los últimos años sobre la especie según los datos del Servicio de Montes de la Dirección General de Medio Ambiente de la Región de Murcia

Los aprovechamientos madereros en la Región de Murcia provienen fundamentalmente del pino carrasco, seguido a mucha distancia del chopo. La tendencia general es que los aprovechamientos madereros sobre el pino carrasco han disminuido de manera significativa desde los años 60 hasta la actualidad. El pino negral presenta, según los datos de los diferentes IFN, unos niveles de aprovechamientos muy bajos, en general, y de cuantías muy diferentes entre años.

Los únicos aprovechamientos de los últimos años de pino negral en Murcia son procedentes de fincas particulares, muchos de ellas de manera conjunta con pinares de carrasco o de negral.

Sobre montes públicos no existe constancia de aprovechamiento alguno de negral desde hace más de una década. Sobre montes privados en los últimos tiempos se tienen datos de los siguientes aprovechamientos:

Año	T.M.	Especie	Cuantía (m ³)
Enero 2001	Moratalla	<i>Pinus pinaster</i>	500
Abril 2001	Moratalla	<i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus halepensis</i>	2.500
Septiembre 2001	Moratalla	<i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus halepensis</i>	1.009
Diciembre 2001	Moratalla	<i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus halepensis</i>	1.000
Diciembre 2001	Moratalla	<i>Pinus pinaster</i> y <i>Pinus halepensis</i>	605

Según los datos de la publicación del IFN2, en el periodo 1973 a 1987, el promedio de aprovechamiento de esta especie en la Región de Murcia (tanto en predios particulares como montes de gestión pública) era de 1.037 m³/año, aunque con un año de aprovechamiento excepcional (1982). Si se omite este año, el promedio resulta ser de 563 m³/año. El dato que ofrece el IFN1 para los años de 1962 a 1965 es de 2.533 m³/año. Si el año 2001 se considera representativo del periodo posterior a 1999, el nivel de aprovechamiento ha aumentado (5.614 m³). En conclusión: los aprovechamientos de pino negral en la Región de Murcia son de poca cuantía en relación con las existencias y superficies que presenta la especie, son muy fluctuantes y de poca entidad con respecto a la economía forestal de la Región (aunque por supuesto son importantes para sus propietarios), siendo aprovechamientos en la actualidad prácticamente sobre la propiedad particular.

3 Distribución, autoecología de la especie, estación.

3.1 Distribución

El pino negral, rodeno o negro (*Pinus pinaster* Aiton) es un árbol de la familia de las pináceas (subfamilia pinoideae), de talla mediana aunque puede alcanzar tallas de hasta 40 m en suelos sueltos y frescos. Es una especie típica del Mediterráneo occidental, cuya área natural la forman las Penínsulas Ibérica e Itálica, el sur de Francia y el norte del Magreb (Argelia, Marruecos y Túnez), aunque sus más extensas poblaciones se localizan de manera natural en Portugal y España. En España es el pino con la distribución natural más extensa, y el que más se ha utilizado en el pasado para las reforestaciones.

Está presente en prácticamente todas las provincias españolas de manera natural, excepto en las Canarias y las Islas Baleares. Vegeta tanto sobre terrenos silíceos (Sistema Central, Burgos, Soria, Valladolid y llanura segoviana, Galicia) como calizos (Sistema Ibérico), y sobre terrenos cristalinos, de pizarras en las Sierras Béticas (Cazorla, Segura, Alcaraz, Sierra María) así como en el norte de Burgos y Cataluña. La presencia del pino negral es más escasa de manera natural en Extremadura y Andalucía Occidental, Navarra y País Vasco oriental, norte de Aragón y Cataluña. La presencia en Sierra Morena, Montes de Toledo, Extremadura y la mayor parte de Cataluña es debida fundamentalmente a las repoblaciones realizadas entre los años 1950 a 1970.

Esta extensa distribución da idea de su elevada diversificación fenotípica y genotípica y gran adaptabilidad y plasticidad a diferentes situaciones estacionales. En España se encuentran dos estirpes: la subespecie atlántica o marítima y la mesogensis o mediterránea. La primera es la más estenoica, de forma natural en el noroeste español y oeste de la Península Ibérica y en su momento extendido por toda la cornisa cantábrica, aunque en los últimos años del siglo XX su uso como especie de turno corto y elevada producción se vio desplazada por las plantaciones de pino insignie (*Pinus radiata*) o, en las cotas más bajas, por las de *Eucalyptus* sp. La variedad mediterránea o mesogensis, es más rústica y tolerante en cuanto a condiciones estacionales es la que se extendía por el sur de la cornisa cantábrica. Es por tanto, la que de forma natural se encuentra en la Región de Murcia.

3.2 Descripción y autoecología

Las masas naturales de pino negral (o negral o resinero, como se le conoce en Castilla y León) entran en contacto con las de *Quercus ilex* en las estaciones más cálidas, con las de *Quercus pyrenaica* y *Quercus suber* en terrenos silíceos y *Quercus faginea*, en terrenos calizos, en su estación más típica. También se mezclan con *Abies pinsapo*, *Castanea sativa*, *Juniperus thurifera*, *Juniperus phoenicea*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus pinea* y *Pinus halepensis*.

El sotobosque suele ser pobre. Los arbustos más frecuentes que suelen acompañar al pino negral son *Cytisus scoparius*, *Genista hirsuta*, *Crataegus monogyna*, en las mejores localizaciones silíceas, y en suelos menos profundos y desarrollados, *Cistus monspelliensis*, *Cistus salvifolius*, *Halimium umbellatum*, *Halimium lasianthum*, *Thymus zygis*, *Thimus mastichina*, *Cistus ladaniferus*, *Cistus laurifolius*, *Lavandula stoechas*. En las localidades más húmedas y ácidas es frecuente encontrar los brezos como sotobosque (*Erica arborea*, *Calluna vulgaris*). En las zonas calizas puede encontrarse el romero (*Rosmarinus officinalis*) como sotobosque, aulagares de *Genista scorpius*, espino blanco en buenas localizaciones

(*Amelanchier ovalis*) y, en general, un cortejo florístico más variado que en las estaciones ácidas. La degradación de los pinares de negral suelen dar lugar a jarales y jaguarzales, otros matorrales rastreros frecuentemente de labiadas (especialmente en suelos silíceos) y, por fin, lastonares de poca calidad pascícola.

El pino negral es una especie de temperamento robusto, heliófila, que solo requiere una ligera cubierta, y bastante abierta, durante las primeras edades hasta su completo afianzamiento, y esto solo en las estaciones más xerófilas. En la Tierra de Pinares castellana, sobre arenas blancas procedentes de erosión eólica, la permanencia de la cubierta obedece tan solo a la reducción de las extremas temperaturas que alcanzan los primeros centímetros del sustrato en los días de verano (superiores incluso a los 60°C) y que pueden matar con facilidad a las plántulas recién instaladas.

El tronco del pino negral mediterráneo suele ser flexuoso, a veces de una manera espectacular (Sierra de Oña, Burgos), de copa amplia pero no muy densa, especialmente en edades avanzadas en que llega a ahuecarse, verticilada, de ramas patentes, y corteza gruesa, profundamente agrietada, negruzca, lo que da lugar al nombre vernáculo, negral, en muchas parte de España (ambas Castillas). Las acículas son largas, envainadas por dos, pinchudas en su ápice, tendiendo a la rigidez. Su sistema radical es el más fuerte de entre los pinos españoles con una raíz pivotante central y secundarias muy desarrolladas. Las piñas son las más grandes de entre los pinos españoles, sentadas, ligeramente asimétricas, alargadas y cónicas, y con un mucrón pinchudo en las apófisis de las escamas.

La floración se produce desde el principio de la primavera, y llega, según las localizaciones y las condiciones del año, hasta final de la misma estación. La piña madura durante un año, pero la apertura y caída de los piñones no tiene lugar hasta el tercer año desde la floración. Se produce durante la primavera y el verano, ayudando a la dehiscencia de la piña las elevadas temperaturas de esa época del año. Los piñotes vacíos pueden permanecer en las ramas uno o dos años más. La regeneración del negral es profusa, abundante y, aunque los piñones están dotados de un ala articulada unas cuatro veces mayor que la semilla, siendo esta de un tamaño relativamente grande, la dispersión es más gravitatoria que anemócora. También es importante la dispersión zoócora.

En el pasado, su principal aprovechamiento era la resina, que daba lugar a troncos muy retorcidos y de consecuente poco valor maderero. En la actualidad, solo se resina en alguna zona de Castilla y León, siendo su principal aprovechamiento el maderero. Sin embargo, es una madera muy enresinada, de grano basto y anillos anuales muy aparentes, con la albura blanco amarillenta y duramen rojizo, ligera, menos dura que la de la variedad atlántica.

3.3 Estación. Caracterización general de la misma por análisis de parámetros fisiográficos, climáticos y edáficos. Ecuación de pronóstico de calidad. Aptitud de estaciones para la especie.

La subespecie mesogensis de *Pinus pinaster* presenta preferencias por los terrenos silíceos sueltos y arenosos, aunque con cierta tolerancia a la caliza activa en el suelo, y especialmente cuando tiene proporción de dolomías cristalinas; aún así, prefiere los pH neutros o ligeramente ácidos, o en suelos calizos, sin caliza activa casi por completo o totalmente. Este es un carácter que le separa de la subespecie atlántica, que no tolera, en absoluto, la cal en el suelo.

Las mejores formaciones de pino negral mediterráneo se encuentran en estaciones sobre suelos pardos forestales, de elevada capacidad de retención de agua, sobre suelos silíceos y con pluviometría media anual inferior a los 800 mm.

Con respecto a la climatología, su estación abarca precipitaciones anuales entre los 300 mm (Bajo Duero: tierra de pinares castellana, con masas adultas abiertas de menos de 200 árboles por hectárea) hasta mayores de 600 mm. En la Cordillera Ibérica, Levante y Cataluña es frecuente que las precipitaciones anuales no superen los 400 mm. En general, las precipitaciones de primavera deben ser superiores a los 75 mm. En cuanto a las temperaturas, las mínimas absolutas registradas en localizaciones de este pino han llegado hasta los -15°C , y las máximas absolutas hasta los 40°C . La subespecie *mesogensis* tolera inviernos fríos y secos prolongados y veranos cálidos y largos en la meseta norte, aunque esto es casi una característica inherente a la subespecie.

En suelos pobres (arenas blancas de la meseta) puede constituir la máxima expresión del nivel evolutivo de la vegetación, así como en zonas de pendientes elevadas sobre substratos poco desarrollados con pocas precipitaciones. Esta característica le hace muy interesante en situaciones donde pocas especies arbóreas pueden formar bosques o masas arboladas densas. Desplaza al pino carrasco por temperaturas mínimas y es desplazado por este en situaciones más cálidas y secas. En terrenos calizos es desplazado por el pino salgareño (*Pinus nigra* Arnold), que tolera mayores fríos, y por la misma causa por el pino silvestre en terrenos silíceos.

La definición de los principales parámetros ecológicos de esta especie, como la de otras muchas de las forestales españolas, se ha ido realizando a lo largo de muchos años por el extinto I.F.I.E. (Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias) y retomado, posteriormente en parte, por el actual I.N.I.A. Así, el primer estudio con profundidad realizado para caracterizar los biotopos en los que se desarrolla el pino negral se debe a Nicolás y Gandullo⁵ (1967). Con posterioridad, se ha realizado una síntesis de las estaciones ecológicas de todos los pinos españoles, publicada en 1994⁶. En estos estudios se estudiaron una serie de parámetros fisiográficos (altitud, pendiente y orientación), climáticos (precipitaciones mensuales, estacionales y anual y temperaturas medias mensuales y media anual, adaptada a la situación del biotopo estudiado en cada caso), edáficos (porcentaje de tierra fina, textura de tierra fina – arena, limo y arcilla-, porcentaje de materia orgánica, acidez actual - pH en agua-, carbonatos inactivos y activos), selvícolas de la masa arbórea (altura total y edad del arbolado dominante) y datos botánicos del sotobosque (identificación, grado de abundancia de especies leñosas). Además, se relacionan los parámetros ecológicos con la calidad del arbolado del pino que se estudia en cuestión. Las curvas de calidad que se emplearon para definir la del arbolado se presentan en Anexos al final de este documento.

Apoyados en los datos del biotopo estos autores han elaborado 32 parámetros ecológicos para cada uno de los estudios realizados, cuyo significado se presenta en un Anexo al final de este documento.

Además de la caracterización de los biotopos de cada una de las especies de pinos españoles (y entre ellas la de *Pinus pinaster* var. *mesogensis*) en la segunda publicación citada se establecen comparaciones entre los hábitats de las diferentes especies, definición de los hábitats centrales y marginales actuales de las especies de pinos, solapes entre hábitats

⁵ Nicolás, A. y Gandullo, J.M. (1967) *Ecología de los pinares españoles. I. Pinus pinaster* Ait. I.F.I.E.. Madrid.

⁶ Gandullo, J.M. y Sánchez Palomares, O. (1994) *Estaciones ecológicas de los pinares españoles*. ICONA. M.A.P.A. Madrid.

centrales y valencia ecológica relativa de una especie con respecto a un determinado parámetro (definición de especies eurioicas o estenoicas con respecto a un determinado parámetro).

Los resultados para el pino negral de su hábitat central y marginal, en función de los parámetros evaluados en el estudio de Gandullo y Sánchez Palomares (1994) son los siguientes:

Grupo	Parámetro	LI	UI	M	US	LS
Fisiográficos	Altitud	115	655	960,7	1270	2170
	Pendiente	0,0	0,0	20,67	44,0	75,0
	Insolación	0,2	0,58	0,93	1,21	1,3
Climáticos	Precipitación de Invierno	68,7	95,0	181,95	261,9	451,6
	Precipitación de Primavera	99,0	121,5	178,79	250,6	422,3
	Precipitación de Verano	9,1	23,3	75,04	125	138,8
	Precipitación de Otoño	108,8	133,3	182,16	249,9	341,5
	Precipitación de Total anual	405	447,9	617,94	829,4	1240,2
	Temperatura Media Anual	6,7	9,0	11,4	14,6	18,1
	Temperatura Media mes más Cálido	15,6	17,8	20,85	25,1	28,7
	Temperatura Media mes más Frío	-1,4	1,1	3,22	6,8	11,8
	Oscilación térmica	14,3	15,1	17,63	20,1	23,6
	Evapotranspiración Potencial	516,6	605,8	678,47	798,5	955,2
	Suma de superávit	51,5	115,3	281,77	483,8	913,3
	Suma de déficit	197,7	232,3	342,3	478,1	580,2
	Índice hídrico Anual	-31,1	-12,8	11,58	38,3	83,5
	Duración de la sequía	0,76	1,44	2,64	3,8	6,42
	Intensidad de la sequía	0,01	0,03	0,17	0,32	1,58
Edáficos	Porcentaje de Tierra Fina	10,2	31,2	67,02	99	100
	Porcentaje de Arena	8,2	30,1	62,52	88,9	98,5
	Porcentaje de Limo	1,0	6,2	23,02	42,8	67,8
	Porcentaje de Arcilla	0,5	2,3	14,45	30,0	49,7
	Permeabilidad	1,0	2,4	4,16	5,0	5,0
	Humedad equivalente	5,7	8,7	19,17	32,3	43,1
	Capacidad de retención de agua	16,2	58,9	157,92	309,6	427,8
	Porcentaje de Materia Orgánica	0,1	0,6	2,73	5,8	10,6
	Acidez actual (pH)	5,1	5,6	6,89	8,3	9,0
	Carbonatos Inactivos	0,0	0,0	19,88	92,4	100
	Carbonatos Activos	0,0	0,0	2,14	8,7	30,8
	Evapotranspiración real máxima posible anual	272,7	377,2	453,25	539,7	632,8
	Sequía fisiológica	42,7	117,3	225,21	364,1	506,9
	Drenaje calculado	0,0	0,7	164,72	387	661,4

LI: Límite Inferior (valor mínimo registrado para el parámetro en las parcelas muestreadas); UI: Umbral Inferior (valor mínimo, descartado el 10% de las parcelas en las que adquirió valores menores); M: Valor Medio; US: Umbral Superior (valor máximo, descartado el 10% de las parcelas en las que adquirió valores mayores); LS: Límite Superior (valor máximo registrado en todas las parcelas).

De acuerdo con los valores de los parámetros ecológicos estudiados, los autores señalan las siguientes características⁷ para *Pinus pinaster ssp. mediterranea*:

- especie típica de piso montano, sobre pendientes tanto escasas como fuertes, bajo cualquier orientación excepto las solanas más abruptas
- en cuanto a la pluviometría (véase la calificación en los Anexos), es especie de clima subhúmedo, con veranos muy secos y el resto de las estaciones subhúmedos
- con respecto a la termometría la especie es de clima mesotérmico, mediterráneo, templado – frío, de veranos calurosos y de inviernos frescos

⁷ Véanse las calificaciones según los parámetros en los Anexos al final de este documento

- los parámetros termopluviométricos sitúan a la especie en un régimen hídrico mesoxérico, oligosuperante, mesodeficitario con sequía larga pero poco intensa
- en cuanto a las propiedades físicas del hábitat edáfico, el pino negral es indiferente en cuanto a la pedregosidad (porcentaje de tierra fina), suele estar en suelos de contenido medio o elevado de arena, escaso o medio de limo y escaso de arcilla. Son suelos de permeabilidad alta o cuando menos moderada, humedad equivalente escasa a media y con cualquier capacidad de retención de agua
- en las propiedades químicas edáficas, el pino negral es capaz de vivir sobre regolitos de cualquier naturaleza, tanto silíceos como calizos, con reacción muy variable, desde moderadamente ácidos a fuertemente básicos y desde humíferos a poco humíferos. No obstante, si el regolito es calizo o calco-silíceo, el suelo se encontrará necesariamente descarbonatado totalmente o, al menos, muy descarbonatado
- con respecto a los parámetros edafoclimáticos, los hábitats en los que se encuentra la especie son de productividad primaria potencial escasa y en los que la sequía fisiológica puede originar en ocasiones un acusado stress a las plantas

En cuanto a las especies del sotobosque indicadoras de calidad de la estación del pino negral mediterráneo, el mismo estudio citado concluye que las siguientes lo son, de buena o mala calidad:

Especies acompañantes del sotobosque de <i>Pinus pinaster</i> indicadoras de	
Buena calidad	Mala calidad
<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>
<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Cistus laurifolius</i>
<i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>Ulex sp.</i>

Además de esta caracterización del hábitat central y marginales de la especie, los autores de la publicación proponen una ecuación de pronóstico de calidad de las masas en función de los parámetros utilizados para definir el hábitat. Para ello mediante un análisis estadístico univariable, los autores, estudiando la correlación de cada uno de los parámetros del hábitat con la calidad del arbolado, y en aquellos en los que esta correlación es significativamente distinta de cero, se introducen en un proceso de regresión paso a paso (método ascendente), obteniéndose una función discriminante de pronóstico lineal obtenida con la probabilidad más pequeña de fallo a partir de las variables que resultan significativas en estos análisis. Las variables pueden ser directamente los parámetros o transformaciones de ellos (el parámetro menos el valor medio del parámetro en su rango de hábitat, o la raíz cuadrada o el logaritmo del parámetro, por ejemplo...). Así para *Pinus pinaster*, Gandullo y Sánchez Palomares proponen la siguiente ecuación:

$$CAL = 9,2789 - 0,0166 \cdot PP + 2,5915 \sqrt{|ISQ - 0,2|} - 0,9057 \cdot \frac{TF^3}{10^6} - 0,2498 \frac{(|LIM - 30|)^2}{10^2}$$

en donde CAL es la calidad del pino negral obtenida en función de los parámetros precipitación de primavera (PP), intensidad de la sequía (ISQ), porcentaje de tierra fina en el suelo (TF) y porcentaje de limo en el suelo (LIM).

Por último, junto a la anterior ecuación de pronóstico, sus autores proponen la siguiente metodología para analizar si un territorio es apto para efectuar una repoblación con la especie en cuestión: a partir de los datos de los 32 parámetros anteriores ($x_1, \dots, x_i, \dots, x_{32}$) y sus

valores de límites inferior (LI) y superior (LS), valor medio de su hábitat (M) y umbrales inferior (UI) y superior (US) de su hábitat, se calcula para cada parámetro x_i un número p_i que cumpla las siguientes condiciones:

- $p_i=1$, si $x_i=M_i$
- si $UI_i < x_i < US_i$, $p_i < 1$ y proporcional a la distancia $(x_i - M_i)$, es decir, $p_i = 1 - \frac{|M_i - x_i|}{US_i - UI_i}$
- si $LI_i < x_i < UI_i$ ó $US_i < x_i < LS_i$, p_i disminuye linealmente desde el valor que toma en UI_i o en US_i hasta alcanzar valor 0 en los extremos del hábitat (LI_i ó LS_i), es decir:
 - o entre (LI_i , UI_i): $p_i = \frac{(US_i - M_i)(x_i - LI_i)}{(US_i - UI_i)(UI_i - LI_i)}$
 - o entre (US_i , LS_i): $p_i = \frac{(M_i - UI_i)(LS_i - x_i)}{(US_i - UI_i)(LS_i - US_i)}$
 - o para cualquier valor fuera de (LI_i , LS_i), $p_i=0$

Entonces, para saber que con un cierto margen de seguridad se está en un hábitat adecuado para una especie determinada, se toma, para los 32 parámetros estudiados, el valor mínimo del conjunto de los 32 valores de p_i , teniendo en cuenta que si ninguno de los 32 valores p_i es igual a cero (y por lo tanto el valor mínimo es mayor que cero), se estará en la seguridad de que el hábitat no se encuentra en ninguno de los valores extramarginales.

Combinando la ecuación de pronóstico y le estudio del hábitat y la “seguridad” anterior, se puede escoger en qué situación se puede meter una especie con preferencia a otra: la que mejor calidad arroje con la ecuación de pronóstico de calidad en función de los parámetros ecológicos y la que alcance mayor valor de entre los valores mínimos de seguridad del hábitat.

Existe un programa informático elaborado por la cátedra de Ecología de la E.T.S.I. de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid que desarrolla esta metodología.

3.4 Comentarios a la caracterización del hábitat y ecuaciones de pronóstico anteriores

La caracterización que ofrecen Gandullo y Sánchez Palomares viene a ilustrar los datos que anteriormente se comentaban sobre la estación del pino negral. Pero no hay que perder de vista, sin embargo, que los anteriores parámetros y valores medios de datos del biotopo del pino negral constituyen únicamente una caracterización amplia para la estación de la especie en todo el territorio en el que se haya presente, pero que resulta en ocasiones demasiado amplia para especies estenoicas y a veces demasiado estrecha para especies eurioicas. Los mismos autores reconocen que *“esta metodología no es una receta médica sino una vía de estudio que exige ser interpretada por personas suficientemente formadas en ecología forestal, en silvicultura y en repoblaciones”*. En no pocas ocasiones, aplicando las ecuaciones de pronóstico que la publicación ofrece se obtienen estaciones para pinos en los que estos no pueden estar presentes o estaciones donde no podrían estar, de acuerdo con dichas ecuaciones, y sin embargo se encuentran presentes de manera natural desde hace mucho tiempo. Nuevamente los autores reconocen que *“las ecuaciones de pronóstico son, simplemente, aproximaciones bastante inexactas de la calidad previsible de los distintos taxones en función de los parámetros analizados”*, ya que, entre otras cosas, no se han podido manejar en el estudio la totalidad de los elementos abióticos del medio y que existen influencias de unos sobre otros que pueden enmascarar la eficacia del conjunto y sus interacciones sobre la vegetación (y por tanto sobre la calidad de la especie estudiada).

Esto, por otra parte, es lógico: si las ecuaciones de pronóstico o la caracterización de las estaciones se hubieran realizado por zonas geográficas más concretas para cada una de las especies, y a partir de más parcelas en cada zona determinada, es posible que tanto los parámetros como las ecuaciones de pronóstico se hubieran estrechado más y serían, tal vez algo más precisas; pero pretender aplicar los datos nacionales a una parte muy concreta del territorio puede conducir a indeterminaciones demasiado amplias que no aporten nada, cuando no a estrepitosos fracasos en su utilización.

Por último, con respecto a los parámetros que ofrecen Gandullo y Sánchez Palomares, hay que reconocer que buena parte de los datos, y consecuentemente de los parámetros, que analizan, no suelen ser datos disponibles de manera habitual para los técnicos gestores y mucho menos por los propietarios particulares, tanto por su poca disponibilidad como por el encarecimiento que para la gestión pueden suponer su elaboración o adquisición. La utilidad de esta caracterización queda mermada por ello. También hay que comentar que buena parte de los datos y de los parámetros están fuertemente correlacionados entre sí, por lo que la utilización de algunos datos y parámetros es redundante, cuando no directamente desorienta al usuario: la temperatura media anual tiene mucho que ver con la altitud; la precipitación lo mismo; la pendiente y la orientación se relacionan directamente con la insolación; los porcentajes de arcilla, limo y arena están relacionados entre sí; la permeabilidad, humedad equivalente y materia orgánica se relacionan entre sí; etc.

En definitiva, el procedimiento de Gandullo y Sánchez Palomares da una idea del hábitat en que se encuentra una especie, a veces de una manera excesivamente amplia, pero al menos excluye de determinados hábitat considerados como extramarginales a una especie (cuando una mayoría de parámetros de los 32 considerados se encuentran fuera de los límites superior o inferior). Es una focalización amplia hacia lugares en los que la especie podría encontrarse de manera potencial.

Por todos estos inconvenientes tal vez sea de mucha más utilidad el empleo de los diagramas bioclimáticos de Montero de Burgos y González Rebollar para caracterizar la estación de la especie en Murcia, que con datos más sencillos de obtener y relacionados entre sí permiten interpretar la combinación de clima, suelo y condiciones fisiográficas de una manera global, relacionando los resultados, calculados bajo distintas hipótesis, primero con una posible producción potencial primaria de forma directa, y luego con las técnicas más adecuadas a cada situación para realizar trabajos de reforestación (preparación de suelo y actuaciones sobre el vuelo) y de silvicultura.

3.5 Caracterización bioclimática de la especie en el noroeste de Murcia

En los Anexos de este documento se puede consultar las bases para el cálculo de los Diagramas Bioclimáticos (en adelante, DBC) y la interpretación de los diferentes índices y coeficientes que de ellos se derivan.

El cálculo de los diagramas bioclimáticos exige la disponibilidad de datos climáticos fiables de partida y el establecimiento de unas hipótesis razonables de trabajo. Una vez elaborados los DBC se pasa a la interpretación y análisis de los resultados.

3.5.1 Datos meteorológicos de partida. Elaboración de un modelo termopluviométrico territorial. Hipótesis fundamentales

3.5.1.1 Precipitaciones

En el caso de los datos de precipitaciones mensuales para la caracterización bioclimática para el pino negral en el noroeste de la Región de Murcia se han empleado los datos de precipitaciones medias mensuales extraídas de los datos diarios pluviométricos de estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (INM), con series de precipitaciones no inferiores a 15 años y concordantes con el intervalo anual de la serie termométrica utilizada, que fue el periodo 1960-1996.

Estas estaciones meteorológicas analizadas fueron las siguientes:

CLAVE INM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN
5057	MORATALLA 'CAÑADA DE LA CRUZ'
7069C	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'
7080	BENIZAR
7083	EMBALSE DEL CENAJO
7110	MORATALLA 'COBATILLAS'
7111	MORATALLA 'EL CHOPILLO'
7113	MORATALLA 'CAMPO DE SAN JUAN'
7114	MORATALLA 'C H SEGURA'
7115	MORATALLA 'CASA ULEA'
7116	CALASPARRA 'C F ESTACION'
7117	MORATALLA 'BEBEDOR ABAJO'
7118	BARRANDA
7119	CARAVACA
7119U	CEHEGIN 'LOS ROSALES'
7120	CEHEGIN
7120E	EMBALSE DE ARGOS
7120O	CALASPARRA 'VALENTIN'
7127	BULLAS 'EL CARRASCALEJO'
7129	EMBALSE ALFONSO XIII
7150	ABARAN 'SIERRA DE LA PILA'
7168	EMBALSE DE LA CIERVA
7196	CARAVACA 'CASA ALTA'
7198	EMBALSE DE VALDEINFIERNO
7199	LORCA 'CASA IGLESIAS'
7201	DOÑA INES
7203	ZARCILLA DE RAMOS
7205	EMBALSE DE PUENTES
7206	ZARZADILLA DE TOTANA

Tras el análisis de la compatibilidad de los datos pluviométricos de las estaciones meteorológicas, las estaciones seleccionadas fueron las siguientes:

CLAVE INM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN
5057	MORATALLA 'CAÑADA DE LA CRUZ'
7069C	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'
7080	BENIZAR
7110	MORATALLA 'COBATILLAS'
7111	MORATALLA 'EL CHOPILLO'
7113	MORATALLA 'CAMPO DE SAN JUAN'
7114	MORATALLA 'C H SEGURA'
7116	CALASPARRA 'C F ESTACION'
7117	MORATALLA 'BEBEDOR ABAJO'
7118	BARRANDA
7119	CARAVACA
7120E	EMBALSE DE ARGOS
7127	BULLAS 'EL CARRASCALEJO'
7129	EMBALSE ALFONSO XIII
7196	CARAVACA 'CASA ALTA'
7201	DOÑA INES
7203	ZARCILLA DE RAMOS
7206	ZARZADILLA DE TOTANA

Una vez seleccionadas las estaciones meteorológicas se ha procedido a elaborar un modelo de distribución geográfica de las precipitaciones medias mensuales, mediante cálculos de regresión lineal, a partir de los datos medios anuales de cada una de dichas estaciones. El modelo se basa en el ajuste de una variable G (geográfica) en función de las coordenadas X e Y (en U.T.M.) de cada punto del territorio, mediante regresiones lineales cuadráticas: $G = aX^2 + bY^2 + cXY + dX + eY + F$, [$G = F(X,Y)$].

Esta variable G se define en cada punto geográfico como la relación entre la precipitación media anual de ese punto (en milímetros) y la altitud del punto, $G = PA/ALT$; de esta manera se tiene en cuenta la variación no solo en latitud y longitud de la precipitación, sino que al aplicar el valor G a cada punto del territorio también se tiene en cuenta la variación altitudinal de las precipitaciones.

Para el cálculo de la regresión citada [$G = F(X,Y)$], se utilizaron los valores de G correspondientes a todas las estaciones meteorológicas del cuadro anterior.

Una vez ajustada la variable geográfica G de las precipitaciones anuales a la longitud y latitud (X e Y en UTM) se aplica al punto del territorio en el que se quiere conocer la precipitación media anual y conociendo la altitud del punto en cuestión y sus coordenadas X e Y se obtiene, la variable G (utilizando la regresión $G = F(X,Y)$), y al multiplicar G por la altitud se obtiene la precipitación anual.

Dado que la precipitación anual presenta menor variación interanual que las precipitaciones mensuales, se calcula ésta variable antes que las doce regresiones que resultarían para cada una de las precipitaciones medias mensuales. Para calcular éstas, una vez que se conoce en cada punto la precipitación anual lo que se hace es aplicar el porcentaje medio del reparto o distribución de la precipitación anual por meses, porcentaje medio calculado para cada mes entre todas las estaciones seleccionadas para la elaboración del modelo. De esta manera se puede obtener la distribución de precipitaciones mensuales en cada punto del territorio.

El modelo ajustado ha resultado ser el siguiente:

Así, el Modelo Pluviométrico para la zona estudiada resultado de definir la variable G en cada punto (con $G=PA/ALT$), es

$$G=A \cdot X_o^2+B \cdot Y_o^2+C \cdot X_o \cdot Y_o+D \cdot X_o+E \cdot Y_o+F; R^2=0,9276$$

Donde los coeficientes de la regresión lineal cuadrática son:

A	B	C	D	E	F
$9,69105 \cdot 10^{-7}$	$2,1111 \cdot 10^{-6}$	$2,07891 \cdot 10^{-6}$	-0,000690182	-0,001445582	0,5728589350

Y donde las coordenadas UTM (X,Y) de cada punto se han transformado según las expresiones:

$$X_o = \frac{X - 555000}{100}$$

$$Y_o = \frac{Y - 4188000}{100}$$

...siendo X e Y las coordenadas UTM de los puntos analizados, y X_o e Y_o las coordenadas transformadas empleadas para el cálculo de la regresión.

En los Anexos de este documento pueden consultarse los datos pluviométricos mensuales y anuales de las estaciones empleadas para el cálculo de los modelos, año a año

3.5.1.2 Temperaturas

Se han utilizado los datos de temperatura media mensual correspondientes a las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología (INM), con series de temperaturas no inferiores a 15 años, y para el período 1960-1996.

El modelo territorial que se ha utilizado para el cálculo de las temperaturas en la zona noroeste de la Región de Murcia se ha elaborado para cada uno de los meses, a partir de las siguientes estaciones:

CLAVE INM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN
7069C	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'
7080	BENIZAR
7083	EMBALSE DEL CENAJO
7111	MORATALLA 'EL CHOPILLO'
7114	MORATALLA 'C H SEGURA'
7116	CALASPARRA 'C F ESTACION'
7117	MORATALLA 'BEBEDOR ABAJO'
7118	BARRANDA
7119	CARAVACA
7119U	CEHEGIN 'LOS ROSALES'
7120	CEHEGIN
7120E	EMBALSE DE ARGOS
7120O	CALASPARRA 'VALENTIN'
7121	CALASPARRA
7129	EMBALSE ALFONSO XIII
7150	ABARAN 'SIERRA DE LA PILA'
7168	EMBALSE DE LA CIERVA

CLAVE INM	NOMBRE DE LA ESTACIÓN
7196	CARAVACA 'CASA ALTA'
7198	EMBALSE DE VALDEINFIERNO
7199	LORCA 'CASA IGLESIAS'
7201	DOÑA INES
7203	ZARCILLA DE RAMOS
7205	EMBALSE DE PUENTES
7206	ZARZADILLA DE TOTANA

El modelo que se presenta es la culminación de un proceso laborioso y complejo de selección de las estaciones más adecuadas, y de numerosas pruebas de otros modelos más complejos. El resultado es el modelo que mejor funciona para cualquier altitud, frente a otros que ajustando mejor con más variables (latitud, longitud, altitud y sus combinaciones) sin embargo carecían de validez fuera del ámbito de altitudes de las estaciones seleccionadas. Aún a sabiendas de que los modelos que se han escogido presentan en algunas ocasiones ajustes no demasiado altos (concretamente en los meses de enero y diciembre), se ha optado por estos modelos por las siguientes causas:

- no hay que perder de vista que el grado de ajuste se refiere a los datos con los que se ha construido el modelo, y que mide la parte de variación explicada en el modelo frente a los efectos aleatorios, pero no significa que los resultados que el modelo ofrece no sean razonables, de acuerdo con los que la experiencia ofrece, como es el caso
- desde el punto de vista de la aplicación de las temperaturas a los DBC, los meses del invierno contribuyen con la IBF, que significa parada vegetativa por frío, por lo que, aunque el ajuste no sea muy elevado en los meses de enero y de diciembre, su contribución a los DBC es menos importante que meses más cálidos
- en otros modelos probados el ajuste en estos meses tampoco era mucho mejor

Tras el análisis discriminante de las estaciones del cuadro anterior, el modelo territorial de temperaturas se ha elaborado con las estaciones siguientes, que encuadran a las masas forestales de pino negral (tanto dominante como acompañante), en la región noroeste de Murcia:

CLAVE	ALTITUD	NOMBRE
7083	360	EMBALSE DEL CENAJO
7116	390	CALASPARRA 'C F ESTACION'
7111	420	MORATALLA 'EL CHOPILLO'
7120E	440	EMBALSE DE ARGOS
7120	572	CEHEGIN
7119U	580	CEHEGIN 'LOS ROSALES'
7119	625	CARAVACA
7114	680	MORATALLA 'CONF. HIDR. SEGURA'
7118	838	BARRANDA
7080	899	BENIZAR
7196	960	CARAVACA 'CASA ALTA'
7117	1085	MORATALLA 'BEBEDOR ABAJO'
7069C	1280	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'

El modelo de regresión que se ha empleado es una función parabólica: $T_i = A \cdot ALT^2 + B \cdot ALT + C$, siendo T_i la temperatura del mes “i”, ALT la altitud, en metros, y los coeficientes ajustados para cada mes los siguientes:

mes	R ²	A	B	C
Enero	0,6799	-0,000004	0,0021	8,2792
Febrero	0,7432	-0,000006	0,0048	8,8085
Marzo	0,7694	-0,000006	0,00400	11,241
Abril	0,7756	-0,000005	0,0025	13,964
Mayo	0,7797	-0,000004	-0,0004	18,464
Junio	0,7525	-0,000003	-0,0012	22,754
Julio	0,7170	-0,000004	0,0011	25,661
Agosto	0,7339	-0,000002	-0,0019	26,642
Septiembre	0,7819	-0,000002	-0,0024	23,473
Octubre	0,8113	-0,000003	-0,0011	18,057
Noviembre	0,7308	-0,000004	0,001	12,387
Diciembre	0,6613	-0,000004	0,0014	9,1243

En los Anexos de este documento pueden consultarse los datos termométricos mensuales y anuales de las estaciones empleadas para el cálculo de los modelos, año a año.

3.5.2 Aplicación del modelo climático territorial a la elaboración de los DBC en el ámbito geográfico del pino negral en el noroeste de la Región de Murcia. Resultados e interpretación

Una vez elaborado el modelo de cálculo de precipitaciones y temperaturas medias mensuales, se ha procedido a calcular el DBC medio anual en una colección de 157 puntos representativos de la distribución del pino negral en el noroeste de Murcia, situados en las masas forestales que la cartografía del IFN3 muestra como de esta especie, tanto en presencia dominante como acompañante.

De resultados de la inspección de las masas forestales sobre el terreno puede establecer como una hipótesis razonable que los suelos dominantes sobre los que se asientan masas de pino negral en la zona pueden asimilarse al grupo de los Cambisoles y Calcisoles, en general, de lo que puede suponerse una capacidad de retención de agua, CR, cercana a los 100 mm, como una suposición razonable para masas maduras de pino negral. En cuanto a la fisiografía, tanto en solanas como en umbrías, el pino negral se encuentra en las laderas de los montes de las zonas, pocas veces en las llanuras, que han sido tradicionalmente labradas para la agricultura desde tiempo inmemorial. Por tanto, dado que son laderas, aunque abruptas en ocasiones, vestidas por un pinar más o menos claro pero con un espeso sotobosque, en las solanas, o por un pinar de negral denso, en general, en las umbrías, una hipótesis razonable para la elaboración de los DBC es suponer que el porcentaje de escorrentía superficial, W, puede ser, en general, del orden del 15%.

Por tanto con CR=100 mm y W=15% se han calculado en los 157 puntos indicados (que pueden verse en la cartografía adjunta) el DBC medio anual. Los resultados globales se exponen en una tabla en el Anexo climático.

Ante todo hay que hacer notar una primera situación que debe considerarse paradójica: en 6 puntos de los estudiados, el DBC correspondiente arroja unos resultados de la IBL inferiores a

1,5. Este es valor se considera como el umbral mínimo de la IBL media anual por debajo del cual la existencia de un bosque es altamente improbable, lo que está en contradicción con la presencia real de pino negral en las manchas de vegetación del IFN3. Todos los puntos en los que ocurre esto se encuentran situados más al este que el resto de las masas forestales de negral de la zona noroeste, y resultan ser masas aisladas, de pequeña extensión, de la masa principal de la especie. La primera interpretación posible es la bondad del modelo en esas zonas más al este no se ajusta a la realidad. Pero admitiendo que aunque el ajuste no sea perfecto, las variaciones con respecto a los datos medios reales son razonablemente pequeñas, la interpretación bioclimática tiene necesariamente que pasar por los siguientes hechos:

- primero que en los modelos (y en los datos termopluviométricos) empleados, no se tiene en cuenta el efecto de las precipitaciones horizontales que pueden resultar de gran importancia en zonas semiáridas como es la que se estudia, y sobre todo en cotas por encima de los 1000 m.
- segundo que seguramente se trata de masas relícticas, como lo demuestra el aislamiento de las manchas de negral con respecto al grueso de la especie en esta zona concreta, lo que ha de poner en guardia de cara a su gestión posterior
- Tercero, que para pinares maduros y de asentamiento secular las coberturas arbóreas asociadas sean suficientes para que la escorrentía media de las masas asentadas sea muy inferior al 15% considerado, razón suficiente para elevar la IBL media anual por encima del valor crítico de 1,5 ubc, como lo demuestra la capacidad de respuesta a la restauración hidrológica que es del orden del 80% en las masas orientales de pino negral (es decir una mejora de la productividad forestal del orden del 80% respecto de la situación asociada a escorrentías del 15%).

Sobre el resto de las masas forestales de negral en la zona, se obtienen los siguientes valores de los parámetros bioclimáticos, clasificados en rangos altitudinales de 200 m en 200 m. La primera precaución que se ha tenido para esta caracterización ha sido la de comprobar que las poblaciones de los puntos en los que se han calculado los parámetros del DBC eran significativamente diferentes (tanto por la situación de los valores medios de los diferentes parámetros que caracterizan el DBC – CRT, IBP, IBF, IBL, IBS, IBC e ISS- con respecto a los intervalos de confianza del resto de los parámetros, como por los test de diferencia de medias entre parámetros, tomados dos a dos que se han realizado), excepto, obviamente, para las masas situadas al este, con las que se ha formado un único grupo, y que está presente a diferentes altitudes. Así, los valores medios resultantes de los diferentes parámetros han sido:

Rango de altitudes (m)	N	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS
<800	10	39,52	18,16	0,00	2,23	-1,03	1,46	14,46
800-1000	26	80,27	15,77	-0,25	3,11	-0,78	1,09	11,57
1000-1200	54	122,94	13,21	-0,88	3,31	-0,57	0,79	9,11
>1200	61	175,61	10,18	-2,62	2,68	-0,39	0,55	6,95
Masas al este	6	93,52	10,43	-2,58	1,26	-0,60	0,74	8,43

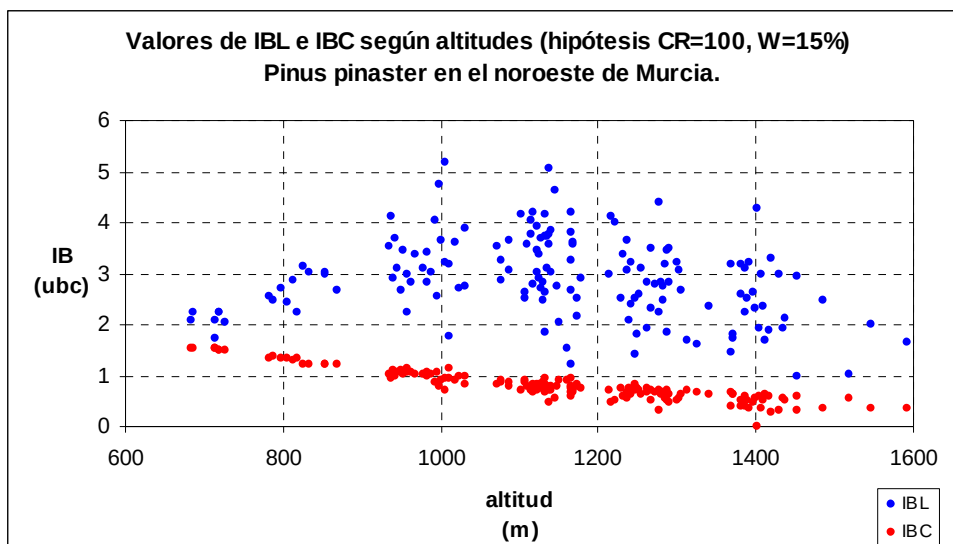
Rango de altitudes (m)	N	Recorrido Máximo	Recorrido real	Capacidad de respuesta a la RHF	Relación IBC / IBL
<800	10	277,37%	60,83%	60,83%	66,89%
800-1000	26	230,46%	48,02%	46,87%	36,71%
1000-1200	54	238,57%	52,68%	39,51%	25,79%
>1200	61	339,44%	71,89%	39,82%	22,37%
Masas al este	6	435,62%	89,55%	79,96%	59,24%

Los resultados de los tests realizados para los parámetros bioclimáticos a diferentes altitudes indican que los que son constantes climáticas de la zona (CRT, IBF, IBP) pertenecen estadísticamente (para la colección de 157 puntos estudiada) a poblaciones diferentes entre sí. Lo mismo ocurre con IBS, IBC e ISS, es decir, los parámetros directamente relacionados con la intensidad de la sequía (ISS es el complemento del clima a la máxima producción de biomasa vegetal de la estación, es decir todo lo que está por encima de la IBR (IBL+IBC) en el gráfico del diagrama y por debajo de la poligonal de temperaturas superiores a 7,5°C).

En cuanto a la IBL, para una misma orientación – exposición, las poblaciones de puntos por debajo de 800 m y entre 800 y 1.000 m de altitud y la población entre 1.000 y 1.200 m son diferentes; sin embargo no se puede afirmar que la población de puntos por debajo de 800 m y la de por encima de 1.200 m de altitud sean diferentes entre sí, es decir sus IBL pueden ser iguales. Otro tanto ocurre con la IBL entre 800 y 1.000 m y la de entre 1.000 y 1.200, en las que no existen diferencias significativas entre ellas⁸.

En el caso de la IBL, esta falta de diferenciación entre las poblaciones es debido a la compensación que se produce entre el incremento de precipitaciones que se da con la altitud y el decremento de las temperaturas: si bien las plantas disponen de una mayor cantidad de agua para su crecimiento y vegetación, las temperaturas (motor de la evapotranspiración) decrecen de manera paralela, con lo que esa mayor capacidad de producción hipotética por el agua se ve mermada por la falta de temperaturas.

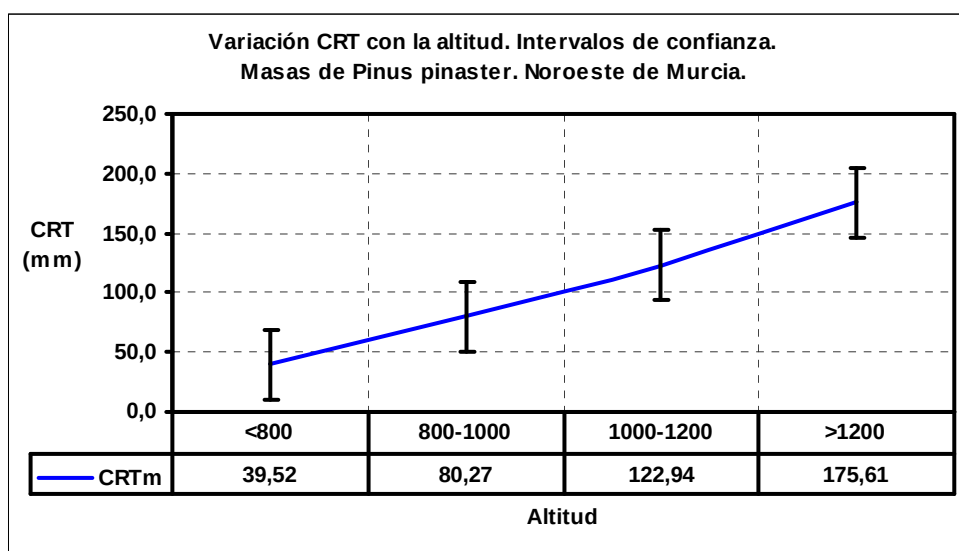
⁸ Sobre esta diferenciación de posibles poblaciones hay que tener en cuenta que los valores que alcanzan las intensidades bioclimáticas no constantes en el DBC (IBL, IBR, ISS, IBS, IBC) son diferentes para una hipótesis determinada en función de la altitud, teniendo en cuenta que es una diferencia gradual que se matizará en alguna cota, y que se complicará si se introduce la variable orientación-exposición, además de la variable “posición geográfica”. Por estas razones las poblaciones de puntos no son estrictamente diferentes por la altitud: salen poblaciones de puntos diferentes por la posición geográfica –por los diferentes gradiente altitudinales de precipitaciones según latitud y altitud (constante G)- y las variaciones de temperatura con la altitud. Los valores de IBL, u otra IB no constante, son una consecuencia de esta interpretación y no un elemento diferenciador dentro de las poblaciones. Si se hubiera utilizado en el modelo la variable orientación-exposición esta dificultad de tipificar las poblaciones de puntos por la altitud sería aún mayor. Sin embargo, a igualdad de la condición orientación – exposición para todos los puntos, sí se puede afirmar que existen ciertas diferencias en algunas de las intensidades bioclimáticas, lo que permite, bajo esta hipótesis, considerar los distintos comportamientos bioclimáticos de la estación según altitudes. Al margen de que al introducir la orientación-exposición, puntos de una determinada altitud tengan el mismo comportamiento que puntos de altitudes diferentes, sencillamente porque la consideración de la exposición lo que hace es variar la temperatura en el diagrama.



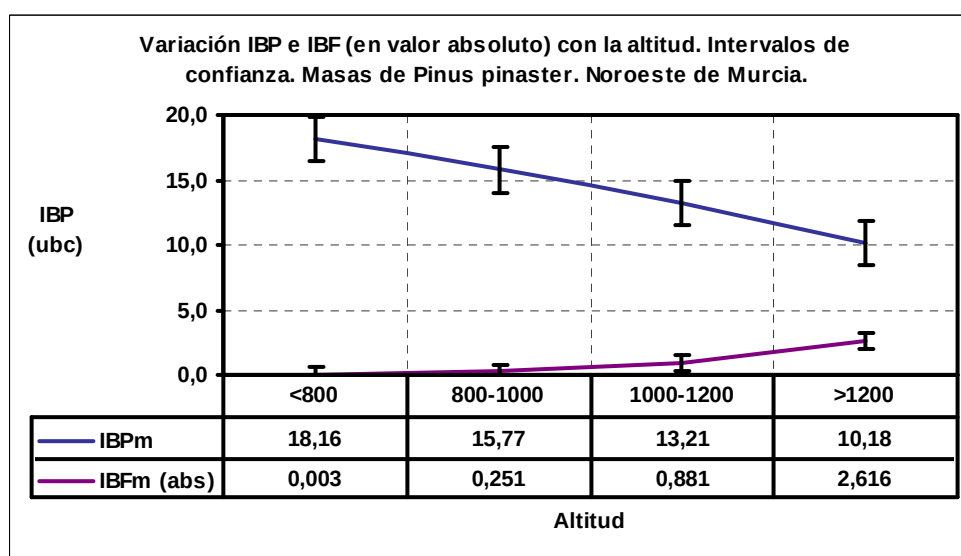
No obstante, climáticamente se trata de intervalos diferentes, como lo demuestran los valores estadísticamente diferentes de los parámetros climáticos del diagrama (CRT, IBP, IBF).

A la vista de los resultados de los anteriores cuadros, se pueden hacer las siguientes caracterizaciones de la estación del pino negral en la Región noroeste de Murcia:

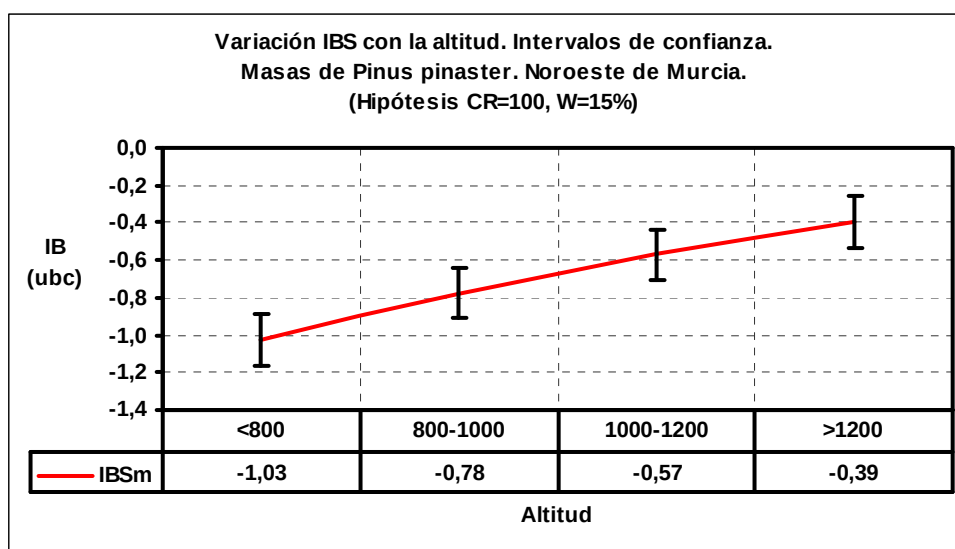
- CRT: Bajos valores en altitudes inferiores a los 800 m (alrededor de 40 mm): es esperable poca diversidad en las formaciones vegetales y monotonía en los paisajes. Las mayores CRT (superiores a 150 mm) se dan en altitudes superiores a los 1.200 m, por lo que será de esperar una mayor biodiversidad, y, en consecuencia, una probabilidad mayor de aparición de diferentes especies en los mejores enclaves: encina, quejigo, tal vez, la presencia de pino laricio, algún arce, incluso; además de proporcionar mayor variabilidad en las formaciones frutescentes que acompañan a los pinares de negral; y en los peores enclaves, mayores competencias de especies más frugales admitidas en la estación por la mayor diversidad vegetal. Los rangos intermedios de altitudes presentan CRT igualmente intermedias a los valores extremos, por lo que la diversidad vegetal, tanto en número de especies como en formaciones, irá incrementándose con la altitud, para una misma exposición. Según los valores observados de CRT en las masas de pinar, no existe la posibilidad de que se den situaciones postclimáticas en las formaciones vegetales, salvo en las cotas más altas de las masas de pino negral correspondientes al extremo nororiental del área de *Pinus pinaster* en Murcia. Por esta razón y debido a los modestos valores de la CRT en toda la zona estudiada, en general no son aconsejables las actuaciones dasonómicas encaminadas a provocar evoluciones en las masas forestales que supongan la sustitución del pino negral como especie principal de masa. En el caso de haber decidido una promoción de especies arbóreas que supongan mayor evolución en la serie de vegetación definida, la marcha atrás para recuperar el pinar de negral podría ser muy costosa por no decir imposible. La disminución tan notoria que se produce en los valores de la CRT cuando se desciende por debajo de los 900 metros de altitud, obliga a extremar las precauciones en cuanto a la intuitiva idea de promocionar al pino negral en los pinares mixtos con pino carrasco en cotas bajas, ya que las dificultades de regeneración de aquél pueden ser determinantes y limitantes en situaciones donde la IBL sea menor de 2 ubc y la CRT sea menor de 60 mm.



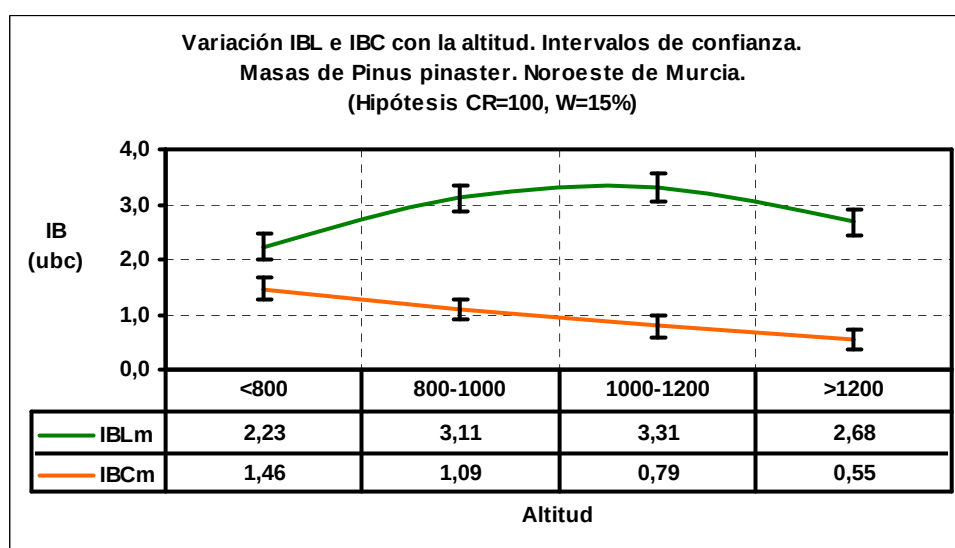
- IBP disminuye e IBF se incrementa (IBF en valor absoluto) con la altitud: menor potencialidad absoluta del clima para la producción de biomasa vegetal en ausencia de restricciones de agua (por ejemplo, regadíos o las veras de los ríos) acompañada de una menor actividad vegetativa anual



- Lo mismo cabe decir de la IBS, que va decreciendo con la altitud, en paralelo con el incremento orográfico de precipitaciones



- La combinación de valores de IBF e IBS dan las estaciones más características de pino negral, sobre todo con respecto a la dominancia sobre formaciones de pino carrasco. En general se puede estimar que las estaciones características de pino negral se mueven entre valores de IBF inferiores a -1,5 ubc, y valores de IBS superiores a -0,80 ubc. Son valores característicos, no excluyentes...
- Exceptuando las masas situadas al este, la IBL tiene un máximo que estará alrededor de los 1.100 m; o lo que es lo mismo que en el intervalo altitudinal 1000-1200 se dan las mayores producciones forestales, con gran probabilidad, como sugiere el gráfico siguiente:



De cualquier manera, la potencialidad productiva de la estación no es muy grande, como puede deducirse de los valores que alcanza IBL (máximo de 3,31 ubc, equivalentes en el pino negral a algo más de 3 m³/ha/año), aunque apreciable para el entorno regional, y siempre teniendo en cuenta que se trata de una región de grandes contrastes, con un clima muy variable, como lo demuestra que el coeficiente de variación de la precipitación anual en todas las estaciones meteorológicas empleadas para este Plan de Manejo supere siempre el 30%, por lo que serán numerosos los años en que esta cifra no se alcance

aunque esto depende en gran medida de los valores de la CRT implicados (a mayor CRT, mayor seguridad de que la IBL media se dé con más probabilidad que en otra zona donde la CRT sea menor). Es en este rango de altitudes (entre 1.000 y 1.200 m y hasta 1.300 m) donde será más probable la presencia de pino laricio, por ejemplo, junto con la presencia de encina y aún de algún ejemplar de quejigo, acompañando al pino negral, aunque la presencia de estas especies depende de la zona geográfica y de la orientación-exposición fisiográfica. Y es en este rango altitudinal también donde aparecerá mayor diversidad en la composición frutescente del sotobosque de negral.

- La IBC disminuye con la altitud desde 1,46 ubc por debajo de los 800 m hasta 0,55 por encima de los 1.200 m. La recuperación de la sequía es larga en las menores altitudes, lo que obligará a ser prudente en cualquiera de las intervenciones que se realicen sobre la masa boscosa, incrementándose el gasto energético de recuperación de la vegetación tratada debido a la competencia que los estratos herbáceo, frutescente y arbustivo ejercen en estas situaciones sobre el arbóreo (por ejemplo, en el caso de la realización de podas o de una clara, u otra intervención cualquiera). Es decir para un mismo tipo de monte alto, la puesta en luz deberá ser menos intensa a medida que los valores de IBC crezcan y se prolonguen en el tiempo.
- La relación entre IBC e IBL, paralelamente a lo anterior, es mínima en el entorno de los 1.100 m, pero es mayor del 25% casi siempre. La competencia del estrato herbáceo y frutescente con el regenerado será muy importante en el otoño; igualmente la instalación de matorral tras una apertura del dosel de copas de las masas boscosas es un hecho prácticamente seguro, se producirá con mayor fuerza y mayor vigor a medida que esta relación (IBC/IBL) aumente. La producción de pastos de otoño es un factor económico nada desdeñable tanto por encima de los 1.200 m como por debajo de los 800 m, si bien con diferente fisionomía y fenología, obviamente; aunque esta producción pascícola será más estratégica e importante en función de la composición y manejo agronómico y pecuario de las fincas aledañas.
- La mejora máxima real de la IBL en cada estación (desde la situación actual de los pinares, considerada como suelos desarrollados, CR=100 mm, y en pendiente, con escorrentía apreciable, W=15%), hasta una situación considerada como excelente-óptima para la zona (CR=150 mm, W=0%) es elevado: en el mejor caso, la mejora de la IBL respecto a la situación actual puede llegar al 50%, lo que se traduce en que inversiones de relativamente poca magnitud podrán manifestarse de manera apreciable o muy apreciable en un tiempo razonable (siempre dependiendo de los valores de CRT: serán más apreciables con valores altos de la CRT): por ejemplo, un aporte de restos de una intervención selvícola al terreno con CRT e IBL altas, simultáneamente, e IBF, en valor absoluto, pequeños y por tanto fríos de poca duración, o la adición de geles adsorbentes de agua al suelo en una repoblación se manifestarán en un incremento del crecimiento o una más rápida instalación de la repoblación realizada, respectivamente. Es importante resaltar que el abandono de restos de tratamientos selvícolas en estos suelos con edafoclima seco y frío (CRT e IBL suelen ser entonces bajas e IBF, en valor absoluto, elevada) no es nada recomendable para mejorar la productividad forestal a medio plazo, ya que la descompensación que se puede infringir en la relación C/N, y consecuentemente en los procesos de humificación del perfil, suponen la pérdida de productividad primaria por degradación de la estructura en los horizontes edáficos, lo que supone también disminución de la capacidad de retención de agua en el perfil, y disminución de la fertilidad química, con dispersión parcial de las arcillas.

4 Directrices generales que deben regir el manejo de la especie

4.1 Conservación

Las masas forestales de pino negral que se considere que se encuentran en situaciones claramente fuera de su estación (sobre todo bioclimáticamente), como probablemente son las que se han agrupado bajo el epígrafe de “masas al este” en el análisis bioclimático, están soportando unas condiciones desfavorables, a priori, para su conservación, por no decir que de muy improbable expansión. La regeneración en estas zonas será muy dificultosa (el valor medio del coeficiente relación entre IBC e IBL es del 60%). La competencia del posible regenerado con el estrato herbáceo y frutescente será segura, y cualquier apertura del dosel de copas provocará la instalación de un fuerte sotobosque que competirá con el arbolado residual por el agua y los nutrientes de manera muy efectiva.

Igualmente, en zonas de elevada pendiente y poco suelo, en zonas de gran pedregosidad, y especialmente cuando estas situaciones se den en solana, la potencialidad productora será baja (baja IBL) y a poco valor que alcance IBC, la relación entre ambos índices será elevado (y por tanto, se darán los mismos riesgos descritos en el párrafo anterior).

Son estas las situaciones donde la gestión debe encaminarse a la conservación de estas especies, desechando la posible producción como un objetivo prioritario, siendo éste, en todo caso, un objetivo secundario derivado de la gestión para la conservación.

4.2 Desarrollo y fomento

Como directrices generales del presente Plan de Manejo en cuanto al desarrollo de las masas forestales con presencia de pino negral, están:

- la definición de una selvicultura para el correcto aprovechamiento y aseguramiento de la persistencia y renovación de las masas forestales (véase más adelante)
- definir los parámetros que propongan o identifiquen las zonas de posible expansión para el pino negral: una primera visión se puede obtener con los principales parámetros de Gandullo y Sánchez Palomares; estos pueden permitir una localización inicial de posibles estaciones favorables para el pino negral, aún a sabiendas. Pero la determinación más rápida y eficiente inicial de posibles zonas para fomentar y expandir el área actual del pino negral vendrá dada por la elaboración de los diagramas bioclimáticos de Montero de Burgos, apoyándose en las estaciones climáticas más cercanas y de datos más fiables.

4.3 Investigación

En cuanto a la investigación, las directrices generales que deben regir la elaboración de proyectos de investigación sobre la especie en la Región de Murcia serán las siguientes:

- Acciones y líneas de trabajo para la investigación de hábitats, aquilatando los parámetros genéricos españoles que la definición de estación proporcionada para el pino negral de Gandullo y Sánchez Palomares hacen, para la Región de Murcia
- Con la utilización de los datos del Inventario Forestal Nacional y relacionando éstos con los Diagramas Bioclimáticos: dónde se están dando masas densas y con buena vegetación de pino negral según el IFN y estudio detallado del DBC de la zona (elaboración de

calicatas, datos climáticos fiables, medición de variables dasonómicas y su relación) y lo mismo con las masas marginales

- Definición de situaciones selvícolas en relación con la regeneración y la posible expansión de las especies: tamaño de huecos en relación con la regeneración instalada según las condiciones estacionales, edades para ello el inicio de la regeneración, densidades iniciales y dosificación de competencia, sistemas de cortas más favorables para la regeneración del pino negral (tamaños de bosquetes, distribución diamétrica en masas irregulares para que se comience a dar la regeneración, capacidad de regeneración en relación con las edades de las masas forestales, influencia de la vegetación acompañante y del sotobosque en la consecución de la regeneración)

4.4 Formación y divulgación

Otro grupo de directrices generales que debe regir el manejo de la especie en la Región de Murcia debe ser la extensión forestal entre los gestores y propietarios privados por parte de la Administración murciana, tanto realizando charlas para los propietarios como elaborando manuales de manejo de la especie y otros. A modo de ejemplo:

- Entre los puntos a tratar en manuales de manejo de la especie podrían estar los siguientes: elaboración de inventarios rápidos, económicos y fiables, bases para la silvicultura (sistemas de gestión de masas regulares e irregulares); sistemas de corta; criterios de conservación y fomento de la biodiversidad y de conservación de los valores naturales (precauciones frente a la erosión, frente al riesgo de incendios forestales)
- Desarrollo, por parte de la Administración Forestal, de herramientas informáticas de gestión de fácil manejo por parte de los gestores
- Impulso de la certificación regional o de grupo como medida de apoyo a la introducción y posicionamiento favorable de productos en el mercado
- Manuales de solicitud de ayudas y subvenciones

4.5 Indicadores de gestión

Entre las directrices generales que debe regir el Plan de Manejo debe estar la revisión de la gestión y su seguimiento al nivel regional, apoyándose para ello, en la evaluación de parámetros objetivos fácilmente medibles. Así, de manera anual, quinquenal o decenal, y tomando como base el Inventario Forestal Nacional y las Estadísticas agrarias regionales, además de otra información, pueden elaborarse, entre otros, los siguientes indicadores:

- Superficie con presencia de *Pinus pinaster*, tanto como especie dominante como especie acompañante, clasificada por propiedad y por inclusión o no en figuras de protección
- Superficie repoblada con la especie
- Existencias totales y de densidad de esta especie
- Niveles del aprovechamiento tanto en fincas privadas como en predios públicos
- Superficie gestionada con arreglo a proyectos o planes legalmente aprobados, tanto al nivel comarcal (como, por ejemplo, los Planes de Ordenación de los Recursos Forestales

que se redacten al amparo del artículo 31 de la Ley 43/2003 de Montes), como al nivel local (Proyectos de Ordenación o Planes Técnicos de Gestión Forestal Sostenible)

- Selvicultura practicada, bien en superficie tratada, bien en volúmenes extraídos, y el objeto de la misma (mejora general de las masas forestales, tratamientos preventivos o curativos de plagas, etc.)
- Superficie afectada por catástrofes y/o plagas

5 Gestión selvícola de la especie en su entorno natural

5.1 La gestión que se viene haciendo en la Región de Murcia sobre las masas forestales de pino negral

Como se ha podido comprobar en los datos iniciales de este Plan de Manejo, la mayor parte de las superficies en las que el pino negral está presente, lo está en mezcla con el pino carrasco, y muy frecuentemente con presencia de enebros o sabinas. Además, de las más de 15.000 ha que ocupa o en las que está presente el pino negro, solo poco más de 3.000 ha son de propiedad o gestión pública.

Quiere lo anterior decir que, en general, la mayor parte de los casos se van a tratar de masas forestales mixtas y sobre terrenos privados. Y la gestión que se proponga para la especie debe tener en cuenta estas premisas.

La gestión que se lleva a cabo sobre el pino negral en predios privados, aunque variada, tiene una serie de comportamientos comunes que se exponen a continuación.

Sobre fincas privadas compuestas de masas de pino carrasco con presencia de pino negral (con una distribución claramente altitudinal de ambas especies, como por ejemplo en la Umbría de la Sierra del Buitre, en Moratalla) los aprovechamientos se dirigen fundamentalmente hacia el pino carrasco, aprovechándose el pino negral de manera conjunta con la especie principal (de hecho, en los permisos que los propietarios solicitan al Servicio de Montes, la petición se hace de manera conjunta para ambas especies, sin distinguir en número de árboles o en volumen entre ambas).

En estos casos, los aprovechamientos se realizan como cortas finales, con destino comercial, sin realizar tratamientos culturales sobre la masa residual. Las cortas van rotando por la superficie de las fincas grandes (mayores de 150 ha, en general), de tal manera que al cabo de 8 a 10 años vuelve a recorrerse una misma zona por cortas. Las fincas de menor extensión son cortadas una vez cada 5 a 8 años, según las necesidades económicas del propietario. El precio que se está pagando en los últimos tiempos por árbol no alcanza los 5 euros.

El método de cortas es el de huroneo con carácter diamétrico, señalándose los árboles que llegan a un determinado diámetro normal. Este suele ser de alrededor de 20 cm, aunque se dejan sin señalar, en ocasiones, aquellos pies que por su mala conformación, aún alcanzando o superando dicho diámetro, no tendrían una salida comercial y que depreciarían el valor final del aprovechamiento. El rendimiento en estas zonas mixtas de carrasco y negral es de unos 7 a 8 árboles para componer 1 m³ de madera, lo que viene a ser un rendimiento del orden de algo más de la mitad del que se viene a producir en la provincia de Valencia (zona de Utiel – Requena).

Los árboles, como puede suponerse, no alcanzan grandes portes sino en el fondo de vaguadas y aún entonces, tampoco son excesivamente grandes, dada la temprana edad a la que se aprovechan. Los restos de las cortas se amontonan en el terreno, permitiendo (y aún fomentando) los propietarios que los lugareños puedan pasar a recoger los restos de copas que quieran como combustible para los hogares.

En zonas donde el negral domina sobre otras especies y adquiere mayores densidades se corta de manera análoga a las zonas mixtas con pino carrasco.

En las zonas de umbría la regeneración no se provoca por las cortas, sino que se desarrolla la existente previamente gracias a la apertura gradual del dosel de copas. La inducción de la regeneración por las cortas es mínima. En las zonas de solana esta regeneración existente a la espera es aún menor que en las zonas de umbría, y las cortas, tal y como se están realizando en las grandes fincas particulares (consideradas éstas como aquellas que tienen superficie mayor de 100 ha) lo que provocan es la instalación de una garriga, u otro tipo de sotobosque, potente que dificulta la posible instalación de la regeneración y que ahoga a la poca existente.

Esta forma de actuar provoca lo siguiente:

- el aprovechamiento con carácter diamétrico, cuando los árboles apenas alcanzan los 20 cm de diámetro normal, impide la presencia de ejemplares o rodales adultos. De acuerdo con las tablas de producción del pino negral, un diámetro medio de la masa forestal de negral de 20 cm se correspondería con edades de unos 40 años; si se tiene en cuenta que, de acuerdo con estas mismas tablas de producción, la edad del turno de máxima renta en especie, se acerca a los 80 años, se están cortando ejemplares que no alcanzan la mitad de este turno, lo que da idea de la falta de madurez del arbolado que se corta, y que el que se deja en pie es una masa aún más joven. Esta falta de madurez en el arbolado residual se traduce en una baja producción de piña en los árboles en pie y que, de la poca semilla que se produce, una importante proporción no sea fértil, lo que provoca la ausencia de repoblado en los huecos que se abren. Como ya se ha dicho, la regeneración que se encuentra es la que existía previamente a la espera, y que la puesta en luz puede permitir su desarrollo. La regeneración previamente existente es la que se produce debajo o en los alrededores de ejemplares añosos, cuya escasez se traduce en ausencia o poca presencia de regeneración, en general. La estructura forestal que se encuentra es la de una masa semirregular, con dos clases de edad (latizales bajos y fustales bajos) en el mejor de los casos, pese a que pueda parecer una estructura irregular.
- este tipo de aprovechamiento provoca el continuo rejuvenecimiento de la masa, como se acaba de exponer, impidiendo que puedan existir rodales maduros y bosques adultos bien estructurados, salvo en los lugares más inaccesibles y de mayor pendiente donde los propietarios ya no señalan por resultar antieconómico (los maderistas no entran a cortar en zonas alejadas de caminos y de fuertes pendientes o pedregosidad que les hagan bajar los rendimientos), máxime con la situación del mercado de la madera en los últimos años
- la selección de los ejemplares más gruesos, aún siendo jóvenes, y mejor conformados para la corta de aprovechamiento, supone en la práctica una selección negativa de los árboles semilleros que quedan en pie: se dejan los peor conformados o los que, aún siendo de igual edad que los que se están cortando, son de menores dimensiones y por tanto han estado dominados (no hay que olvidar que el pino negral, pese a tratarse por huroneo, sigue siendo una especie heliófila e intolerante que no requiere un dosel de copas de su propia especie para medrar, sino en las primeras edades y esto solo en determinadas

condiciones estacionales). Quiere esto decir que si se están dejando árboles que fenotípicamente son peores que los que se cortan, la poca diseminación que puedan provocar (dada su inmadurez como se ha expuesto antes) puede que proporcione una progenie que genotípicamente sea peor que la extraída anteriormente.

- la regeneración existente a la espera, cuando lleva algunos años bajo el dosel de copas, comienza a adquirir fuste retorcidos y mal conformados y no dispone de un sistema radical lo suficientemente desarrollado como para que la puesta en luz provocada por las cortas le permita reaccionar de manera inmediata. La mala conformación y poca altura de los fustes de la poca regeneración existente, es debida a la búsqueda de la luz bajo el dosel de copas pero creciendo aislados. La ausencia de muchos ejemplares que crezcan juntos en las primeras edades impide que el porte sea recto y que alcance buenas alturas
- en las fincas de menor extensión, debido a la escala del aprovechamiento para que sea comercialmente atractivo, los propietarios se ven obligados a dilatar la secuencia entre dos aprovechamientos sucesivos, hasta que se pueda alcanzar una proporción de árboles por hectárea de dimensiones comerciales que se traduzca en un aprovechamiento económico rentable. Así, las masas de fincas de extensión inferior a 50 hectáreas presentan, en general, unas densidades de arbolado mayores que las que se pueden encontrar en las de más superficie, además con arbolado en general algo más maduro y en las que se pueden llegar a localizar algunos corros densos de regeneración en donde los pimpollos crecen en altura buscando la luz y por tanto con mejor conformación futura frente a la escasa regeneración de las fincas más grandes
- en ninguna finca, sea de las dimensiones que fuere, se realizan tratamientos culturales de ningún tipo (clareos o claras, resalveos sobre el monte bajo, podas, desbroces selectivos de matorral, retirada de restos de corta); solo de manera ocasional se amontonan los restos de corta que no han retirado los lugareños
- en determinadas zonas de mejor estación, este rejuvenecimiento continuo y la puesta en luz constante de la superficie del suelo está provocando el desarrollo del monte bajo de encina, lo que se traduce en unas masas mixtas de encina y negral, con una maraña a veces impenetrable de encina que puede dificultar el paso y el posible aprovechamiento posterior del pino, aunque puede suponer una mejora futura para la finca desde el punto de vista cinegético.
- Como contrapartida a lo anterior es necesario advertir que, aún no siendo el comportamiento selvícola el más adecuado, sin embargo desde el punto de vista del propietario particular es el más conveniente, puesto que le permite obtener rendimientos de su finca, aunque sean bajos, con una periodicidad aceptable

En cuanto a los montes públicos, en la actualidad no se realizan aprovechamientos comerciales en ellos, limitándose en la actualidad la Administración Forestal a realizar tratamientos selvícolas de dosificación de la competencia y selvicultura de carácter preventivo frente al riesgo de incendios forestales y de carácter fitosanitario. Las masas forestales tienden a ser más adultas que en las fincas de propiedad particular y en ocasiones aparecen masas regulares de cierta extensión. La regeneración en estos montes públicos en general es buena aunque depende de matices estacionales: la ordenación de estos montes y su correspondiente planificación selvícola sería suficiente para asegurar la regeneración en tiempo y espacio adecuados.

5.2 Selvicultura para la conservación según las condiciones bioclimáticas

En montes de dominio público, la gestión debe encaminarse a la mejor vegetación de la masa forestal de *Pinus pinaster*: cortas de saneamiento y policía, con eliminación de posibles focos de ataques de insectos que puedan suponer la aparición de un fenómeno de plaga, dosificación de competencia en latizales, dosificación de competencia con el estrato frutescente y arbustivo:

- Las cortas de policía deben realizarse periódicamente (tal vez con recorridos decenales de las masas forestales), pero en el entendimiento de que tales cortas no deben buscar la eliminación del arbolado seco muerto en pie de manera sistemática y la saca de pies enfermos o atacados por insectos. Estas operaciones deben considerarse solo en el caso de que el riesgo de aparición de una plaga sea razonablemente elevado. Tanto los hongos como los insectos son componentes del ecosistema y cumplen su función en el mismo. La presencia de árboles muertos en pie también es beneficiosa en un número razonable, sirviendo éstos como refugio y fuente de alimento a no pocos animales, además de que, dadas las situaciones climáticas de la zona, a veces es más beneficioso el árbol muerto en pie simplemente por la sombra que pueda proporcionar. Una vez planificadas las cortas de policía, éstas serán de mayor intensidad en aquellas estaciones donde la IBL sea mayor, y dentro de éstas donde la CRT alcance los valores más altos.
- Las posibles cortas de regeneración deben buscar, antes que provocar la aparición de un regenerado que en las condiciones bioclimáticas y edáficas en las que vegetan las masas forestales en estas situaciones será francamente extraño, el desarrollo del posible regenerado adelantado que pudiera existir abajo el dosel de copas del arbolado adulto. Las cortas de regeneración deben realizarse con gran prudencia, tanto a la hora de su ejecución, para no dañar ese posible regenerado, como en el momento de planificarlas: la apertura del dosel de copas debe ser limitada, evitando una excesiva puesta en luz del suelo que provocará la instalación de matorral que competirá con el regenerado. Las cortas podrían ser por un aclareo sucesivo casi tendente a una entresaca con carácter diamétrico. Cuando se quieran provocar la aparición de regeneración, en masas que presenten grave déficit de edades jóvenes y desequilibrio en el balance de cabidas de todas las clases naturales de edad⁹, se tendrá en cuenta esta misma condición bioclimática en cada caso concreto. En umbrías se podrá optar por aclareo sucesivo por pequeños bosquetes o entresaca por pequeños bosquetes (inferiores en general a las 0,2 ha), tanto como por el aclareo sucesivo y uniforme al nivel de cantón; en las solanas prácticamente la opción de cortas deberá reducirse a aclareo sucesivo y uniforme muy prudente. Se insiste en que la elección de un tratamiento u otro para provocar la aparición de la regeneración dependerá de las condiciones bioclimáticas, en especial la relación IBC/IBL (valores claramente superiores a 0,25 de este índice obligan a ser muy prudentes a la hora de provocar fuertes aperturas del dosel de copas y fuerte puesta en luz del suelo). El resto de índices y coeficientes de los diagramas bioclimáticos son igualmente orientadores y deben tenerse en cuenta y estudiarse para la toma de decisiones sobre el terreno sobre estas cortas de regeneración. De cualquier manera, serán las condiciones propias de cada estación así como las circunstancias de la gestión de cada predio las que definitivamente

⁹ Clases naturales de edad: en función de su aspecto y dimensiones: repoblados, monte bravo (hasta tangencia de copas y comienzo de autopoda), latizales bajos (hasta diámetro cuadrático medio, dg=12,5), latizal alto (hasta dg=22,5), fustal bajo (hasta dg=32,5), fustal medio (hasta dg=42,5) y fustal alto (dg > 42,5)

marcarán las pautas de la silvicultura de regeneración a seguir en cada caso, apoyados siempre por su correspondiente Plan Técnico de Gestión Forestal Sostenible.

- La dosificación de la competencia en latizales debe considerarse de manera prioritaria en los montes públicos. En condiciones adversas, la mejor conservación de masas forestales que puede hacerse es que los árboles vegeten en las condiciones mejores, resistiendo más fácilmente los posibles ataques de insectos u hongos. La fuerte sequía y la elevada insolación provocará que aperturas mínimas del dosel de copas provoquen la instalación y el desarrollo del sotobosque, compitiendo de manera favorable éste por los escasos recursos (agua y nutrientes), que debido a la escasez de precipitaciones y a la baja infiltración estarán más fácilmente disponibles para los vegetales de raíces someras. Por tanto, esta dosificación de competencia debe estar basada en claras débiles y por lo bajo, de frecuencia media a baja: eliminaciones de menos del 20% del área basimétrica inicial, con diámetros medios cuadráticos del arbolado a extraer del orden del 80 a 90% del diámetro cuadrático de la masa forestal inicial, y rotaciones superiores a los 10 años. Estas claras deben acompañarse de eliminación selectiva de matorral en las masas de latizales más abiertas, donde se haya instalado debido a esta situación, con el fin de que los árboles puedan encontrar mayores oportunidades para la obtención de recursos. Evidentemente, ni el elevado costo de la operación ni la importancia que el matorral tiene para el ecosistema y para la defensa del suelo frente a la erosión aconsejan realizar esta actuación de manera generalizada, sino solo en aquellas localizaciones muy particulares en que sea evidente la mejora que puede suponer para la masa forestal la eliminación de la competencia del estrato arbustivo.
- En las zonas en las que la conservación de la masa forestal sea prioritaria, las claras no deberían acompañarse de podas, por el fuerte desgaste energético que supone para el arbolado, además del riesgo de ataques de insectos u hongos sobre arbolado que en esas condiciones bioclimáticas adversas se debilitará con seguridad; en todo caso podrá contemplarse la olivación de las ramas secas del fuste, como fomento de la autoprotección del bosque frente a incendios forestales (ruptura de la continuidad vertical del combustible), antes que como una medida de mejora tecnológica de los productos finales de corta
- La protección de estas masas marginales de pino negral, cuya conservación será prioritaria al considerarse especie de interés especial en el Catálogo de Flora Protegida de la Región de Murcia, frente al riesgo de incendios forestales es importante. El mantenimiento de cortafuegos (áreas o fajas ya existentes), la creación y conservación de pistas forestales y de infraestructuras contra incendios (balsas, depósitos u otras) es prioritario en estas masas boscosas cuya regeneración será difícil y su expansión prácticamente nula.

En bastantes predios de propiedad privada, la gestión en general debería encaminarse a simplemente dejar que las masas forestales vegeten en las mejores condiciones, no buscando una rentabilidad económica inexistente, que empobrecerá paulatinamente el ecosistema y que será menos rentable económicamente para el propietario año tras año. Las ayudas públicas para esta conservación, actuando de manera similar a las descritas para los montes públicos, deben ser prioritarias, a igualdad de otras condiciones, para las masas forestales que bioclimáticamente o estacionalmente, sean objeto de conservación, en aras a no perder este patrimonio forestal de la Región de Murcia.

5.3 Selvicultura multifuncional compatible con el aprovechamiento maderero o leñoso según las condiciones bioclimáticas

Fincas de propiedad privada: la gestión de las masas forestales para que cumplan un objetivo multifuncional, compatibilizando el aprovechamiento maderero con la conservación de suelos, mejora de la infiltración, mejora de las condiciones estacionales para el fomento de la fauna y mejora de la calidad paisajística, debe orientarse a la densificación de las masas arboladas y favorecer la madurez de los sistemas forestales de pino negral en su estación. Para ello se debería actuar de la siguiente manera, teniendo en cuenta que este tipo de actuación solo sería posible si existiera algún tipo de compensación económica o fiscal a los propietarios para fomentar las externalidades que sus montes producen:

- dejar madurar las masas forestales existentes en la actualidad; así sería posible que se produjera mayor cantidad de piña y mayor proporción de piñón viable, a la par que se conseguirían escuadrías más atractivas para los maderistas; por otra parte, se evitaría un rejuvenecimiento tan continuado de las masas forestales, lo que siempre redundará en beneficio de los demás componentes de los ecosistemas y paisajísticamente sería un cambio favorable
- el alargamiento de turno que se está proponiendo, sería pasar de edades que actualmente no alcanzan la mitad del turno hasta por lo menos 2/3 del turno de máxima renta en especie en las mejores estaciones (se deberían recomendar edades para comenzar a cortar cercanas, al menos, a los 65 años ó más); en el caso de las masas forestales en peores estaciones, este alargamiento de turno debería ser más próximo aún al de máxima renta en especie o, recomendablemente, ser superior
- durante este tiempo se deberían subvencionar tratamientos selvícolas de mejora de las masas forestales, inicialmente con un carácter casi de cirugía selvícola, destinados a eliminar los pies mal conformados, dominados bajo copas, liberación de competencia del matorral de repoblados o monte bravo; en zonas donde los aprovechamientos pretéritos han dejado pies mal conformados aislados, dejar estos en pie es más importante que eliminarlos, por el efecto de control de las especies de matorral y de reducción de la evapotranspiración bajo su sombra; en las zonas de solana es importante efectuar desbroces de liberación de la competencia del matorral sobre los escasos ejemplares de regeneración de pino negral que existan; en caso de existir, con el tiempo, golpes de regeneración densos, acometer sobre ellos claros que dejen libre de competencia a los mejores ejemplares
- Cuando se tengan que acometer las cortas de regeneración y de aprovechamiento final se actuará de la siguiente manera:
 - Si se han regularizado las masas forestales durante este tiempo de maduración:
 - Realizar cortas preparatorias aproximadamente una década antes de acometer las cortas finales, eliminando los mal conformados, dominados, puntisecos, hundidos o enfermos que hayan podido llegar a la edad de aprovechamiento
 - Las cortas de regeneración en umbría: Se podrá probar con las cortas de entresaca en bosquetes, realizando experiencias con diferentes tamaños de bosquetes: pequeños (inferiores a 0,2 ha), medianos (entre 0,2 y 0,5 ha) o grandes (entre 0,5 y 1,2 ha); en el caso de bosquetes grandes se puede experimentar con dejar en pie del orden de 10 a 15 árboles semilleros por

hectárea, de entre los mejores ejemplares del bosque, según las dimensiones de las copas, o golpes de arbolado.

- En las zonas de solana, donde la instalación del matorral es casi seguro las cortas deberían ser, si son de entresaca, en bosquetes pequeños a muy pequeños (inferiores a 0,15 ha) o cortas por aclareo sucesivo y uniforme con fase diseminatoria muy prudente (nunca eliminar de más del 50% de la masa inicial y la reducción de la fracción de la cabida cubierta siempre inferior al 50%) con una buena selección de árboles semilleros. Las cortas aclaratorias y/o final habría que dilatarlas hasta comprobar la buena instalación de la regeneración; sería tal vez conveniente dejar una masa residual de árboles semilleros en pie para no cortar, fomentando en las solanas las masas semirregulares.
- Si las masas forestales no se han regularizado por completo: ante todo, debe entenderse que el temperamento de la especie nunca permitirá la masa irregular en el estricto sentido selvícola de mezcla íntima de pies de todas las edades, sino que será una irregularización por pequeños bosquetes regulares o golpes de unos pocos centenares de metros cuadrados y que la actuación marcada por la búsqueda de la curva de equilibrio será una actuación en masa regular por golpes o bosquetes muy pequeños. La confluencia de este tipo de tratamiento con los de las masas regulares tratadas por bosquetes pequeños es evidente.
 - En umbría: las cortas de regeneración podrán acometerse por entresaca por bosquetes pequeños o medianos, con reserva de algunos árboles semilleros
 - En solana: establecer cortas por entresaca bien entendida (con tratamientos selvícolas prácticamente simultáneos a la corta comercial) y siempre dejando arbolado grueso en pie. El modelo de entresaca queda definido más adelante. La actuación debe ser en extensiones grandes de superficie. Los tratamientos selvícolas simultáneos deberían verse subvencionados por el coste que pueden suponer para los propietarios particulares y sería conveniente que se realizaran previamente a la corta comercial: corta de dominados, hundidos, mal conformados, liberación de regeneración, ...

Los cuadros siguientes aportan alguna luz sobre condiciones bioclimáticas y tratamientos selvícolas, y no deben considerarse como una regla a seguir, ya que los índices bioclimáticos reflejados en estos cuadros no son las únicas variables del DBC que inciden en la silvicultura. Por tanto, las indicaciones que se sugieren en estos cuadros han de tomarse como una visión general orientativa de las actuaciones selvícolas, sin perjuicio de un análisis más profundo del comportamiento del monte alto de pinar de negral según cálculos bioclimáticos de detalle:

CRT	IBL	Relación IBC/IBL	Selvicultura			
			Objetivo	Cortas de regeneración	Claras	Otros tratamientos
Altos (>150 mm)	Altos (> 3 ubc)	Baja (< 0,25)	Multifuncional productiva admisible	Solanas: ASU Umbrías: ASU moderado, ASB, EB	Claras moderadas a fuertes, mixtas y frecuentes: intensidad fuerte	Se admiten podas ligeras
		Media (0,25 – 0,35)	Multifuncional con precauciones	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes pequeños)	Claras moderadas a débiles, bajas o ligeramente mixtas, poco frecuentes (intensidad baja).	Olivaciones o ligeras podas Desbroces selectivos
		Alta (>0,35)	Multifuncional con fuertes restricciones	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños)	Claras débiles y bajas, poco frecuentes (intensidad muy baja)	Necesarios desbroces selectivos Olivaciones
	Medios (2,5 – 3 ubc)	Baja (< 0,25)	Multifuncional con precauciones	Solanas: ASU Umbrías: ASU moderado, ASB, EB (ambos casos con bosquetes pequeños)	Claras moderadas, bajas o mixtas, frecuencia media (intensidad baja)	Podas prudentes u olivaciones
		Media (0,25 – 0,35)	Multifuncional con fuertes restricciones	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes pequeños)	Claras débiles a moderadas, por lo bajo con ligera tendencia a mixtas, poco frecuentes (intensidad baja)	Olivaciones. Desbroces selectivos
		Alta (>0,35)	Conservación	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños)	Claras débiles, bajas, muy poco frecuentes (intensidad muy baja)	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones
Medios (75 – 150 mm)	Medios (2,5 – 3 ubc)	Media (0,25 – 0,35)	Conservación	Solanas: ASU prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes pequeños)	Claras: moderadas a débiles, bajas, poco frecuentes (intensidad baja)	Desbroces selectivos. Olivaciones
		Alta (>0,35)	Conservación	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños)	Claras: débiles, bajas, poco frecuentes (intensidad débil)	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones
	Bajos (<2,5 ubc)	Media (0,25 – 0,35)	Conservación	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (Bosquetes muy pequeños)	Claras débiles, bajas, muy poco frecuentes (intensidad muy débil)	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones

CRT	IBL	Relación IBC/IBL	Selvicultura			
			Objetivo	Cortas de regeneración	Claras	Otros tratamientos
		Alta (>0,35)	Conservación	Solanas: ASU muy prudente Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños)	Claras débiles, bajas, muy poco frecuentes	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones
Bajos (< 75 mm)	Medios (2,5 – 3 ubc)	Media (0,25 – 0,35)	Conservación	Solanas: Sin cortas de regeneración (liberar regeneración a la espera existente) Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños)	Claras: débiles, bajas, poco frecuentes	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones
		Alta (>0,35)	Conservación	Solanas: Sin cortas de regeneración (liberar regeneración a la espera existente) Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños) o sin cortas de regeneración (liberación de regeneración a la espera)	Claras muy débiles, bajas, muy poco frecuentes	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones
	Bajos (<2,5 ubc)	Media (0,25 – 0,35)	Conservación	Solanas: Sin cortas de regeneración (liberar regeneración a la espera existente)	Claras muy débiles, bajas, muy poco frecuentes	Necesidad de desbroces selectivos Olivaciones
		Alta (>0,35)	Conservación	Umbrías: ASB, EB (bosquetes muy pequeños) o sin cortas de regeneración (liberación de regeneración a la espera)		

Notas aclaratorias al cuadro:

ASU prudente: Eliminación en corta diseminatoria de un máximo del 66% de la masa inicial; al menos una corta aclaratoria, además de la corta final

ASU muy prudente: Eliminación en corta diseminatoria de un máximo del 50% de la masa inicial; al menos dos o más cortas aclaratorias, además de la corta final

Bosquetes pequeños: Tamaño entre 0,5 a 0,2 ha; en este caso será bueno dejar reserva de algún golpe de árboles semilleros, más golpes de arbolado adulto cuanto mayor sea el hueco abierto

Bosquetes muy pequeños: Tamaño inferior a 0,2 ha

Claras moderadas: Peso de la clara alrededor del 20% del área basimétrica inicial

Claras débiles: Peso de la clara inferior del 20% del área basimétrica inicial (en general por debajo del 15%)

Claras mixtas: Diámetro medio cuadrático de la masa a extraer del orden del 90 al 95% del diámetro cuadrático medio inicial

Claras bajas: Diámetro medio cuadrático de la masa a extraer del orden del 80 al 85% del diámetro cuadrático medio inicial o inferior

Claras frecuentes: Rotación entre claras entre 10 y 12 años. Poco frecuentes: rotación mayor de 15 años.

5.4 Cuantificación genérica de los tratamientos según tipología de masas forestales

Con el fin de tener una referencia para el cálculo de las cuantías de productos en tratamientos selvícolas, se presentan a continuación tanto varios modelos de distribución de existencias en masas irregulares como una tabla de producción para masas regulares para pino negral.

Para las masas irregulares, de acuerdo con lo selvicultura que, aproximadamente, realizan los propietarios privados, se presentan dos modelos:

- uno elaborado a partir de la tabla de masa irregular propuesta en el Primer Inventario Forestal Nacional (IFN1)¹⁰, pero suponiendo que existe una ocupación del espacio aéreo no del 100% sino del 55% (podría haberse tomado cualquier otra ocupación, obteniéndose en consecuencia otro modelo diferente; se ha tomado éste a modo de ejemplo)
- el segundo modelo se ha elaborado a partir de los datos del número de árboles por hectárea, área basimétrica y volumen por hectárea de las parcelas del estrato 8 del IFN3 (obviamente, de *Pinus pinaster*); de entre todas las parcelas que presentan pino negral en dicho estrato, se han seleccionado las que al menos tienen 250 árboles de pino negral por hectárea, y al menos el 66% del número de pies de la parcela y el 66% del área basimétrica de la parcela corresponden a esta misma especie. A partir de estos datos se ha ajustado una curva de De Liocourt de distribución de existencias por diámetros

Para las masas regulares se ha tomado como referencia la tabla de masa regular que propone la misma publicación citada del IFN1.

Con respecto a los procedimientos de construcción de la tabla de masa irregular como de la tabla de producción de masa regular, se presentan en los Anexos las correspondientes fórmulas y explicaciones.

5.4.1 Masas irregulares: datos de referencia y gestión en las mismas

La Tabla de masa irregular para el conjunto de España que ofrece el IFN1 es la siguiente (véase modo de elaboración en los Anexos):

df	d	t	tp	dc2	H	vi	N	G	V
12,5	10	21,8		3,8	4,3	71			
17,5	15	29,4	7,6	5,4	5,9	71,3	477	8,4	34,0
22,5	20	37,7	8,3	7,9	7,4	113,6	278	8,7	31,6
27,5	25	46,7	9,0	11,4	8,8	198,3	169	8,3	33,6
32,5	30	56,5	9,8	15,9	10,0	325,3	109	7,7	35,5
37,5	35	67,0	10,5	21,3	11,2	494,6	74	7,1	36,5
42,5	40	78,3	11,2	27,6	12,3	706,2	52	6,5	36,7
47,5	45	90,2	12,0	34,9	13,2	960,1	38	6,0	36,5
52,5	50	102,9	12,7	43,2	14,1	1256,4	29	5,6	35,9
57,5	55	116,4	13,4	52,4	14,8	1594,9	22	5,2	35,1
Valores totales							1164,2	62,2	309

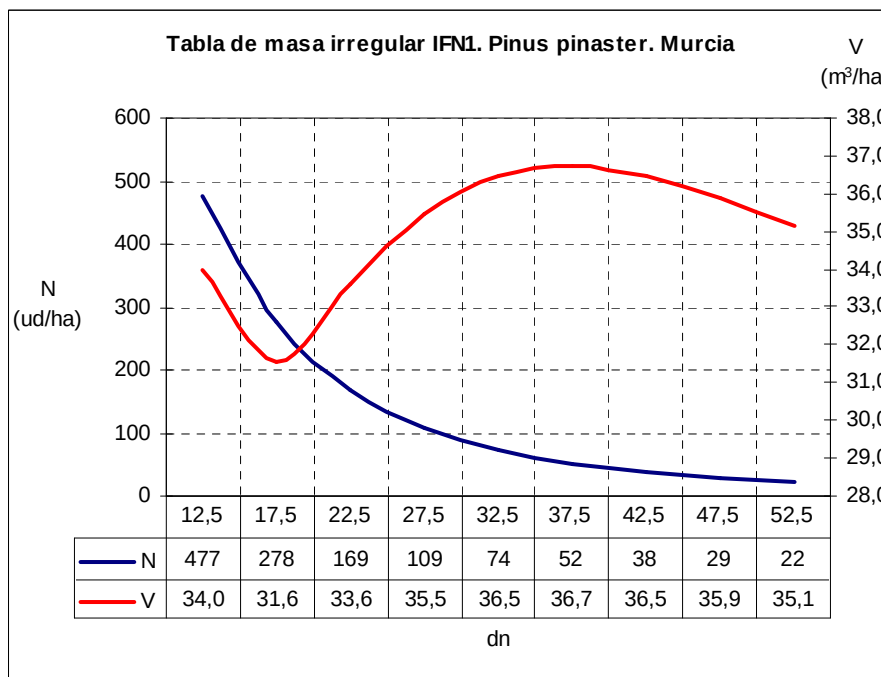
Donde: df: diámetro de cortabilidad (cm); d: diámetro marca de clase (cm); t: edad (años); tp: tiempo de paso entre clases; dc2: diámetro de copa unitario al cuadrado (en m²), h: altura correspondiente al diámetro medio; vi: volumen unitario correspondiente al diámetro medio

¹⁰ ICONA, 1979. *Las coníferas en el Primer Inventario Forestal nacional*. Sección de Inventario y Mapas. Subdirección General de Protección de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura. Madrid.

de la clase (en dm^3); N: número de árboles por hectárea de la clase diamétrica correspondiente; G: área basimétrica (en m^2/ha); V: volumen con corteza de la clase diamétrica (en m^3/ha)

La anterior tabla de masa irregular se representa en el siguiente gráfico de doble eje:

Gráfico 3



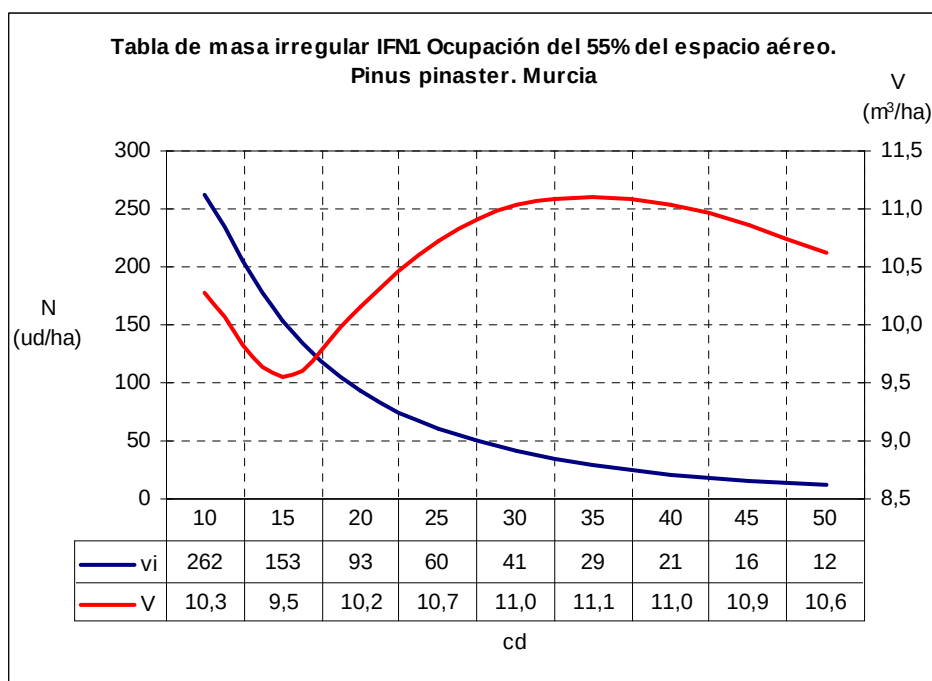
Ahora bien, la anterior tabla de masa irregular puede ser aplicable en pocos casos en la Región de Murcia (hay que tener presente que se trata de una tabla para toda España), donde será extraño que existan grandes zonas con más de mil árboles por hectárea; en las mejores zonas de pino negral las existencias más numerosas raramente superarán los 400 árboles por hectárea; de hecho, de las 71 parcelas del estrato 8 del IFN3 en las que hay presencia de pino negral, solo 39 (55%) presentan al menos 250 pies por hectárea de diámetro normal mayor o igual a 7,5 cm. Y solo 2 parcelas (poco menos del 3%) superan los 1.000 pies por hectárea.

Aplicando una reducción del 55% sobre el número de árboles por hectárea de la tabla de masa irregular se obtiene un modelo de distribución diamétrica de existencias seguramente más acorde con la realidad:

df	d	t	tp	dc2	h	vi	N	G	V
12,5	10	21,8		3,8	4,3	71	0		
17,5	15	29,4	7,6	5,4	5,9	71,3	262	4,6	10,3
22,5	20	37,7	8,3	7,9	7,4	113,6	153	4,8	9,5
27,5	25	46,7	9,0	11,4	8,8	198,3	93	4,6	10,2
32,5	30	56,5	9,8	15,9	10,0	325,3	60	4,2	10,7
37,5	35	67,0	10,5	21,3	11,2	494,6	41	3,9	11,0
42,5	40	78,3	11,2	27,6	12,3	706,2	29	3,6	11,1
47,5	45	90,2	12,0	34,9	13,2	960,1	21	3,3	11,0
52,5	50	102,9	12,7	43,2	14,1	1256,4	16	3,1	10,9
57,5	55	116,4	13,4	52,4	14,8	1594,9	12	2,9	10,6
Valores totales							686	35,0	95,4

Como ya se ha comentado este es un modelo perfectamente válido, que podrá ajustarse en cada caso particular según un muestreo del número de árboles por hectárea o del área basimétrica en cada predio: en función del grado de ocupación del espacio aéreo que proporcione este muestreo podrá corregirse la tabla de masa irregular original del IFN1 a cifras acordes con cada situación real. El factor de corrección de la tabla del IFN1 será el cociente entre el número total medio de árboles por hectárea muestreado en el predio y el número de árboles por hectárea que proporciona la tabla (1.164 ud/ha); también puede servir como factor de corrección el cociente entre las áreas basimétricas, la muestreada y la que proporciona la tabla (62,2 m²/ha) e incluso una combinación de los dos factores de corrección anteriores (la media de ambas mediciones). La tabla se representa en el siguiente gráfico:

Gráfico 4



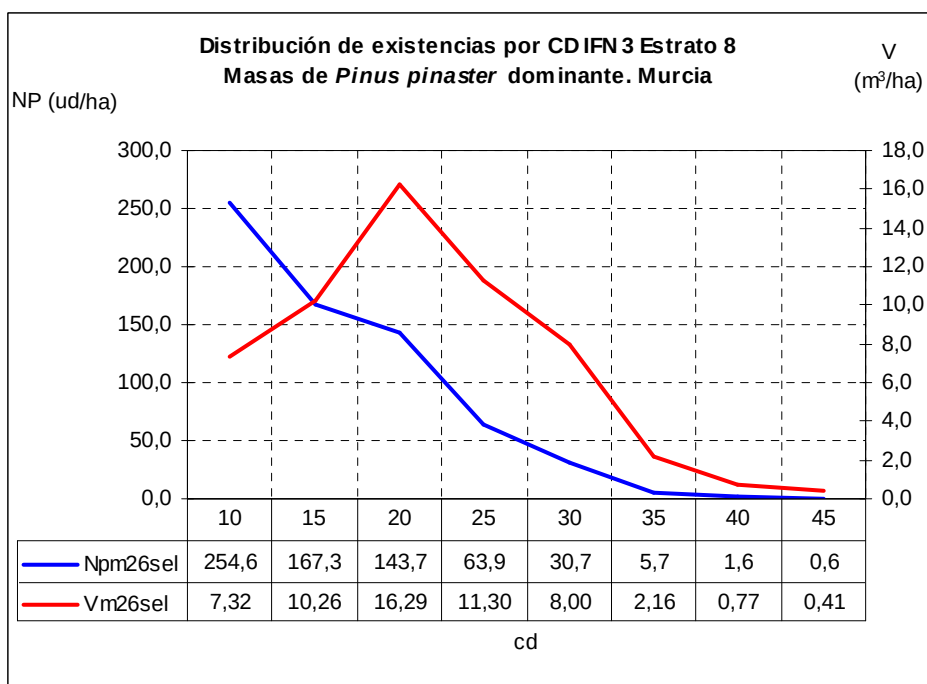
También se puede construir un modelo de distribución de existencias por clase diamétrica a partir de un muestreo del número de árboles por hectárea en cada finca concreta. A modo de ejemplo, y para presentar un segundo modelo, se presenta a continuación el que se ha elaborado a partir de los datos de las parcelas de pino negral del estrato 8 del IFN3.

Los datos empleados han sido el número de árboles por hectárea, área basimétrica y volumen por hectárea de aquellas parcelas del estrato 8 del IFN3 que, presentan, al menos, 250 árboles de pino negral por hectárea, y que, simultáneamente, al menos el 66% del número total de pies de la parcela y el 66% del total del área basimétrica de la parcela corresponden a esta misma especie.

El modelo más sencillo de ajustar es el de De Liocourt, y para ello, se parte de estos datos medios de las 35 parcelas que han resultado seleccionadas:

Estrato	Especie	CD	N	G	V
08	026	10	254,6	2,11	7,32
08	026	15	167,3	2,97	10,26
08	026	20	143,7	4,46	16,29
08	026	25	63,9	3,04	11,30
08	026	30	30,7	2,12	8,00
08	026	35	5,7	0,53	2,16
08	026	40	1,6	0,21	0,77
08	026	45	0,6	0,09	0,41
Totales			668,1	15,53	56,50

Gráfico 5



En el gráfico: **Npm26sel**: número medio de árboles por hectárea de cada clase diamétrica correspondiente a las parcelas seleccionadas del estrato 8 del IFN3, N en la tabla anterior; **Vm26sel**, el volumen correspondiente a esa distribución diamétrica, V en la tabla anterior

La construcción del modelo se ha realizado de la siguiente manera: a partir de los anteriores datos medios de las parcelas con *Pinus pinaster* dominante (al menos el 66% del número de pies y del área basimétrica, con más de 250 pies/ha son de negral en esas parcelas), se ha ajustado el modelo de De Liocourt, en el que se cumple que la relación entre el número de árboles de dos clases diamétricas sucesivas es una constante:

$$N_i / N_{i+1} = 1 + q$$

y fijando un diámetro de la clase diamétrica mayor, D_{max} , que se corresponde con un número de árboles por hectárea de esa clase diamétrica máxima, N_{max} , y una amplitud de clase diamétrica, d , puede establecerse que:

$$N_i = N_{max} \cdot (1 + q)^{\frac{D_{max} - D_i}{d}}$$

Siendo N_i y D_i , el número de árboles y el diámetro medio, respectivamente, de la clase diamétrica i . Teniendo en cuenta que el modelo que se va a ajustar se quiere que cumpla las siguientes condiciones:

- que tenga un número total de pies por hectárea aproximadamente igual a los valores medios de masa dominante de pino negral de la tabla anterior
- que al menos exista 1 árbol cada 5 hectáreas de $d_n > 57,5$ cm y 1 cada 10 hectáreas de diámetro entre 52,5 y 57,5,
- que al menos haya tantos árboles de 42,5 a 47,5 como hay actualmente.
- y amplitud de clase diamétrica de 5 cm con diámetro máximo de 60 cm

Con estas premisas se ha ajustado una curva de De Liocourt, mediante iteraciones sucesivas hasta minimizar el valor de la suma de residuos al cuadrado (el residuo es la diferencia entre el valor real de la tabla de valores medios por clase diamétrica anterior y el valor ajustado de la curva), obteniéndose una constante $1+q=1,20455$. Y el modelo ajustado es el siguiente:

CD	N_{est}	v_i	V_{est}
10	404,6	71	28,82
15	159,5	71	11,37
20	62,9	114	7,15
25	24,8	198	4,92
30	9,8	325	3,18
35	3,9	495	1,91
40	1,5	706	1,07
45	0,6	960	0,58
50	0,2	1256	0,30
55	0,1	1595	0,15
60	0,2	1976	0,36
	668,12		59,81

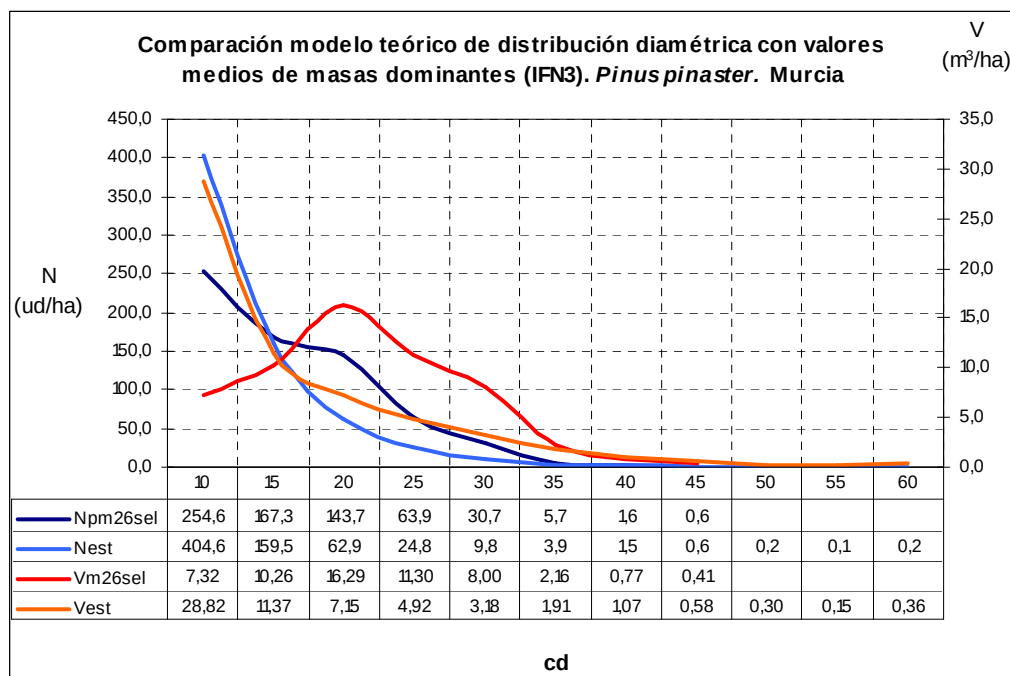
Donde N_{est} es el número de árboles por hectárea estimado, v_i es el volumen unitario correspondiente al árbol de diámetro medio de la clase diamétrica (en dm^3) y V_{est} es el volumen total de la clase diamétrica (en m^3/ha).

De cualquier manera, este es un mero ajuste teórico, que puede ser perfectamente válido para situaciones de gran recubrimiento y densidad de masa, como pueda ocurrir en los montes públicos; se puede ajustar, en función de las necesidades, cualquier otra curva de De Liocourt en función de:

- el grado de recubrimiento del suelo por las copas del arbolado; y en función de éste, el número de árboles total en pie por hectárea
- los diámetros máximos a obtener y el número de árboles máximo a obtener de las mayores clases diamétricas, y por tanto los volúmenes a obtener en la hipotética consecución de la curva de equilibrio

- la cuantificación de los volúmenes y áreas basimétricas a obtener en función de los tratamientos selvícolas que fijaran los sucesivos inventarios para el control de la distribución diamétrica

Gráfico 6



El anterior gráfico ilustra sobre cómo se debería gestionar, en pura teoría, una masa irregular cercana al equilibrio, de acuerdo con el modelo ajustado (se insiste en que se puede ajustar el modelo que mejor se adapte a las situaciones concretas de cada finca):

- en aquellas clases diamétricas en las que hay exceso de masa con respecto al número de árboles que ofrece el modelo teórico, se debe eliminar el exceso sobre éste. En el ejemplo, la clase 20 presenta, según el inventario utilizado, 143,7 ud/ha, y el modelo ofrece una distribución de 62,9; por tanto se deberían cortar del orden de $143,7 - 62,9 = 80,8$ ud/ha, que cubicarán $(7,15/62,9) \cdot 80,8 = 0,114 \cdot 80,8 = 9,18$ m³/ha.
- en aquellas clases diamétricas en las que hay defecto con respecto al modelo ajustado, no se debe cortar, y aún en las clases inferiores a la considerada en las que se presenta un superávit de existencias, debe reservarse una parte del exceso de masa sobrante sin cortar para que vaya dotando a la clase deficitaria
- Se corta en todas las clases diamétricas con exceso, por lo que no se corta solo a partir de un diámetro de cortabilidad respetándose todo lo que esté por debajo de dicho diámetro. (este es el caso que se hace en la actualidad en predios privados: un huroneo con carácter diamétrico), sino que se realiza a la vez, las cortas de carácter comercial y con vistas a la revitalización de la regeneración e inducción de la misma, simultáneamente a los tratamientos selvícolas de dosificación de las masas forestales intermedias.

La realidad de la corta por entresaca es que no se puede ir seleccionando por toda la superficie a cortar unos determinados diámetros, sino que éstos se agrupan en categorías diamétricas (delgados, medios y gruesos), estimándose para la zona de cortas unos volúmenes globales de

estas tres categorías; esta agrupación es más importante cuanto mayor sea la amplitud de los diámetros (y por tanto del modelo) presentes en la zona, y cuanto mayor sea la heterogeneidad de la estación de la zona de cortas.

Quede también claro que el pino negral, por su temperamento y su comportamiento a la sombra de su misma especie, nunca podrá formar masas irregulares en el estricto sentido del término, sino que se formarán masas regulares por golpes de algunos centenares de metros o bosquetes pequeños (inferiores a 0,2 hectáreas) más que mezcla íntima de árboles pie a pie.

Lo más habitual será que el pino negral forme bosquetes regulares de tamaño medio o grande cuando no masas semirregulares o regulares al nivel de las unidades de gestión (cantones, parcelas, rodales, tranzones...). En este caso debe recurrirse a la gestión por entresaca por bosquetes donde se busca la masa globalmente irregular en el predio o en el cuartel pero por balance de cabidas regulares de las diferentes clases de edad.

5.4.2 Masas regulares: Datos de referencia

Las cifras de las masas regulares según la tabla de producción que para esta especie¹¹ ofrece la publicación del IFN1, se podrán aproximar a las siguientes, considerando, como en toda tabla de producción que hay una ocupación del 100% de los espacios aéreo y subterráneo (véase la forma de calcular esta tabla en los Anexos):

edad	dg	h	vi	dc2	N	G	Hart	V	Ne	Ge	Ve	Veac	Nd	Gd	Hartd	Vd	Vt	Im	Ic	Ge/Gi
30	17,9	6,8	91	6,8	1477	37	38,3	134	525	13	48	48	952	24	64,3	86	134	4,46		36%
40	23,8	8,5	174	10,5	952	42	38,4	166	289	13	50	98	662	29	69,6	115	213	5,33	7,94	30%
50	29,2	9,8	302	15,1	662	44	39,5	200	171	11	52	150	492	33	77,7	149	298	5,96	8,48	26%
60	34,2	11,0	465	20,3	492	45	40,9	228	109	10	51	200	383	35	86,8	178	378	6,30	7,99	22%
70	38,9	12,0	656	26,1	383	45	42,5	251	72	9	47	247	311	37	98,0	204	451	6,45	7,32	19%
80	43,2	12,9	864	32,2	311	46	44,0	268	53	8	46	293	258	38	106,8	223	516	6,45	6,46	17%
90	47,4	13,6	1097	38,8	258	46	45,7	283	39	7	43	336	219	39	117,5	240	576	6,40	6,01	15%
100	51,4	14,3	1347	45,7	219	45	47,4	295	30	6	40	376	189	39	128,9	255	631	6,31	5,47	13%
110	55,2	14,8	1609	52,8	189	45	49,0	305	23	5	37	412	167	40	141,0	268	680	6,19	4,97	12%
120	58,8	15,3	1881	60,1	167	45	50,7	313												

En la anterior tabla:

Edad (en años)

Dg: diámetro medio cuadrático (en cm)

H: altura media de la masa a esa edad (en m)

Vi: Volumen unitario correspondiente al diámetro medio cuadrático a esa edad (en dm³)

Dc2: valor medio del diámetro de copa al cuadrado correspondiente al diámetro medio cuadrático a esa edad (en m²)

N: número de árboles por hectárea antes de clara

G: área basimétrica antes de clara (en m²/ha)

Hart: Valor del índice de Hart – Becking (en %)

V: Volumen con corteza de la masa antes de clara (en m³/ha)

Ne: número de árboles por hectárea extraído en la clara

Ge: área basimétrica extraído en la clara (en m²/ha)

Ve: Volumen con corteza de la masa extraído en la clara (en m³/ha)

¹¹ Se refiere a *Pinus pinaster* var. *mesogensis* y no a la var. *atlántica*.

Veac: Volumen con corteza de la masa acumulado procedente de las sucesivas claras (en m^3/ha)

Nd: número de árboles por hectárea después de clara

Gd: área basimétrica después de clara (en m^2/ha)

Hart: Valor del índice de Hart – Becking después de la clara (en %)

Vd: Volumen con corteza de la masa después de clara (en m^3/ha)

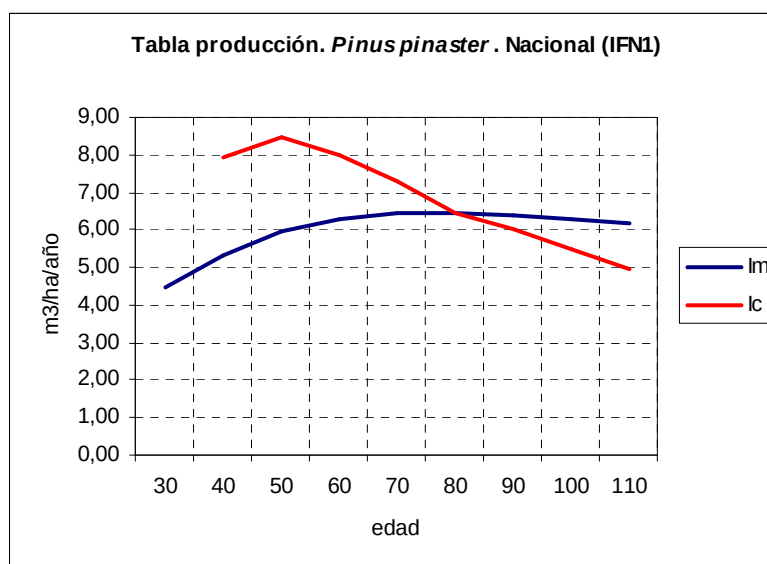
Vt: Volumen con corteza total, suma del volumen acumulado extraído en claras y el volumen después de clara

Im: Crecimiento medio, correspondiente al volumen total entre la edad de la masa (en $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$)

Id: Crecimiento corriente, correspondiente a la diferencia entre el volumen total actual y el de la edad anterior dividido entre el tiempo de paso entre las dos edades consideradas (en $\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$)

Ge/Gi: relación entre el área basimétrica extraída en claras en cada edad y el área basimétrica inicial (en %)

Lo primero que se deduce de la anterior tabla, que puede considerarse como de selvicultura media observada en toda España y una calidad media en consecuencia, es que el turno de máxima renta en especie se produce hacia los 80 años y a esa edad el diámetro medio cuadrático es de 43,2 cm (parte sombreada de la tabla anterior). Los diámetros a los que se está cortando en los predios particulares, alrededor de los 20 cm de diámetro normal, supondrían según esto, edades próximas a los 35 años (lo que también se puede comprobar a partir de la tabla de masa irregular del IFN1, véase apartado anterior). Es decir, que se está cortando a edades inferiores a la mitad del turno que fijaría la máxima renta en especie en el caso de masas regulares, y por tanto masas muy poco maduras, con poca capacidad de regeneración por falta de producción de semilla viable.



Como también puede comprobarse, la selvicultura al nivel nacional supone unas extracciones en claras de carácter moderado a fuerte.

Sobre esta base se pueden simular varios regímenes de claras, que se presentan a continuación: uno de peso moderado (extracción del 20% del área basimétrica inicial) y por lo bajo (diámetro medio cuadrático a extraer 85% del diámetro medio inicial); otra simulación con peso fuerte (área basimétrica a extraer 30% de la inicial) y mixta (diámetro medio a

extraer del orden del 95% del inicial); y una tercera simulación calculada por variación (incremento) del índice de Hart en 25 puntos que supone una clara fuerte (área basimétrica extraída superior al 32% de la inicial) y mixta (diámetro medio extraído igual al 95% del inicial). En todas estas simulaciones se ha estimado que el turno debería alargarse lo más posible, dadas las difíciles condiciones bioclimáticas en las que vegetan las masas de negral en la Región de Murcia, y que se van a hacer del orden de cuatro intervenciones intermedias. Dado que las masas regulares tienden a darse en los montes públicos, estas condiciones parecen razonables, antes que en predios privados, cuya gestión debería aproximarse más a las de las masas irregulares. La nomenclatura es la misma que para la tabla del IFN1, añadiéndose la columna *dge*, que corresponde con el valor del diámetro medio cuadrático de la masa extraída (en cm).

Simulación de clara moderada y por lo bajo:

edad	dg	h	vi	dc2	N	G	Hart	V	Ne	Ge	dge	Ve	Veac	Nd	Gd	Hartd	Vd	Vt
30	18,2	6,9	93	6,9	1447	38	38,3	135	501	9,4	15,44	33,71	33,71	946	28	47,34	101	135
45	26,5	9,2	232	12,7	946	52	35,5	219	262	10,4	22,52	43,86	77,57	684	42	41,72	175	219
60	34,2	11,0	466	20,4	684	63	34,6	319	189	12,6	29,10	63,75	141,32	495	50	40,74	255	319
85	45,8	13,4	1007	36,2	495	82	33,7	498	137	16,3	38,96	99,62	240,94	358	65	39,57	398	498
115	57,6	15,1	1788	57,6	358	93	34,9	640										

Simulación de clara fuerte y mixta (calculada a partir de extracción del área basimétrica y fijación de un diámetro medio cuadrático dado)

edad	dg	h	vi	dc2	N	G	Hart	V	Ne	Ge	dge	Ve	Veac	Nd	Gd	Hartd	Vd	Vt
30	18,2	6,9	93	6,9	1447	38	38,3	135	625	13,1	16,35	47,19	47,19	822	24	50,80	88	135
45	26,5	9,2	232	12,7	822	45	38,1	190	304	13,6	23,84	57,13	104,32	517	32	47,98	133	190
60	34,2	11,0	466	20,4	517	48	39,8	241	179	11,9	29,10	60,25	164,57	338	36	49,28	181	241
85	45,8	13,4	1007	36,2	338	56	40,7	341	94	11,2	38,96	68,11	232,68	245	45	47,86	272	341
115	57,6	15,1	1788	57,6	245	64	42,2	438										

Simulación de un régimen fuerte de claras (calculado a partir de incremento de índice de Hart)

edad	dg	h	vi	dc2	N	G	Hart	V	Ne	Ge	dge	Ve	Veac	Nd	Gd	Hartd	Vd	Vt
30	18,2	6,9	93	6,9	1447	38	38,3	135	529	12,4	17,26	44,53	44,53	917	25	63,3	90	135
45	26,5	9,2	232	12,7	917	51	36,0	213	320	15,9	25,17	66,88	66,88	598	35	61,0	146	213
60	34,2	11,0	466	20,4	598	55	37,1	278	213	17,7	32,52	89,63	89,63	384	37	62,1	189	278
85	45,8	13,4	1007	36,2	384	63	38,2	387	140	20,9	43,54	127,52	127,52	244	43	63,2	259	387
115	57,6	15,1	1788	57,6	244	64	42,3	436										

La utilización de las tablas de producción debe hacerse siempre con prudencia, teniendo en cuenta que se trata de un modelo matemático y como tal es un bosquejo de la realidad, no la realidad misma. Para emplearla deberían corregirse los valores de la tabla por un factor de corrección análoga al que se ha sugerido para la tabla de masa irregular: el cociente entre las áreas basimétricas real y de la tabla. Y las cifras tomarlas como de un orden de magnitud, siempre.

Muchas veces será más efectivo utilizar la prudencia como aliado en el cálculo y gestión de los tratamientos selvícolas. Las experiencias cercanas siempre serán de más utilidad e información que cualquier modelo teórico.

Igualmente, la elaboración de un inventario específico en la masa a tratar siempre será mejor que cualquier modelo. La observación de factores como la densidad de la masa en relación con la edad y con el estado fitosanitario y dendrométrico de la masa, indicarán más que cualquier otra cosa, a lo que habrá de unírsele el estudio de los factores estacionales, bioclimáticos y sociales de la zona.

Así, con un ejemplo clarificador, masas muy densas, de edad avanzada, con árboles de gran esbeltez (coeficiente de esbeltez, h/d , superior a 80), con poca fracción de copa viva (por ejemplo, longitud de copa viva inferior a $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{3}$ de la altura del árbol), con necromasa frecuente tanto en pie como en el suelo (proporción de árboles muertos en pie cercana o superior al 10%) indicarán que los tratamientos se están realizando tardíamente y recomendarán intervenciones muy ligeras y frecuentes antes que intensas y poco frecuentes. Si a esto se le une que el estudio de las condiciones estacionales y bioclimáticas proporciona que, por ejemplo existen fuertes pendientes, poco espesor de suelo, orientación dominante de solana y un cociente IBC/IBL superior a 0,25, la intervención tendrá que ser necesariamente una clara por lo bajo y débil.

Quiere todo esto decir, que una tabla de producción permitirá mensurar el tipo de intervención que las condiciones estacionales, fisiográficas, dendrométricas, dasométricas, fitosanitarias y socioeconómicas previamente marquen.

5.5 Modelos de gestión y organización dasocrática según objetivos

5.5.1 Objetivo: Producción con conservación de suelo y paisaje, selvicultura multifuncional

- masa regular o semirregular (en superficies de cierta extensión): esto ocurrirá en montes públicos de Entidades Locales que tengan interés económico en aprovechar los recursos de sus montes. La organización de la selvicultura en el espacio y en el tiempo se asimilará hacia los métodos de **tramo único** o **tramo móvil**. Dadas las condiciones bioclimáticas y estacionales en las que vegeta habitualmente el pino negral en la Región de Murcia, en las que son habituales los periodos de sequía (el coeficiente de variación de la precipitación anual es superior al 25%) y la previsible dificultad de la regeneración debido a ello, será en general más conveniente el método del tramo móvil, con el fin de asegurar la regeneración en más de un periodo y dosificar los tratamientos de cortas finales. Los siguientes cuadros pretenden ilustrar las condiciones de aplicabilidad para el pino negral en el noroeste de Murcia de ambos métodos, exponiendo sus ventajas e inconvenientes:

	Método de tramo único	Método de tramo móvil
Condiciones de aplicabilidad	No existen dificultades para la regeneración, que se consigue de forma segura en un periodo de regeneración	Existen dificultades para la regeneración, debido a las condiciones climáticas o estacionales o a la propia vecería de la especie, dilatándose la regeneración en más de un periodo
	El objetivo productor tiene prioridad sobre los demás, aunque no se descartan otros usos y objetivos	Las restricciones a la producción por motivos paisajísticos, de protección frente a riesgos erosivos o para la biocenosis son importantes; el uso recreativo es importante o hay una fuerte carga ganadera o cinegética
	La forma principal de masa es regular o tiende a la regularidad	La forma principal de masa es regular o tiende a la regularidad, aunque puede formar masas semirregulares
	La especie es intolerante o medianamente intolerante, regenerando bien a la luz	La especie es medianamente intolerante o medianamente tolerante, necesitando el regenerado algunos años de protección de la sombra de sus progenitores
	Existe una cierta gradación en clases de edad en la masa forestal, distribuida por masas regulares de cierta extensión, incluso de cantones enteros	Existe una cierta gradación en las clases de edad, pero se admiten fuertes desequilibrios en la misma; es de casi obligada aplicabilidad en masas regulares o semirregulares de cierta extensión muy desequilibradas, tanto hacia edades avanzadas como hacia el exceso de regeneración
	Turnos largos; periodos de regeneración prolongados (mayores de 15 años en general)	Turnos o edades de madurez largos; periodos de regeneración prolongados a muy prolongados (generalmente mayores de 20 ó más años)

	Método de tramo único	Método de tramo móvil
Características del método para el pino negral en el noroeste de Murcia	Cortas de regeneración: cortas por aclareo sucesivo y uniforme (en solanas y umbrías) o por bosquetes (en umbrías), al nivel de cantón	Cortas de regeneración por aclareo sucesivo y uniforme (en solanas y umbrías) o por bosquetes pequeños a medianos (en umbrías) al nivel de cantón
	Turno: entre 70 y 100 años	Edad de madurez: entre 80 y 120 años
	Periodo de regeneración: 15 a 20 años	Periodo de regeneración: de 20 a 25 años; periodo de aplicabilidad: de uno a dos periodos de regeneración
	Cabida del tramo único: igual a la periódica: $S_u = \frac{S_c}{T} p$	Cabida del tramo único: superior a la periódica: $S_{tm} = k \frac{S_c}{E} p; k > 1,3; S_{tm} < 0,4 S_c$
	Cálculo de la posibilidad: Fórmulas de masa cortable, Karl, Hundeshagen, tasa austriaca o tasa austriaca modificada.	Cálculo de la posibilidad: Fórmulas de masa cortable, masa cortable modificada; Melard o Melard modificada si hay fuerte desequilibrio hacia las edades avanzadas.
	Diferenciación entre la posibilidad de regeneración (tramo único) y de mejora (tratamientos intermedios en tramo de mejora y cortas de preparación y policía en tramo de preparación). Cálculo de la posibilidad de mejora independientemente de la del cuartel	

Stu: Cabida del tramo único (en hectáreas); Stm: ídem, del tramo móvil; Sc: ídem del cuartel; T: Turno (años); E: Edad de madurez (años); p: periodo de regeneración (años); k: coeficiente mayorador de la cabida periódica en el tramo móvil

El método del tramo móvil tiene una variante recogida tanto en las Instrucciones de Ordenación de Montes Arbolados de Castilla y León como en las de Andalucía (y que también recogerán las de Castilla – La Mancha) que es el tramo móvil ampliado, en la que los cantones especialmente rebeldes para la regeneración pueden permanecer incluso tres periodos en regeneración, fomentando las masas con un primer grado de irregularidad, lo que en estaciones limitantes (como puede ser el caso) puede ser una opción interesante, pero siempre que esto no suponga una manga ancha para realizar cortas aún sin conseguir la regeneración; esta variante exige el compromiso de incluir en ese subgrupo solo aquellos cantones que presentan una muy difícil regeneración, casi como una excepción.

- Masa irregular por bosquetes pequeños: la situación que se dará típicamente en predios de propiedad particular; cuando éstos sean de pequeña extensión, el método se asemejará a una entresaca generalizada; será entresaca regularizada en predios de propiedad particular de extensión amplia. En ambos casos será necesario definir una curva de equilibrio teniendo en cuenta el establecimiento de unos diámetros de cortabilidad de mayores dimensiones, en general, que las actuales (véase el capítulo 5.4.1 anterior). Además, exige frecuentes inventarios y detallados para comprobar que la curva de equilibrio se está consiguiendo o si es necesario revisar ésta (especialmente si las condiciones del mercado o la propia situación de la masa forestal cambian). En cualquier caso, no hay que perder de vista en la aplicación de este tipo de cortas lo que afirma Madrigal¹² (1994) sobre que *“en el caso de bosquetes pequeños, menores de 0,5 ha, y dada la dificultad real de controlar superficies tan pequeñas, cuando se alcance la curva ideal de distribución de número de pies por diámetros o clases diamétricas, se identifica completamente el método de ordenación por entresaca de bosquetes pequeños con el método de ordenación por*

¹² Madrigal Collazo, A. 1994. *Ordenación de montes arbolados*. Secretaría General Técnica. Ministerio de Agricultura. Serie Colección Técnica., Madrid.

entresaca pie a pie. Esta solución es acorde con la aplicación real, que nunca conseguirá la mezcla íntima de pies, sino por grupos o bosquetes pequeños.” La diferencia es sustancial cuando se trata de lograr una ordenación por el método de entresaca por bosquetes medianos o grandes, donde tiene que realizarse un balance de cabidas de las diferentes clases de edad, controlándose las superficies que se ponen en regeneración para conseguir el equilibrio global (en los cuarteles de ordenación) de la distribución diamétrica buscada. En el caso de la entresaca regularizada, el tamaño de los tramos de entresaca vendrá determinado por la densidad de ejemplares de carácter maderable necesario por unidad de superficie para que el aprovechamiento sea rentable, combinado con el periodo de rotación: si el periodo de rotación es amplio y el predio no tiene una gran extensión, el número de tramos de entresaca deberá ser un múltiplo del periodo de rotación, realizándose los aprovechamientos periódicamente para que se pueda cumplir la condición de rentabilidad mínima, respetándose el tiempo de paso entre clases diamétricas (de otra manera, se producirá una descapitalización de la masa).

	Ambos métodos: entresaca generalizada o entresaca regularizada
Condiciones de aplicabilidad	La especie es tolerante o medianamente tolerante, regenerando bien a la sombra de su propia especie; en el caso de especies intolerantes o medianamente intolerantes, las cortas se deberán hacer por bosquetes más grandes cuanto más intolerante sea
	El objetivo productor tiene prioridad sobre los demás, aunque no se descartan otros usos y objetivos. La protección al suelo es importante en cualquier caso
	La forma principal de masa es globalmente irregular o tiende a la irregularidad, aunque sea por bosquetes regulares
	Existe una gradación importante en clases de edad en toda la masa forestal, bien sea por golpes, bien por bosquetes de extensión mediana o pequeña
	La regeneración a la sombra de su propia especie es posible y el regenerado existente a la espera bajo el dosel de copas reacciona de forma clara a la puesta en luz
	Existe posibilidad de realizar una gestión intensa y el predio está muy bien dotado de infraestructuras que permiten tal gestión, o sus condiciones fisiográficas permiten que, en ausencia de gran densidad de vías, la gestión pueda ser intensa.

	Método de entresaca generalizada	Método de entresaca regularizada
Características del método para el pino negral en el noroeste de Murcia	Cortas de regeneración: cortas de entresaca por bosquetes pequeños (en solanas y umbrías) o por bosquetes medianos o pequeños (en umbrías)	
	Diámetro de cortabilidad: al menos de 35 cm, mejor cuanto mayor sea, manteniendo un número apreciable de arbolado de estas dimensiones en el conjunto del predio (al menos 1 árbol de 40 por hectárea, por ejemplo)	
	Periodo de rotación: según el tiempo de paso entre clases diamétricas; al menos 10 años, tendiendo a 15 años, cuanto mayor sea el diámetro de cortabilidad	
	Sin división del cuartel o del predio	División del cuartel o del predio en tantos tramos de entresaca de cabida equiproductiva como años tenga el periodo de rotación
	Cálculo de la posibilidad: Por balance de clases diamétricas con respecto a la curva de equilibrio escogida	Cálculo de la posibilidad: Por balance de clases diamétricas con respecto a la curva de equilibrio escogida, en el caso de bosquetes pequeños; en el caso de bosquetes medianos a grandes, por balance de cabidas de las diferentes clases de edad
	Tratamientos selvícolas simultáneos o inmediatos a las cortas de carácter comercial	

El caso de la masa irregular por bosquetes pequeños también admite el método de ordenación por rodales, en el que si bien no es prioritario la consecución de un balance equilibrado de cabidas según clases de edad, éste siempre es un objetivo deseable en cualquier ordenación. La selvicultura viene determinada en este método por las

necesidades propias de cada rodal en particular. Los rodales no viene definidos por límites establecidos claramente sobre el terreno sino por las características selvícolas y estacionales de cada zona del monte. Los cantones, que sí tiene referencias reales sobre el terreno, engloban a los rodales y sirven de límites a la gestión de los mismos así como de referencia comparativa entre proyectos sucesivos. Los rodales pueden tratarse de manera independiente unos de otros, pudiendo alternarse en una pequeña zona cortas por bosquetes pequeños junto con cortas por aclareo sucesivo y uniforme o por bosquetes. El método exige una cuidadosa gestión, frecuentes inventarios, conocimiento muy detallado de toda la masa forestal y seguimiento sistemático y frecuente de las zonas cortadas para asegurar que se está consiguiendo la regeneración en las zonas intervenidas.

- Masa irregular por bosquetes grandes: En este caso, la irregularidad global en todo el predio debe conseguirse a partir del balance de cabidas de las diferentes clases de edad definidas. Las condiciones de aplicabilidad y características del método son las siguientes:
 - Aplicabilidad
 - o Las especies sobre las que se aplica son intolerantes o medianamente intolerantes, tendiendo a formar masas regulares o como mucho semirregulares
 - o No existen grandes restricciones desde el punto de vista de protección paisajística, frente a riesgos erosivos ni en relación con la biocenosis catalogada o hábitat catalogados; tampoco de uso social recreativo ni
 - o Existe una cierta tendencia al equilibrio en las clases de edad y dentro de los cantones o unidades permanentes de inventario se encuentran, en general, variadas superficies de diferentes clases de edad
 - o El objetivo productor es importante y prioritario
 - o Los riesgos estacionales más evidentes son los posibles derribos por viento
 - o Se tiene una elevada capacidad de gestión sobre el predio, en particular de control de aprovechamientos y de la regeneración que se va consiguiendo
 - o No existe una fuerte presión ganadera ni cinegética
 - o La dotación de infraestructuras adecuadas para la gestión de aprovechamientos (pistas, parques de madera) y las condiciones fisiográficas del monte son elevadas (menos que en el caso de entresaca por bosquetes pequeños)
 - Características del método
 - o La posibilidad se fija por el balance de cabidas de las diferentes clases de edad, que es el que termina por determinar si el monte está finalmente ordenado
 - o Se tiene que fijar un periodo de regeneración y un turno al igual que para los métodos de dotaciones periódicas, que determinaran precisamente la cabida a regenerar por año y/o periodo
 - o La posibilidad es resultado de la eliminación de todas las existencias de los bosquetes a cortar (segregando, claro, las que vayan a permanecer como golpes de arbolado o arbolado disperso en los bosquetes como árboles semilleros), capitalizados al año de corta
 - o Se tiene que recorrer el resto de la superficie por cortas de mejora, tanto con carácter de policía, como de tratamiento selvícola de dosificación de competencia
 - o En el caso de entresaca regularizada, el periodo de rotación será el que determine la cabida a regenerar anual o periódicamente para que al final de un turno o una cantidad de años igual a la edad de madurez se haya regenerado por completo cada tramo de entresaca, consiguiéndose una distribución aproximadamente equilibrada

5.5.2 Objetivo: Conservación y protección del suelo frente a riesgos erosivos y/o para la biocenosis

En cualquier caso, el objetivo productor pasa a un segundo término, apareciendo únicamente como consecuencia de los tratamientos selvícolas que se quieran llevar a cabo para fomentar la autoprotección de las masas forestales frente al riesgo de incendios o de enfermedades o ataques de insectos, para dosificar la competencia y fomentar la mejor vegetación del arbolado de una zona, o como consecuencia de liberar regeneración o provocarla en zonas donde exista una importante decrepitud de la masa forestal. Los métodos más adecuados, desde un punto de vista formal, serán el tramo móvil, en su versión ampliada, o el denominado método selvícola (se basa en la fijación de cortas “a la esperilla y espesilla”, liberando golpes de regeneración existente o provocando esta regeneración en zonas adultas y deficitarias de masas de edad joven). La fijación de zonas de reserva, que se dejan a su evolución natural será frecuente. En cualquier caso:

- la fijación de una posibilidad a priori deja de ser prioritaria; las cortas de mejora cobran especial relevancia
- la delimitación de unidades de gestión facilitará la misma, ayudando a la planificación de programas de mejora selvícola y programas de actuaciones sobre infraestructuras (como tales programas, con un calendario y un presupuesto asociados)
- las cortas serán siempre, y según las condiciones estacionales y bioclimáticas, aparte de las intrínsecas de la masa forestal, por bosquetes pequeños o como mucho medianos; alargamiento de turnos (será frecuente el turno fisiológico) y de periodos de regeneración en su caso

6 Normas y precauciones a tener en cuenta en el manejo de la especie

6.1 Amenazas potenciales sobre las masas forestales de la especie en la Región de Murcia

La principal amenaza es precisamente la ausencia de gestión técnica; paliar esta ausencia practicando una gestión con fundamentos técnicos, encaminada ésta a asegurar la correcta vegetación y, en su caso, regeneración y expansión del pino negral en su actual área de distribución en la Región de Murcia, es la mejor medida de conservación de la especie en Murcia.

Una adecuada gestión técnica, basada en los adecuados tratamientos selvícolas y culturales, como los que se propugnan en el presente documento, permitirá:

- que los sistemas forestales de pino negral vegeten en las condiciones adecuadas a la estación en la que se encuentren: dosificando la competencia, los ejemplares residuales disfrutarán de mayores oportunidades para conseguir luz, agua y nutrientes, lo que redundará en un mejor estado sanitario y, en consecuencia, una mayor capacidad resistente frente a ataques de hongos e insectos o frente a factores abióticos adversos (como puede comprobarse en comentarios posteriores)
- que los hábitat relacionados con esta especie sean identificados y, en consecuencia, puedan gestionarse de acuerdo con sus características propias, armónicamente con el pino negral, especie igualmente catalogada de interés en la Región de Murcia, y con el pino carrasco y la sabina

- que la superficie con presencia de pino negral no se vea mermada en la Región de Murcia, sino que los adecuados tratamientos de regeneración y trabajos de expansión de la especie, en estaciones donde su presencia sea posible y/o su presencia sea reliictica o se haya comprobado históricamente, favorezcan la expansión de la especie

Las principales amenazas bióticas que pueden darse sobre el pino negral son las siguientes:

Insectos que pueden desembocar en un fenómeno de plaga:

- La procesionaria del pino *Thaumtopaea pytiocampa*, defoliador, especialmente dañino en esta especie hasta el estado de latizal (diámetro normal hasta 12,5 cm), aunque no suele ser fatal para los individuos afectados. Sin embargo en combinación con otros agentes patógenos y dañinos puede debilitar o matar el árbol. En presencia de pino salgareño o laricio (*Pinus nigra* Arn.) será esta segunda especie la que sufra más los ataques de procesionaria. Un buen estado sanitario de los árboles afectados contribuye a que tengan mayor resistencia frente a este lepidóptero
- Los escolítidos *Tomicus piniperda*, *Tomicus destruens*, *Tomicus minor*, que tienen especial preferencia por los pinos debilitados; en estaciones pobres los ataques de estos escolítidos serán más frecuentes y letales que en las buenas estaciones. Cuando el ataque se produce en ramas y ramillas, el daño equivale a una poda que frena el crecimiento y debilita al individuo, no siendo afectada, en general, la guía terminal; sin embargo, cuando el ataque se produce en troncos, es siempre mortal. Son clásicos dañadores de arbolillos jóvenes aunque con cierto grosor en la corteza (latizales bajos y altos), no atacando a los repoblados, en general. En el caso de fustales gruesos, los ataques se concentran en la parte superior del tronco y ramas gruesas. El principal riesgo es el abandono de los restos de tratamientos en el monte sin tratar, especialmente en restos recientes o muy recientes. El primer toque de atención en una masa forestal es la aparición de árboles muertos aisladamente, que, caso de no intervenir a tiempo (fundamentalmente mediante el empleo de árboles cebo) puede extenderse a toda la masa.
- En edades jóvenes (repoblados hasta monte bravo) son importantes el curculiónido *Pissodes notatus* y el coleóptero *Hylobius abietis*; la mejor prevención es la retirada o destrucción de los restos de tratamientos selvícolas, especialmente los de mayor tamaño
- El escolítido *Ips acuminatus*, perforador al igual que las especies del género *Tomicus*, es otro de los principales enemigos de los pinos, y por tanto del pino negral, si bien no es una de las especies por las que siente especial predilección (el más expuesto a sus ataques es, seguramente, el pino silvestre siguiéndole el pino salgareño). Ataca tanto a árboles maduros como jóvenes, pero más frecuentemente los maduros. La intervención sanitaria debe realizarse sobre los árboles que muestran los primeros signos del ataque (suele ser por focos), que se manifiestan en las pequeñas cantidades de serrín al pie del tronco, debajo de los orificios de entrada del insecto adulto, los propios orificios con una gota de resina manifiesta en el tronco, y una palidez generalizada de las acículas de la copa que contrasta con el verdor de los pies sanos. La prevención pasa por mantener la masa en buenas condiciones de vegetación (adecuada dosificación de la competencia mediante clareos y claras) y limpieza de los restos de tratamientos o tratamiento de los mismos.
- El homóptero *Matsococcus feytaudi* o cochinilla del pino negral, de difícil determinación inicial, sin sintomatología apreciable, solo posible por especialistas. En estadios de ataque más avanzados se manifiesta como débiles exudaciones de resina, con la corteza

típicamente fracturada y escamada, amarilleamiento y caída de ramillos jóvenes, primero por las parte bajas, provocado por la presión que las larvas ejercen sobre la corteza al llenar por completo todo el espacio entre leño y corteza. La tercera fase es la exudación fuerte de resina, zonas necrosadas de la corteza de ramillos y desecación del follaje generalizada que desemboca en la muerte del árbol. Es un patógeno muy importante y peligroso, pudiendo llegar a producir daños catastróficos (como lo demuestran los graves ataques de mitad del siglo XX en las Landas y el macizo central francés, y más recientemente en el norte de las provincias de Castellón y Valencia). El debilitamiento progresivo del árbol permite la entrada de oportunistas como *Pissodes sp.*, *Tomicus sp.* y *Dioryctria sp.*, a los que se puede llegar a confundir con los detonantes de la muerte del pino. También se asocia a *Matsococcus* como vector del hongo *Cenangium ferruginosum*. La única medida adecuada por el momento es la profilaxis, y en concreto impedir el transporte de troncos con corteza infestados.

- Otros insectos que pueden producir daños al pino negral pero que son menos importantes son la evetria (*Rhyacionia bouliana* y *R. Duplana*, lepidópteros destructores de brotes jóvenes y yemas), el coleóptero *Pissodes validirostris*, perforador de piñas (aunque ataca más al pino piñonero), el lepidóptero *Dioryctria mendacella* (otro perforador de piñas). Los defoliadores *Leucaspis pini* (heminóptero), *Lymantria monacha* (lepidóptero), *Diprion pini* (lepidóptero) y *Neodiprion sertifer* (himenóptero) atacan poco o nada al pino negral.

Hongos que pueden causar grandes mortandades en el pino negral:

- *Armillaria mellea* y *Clytocibe tabescens*, hongos basidiomicetos himeniales que atacan a casi todas las plantas leñosas, extendido por todo el mundo, y muy comunes en masas densas y de repoblación. Se transmiten rápidamente por el suelo mediante cordones miceliares oscuros, con aspecto de raíz, que cuando alcanzan el tronco del árbol, por debajo de la corteza pasan a ser unas masas miceliares blanca que se expande por los tejidos vivos del árbol, destruyendo los del cuello de la raíz, siendo este el signo identificativo característico. Los árboles van muriendo por grandes corros o rodales de varias hectáreas, incluso, tanto de forma gradual como repentina, manifestándose por una pérdida de frondosidad de la copa. En estaciones secas la muerte es más rápida que en zonas de abundante agua en el suelo. El mejor tratamiento es el preventivo, cortando los árboles atacados y sacándolos del monte, y cavando una zanja de medio metro alrededor del rodal afectado, echando la tierra extraída de la zanja hacia el lado del rodal enfermo.
- La roya vesicular del pino producida por el basidiomiceto uredal *Cronartium flaccidum* puede llegar a producir grandes daños, en especial en ejemplares jóvenes, en los que produce la muerte en cortos lapsos de tiempo. El ataque se produce en la corteza del pino, penetrando el micelio en el cambium y el liber, originando deformaciones y chancros, acompañados de resinosis. En ejemplares adultos, la parte por encima del ataque termina por morir. Es especialmente peligroso en estaciones secas y pobres. El tratamiento es preventivo, fundamentalmente, cuando se forman los peridermios (saliente, redondeados, de color anaranjado), lo que permite identificar rápidamente los individuos atacados, y consiste en podas y corta de ejemplares muy atacados. Como una parte del ciclo del hongo se desarrolla sobre otras plantas complementarias (*Vincetoxicum officinale*, *Vincetoxicum nigrum*, *Paeonia arborea* y *Paeonia officinalis*) el tratamiento también podría hacerse actuando sobre estas.

- En masas jóvenes los daños que produce *Lophodermium pinastri* pueden llegar a ser importantes en el pino negral, produciendo defoliaciones intensas. El síntoma que primero destaca en pies afectados es el enrojecimiento general de las acículas y defoliación, en las que se pueden observar una serie de puntos negros (los picnidios del hongo) que asemejan líneas finas paralelas al eje de la acícula. El tratamiento consiste en recoger y quemar la pinocha o bien enterrarla con una labor de arado.
- Otros hongos de menor importancia en cuanto a sus efectos sobre los sistemas forestales de pino negral son *Fomes annosus*, que suele atacar a árboles debilitados, característicos los flujos resinosos en la parte baja del tronco y la caída general de acículas al ser golpeados y sus cuerpos de fructificación; *Cenangium ferruginosum*, que ataca sobre todo a los brotes y ramillas jóvenes, cuya sintomatología característica son los pequeños ascomas negruzcos que en gran cantidad aparecen sobre la corteza de las partes infectadas; *Melampsora pinitorqua*, que produce la torcedura de los brotes jóvenes afectados y provoca malformaciones, a largo plazo, en las masas afectadas, hongo asociado a chopos sobre los que se desarrolla una parte de su ciclo; *Diplodia pinea*, cuyo síntoma más característico es la decoloración rojiza de las acículas sin que se produzca la defoliación inmediata y los brotes periféricos más externos curvados, secos y quebradizos.

Entre las amenazas abióticas se tiene que tener en cuenta necesariamente los incendios forestales y las sequías. La defensa frente a los incendios o disminución del riesgo de los mismos pasa por la elaboración de planes comarcales de selvicultura preventiva e infraestructuras contra incendios, así como de un plan disuasorio preventivo y una política institucional de educación e información. En el caso de las sequías, habituales y recurrentes en la Región de Murcia, únicamente una selvicultura encaminada a paliar sus efectos sobre el arbolado, la máxima manifestación estructural vegetal y que mayores beneficios sobre la conservación del suelo y el fomento y desarrollo de hábitat y especies produce, es la que puede paliar sus efectos; para ello, las recomendaciones que se hacen con respecto a la selvicultura de conservación, fomento y desarrollo de pino negral en este documento pueden ser las mejores recetas.

6.2 Normas sobre cortas y tratamientos

Las siguientes normas en cuanto a las cortas (en clases de cortas, precauciones y normas de saca y épocas de cortas) y siempre sin perjuicio de las prescripciones que marque la legislación nacional y autonómica en las materias relacionadas con los aprovechamientos forestales y de protección de la naturaleza, se deberán tener en cuenta a la hora de realizar los trabajos selvícolas sobre la especie.

6.2.1 Clases de cortas de regeneración

Según lo que se ha comentado en la selvicultura según objetivos, las cortas de regeneración más recomendables para el pino negral en la noroeste de Murcia son, según las condiciones estacionales y bioclimáticas, la entresaca por bosquetes pequeños o medianos, el aclareo sucesivo y uniforme o el aclareo sucesivo por bosquetes pequeños a medianos. La diferenciación entre unos y otros tratamientos de cortas de regeneración, aparte de su secuenciación en el espacio y en el tiempo, que define el método de ordenación, desde el punto de vista de la aplicación de la selvicultura sobre el terreno es casi una cuestión de dimensiones del hueco que se quiere crear para inducir la aparición de la regeneración (o, en el caso de la entresaca, no inducirla por completo, sino desarrollar la existente).

En el caso de las cortas por **Aclareo Sucesivo** se distinguen tres fases: cortas preparatorias, que se aplican siempre antes de la ejecución de las cortas de regeneración propiamente dichas, la corta diseminatoria, y las cortas aclaratorias y final.

Las cortas preparatorias suelen hacerse antes de que los cantones entren en destino, eliminando los pies sin porvenir y mal conformados, enfermos, decrepitos y hundidos del estrato dominado. En el caso de que se haya aplicado un programa de claras, estas cortas prácticamente no se llevan a cabo, puesto que la masa dominada, muerta, dañada, mal conformada o atacada por plagas o enfermedades habrá desaparecido por completo durante los tratamientos intermedios. El objetivo principal es revalorizar la masa destinada a la corta de regeneración propiamente dicha, que es la que mayor volumen aporta y la que, en consecuencia, mayor valor económico presentará: cuanto mayor sea la calidad del arbolado destinado a esta corta, mayor precio podrá alcanzar (al menos en un mercado teórico).

Las cortas diseminatorias, las más fuertes en cuanto a intensidad, afectan al estrato dominante y codominante, que si se hubiese seguido el proceso completo del aclareo sucesivo, serían prácticamente los únicos existentes. Con estas cortas se abre a la luz el suelo, dejando los árboles semilleros, los mejor conformados, especialmente en su copa, dominantes, de mejor fuste y aspecto sanitario, para que suelten semilla al recibir una mayor insolación.

Las cortas finales o aclaratorias finales se podrán realizar o no, a juicio del gestor del monte, según el número de árboles padre que se hayan dejado, su distribución y la marcha de la regeneración. Si el eliminar los árboles semilleros supone grandes daños al repoblado, se deben dejar éstos en el monte. Cuando se realizan, se llevan a cabo, en general, una vez conseguida la regeneración. Se pueden realizar una o más cortas aclaratorias antes de la corta final, que suele llevarse a cabo una vez que la zona de corta se haya completamente transformada (por ejemplo en estado de monte bravo o latizal bajo), por lo que esa masa residual de árboles semilleros confiere a la zona de corta un aspecto de tendencia a, o directamente, masa semirregular.

Dentro de este esquema general de las cortas por aclareo sucesivo, se pueden llevar a cabo las cortas diseminatorias eliminando, aproximadamente, entre el 50% y el 60% de la masa en pie, a veces hasta un 75%, según las condiciones estacionales; las cortas aclaratorias se deberían llevarse a cabo, excepto en casos muy concretos y puntuales, siempre en varias ocasiones en la región noroeste de Murcia (cortas aclaratorias y corta aclaratoria final o corta final, en lugar de únicamente la corta final) y siempre que al realizarlas no se tengan que abrir nuevas trochas y pistas, no se dañe a los repoblados conseguidos (tanto en la corta como en el arrastre) y el volumen de corta que se vaya a obtener sea viable desde el punto de vista de la economía del aprovechamiento.

En el caso del Aclareo Sucesivo y Uniforme, las cortas recorren las unidades de gestión (cantones) en su totalidad o al menos en una buena parte de su superficie. En el caso de tramos de regeneración no muy amplios, pueden recorrer de manera uniforme incluso la totalidad del tramo. En el caso del Aclareo Sucesivo por Bosquetes, siempre una vez definidas las dimensiones de los bosquetes (según sean pequeños o medianos en el caso del negral en Murcia), se actúa despejando del arbolado grueso toda una superficie continua. En el caso de los bosquetes medianos (y más en los grandes), y según el temperamento de la especie y de las condiciones estacionales y bioclimáticas, puede ser conveniente dejar árboles semilleros como ejemplares dispersos por la superficie del bosque o golpes de arbolado. A fin de aclarar la situación, se puede consultar la siguiente tabla:

Tamaño	Superficie	Dimensiones (m)				Observaciones
		Circular (diámetro)	Cuadrado (lado)	Rectangular ^(*) (lados)		
Pequeño	<0,2 ha	50	45	60 x 30 75 x 25		No hay necesidad de dejar árboles semilleros (recomendable)
Mediano	0,2 – 0,5 ha	De 50 a 80	De 45 a 70	Desde	hasta	Golpes de arbolado que dejen recubrimiento sobre un 10 a 20% de la superficie cortada
				60 x 30 75 x 25	125 x 40 100 x 50	
Grande	>0,5 ha (hasta 1,2 ha)	Desde 80 hasta 120	Desde 70 hasta 110	Desde	hasta	Golpes y árboles diseminados, cubriendo un 10 a 20% de la superficie; árboles diseminados solo si no hay grandes riesgos de derribos por viento
				125 x 40 100 x 50 80 x 65	90 x 130 80 x 150 75 x 160	

(*) Obviamente, los bosquetes de forma sensiblemente rectangular se orientan con el lado mayor según curvas de nivel

Los bosquetes en la corta por Aclareo Sucesivo, se siguen realizando dentro de la unidad de gestión en forma de mancha aceite, a partir de bosquetes ya regenerados, expandiendo éstos de manera centrífuga, o bien ejecutando bosquetes adyacentes contiguos a los conseguidos. A veces se inician en varias zonas de los cantones, llegando a tocarse actuando por los dos sistemas. En esta expansión siempre se tiene en cuenta la posibilidad de derribos por viento; cuando ésta existe, los bosquetes pasan a ser fajas orientadas en la dirección de los vientos dominantes y de una anchura igual o superior a la altura dominante de la masa adyacente. Esta misma opción se puede tener en cuenta en el caso de fisiografías variadas, con fuertes pendientes.

Las cortas de **entresaca por bosquetes** se asemejan a las descritas en el Aclareo Sucesivo por Bosquetes; la diferencia estriba en el número de bosquetes que se van abriendo en cada unidad dasocrática y el plazo de su apertura y contigüidad. Así como con el Aclareo Sucesivo se quieren conseguir en la unidad de gestión masas regulares o semirregulares (según el método de ordenación), el plazo para recorrer toda la superficie del cantón será igual a un periodo de regeneración (tramo único) o un máximo de dos (tramo móvil). Este plazo no existe en el caso de la entresaca por bosquetes. Además, conforme se avanza en el tiempo en la ejecución de las cortas por Aclareo Sucesivo por Bosquetes, o bien se va buscando la contigüidad en las cortas o bien se van extendiendo éstas en mancha de aceite a partir de bosquetes anteriores; en la entresaca por bosquetes no se va buscando esta contigüidad necesariamente.

Por último, en un esquema ordenado de gestión de un monte, debe tenerse presente que la posibilidad anual de cada cuartel se comenzará a ejecutar siempre por las cortas de policía sobre el arbolado seco (que vaya muriendo a partir del inventario realizado para su correspondiente Proyecto), descontando este volumen de la posibilidad de mejora del cuartel, si la tuviere, o de la posibilidad de regeneración en otro caso. Las cortas de policía de prevención de enfermedades y plagas son siempre prioritarias y, por supuesto, descontables de la posibilidad, al haberse considerado en su momento incluidas en las existencias inventariables.

6.2.2 Normas o recomendaciones sobre ejecución de cortas de regeneración

Además de lo expuesto anteriormente se tendrán en cuenta las siguientes premisas:

1.- Se tendrá especial cuidado a la hora de ejecutar las cortas sobre la especie objeto de este Plan para no dañar al resto de la vegetación acompañante, pero si se produjeran daños

inevitables sobre ésta, se deberían sanear los ejemplares afectados, pudiéndose realizar entonces cortas sobre otras especies diferentes.

2.- En los bordes de las pistas y caminos, es recomendable, en las cortas por aclareo sucesivo, dejar una franja de arbolado sin cortar, a fin de limitar el impacto paisajístico y prevenir daños por erosión (siempre en bordes de pistas es donde tiene ésta mayor riesgo), disminuyendo el número de pies que quedan en pie paulatinamente conforme se vaya avanzando hacia el interior del monte. Esta franja de arbolado no tiene que ser continua ni uniforme, sino que tendrá bordes quebrados hacia el centro de la corta y rupturas que permitan el paso hacia el interior de la misma. Dado que es en los bordes de pistas donde se suelen iniciar los incendios forestales, este tipo de actuación debe combinarse con tratamientos de selvicultura preventiva de defensa contra incendios, en ausencia de una planificación superior de este tipo.

3.- Se procederá de forma similar en los bordes de los arroyos con el fin de:

- mantenimiento de una sujeción de las orillas y caídas de los arroyos, como lucha contra la posible erosión; al mismo tiempo se previene el acúmulo de elementos finos en el cauce, procedentes de laderas;
- mantenimiento de sombras en el cauce, para reducir su temperatura y aumentar en consecuencia el contenido en oxígeno en el agua en las épocas más críticas;
- mantenimiento del aporte de nutrientes al cauce con la caída de restos del arbolado;
- evitar daños a la vegetación riparia, donde se concentra una gran diversidad de especies, que son fuente de alimento (frutos) en épocas adversas para la alimentación de la fauna, además de ser líneas de ruptura en la homogeneidad del paisaje, con su importancia para la diversidad y estabilidad de los sistemas forestales;
- evitar la retirada de restos de madera que puedan caer al cauce, importantes desde el punto de vista de aporte de nutrientes al mismo, de freno a la erosión longitudinal y de creación de remansos en el curso del agua, donde se dan los mayores acúmulos de vida.

4.- En las cortas de regeneración (diseminatorias en el aclareo sucesivo) debería fijarse, en cada caso concreto y según el modelo de gestión particular definido, en su caso, en el documento de planificación correspondiente de la unidad de gestión (finca o monte) de que se trate, un diámetro máximo de cortabilidad, por encima del cual se deberán respetar los ejemplares que existieran, o al menos, fijar un número mínimo de estos árboles a dejar en pie por hectárea, como legados de rotaciones anteriores y ejemplares monumentales; además siempre se debe procurar dejar algo de la masa inicial en pie; esto supone que se deberán dejar una cierta proporción de los pies de mayores dimensiones sin cortar de entre los de diámetros inferiores al de cortabilidad (mantenimiento de legados de rotaciones anteriores, fijación del terreno frente a erosión, mantenimiento de la fertilidad), y algunos bosquetes o golpes de arbolado. También se deberían dejar los ejemplares y pequeños rodales de otras especies presentes en las unidades selvícolas. Esta masa debe dejarse lo suficientemente dispersa por la superficie del cantón como para que no suponga una traba a la consolidación y desarrollo de la regeneración en determinadas áreas (por estar concentrada), y de tal forma que el cantón se pueda regenerar satisfactoriamente en toda su superficie.

5.- Se deben dejar siempre algunos árboles muertos en pie y algún árbol muerto derribado en la zona de corta (mantenimiento de legados de rotaciones anteriores, refugio para la fauna), siempre y cuando no constituyan un riesgo para la estabilidad de las masas forestales. En la medida de lo posible se procurará que sean de diferentes especies. La literatura de referencia sobre este tema es muy abundante y variada; un número razonable de árboles a mantener podría ser por encima de los 3 árboles muertos en pie por hectárea. Se procurará que estos

árboles sean de dimensiones variadas, pero siempre que sean superiores a los 20 cm de diámetro normal. Será especialmente interesante que siempre haya alguno que sea de grandes dimensiones (de diámetro superior a los 35 cm). Se seguirá especialmente esta norma en las zonas que se identificaron como de mayor biodiversidad y/o de importancia para la fauna.

6.- Las leñas y restos de corta se procederá, preferentemente, a realizar su reunión. En aquellos montes, fincas o zonas en los que la caracterización bioclimática haya sugerido la posibilidad de acordonar los restos de tratamientos por curvas de nivel, se valorará esta actuación sopesándola frente al riesgo de incendios forestales, el tránsito de animales y personas y especialmente frente a la posibilidad de que se originen plagas de insectos perforadores.

7.- Las cortas se realizarán, cuando ello sea posible, durante la época de paralización de la savia. Se procurará cortar en la época de menor perturbación para la fauna, en tiempo seco y con maquinaria ligera, tratando de aprovechar las trochas y los trazados de pistas existentes, repasando las estructuras viarias y realizando un adecuado mantenimiento de las mismas.

8.- En el caso de las cortas por aclareo sucesivo, las cortas deben ser de la mayor extensión posible, sin que suponga un riesgo para la estabilidad de los terrenos y procurando minimizar los impactos paisajísticos negativos, ya que suponen una mayor economía y un menor daño al resto del monte (menor atomización del paisaje, menor perturbación para la fauna). La minimización de los impactos paisajísticos se logrará teniendo en cuenta la fragilidad visual de la zona de cortas y procurando suavizar los bordes de la corta (realización de las cortas de forma gradual de los bordes al centro del área de corta, dejando líneas curvas del límite de la corta y no rectas, dejando árboles o bosquetes sin cortar,...).

9.- En las zonas altas de las laderas, zonas de pendiente más fuerte o cambios de pendiente en laderas y zonas de pedregosidad superficial o elevada rocosidad los señalamientos en las cortas diseminatorias del aclareo sucesivo serán más prudentes que en zonas donde no se den alguna de estas condiciones, no alcanzándose el 50 % de la masa en el señalamiento en las cortas diseminatorias.

10.- Se deberá contemplar la poda en pie de arbolado destinado a su corta que se encuentre en zonas de pimpolladas conseguidas, para evitar daños sobre estas.

11.- Se debe cuidar especialmente la dirección de caída en el apeo del arbolado, para evitar daños en la vegetación de los alrededores y, especialmente a la posible regeneración existente en la zona de corta, así como para evitar daños al árbol que se está cortando.

12.- La altura del tocón nunca superará la altura de 10 cm medida aguas arriba de la pendiente.

13.- Los árboles en los que se sepa que hay, o se distingan, nidos de aves catalogadas, en ocupación o recientemente ocupados, se dejarán sin cortar, salvo que a criterio del gestor y siempre de manera justificada documentalmente, tengan que cortarse por muy poderosas razones selvícolas o de regeneración de la masa. En cualquier caso, sería recomendable dejar sin cortar los árboles en un radio de 10 m alrededor del nido.

14.- En lugares de gran pendiente (entre 35% y 55%) o de elevada pedregosidad superficial (por encima de la clase 2 de la calificación de FAO, 1977¹³) o bien en zonas frágiles desde el

¹³ FAO, 1977. *Guía para la descripción de perfiles de suelos*. Roma.

punto de vista de conservación de flora y suelo o en zonas de importancia como hábitat de especies animales donde esté permitido y previsto el aprovechamiento maderero, y siempre que fuera posible económicamente y logísticamente, se debería realizar el arrastre de la madera con el concurso de caballerías, con la prohibición del uso del tractor forestal, salvo en las zonas aledañas a las señaladas, en que se podrían utilizar los cables de éstos para el arrastre de la madera.

6.2.3 Normas o recomendaciones sobre saca de madera y utilización de maquinaria

1.- Debería estar estrictamente prohibida la saca y arrastre por cauces de ríos y arroyos, aún cuando estén secos.

2.- En los arrastres de madera y transporte de madera, se deberá realizar el mínimo número de cruces de cauces de ríos y arroyos, aún estando secos, y cuando se tenga que hacer se deberá realizar por vados.

3.- Una vez finalizado el aprovechamiento en una zona, el adjudicatario del mismo debería realizar cortes en los arrastraderos; así mismo, el adjudicatario estará obligado a repasar con la pala del skidder o con bulldozer o motoniveladora las pistas y caminos utilizados, incluido el repaso y limpieza de cunetas de los mismos, si existieran antes del aprovechamiento.

4.- En la reunión de trozas, se evitarán los abanicos de troncos en el arrastre.

5.- Los arrastres nunca se llevarán a cabo en trozas de más de 12 metros de longitud.

7.- La anchura del arrastre total en un tractor forestal nunca será mayor que el punto más estrecho del arrastradero que se esté utilizando, para evitar daños al arbolado en la trocha de arrastre. Cuando en una trocha de arrastre se puedan producir daños a los árboles en pie de las zonas aledañas, se protegerán éstos convenientemente para evitar los mismos.

8.- Queda expresamente prohibido el arrastre de trozas con “pitones” (muñones de ramas en trozas mal desramadas, al no realizar la corta de las mismas a ras del fuste).

6.2.4 Época de cortas.

Se deberán realizar en las épocas más favorables para que la regeneración sea lo más efectiva posible. Dado que la diseminación del pino negral se produce entre el final del verano y comienzos del otoño, al comienzo de esta última estación es cuando se deberían llevar a cabo las cortas.

Por otra parte, las cortas se deberán realizar en épocas en las que los posibles daños a los componentes de los sistemas forestales sean lo más bajo posible. Así, las cortas se deberán llevar a cabo fuera de las siguientes épocas:

- épocas de celo, apareamiento y cría de las principales especies cinegéticas;

- épocas de nidificación de las principales aves catalogadas como vulnerables por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y el Catálogo de Especies de Fauna de la Región de Murcia;

- época de lluvia, por el daño que se puede ocasionar al terreno;

- inicios del periodo vegetativo, en la época de rebrote, por el daño que se puede originar al repoblado surgiente.

Tratando de armonizar todos los condicionantes anteriores, la mejor época del año, esto es, la época en que se producen menores perturbaciones en el medio y en la biocenosis será desde principios del otoño hasta principios del invierno.

En cuanto a la saca, podrá demorarse hasta un máximo de 15 días a contar a partir del momento de su ejecución, aunque se procurará que sea simultánea al aprovechamiento. Esta demora se entenderá en el caso de que no exista riesgo de plaga de insectos perforadores u otros en la zona de corta y/o de apilado de madera.

7 Divulgación y formación: Contenido orientativo de un posible Manual de Manejo para propietarios Forestales. Herramientas de gestión que podrían ponerse a disposición de los propietarios particulares.

El fomento de las masas de pino negral en la Región de Murcia, así como su conservación, que como se ha mencionado reiteradamente en el presente Plan, pasa necesariamente por una correcta gestión con fundamento técnico de las mismas, tanto en su aprovechamiento con fines productores, como para su mantenimiento en condiciones estacionales desfavorables. Como buena parte de las masas forestales de pino negral son de dominio particular, sería conveniente por parte de la Administración Forestal de la Región de Murcia el dotar a los propietarios particulares de la información, apoyo y herramientas de gestión necesarias que apoyen esta directriz.

Una buena herramienta de gestión sería un Manual de Manejo del Pino negral, cuyo contenido orientativo puede ser el siguiente:

- Estación en la que se da el pino negral: características ecológicas y bioclimáticas
- Características del pino negral: descripción de la especie, dimensiones y longevidades; ligeras nociones de autoecología de la especie
- Gestión selvícola del pino negral:
 - o Nociones para realizar un inventario por parte de los propietarios: toma de datos, proceso de datos; formato de estadillos para la toma de datos y para el proceso
 - o Toma de decisiones en función de los resultados del inventario: cálculo de tratamientos
 - o Condiciones para el aprovechamiento del pino negral, de acuerdo con las prescripciones y recomendaciones establecidas en el punto 6.2 de este Plan
 - o Condiciones para la reforestación de terrenos desarbolados relictos de pino negral: condiciones de los terrenos y forma de realizar la plantación
- Solicitud de subvenciones y ayudas; procedimiento y pasos a seguir, formatos, lugares de presentación de instancias

La Administración Forestal de la Región de Murcia podría poner a disposición de los propietarios particulares de montes de pino negral aparatos de medición de masas forestales,

impartiendo cursos rápidos y sencillos para enseñar su manejo (forcípulas, hipsómetros, relascopios....).

Igualmente, una labor conveniente por parte de la Administración Forestal será la puesta a disposición de los propietarios particulares de una aplicación informática de gestión de bases de datos de inventario, planificación y gestión forestal, que facilitara la realización de inventarios y la plasmación de una planificación en bases de datos, lo que, a su vez, facilitara el seguimiento de la gestión que se realizara en predios privados, tanto para el propietario como para la misma Administración.

8 Anexos

8.1 Parámetros ecológicos elaborados en el estudio del hábitat de *Pinus pinaster* Ait.

Los parámetros ecológicos que se elaboraron en el estudio de Gandullo y Sánchez Palomares (1994) (op. cit.) a partir de los datos del biotopo son los siguientes:

ALT: Altitud, en metros del centro de cada parcela estudiada

PND: Pendiente, expresada en tanto por ciento, de la parcela

INS: Insolación, elaborado en función de la pendiente y orientación del terreno según la metodología de Gandullo¹⁴ (1974).

PI: Precipitación de invierno, en mm, correspondiente a la suma de las precipitaciones de los meses de diciembre, enero y febrero

PP: Precipitación de primavera, en mm, correspondiente a la suma de las precipitaciones de los meses de marzo, abril y mayo

PV: Precipitación de verano, en mm, correspondiente a la suma de las precipitaciones de los meses de junio, julio y agosto

PO: Precipitación de otoño, en mm, correspondiente a la suma de las precipitaciones de los meses de septiembre, octubre y noviembre

PT: Precipitación anual, en mm, correspondiente a la suma de las precipitaciones de todos los meses del año

TA: Temperatura media anual, como media aritmética de las doce temperaturas medias mensuales, en °C

TMC: temperatura media del mes más cálido, en °C

TMF: temperatura media del mes más frío, en °C

OSC: Oscilación térmica, como diferencia entre TMC y TMF

ETP: Evapotranspiración potencial anual, como suma de las doce evapotranspiraciones mensuales, obtenidas por el método de Thornhwaite¹⁵ (1948), como evaluador de la eficacia térmica del clima

SUP: Suma de superávits o suma de las diferencias entre precipitación y evapotranspiración mensuales en todos aquellos meses en los que la precipitación supera a la evapotranspiración.

¹⁴ Gandullo, J.M. (1974) Ensayo de evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y la pendiente del terreno. *Anales I.N.I.A. Serie Recursos Naturales, I*. Madrid.

¹⁵ Thornhwaite, C.W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*. 55-94

Gandullo, J.M. (1985). *Ecología vegetal*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.

Evalúa el agua que sobra en los meses húmedos (según este concepto) y que queda en el suelo, incrementando sus reservas, o que drena a profundidad

DEF: Suma de déficits o suma de las diferencias entre evapotranspiración y precipitación mensuales en todos aquellos meses en los que la evapotranspiración supera a la precipitación. Evalúa el déficit de agua climática de la estación que puede ser compensado, más o menos parcialmente, por el agua que haya quedado en el suelo en los meses de superavit.

IH: índice hídrico anual, indicador de síntesis de SUP, DEF y ETP a través de la fórmula:

$$IH = \frac{100 \cdot SUP - 60 \cdot DEF}{ETP}$$

Los parámetros SUP, DEF e IH se deben a Thornthwaite¹⁶ (1957)

DSQ: Duración de la sequía, expresado en número de meses en los que la línea de temperaturas está por encima de la línea de precipitaciones en el diagrama ombrotérmico de Gaussen (representación de temperaturas y precipitaciones en las que en el eje de abscisas se encuentran los meses, en el eje de ordenadas de la izquierda las precipitaciones y en el eje de ordenadas de la derecha las temperaturas, tales que sus escalas respectivas son una unidad de temperaturas equivale al doble de la precipitación del mes)

ISQ: Intensidad de la sequía, cociente entre el área seca y el área húmeda en el diagrama ombrotérmico de Gaussen, definiendo como área seca la superficie limitada por la línea de temperaturas medias y precipitaciones cuando la de temperaturas está por encima de la de precipitaciones, y área húmeda a la contraria. Tanto DSQ como ISQ son parámetros definidos por Walter y Lieth¹⁷ (1960)

TF: Tierra fina, media ponderada por espesor de horizonte de los porcentajes de partículas de diámetro inferior a los 2 mm en el perfil del suelo natural

ARE: Arena, media ponderada por espesor de horizonte de los porcentajes de partículas de diámetro comprendido entre 2 mm y 50 micras en la tierra fina mineral

LIM: Limo, media ponderada por espesor de horizonte de los porcentajes de partículas de diámetro comprendido entre 50 micras y 2 micras en la tierra fina mineral

ARC: Arcilla, media ponderada por espesor de horizonte de los porcentajes de partículas de diámetro inferior a 2 mm en la tierra fina mineral

PER: Permeabilidad, media ponderada por espesor de horizonte de la permeabilidad de cada uno de ellos, en función de los valores de los coeficientes CCC y CIL (Gandullo¹⁸, 1985)

HE: Humedad equivalente, media ponderada por espesor de horizonte de la humedad equivalente de cada uno de ellos, en función del porcentaje de materia orgánica, arcilla y

¹⁶ Thornthwaite, C.W. (1957). *Instructions and tables for Computing Potential Evapotranspiration and the water balances*. Centerton. New Jersey.

¹⁷ Walter, H. y Lieth, H. (1960) *Klimadiagramm Weltatlas*. Veb Gustav Fischer. Jena

¹⁸ Gandullo, J.M. (1985). *Ecología vegetal*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.

limo, de acuerdo con la fórmula $HE = 4,6 + 0,43 \cdot ARC + 0,25 \cdot LIM + 1,22 \cdot MO$ (Sánchez Palomares y Blanco¹⁹, 1985)

CRA: Capacidad de retención de agua, suma de las capacidades de retención de agua de los distintos horizontes, en función de la pendiente de la parcela, de su humedad equivalente, del porcentaje de elementos gruesos y de la permeabilidad comparada entre cada horizonte y el inmediato inferior (Gandullo, 1985)

MO: Materia orgánica, media ponderada por espesor de horizonte del porcentaje de materia orgánica de cada horizonte según el espesor y la profundidad de los mismos, de acuerdo con el criterio de Russel y Moore (1968)

PHA: media ponderada del pH en agua de cada horizonte, de acuerdo con el criterio de Russel y Moore.

CI: Carbonatos inactivos, media ponderada por espesor de horizonte del porcentaje de carbonatos inactivos con el criterio de Russel y Moore (1968)

CA: Carbonatos activos, media ponderada por espesor de horizonte del porcentaje de carbonatos activos con el criterio de Russel y Moore (1968)

ETRM: evapotranspiración real máxima posible en el conjunto del año

SF: Sequía Fisiológica en el conjunto del año

DRJ: Drenaje calculado, como evaluación del agua que escurre el terreno, bien superficialmente bien en vertical hacia profundidades extraedafológicas

Estos tres últimos parámetros se calcularon introduciendo el parámetro CRA en el cálculo de una ficha hídrica, determinando las variaciones de la reserva de agua a lo largo de los distintos meses del año, en función de la CRA, y de los valores de precipitación y evapotranspiración potencial (Thorthwaite, 1957; Gandullo, 1985).

Según estos parámetros, las estaciones pueden calificarse de las siguientes maneras (en los cuadros siguientes, M, UI, US, tienen el mismo significado que en el texto principal: valor Medio del parámetro, Umbral Inferior y Umbral Superior):

Precipitación estacional	Precipitación anual	Clima
<50 mm	<200 mm	desértico
50 - 100 mm	200 - 400 mm	muy seco
100 - 150 mm	400 - 600 mm	seco
150 - 200 mm	600 - 800 mm	subhúmedo
200 - 300 mm	800 - 1200 mm	húmedo
>300 mm	>1200 mm	muy húmedo

TA			TMC		TMF			
M	UI	CLIMA	M	CLIMA	M	UI	US	CLIMA
<9,5°C	<8°C	Frío	<19°C	verano tibio	<1°C	<0°C	<4°C	Invierno muy frío
9, 5°C - 11,5°C	8°C - 9,5°C	Templado - frío	19°C - 23°C	verano caluroso	1°C - 5°C	0°C - 3°C	4°C - 8°C	Frío
11,5°C - 13,5°C	9, 5°C - 11°C	Templado	>23 °C	verano muy caluroso	5°C - 9°C	3°C - 6°C	8°C - 12°C	Fresco
>13,5°C	>11°C	Templado - cálido			>9°C	>6°C	>12°C	Templado

¹⁹ Sanchez Palomares, O. y Blanco, A. (1985) Un modelo de estimación del equivalente de humedad de los suelos. *Montes*, 4: 26-30. Madrid.

OSC		ETP			
M	CLIMA	M	UI	US	CLIMA
<13°C	Oceánico	<600	<550	<700	Micromesotérmico
13°C - 15°C	Suboceánico	600-700	550 - 650	700 - 800	Mesotérmico
15°C - 17°C	Continental	>700	>650	>800	Megamesotérmico
>17°C	Mediterráneo				

SUP				DEF			
M	UI	US	CLIMA	M	UI	US	CLIMA
<200	<100	<300	Asuperante	150	<50	>250	Adeficitario
200-300	100 - 150	300 - 550	Oligosuperante	150 - 200	50 -150	250 - 350	Oligodeficitario
300-600	150 - 300	550 - 1000	Mesosuperante	250 - 350	150 - 250	350 - 500	Mesodeficitario
>600	>300	>1000	Hipersuperante	> 350	>200	>500	Hiperdeficitario

IH				DSQ				ISQ		
M	UI	US	CLIMA	M	UI	US	CLIMA	M	US	CLIMA
<0	< -15	> 20	Hiperxérico	< 1 mes	nula	> 2 meses	Sequía nula	<0,02	<0,05	Sequía nula
0 - 20	-15 - 5	20 - 80	Mesoxérico	1 a 2 meses	< 1 mes	2 a 3 meses	Subsequía	0,02 - 0,2	0,05 - 0,4	Sequía poco intensa
20 - 60	5 - 15	80 - 100	Oligoxérico	2 a 2,5 meses	1 a 2 meses	2 a 3 meses	Sequía corta	>0,2	>0,4	Sequía intensa
>60	>20	>100	Axérico	2,5 a 4 meses	1 a 2 meses	3 a 6 meses	Sequía larga			
				< 4 meses	> 2 meses	> 6 meses	Sequía muy larga			

MO		PHA		CI	
M	SUELO	M	SUELO	M	SUELO
2	Muy poco húmíferos	4,5 - 5,5	Fuertemente ácidos	0	Silíceo
2 - 5	Poco húmíferos	5,5 - 6,5	Moderadamente ácidos	<50	Calco - silíceo
5 - 7,5	Húmíferos	6,5 - 7,5	Neutros	>50	Calizo
>7,5	Muy húmíferos	7,5 - 8,5	Moderadamente básicos		
		>8,5	Fuertemente básicos		

CA	
M	SUELO
0	Silíceo o calizo descarbonatado
0 - 20	Calizo bastante descarbonatado
20 - 40	Calizo algo descarbonatado
>40	Calizo muy poco descarbonatado

ETRM			SF		
M	UI	CLASE	M	US	CLASE
> 625	>550	PPP Muy elevada	<100		Sin stress
550 - 600	>450	PPP elevada	>100	<200	Stress moderado
425 - 500	>300	PPP escasa	>200	<400	Stress acusado
<400	<300	PPP muy escasa	>400		Stress muy acusado

PPP: Productividad Potencial Primaria

8.2 Tablas de calidad de la estación para *Pinus pinaster* Ait. empleadas en la definición de las estaciones ecológicas de los pinos españoles

En el citado estudio de Gandullo y Sánchez Palomares (1994) se proporcionan las siguientes tablas de calidad para el arbolado de pino negral, expresadas como altura dominante (en m) a

una determinada edad. Se elaboraron específicamente para este trabajo siguiendo la metodología de Pita²⁰ (1964).

Edad (años)	Clase de Calidad				
	I (m)	II (m)	III (m)	IV (m)	V (m)
20	7,9	6,7	5,5	4,3	3,1
30	12,4	10,6	8,7	6,9	5,1
40	16,5	14,0	11,4	8,9	6,4
50	19,2	16,3	13,4	10,5	7,6
60	21,0	17,8	14,6	11,5	8,3
70	22,3	18,9	15,5	12,1	8,7
80	23,0	19,5	16,0	12,5	9,0

8.3 Interpretación de los Diagramas Bioclimáticos de Montero de Burgos y González Rebollar. Coeficientes bioclimáticos. Datos climáticos. Diagramas bioclimáticos

8.3.1 Introducción.

El cálculo de los diagramas bioclimáticos de Montero de Burgos y González Rebollar (en adelante, DBC) proporcionan una relación ponderada de la respuesta de la vegetación a las características bioclimáticas de la estación para la que se calculan los DBC.

Esta respuesta de la vegetación se mide mediante parámetros termopluviométricos, matizados por los condicionantes teóricos de capacidad de retención de agua (CR) y de escorrentía (W) que las variaciones de la fisiografía y la vegetación puedan sugerir.

Los parámetros termopluviométricos utilizados en el método de cálculo de los DBC está representados por la distribución mensual de precipitaciones, de las temperaturas medias, y la evapotranspiración potencial (ETP) que representa el óptimo de la relación termopluviométrica para la actividad vegetativa (para un tipo de vegetación, en una estación específica).

Las necesidades hídricas que puede satisfacer una estación determinada las fija su ETP, tomando como límite y referencia la evapotranspiración residual, que representa el mínimo de actividad vegetativa a savia parada, por debajo de la cual el vegetal se puede marchitar o incluso morir, y por encima, comienza el crecimiento conspicuo.

8.3.2 Constantes e intensidades calculados en el Diagrama bioclimático

A continuación, se ofrece un pequeño resumen del significado de las constantes e índices diagramáticos:

- **Intensidad Bioclimática Potencial (IBP)**, constante que mide la capacidad del clima de producir biomasa sin restricciones hídricas, es decir, cuando no existen limitaciones en las disponibilidades hídricas. El ejemplo más claro es la producción vegetal en regadío. Es una medida de la actividad vegetativa máxima, potencial.

- **Intensidad Bioclimática Fría (IBF)**, constante que mide la intensidad del parán de la actividad vegetativa debido al frío, y establece el límite térmico para el desarrollo o

²⁰ Pita Carpenter, P.A. (1964). La calidad de estación de las masas de *P. sylvestris* de la Península Ibérica. *Anales I.F.I.E.*. Madrid.

crecimiento de la planta, ya que cuando la media de la temperatura mensual desciende por debajo de los 7,5°C, no se experimenta desarrollo o crecimiento sensible de los vegetales.

- **Intensidad Bioclimática Real (IBR)**, este índice mide o expresa la capacidad de producir biomasa en un cultivo herbáceo en secano, y está determinada por las limitaciones en las disponibilidades hídricas que realmente proporciona la estación. Establece la misma capacidad que la IBP, pero considerando las limitaciones hídricas; su diferencia con la IBP está valorada por la ISS (Intensidad Bioclimática de la Subsequía)

- **Intensidad Bioclimática Seca (IBS)**, índice que mide la intensidad de la sequía como parón vegetativo producido por el estrés hídrico, por la falta de disponibilidad hídrica. La actividad vegetativa está parada debido a la falta de humedad para las plantas, cuando la disponibilidad de agua para las plantas es incluso inferior a la evapotranspiración residual .

- **Intensidad Bioclimática Libre (IBL)**, es el índice que mide o representa la productividad forestal potencial. Mide la actividad vegetativa de las masas forestales sin contar con el periodo de recuperación fisiológica que estas masas experimentan después de la sequía. Ese periodo de recuperación provoca que el rendimiento en producción de biomasa sea menor y el crecimiento de estas masas se manifieste más tarde.

- **Intensidad Bioclimática Condicionada (IBC)**, índice que mide la intensidad del parón vegetativo en las masas forestales que se experimenta durante el citado periodo de recuperación fisiológico tras la sequía. Por tanto, coincide con la diferencia entre la IBR y la IBL: $IBC = IBR - IBL$.

- **CRT (Capacidad de Retención Típica)** es una constante del DBC para una estación dada que representa la máxima capacidad de retención climática de agua a partir de la cual, incrementando la CR del DBC, no se obtiene variación alguna en las intensidades bioclimáticas del diagrama

8.3.3 Diagramas bioclimáticos para la estación de pino negral en la Región de Murcia: hipótesis diagramáticas

Para cada uno de los puntos considerados sobre la superficie de distribución del pino negral en la Región de Murcia, se han elaborado los diagramas bioclimáticos bajo siete supuestos:

- 1.- Capacidad de Retención (CR): 100 mm.
Coeficiente de escorrentía (W): 15 %.
- 2.- Capacidad de Retención (CR): 150 mm.
Coeficiente de escorrentía (W): 0 %.
- 3.- Capacidad de Retención (CR): 0 mm.
Coeficiente de escorrentía (W): 30 %.
- 4.- Capacidad de Retención (CR): 100 mm.
Coeficiente de escorrentía (W): 0 %.

El primer caso es el que se ha considerado como el caso más representativo de las zonas en las que se encuentran masas de pino negral: suelos con cierto desarrollo de perfil (que permiten alcanzar una CR de 100 mm) en pendiente en la que se da una escorrentía moderada,

del 15%, debido a que tanto el dosel de copas como la existencia de sotobosque frenarán la velocidad del agua que escurre, permitiendo una notable infiltración a pesar de la pendiente.

El segundo caso se corresponde con una situación ideal de muy elevada capacidad de transferencia de agua en el suelo de un mes para otro en suelo llano, donde todo el agua que cae en las precipitaciones se infiltra sin escurrir nada; incluso representa zonas con escorrentías negativas. Será la mejor de las situaciones posibles, en donde suelo y fisiografía se combinan para proporcionar la mejor estación para la vegetación que se encuentre sobre ellas. Es un caso ideal porque la mayor parte de estos terrenos estarán dedicados al cultivo agrícola desde tiempo inmemorial, pero sirve para tener una referencia de la situación óptima y del máximo aprovechamiento climático en la producción forestal.

El tercer caso es el contrario al anterior: suelos con apenas ninguna capacidad de transferencia de humedad edáfica para el mes siguiente (CR=0 mm), y situados en ladera poco revestida de vegetación, donde parte del agua de las precipitaciones se pierde por escorrentía (W=30%).

El último caso se refiere a un suelo con una buena capacidad de retención de agua en el suelo (100 mm) y sin escorrentía (W=0%).

8.3.4 Coeficientes calculados a partir de las índices bioclimáticos

A partir de los valores de las intensidades bioclimáticas de las siete situaciones descritas se pueden calcular una serie de coeficientes, en función de los valores relativos de una situación determinada con respecto a otra.

Así, se calculan los siguientes coeficientes que estiman la potencialidad o la aptitud de la estación considerada para responder a las diversas actuaciones que se pueden llevar cabo. Estos coeficientes son:

- Recorrido máximo de la estación: cociente entre la máxima intensidad bioclimática libre de una estación (correspondiente a la mejor situación posible: CR=150 mm y W=0%, ó IBL_{max}) y la peor situación de cada punto de los considerados para la zona del pino negral (que, como ya se ha dicho, se ha considerado CR=0 mm y W=0%, y cuya IBL se denomina en el coeficiente IBL_{min}), con respecto a esta situación actual; es decir:

$$R_{max} = \frac{IBL_{max} - IBL_{min}}{IBL_{min}}$$

Este coeficiente pretende medir la mejora de la productividad potencial forestal (en tanto por uno) que se ha de producir en una estación para llegar a la vegetación potencial desde la situación hipotéticamente peor de aquella. Por tanto, mide el esfuerzo que hay que realizar para llegar a la citada vegetación potencial desde la peor de las situaciones. Pretende medir el esfuerzo máximo que habría que realizar en una estación para restaurar un sistema forestal completamente degradado. Con respecto a este recorrido, el siguiente coeficiente puede medir en qué nivel se encuentra el sistema forestal con vistas a su mejora.

- Recorrido real de la estación: cociente entre la máxima intensidad bioclimática libre de una estación (correspondiente a la mejor situación posible: CR=150 mm y W=0%, ó IBL_{max}) y la situación actual de cada punto de los considerados para la zona del pino negral (que, como ya se ha dicho, se ha considerado CR=100 mm y W=15%, y cuya IBL se denomina en el coeficiente IBL_0), con respecto a esta situación actual; es decir:

$$R_r = \frac{IBL_{\max} - IBL_0}{IBL_0}$$

Este coeficiente pretende medir la mejora de la productividad potencial forestal (en tanto por uno) que se ha de producir en una estación para llegar a la vegetación potencial desde la situación actual o real de aquella. Por tanto, mide el esfuerzo que hay que realizar para llegar a la citada vegetación potencial desde la situación actual. Si en la situación actual se está en un tanto por ciento muy alejado de la situación óptima (valores de R_r bajos), pequeñas actuaciones proporcionarán mejoras inmediatas notorias (cualquier actuación por pequeña que sea se manifestará de manera inmediata en una mejora de la IBL y por tanto de la capacidad de producción de biomasa de la estación). Por el contrario, situaciones próximas al óptimo (por ejemplo, valores por encima del 70% de este coeficiente), supondrán que las inversiones que se realicen para mejorar la situación actual no supondrán una mejora evidente inmediata y notoria de la situación actual, ya cercana al óptimo.

- Capacidad de respuesta a la restauración hidrológico forestal: relación entre la intensidad bioclimática libre con escorrentía nula (es decir, con la misma retención de agua actual, que se ha considerado 100 mm, pero disminuyendo la escorrentía del 15% a 0%, esta IBL se denomina IBL_{corr}) y la actual (IBL_0), con respecto a la actual; es decir:

$$C_{hf} = \frac{IBL_{\text{cor}} - IBL_0}{IBL_0}$$

Este coeficiente indica la mejora que se puede dar en la productividad forestal potencial al corregir en cada punto la escorrentía superficial actual, y por tanto la capacidad de respuesta de la estación a la restauración hidrológico forestal. En el caso de la distribución del pino negral en el noroeste de Murcia se ha calculado para cada una de las situaciones ($W=15\%$) mejorando la escorrentía de una sola vez (de 15% a 0%). Este caso es de muy fácil interpretación en el caso de los trabajos a realizar en una repoblación forestal, ya que es el tipo de actuación que debe hacerse sobre la pendiente del suelo: realización de terrazas (disminución de la escorrentía superficial del 15% al 0%). Pero la interpretación en el caso de masas forestales ya existentes, supone una interpretación menos evidente. El paso de 15% a 0% puede interpretarse como la mejora que puede suponer dejar una correcta densidad de copas o el de añadir los restos de corta o despojos de tratamientos al suelo, acordonados por curvas de nivel (en ausencia de otros condicionantes, como son el riesgo de ataques de perforadores, la acumulación de combustibles con vistas a disminuir el riesgo de incendio forestal o la dificultad en la transitabilidad para el ganado y las personas por el monte).

- Relación entre la Intensidad bioclimática condicionada con respecto a la libre: relación entre IBC y la IBL en cada una de los puntos considerados:

$$I_c = \frac{IBC_0}{IBL_0}$$

Este índice expresa la proporción de potencialidad productora que en una situación y estación dadas dedica la vegetación leñosa a recuperarse de la sequía. En los climas mediterráneos, en que la IBC es importante, valores elevados de este índice indican importante competencia de la vegetación arbórea con la leñosa; igualmente que la producción de pastos de otoño será un factor económico forestal a considerar como muy interesante. Valores por encima de 25% señalarán a la estación y situación concretas como problemáticas a la hora de conseguir una

regeneración del estrato arbóreo con garantías de éxito frente a la competencia con los estratos herbáceo y frutescente.

Al final de este Anexo se presenta un mapa con la variación en el espacio de algunos de los diagramas bioclimáticos calculados para este Plan y un cuadro con los resultados de los diagramas bioclimáticos (intensidades y coeficientes) en los puntos considerados, de acuerdo con las diferentes situaciones consideradas.

8.3.5 Datos termopluviométricos

Los datos de temperatura y precipitación medias mensuales necesarios para el cálculo del diagrama bioclimático medio anual (DBC), de acuerdo con lo descrito en el presente documento, se han extraído de los datos diarios termopluviométricos del Instituto Nacional de Meteorología, para el periodo 1961-1996.

Como ya se reflejó en el apartado 3.5.1 del presente documento, las estaciones meteorológicas utilizados para la confección del modelo termopluviométrico fueron seleccionadas tras un sencillo análisis discriminante de compatibilidad entre las datos de estas estaciones.

El citado análisis de selección consistió en discriminar y desechar aquellas estaciones con ausencia de datos en intervalos de 10 años consecutivos para el periodo fijado (1961-1996); desechando también las estaciones cuya desviación de medias en algún mes superaba el 100% de la desviación estándar asociada al ámbito geográfico de la estación correspondiente.

Los datos reflejados en el presente apartado no son otros que los valores de precipitación y temperatura medias mensuales correspondientes a las estaciones analizadas.

Las estaciones analizadas pertenecen a la Comarca del Noroeste y a su área de influencia. La relación de estas estaciones se ha incluido en el apartado 3.5.1 del presente documento.

Las temperaturas medias mensuales se calcularon a partir de las temperaturas medias de las máximas y temperaturas medias de las mínimas mensuales, como media aritmética de ambas para cada mes.

Las precipitaciones medias mensuales se calcularon a partir de los datos pluviométricos diarios de cada mes para el periodo 1961-1996. Se obtuvo la pluviometría total de cada mes y cada año de este periodo por suma de los citados datos diarios. Después, se calculó la media aritmética de las precipitaciones mensuales halladas para cada mes.

Con respecto a los datos pluviométricos así obtenidos, es importante resaltar el comportamiento de la irregularidad en el comportamiento interanual de las precipitaciones para el periodo en cuestión. En general los meses de actividad vegetativa que mayor irregularidad pluviométrica interanual presentan son enero y septiembre, cuyos coeficientes de variación superan normalmente el 95%. La irregularidad pluviométrica interanual es para toda la zona estudiada mayor siempre al 35%, medido también por el coeficiente de variación de las precipitaciones anuales para el periodo 1961-1996.

A continuación se incluyen, primero, los datos de precipitaciones medias mensuales de dichas estaciones, y después, los datos de temperaturas medias mensuales.

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES PARA EL PERIODO 1960-1996 (en milímetros)															
CLAVE	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ALTITUD	ANUAL
5057	MORATALLA 'CAÑADA DE LA CRUZ'	30,31	39,27	34,64	37,99	43,67	41,24	18,29	16,36	34,47	45,43	43,33	59,67	1271	444,68 mm
7069C	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'	28,37	38,32	33,21	38,51	54,84	39,54	18,09	24,79	35,58	52,77	48,44	31,11	1280	443,58 mm
7080	BENIZAR	38,79	54,09	51,05	46,34	51,83	42,81	14,13	18,19	38,28	66,39	66,56	54,96	899	543,44 mm
7083	EMBALSE DEL CENAJO	22,12	29,56	35,74	41,99	47,68	29,36	11,74	15,32	34,72	47,81	40,57	36,84	360	393,45 mm
7110	MORATALLA 'COBATILLAS'	27,37	30,84	31,20	39,07	39,90	27,71	8,73	16,38	27,32	49,52	46,82	38,19	600	383,05 mm
7111	MORATALLA 'EL CHOPILLO'	21,72	26,19	32,56	33,45	39,26	25,24	9,34	14,97	36,57	44,71	36,97	31,03	420	352,01 mm
7113	MORATALLA 'CAMPO DE SAN JUAN'	32,23	40,83	41,95	44,93	49,00	38,64	12,78	23,60	37,77	48,72	43,24	38,94	1150	452,64 mm
7114	MORATALLA 'C H SEGURA'	27,04	34,22	42,81	44,13	44,61	35,19	9,10	20,52	29,12	50,71	47,67	35,60	680	420,73 mm
7115	MORATALLA 'CASA ULEA'	26,00	39,36	32,98	35,02	48,14	30,35	11,08	16,33	38,00	51,48	54,27	30,83	450	413,85 mm
7116	CALASPARRA 'C F ESTACION'	20,98	30,10	34,26	37,79	36,25	28,76	10,84	12,95	37,19	46,33	41,11	23,65	390	360,21 mm
7117	MORATALLA 'BEBEDOR ABAJO'	24,82	39,10	39,60	42,00	52,22	35,09	15,28	21,25	34,21	43,74	45,41	33,80	1085	426,51 mm
7118	BARRANDA	26,77	32,56	33,23	37,14	44,20	33,50	9,77	12,19	29,82	44,12	43,48	20,79	838	367,55 mm
7119	CARAVACA	24,54	30,99	34,96	32,58	37,16	29,33	9,43	12,27	24,66	41,49	40,82	31,35	625	349,59 mm
7119U	CEHEGIN 'LOS ROSALES'	40,00	41,32	30,74	29,29	43,98	29,98	8,04	13,81	24,84	37,47	41,57	27,06	580	368,09 mm
7120	CEHEGIN	23,30	23,87	30,03	37,01	29,57	24,66	8,22	15,62	21,49	49,59	32,17	30,91	572	326,44 mm
7120E	EMBALSE DE ARGOS	22,84	28,86	32,37	25,91	40,40	23,66	5,82	22,01	29,22	42,34	43,62	24,12	440	341,15 mm
7120O	CALASPARRA 'VALENTIN'	20,40	28,31	26,92	24,47	36,62	24,80	8,00	18,26	28,47	40,16	43,42	20,96	410	320,79 mm
7127	BULLAS 'EL CARRASCALEJO'	27,10	33,29	38,33	32,38	37,07	27,91	6,95	16,73	24,87	50,18	51,32	38,62	604	384,76 mm
7129	EMBALSE ALFONSO XIII	15,97	25,42	28,24	27,90	32,08	25,02	5,21	8,32	25,05	37,41	30,91	22,81	312	284,34 mm
7196	CARAVACA 'CASA ALTA'	24,90	35,98	33,64	36,47	39,87	30,71	6,64	8,91	23,59	52,00	42,08	27,72	960	362,52 mm
7198	EMBALSE DE VALDEINFIERNO	23,44	28,68	29,80	28,64	31,55	25,39	5,54	8,39	23,89	44,24	35,31	27,55	690	312,43 mm
7201	DOÑA INES	18,52	23,37	27,54	29,67	29,68	25,13	6,38	9,61	27,82	36,88	29,03	20,14	786	283,77 mm
7203	ZARCILLA DE RAMOS	18,25	33,87	23,57	24,99	28,96	21,49	7,62	9,06	31,97	36,78	32,43	15,01	640	283,99 mm
7205	EMBALSE DE PUENTES	19,50	22,43	26,83	29,60	27,61	24,32	4,89	10,48	23,51	44,12	30,49	21,12	450	284,90 mm
7206	ZARZADILLA DE TOTANA	27,06	33,36	39,11	37,76	37,98	25,35	4,58	10,24	21,71	44,61	34,50	29,71	861	345,97 mm

TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES PARA EL PERIODO 1960-1996														
CLAVE	NOMBRE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ALTITUD
7083	EMBALSE DEL CENAJO	8,53 °C	9,74 °C	11,90 °C	14,30 °C	18,08 °C	22,29 °C	26,11 °C	26,08 °C	22,41 °C	17,23 °C	12,18 °C	9,12 °C	360
7116	CALASPARRA 'C F ESTACION'	7,39 °C	8,60 °C	11,03 °C	13,38 °C	17,18 °C	21,63 °C	25,62 °C	25,76 °C	22,18 °C	16,62 °C	11,47 °C	7,97 °C	390
7111	MORATALLA 'EL CHOPILLO'	8,29 °C	9,52 °C	11,36 °C	13,45 °C	17,08 °C	20,84 °C	24,46 °C	24,88 °C	21,51 °C	16,69 °C	11,93 °C	9,03 °C	420
7120E	EMBALSE DE ARGOS	8,30 °C	9,47 °C	11,81 °C	13,74 °C	17,33 °C	21,76 °C	25,19 °C	25,06 °C	21,81 °C	16,77 °C	12,10 °C	9,17 °C	440
7120	CEHEGIN	8,85 °C	10,03 °C	11,83 °C	14,21 °C	17,56 °C	21,24 °C	24,63 °C	24,42 °C	21,65 °C	16,94 °C	12,07 °C	9,00 °C	572
7119U	CEHEGIN 'LOS ROSALES'	7,64 °C	9,41 °C	11,57 °C	13,36 °C	16,47 °C	20,56 °C	24,46 °C	24,24 °C	20,75 °C	16,03 °C	11,53 °C	8,72 °C	580
7119	CARAVACA	9,92 °C	11,31 °C	13,25 °C	15,58 °C	18,95 °C	22,87 °C	26,73 °C	26,82 °C	23,34 °C	18,36 °C	13,54 °C	10,33 °C	625
7114	MORATALLA 'CONF. HIDR. SEGURA'	8,79 °C	10,06 °C	12,06 °C	13,72 °C	16,86 °C	21,29 °C	25,50 °C	24,97 °C	21,43 °C	16,21 °C	12,08 °C	9,59 °C	680
7201	DOÑA INES	6,57 °C	7,68 °C	10,10 °C	13,24 °C	17,88 °C	22,43 °C	26,22 °C	25,72 °C	20,86 °C	14,85 °C	9,93 °C	7,03 °C	786
7118	BARRANDA	6,37 °C	8,10 °C	10,21 °C	12,43 °C	15,91 °C	19,60 °C	24,01 °C	23,38 °C	19,54 °C	14,59 °C	10,17 °C	7,06 °C	838
7080	BENIZAR	6,32 °C	7,26 °C	9,69 °C	11,44 °C	15,29 °C	20,37 °C	24,29 °C	24,20 °C	20,27 °C	14,54 °C	10,38 °C	7,29 °C	899
7196	CARAVACA 'CASA ALTA'	5,19 °C	6,12 °C	7,83 °C	9,80 °C	13,14 °C	17,59 °C	22,49 °C	22,36 °C	18,25 °C	12,97 °C	8,48 °C	5,73 °C	960
7117	MORATALLA 'BEBEDOR ABAJO'	5,44 °C	5,98 °C	7,77 °C	9,41 °C	12,91 °C	17,46 °C	21,49 °C	21,51 °C	17,90 °C	12,59 °C	8,85 °C	6,28 °C	1085
7069C	MORATALLA 'CASAS DE ALFARO'	4,89 °C	5,47 °C	7,44 °C	9,33 °C	13,02 °C	17,58 °C	21,85 °C	21,77 °C	17,89 °C	12,40 °C	8,51 °C	5,90 °C	1280

8.3.6 Análisis estadísticos sobre la población de puntos climáticos empleados para caracterizar la estación bioclimática de *Pinus pinaster* en la Región de Murcia

En los cuadros siguientes: **m** es el valor promedio y **σ** es la desviación típica, y **n** es el tamaño de la muestra.

Rango de altitudes (m)	n	CRT		IBP		IBF		IBL		IBC		IBS		ISS	
		m	σ	m	σ	m	σ	m	σ	m	σ	m	σ	m	σ
<800	10	39,52	8,41	18,16	0,49	0,00	0,01	2,23	0,28	1,46	0,09	-1,03	0,07	14,46	0,65
800-1000	26	80,27	20,92	15,77	0,84	-0,25	0,14	3,11	0,58	1,09	0,13	-0,78	0,09	11,57	1,06
1000-1200	54	122,94	27,82	13,21	0,71	-0,88	0,22	3,31	0,73	0,79	0,11	-0,57	0,10	9,11	0,88
>1200	61	175,61	125,55	10,18	1,17	-2,62	1,06	2,68	0,69	0,55	0,15	-0,39	0,12	6,95	0,97
Masas al este	6	93,52	23,81	10,43	1,94	-2,58	1,54	1,26	0,23	0,74	0,17	-0,60	0,13	8,43	1,62

Rango de altitudes (m)	n	Recorrido Máximo		Recorrido real		Capacidad de respuesta a la RHF		Relación IBC / IBL	
		m	σ	m	σ	m	σ	m	σ
<800	10	277,37%	19,05%	60,83%	3,28%	60,83%	3,28%	66,89%	11,93%
800-1000	26	230,46%	27,11%	48,02%	6,02%	46,87%	7,87%	36,71%	9,98%
1000-1200	54	238,57%	28,71%	52,68%	4,75%	39,51%	10,29%	25,79%	9,51%
>1200	61	339,44%	94,63%	71,89%	11,38%	39,82%	11,58%	22,37%	9,52%
Masas al este	6	435,62%	40,90%	89,55%	21,39%	79,96%	13,06%	59,24%	11,14%

Intervalos de confianza para el 95% de probabilidad fiducial (para cada parámetro, límite inferior y límite superior del intervalo):

Rango altitudes	CRT		IBP		IBF		IBL		IBC		IBS	
<800	34,304	44,735	17,853	18,462	-0,007	0,000	2,058	2,411	1,411	1,518	-1,074	-0,982
800-1000	72,231	88,311	15,447	16,094	-0,304	-0,198	2,890	3,334	1,040	1,143	-0,811	-0,741
1000-1200	115,521	130,363	13,024	13,400	-0,939	-0,822	3,117	3,506	0,761	0,822	-0,598	-0,546
>1200	144,102	207,115	9,884	10,473	-2,882	-2,350	2,504	2,852	0,508	0,584	-0,422	-0,364
Masas al este	74,462	112,568	8,883	11,984	-3,816	-1,349	1,078	1,439	0,605	0,878	-0,702	-0,491

Rango altitudes	ISS		Recorrido Máximo		Recorrido real		Capacidad de respuesta a la RHF		Relación IBC / IBL	
<800	14,057	14,859	265,6%	289,2%	58,8%	62,9%	58,8%	62,9%	59,5%	74,3%
800-1000	11,160	11,975	220,0%	240,9%	45,7%	50,3%	43,8%	49,9%	32,9%	40,5%
1000-1200	8,875	9,343	230,9%	246,2%	51,4%	53,9%	36,8%	42,3%	23,3%	28,3%
>1200	6,711	7,199	315,7%	363,2%	69,0%	74,7%	36,9%	42,7%	20,0%	24,8%
Masas al este	7,135	9,733	402,9%	468,3%	72,4%	106,7%	69,5%	90,4%	50,3%	68,2%

Test de comparación de medias para pequeñas muestras: El estadístico es el siguiente:

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_{x_1 - x_2} \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}; \sigma_{x_1 - x_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2 N_1 + \sigma_2^2 N_2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

donde x_1 y x_2 son las medias muestrales de las dos muestras poblacionales que se están comparando, s_1 y s_2 son sus respectivas desviaciones típicas muestrales y N_1 y N_2 son los respectivos tamaños de muestras. El estadístico z se distribuye como una normal de media cero y desviación típica $\sigma_{x_1-x_2}$ para grandes muestras; para pequeñas muestras, según una t de Student, de media cero y desviación típica la misma, con un número de grados de libertad de N_1+N_2-2 .

Si z es significativamente distinto de cero, se puede afirmar que las muestras provienen de poblaciones diferentes. Para una probabilidad fiducial del 95%, si el valor del estadístico obtenido es superior al valor correspondiente de la t de Student debe interpretarse que la probabilidad de que las medias sean diferentes es elevada, tanto más cuanto mayor sea el valor del estadístico; por el contrario, si el valor del estadístico z es inferior al valor de la probabilidad que proporciona la t de Student, significa que las medias no puede afirmarse que sean diferentes (que la diferencia de medias sea diferente de cero). Por tanto, todos los casos, excepto los sombreados, indican diferentes poblaciones para los parámetros analizados.

Rango 1	Rango 2	N_1	N_2	z_{CRT}	z_{IBP}	z_{IBF}	z_{IBL}	z_{IBS}	z_{IBC}	z_{ISS}	$t_{Student}$
<800	800-1000	10	26	5,81	8,19	352,21	4,46	7,58	7,92	7,84	2,345
<800	1000-1200	10	54	9,25	20,90	187,26	4,53	13,87	17,49	18,08	2,297
<800	>1200	10	61	3,38	20,89	29,91	1,96	16,35	18,32	23,23	2,291
800-1000	1000-1200	26	54	6,85	14,06	283,04	1,21	8,88	10,25	10,81	2,285
800-1000	>1200	26	61	3,80	21,74	49,36	2,77	14,69	15,63	19,48	2,282
1000-1200	>1200	54	61	2,99	16,38	74,52	4,73	8,75	9,62	12,30	2,272

8.3.7 Listado de resultados de los Diagramas Bioclimáticos calculados para los puntos geográficos considerados en el presente Plan

idPunto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Rango altitudes	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS	R _{max}	R _r	C _{hf}	Ic
31	591915	4229682	685	<800	32,50	18,72	0,00	2,07	-1,10	1,54	15,10	281,08%	61,84%	61,84%	0,75
35	591820	4229129	798	<800	53,72	17,38	-0,02	2,71	-0,91	1,31	13,36	243,07%	54,87%	54,87%	0,49
44	595497	4227956	686	<800	36,07	18,71	0,00	2,25	-1,06	1,53	14,93	279,14%	60,23%	60,23%	0,68
64	595969	4225788	720	<800	38,48	18,32	0,00	2,23	-1,03	1,50	14,60	284,35%	61,55%	61,55%	0,67
108	599051	4222437	784	<800	50,11	17,55	-0,01	2,57	-0,93	1,35	13,63	252,09%	57,09%	57,09%	0,53
109	599567	4222437	720	<800	38,37	18,32	0,00	2,22	-1,03	1,50	14,60	285,17%	61,58%	61,58%	0,67
125	599031	4221503	787	<800	48,32	17,52	-0,01	2,45	-0,94	1,36	13,70	261,06%	58,90%	58,90%	0,55
128	599825	4221364	713	<800	35,05	18,40	0,00	2,09	-1,07	1,51	14,80	291,94%	62,36%	62,36%	0,72
142	599686	4220292	726	<800	34,94	18,25	0,00	2,03	-1,06	1,50	14,72	298,89%	63,33%	63,33%	0,74
150	598415	4219160	714	<800	27,63	18,39	0,00	1,72	-1,14	1,53	15,14	296,92%	66,54%	66,54%	0,89
1	583381	4238681	938	800-1000	107,35	15,63	-0,27	4,10	-0,67	0,95	10,58	188,06%	40,38%	36,55%	0,23
7	585799	4235900	993	800-1000	117,78	14,87	-0,40	4,05	-0,62	0,87	9,95	195,06%	43,73%	34,58%	0,22
16	592861	4233787	999	800-1000	138,65	14,78	-0,42	4,74	-0,55	0,80	9,25	184,64%	43,52%	26,56%	0,17
21	587949	4232401	934	800-1000	90,99	15,68	-0,26	3,53	-0,73	1,04	11,11	202,79%	40,66%	40,66%	0,29
25	589560	4231231	814	800-1000	58,02	17,19	-0,03	2,86	-0,89	1,28	13,05	235,43%	52,71%	52,71%	0,45
28	586242	4230125	959	800-1000	80,87	15,34	-0,32	2,99	-0,76	1,06	11,29	233,17%	46,48%	46,48%	0,35
32	590888	4229619	854	800-1000	66,80	16,69	-0,09	3,02	-0,84	1,20	12,47	228,49%	49,47%	49,47%	0,40
33	585136	4229572	984	800-1000	81,07	15,00	-0,38	2,84	-0,75	1,04	11,12	243,93%	47,72%	47,72%	0,37
34	586748	4229351	988	800-1000	86,90	14,94	-0,39	3,02	-0,73	1,02	10,90	229,80%	44,88%	44,88%	0,34
37	590256	4228971	983	800-1000	97,06	15,01	-0,38	3,42	-0,70	0,97	10,62	210,27%	42,35%	42,35%	0,28
45	595020	4227857	827	800-1000	66,43	17,02	-0,04	3,14	-0,85	1,23	12,66	221,79%	48,65%	48,65%	0,39
49	594564	4227678	942	800-1000	96,56	15,57	-0,28	3,69	-0,71	1,00	10,89	198,19%	40,40%	40,40%	0,27
69	595675	4225335	854	800-1000	66,08	16,69	-0,09	2,99	-0,85	1,21	12,50	229,96%	49,87%	49,87%	0,40
76	592777	4224700	979	800-1000	86,79	15,07	-0,37	3,08	-0,74	1,02	10,96	226,29%	44,49%	44,49%	0,33
86	598554	4223707	833	800-1000	64,11	16,95	-0,05	3,01	-0,86	1,23	12,71	228,78%	50,19%	50,19%	0,41
113	598535	4222337	954	800-1000	92,23	15,41	-0,31	3,45	-0,72	1,01	10,95	206,17%	40,99%	40,99%	0,29
126	598376	4221503	969	800-1000	92,39	15,21	-0,34	3,36	-0,72	1,00	10,85	210,84%	41,68%	41,68%	0,30
127	597343	4221484	945	800-1000	81,92	15,53	-0,29	3,12	-0,76	1,07	11,35	225,15%	45,30%	45,30%	0,34

idPunto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Rango altitudes	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS	R _{max}	R _r	C _{hf}	Ic
134	596767	4220789	939	800-1000	75,70	15,61	-0,27	2,92	-0,79	1,10	11,60	239,17%	48,17%	48,17%	0,38
137	597562	4220749	869	800-1000	59,87	16,51	-0,12	2,67	-0,87	1,22	12,62	247,76%	54,14%	54,14%	0,46
138	598832	4220689	806	800-1000	49,63	17,29	-0,03	2,44	-0,93	1,34	13,51	262,44%	58,85%	58,85%	0,55
141	595671	4220391	964	800-1000	76,97	15,28	-0,33	2,82	-0,78	1,07	11,39	246,49%	48,78%	48,78%	0,38
143	592955	4220034	997	800-1000	74,87	14,81	-0,41	2,53	-0,77	1,06	11,23	273,03%	52,10%	52,10%	0,42
147	597542	4219875	818	800-1000	47,03	17,14	-0,04	2,24	-0,94	1,34	13,55	280,84%	62,07%	62,07%	0,60
148	595406	4219845	951	800-1000	70,87	15,45	-0,30	2,67	-0,80	1,11	11,68	259,99%	51,54%	51,54%	0,42
155	593420	4217726	959	800-1000	60,09	15,34	-0,32	2,22	-0,84	1,15	11,98	283,47%	59,40%	59,40%	0,52
2	582386	4238508	1167	1000-1200	176,44	12,41	-1,13	4,21	-0,39	0,57	7,63	231,62%	54,73%	25,84%	0,14
4	583271	4236549	1031	1000-1200	121,91	14,34	-0,52	3,90	-0,60	0,84	9,61	202,34%	46,37%	34,85%	0,22
5	581406	4236358	1141	1000-1200	144,93	12,80	-1,01	3,84	-0,49	0,70	8,26	237,23%	56,66%	28,78%	0,18
6	583321	4236202	1115	1000-1200	144,79	13,18	-0,89	4,05	-0,50	0,72	8,41	225,44%	54,14%	27,88%	0,18
8	585625	4235426	1133	1000-1200	158,18	12,92	-0,97	4,16	-0,45	0,66	8,10	228,36%	55,95%	26,83%	0,16
12	595415	4234277	1006	1000-1200	157,85	14,68	-0,43	5,17	-0,48	0,71	8,80	190,27%	48,23%	23,86%	0,14
15	595554	4233787	1137	1000-1200	207,69	12,86	-0,99	5,05	-0,31	0,46	7,35	200,64%	47,62%	22,97%	0,09
17	592157	4233736	1146	1000-1200	188,82	12,73	-1,03	4,63	-0,36	0,53	7,56	215,03%	50,65%	24,00%	0,11
18	587759	4233538	1103	1000-1200	145,31	13,35	-0,83	4,16	-0,50	0,72	8,47	221,22%	53,48%	27,44%	0,17
20	588960	4233048	1117	1000-1200	153,55	13,15	-0,90	4,20	-0,47	0,68	8,27	225,47%	55,68%	26,88%	0,16
22	586242	4231500	1169	1000-1200	146,08	12,38	-1,14	3,62	-0,48	0,69	8,08	252,32%	59,82%	29,77%	0,19
24	587791	4231373	1116	1000-1200	136,21	13,17	-0,89	3,77	-0,52	0,75	8,64	215,76%	50,46%	31,62%	0,20
27	588586	4231119	1018	1000-1200	110,66	14,51	-0,47	3,62	-0,64	0,88	10,01	208,83%	44,87%	38,81%	0,24
29	584188	4229840	1140	1000-1200	119,43	12,82	-1,00	3,02	-0,57	0,79	9,01	238,06%	55,00%	42,54%	0,26
30	576192	4229687	1174	1000-1200	98,27	12,31	-1,17	2,17	-0,63	0,82	9,32	290,88%	57,10%	57,10%	0,38
36	583303	4228987	1130	1000-1200	109,30	12,96	-0,96	2,81	-0,61	0,82	9,34	244,94%	52,86%	46,42%	0,29
38	588470	4228877	1006	1000-1200	95,97	14,68	-0,43	3,22	-0,70	0,96	10,51	220,60%	43,67%	43,67%	0,30
39	587791	4228624	1076	1000-1200	110,90	13,73	-0,71	3,24	-0,62	0,85	9,64	223,00%	48,40%	41,67%	0,26
40	587285	4228608	1165	1000-1200	132,65	12,44	-1,12	3,24	-0,52	0,74	8,46	238,13%	55,96%	36,76%	0,23
41	590382	4228513	1071	1000-1200	119,64	13,80	-0,69	3,54	-0,59	0,82	9,43	213,59%	48,78%	37,66%	0,23
42	589639	4228355	1168	1000-1200	143,19	12,40	-1,14	3,57	-0,49	0,70	8,13	250,32%	58,41%	30,15%	0,20
43	583966	4228260	1118	1000-1200	105,40	13,14	-0,90	2,78	-0,63	0,84	9,52	244,68%	51,37%	47,57%	0,30

idPunto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Rango altitudes	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS	R _{max}	R _r	C _{hf}	Ic
46	591425	4227770	1128	1000-1200	136,22	12,99	-0,95	3,67	-0,52	0,75	8,57	220,24%	51,32%	32,13%	0,20
50	593194	4227619	1123	1000-1200	142,14	13,06	-0,92	3,93	-0,50	0,72	8,41	225,43%	52,65%	28,50%	0,18
52	592199	4227359	1138	1000-1200	140,35	12,85	-0,99	3,76	-0,50	0,72	8,36	229,84%	53,13%	29,82%	0,19
54	583682	4227265	1133	1000-1200	103,76	12,92	-0,97	2,63	-0,63	0,83	9,46	254,10%	52,68%	49,90%	0,32
56	593337	4227096	1167	1000-1200	155,07	12,41	-1,13	3,80	-0,45	0,65	7,96	247,75%	59,77%	28,42%	0,17
59	586831	4226898	1178	1000-1200	125,74	12,25	-1,19	2,88	-0,54	0,75	8,61	251,53%	60,13%	43,26%	0,26
60	593320	4226351	1132	1000-1200	138,47	12,93	-0,97	3,73	-0,51	0,73	8,47	223,84%	51,75%	30,79%	0,20
62	592300	4225931	1122	1000-1200	129,06	13,08	-0,92	3,44	-0,55	0,78	8,86	222,38%	53,37%	36,88%	0,23
65	584645	4225689	1173	1000-1200	110,57	12,32	-1,16	2,51	-0,59	0,79	9,02	267,14%	58,12%	50,15%	0,31
77	591288	4224501	1135	1000-1200	121,54	12,89	-0,98	3,11	-0,57	0,78	8,99	233,82%	54,69%	41,28%	0,25
79	596867	4224382	1001	1000-1200	107,46	14,76	-0,42	3,65	-0,66	0,91	10,20	206,04%	43,65%	39,40%	0,25
82	595656	4224164	1136	1000-1200	139,12	12,87	-0,99	3,73	-0,51	0,73	8,42	226,83%	52,43%	30,53%	0,20
85	593908	4223727	1010	1000-1200	95,30	14,63	-0,44	3,17	-0,70	0,96	10,50	223,26%	43,92%	43,92%	0,30
93	586521	4223410	1130	1000-1200	97,61	12,96	-0,96	2,47	-0,65	0,86	9,64	262,84%	51,96%	51,96%	0,35
97	582140	4223251	1151	1000-1200	87,68	12,65	-1,06	2,03	-0,68	0,88	9,74	301,92%	54,44%	54,44%	0,44
100	587509	4223156	1107	1000-1200	94,45	13,29	-0,85	2,53	-0,67	0,89	9,88	257,17%	49,79%	49,79%	0,35
102	590871	4223092	1126	1000-1200	111,40	13,02	-0,94	2,90	-0,60	0,81	9,31	240,57%	52,66%	45,00%	0,28
106	597979	4222516	1088	1000-1200	128,12	13,56	-0,77	3,67	-0,56	0,80	9,10	211,95%	50,95%	35,69%	0,22
107	596410	4222496	1139	1000-1200	135,32	12,83	-1,00	3,55	-0,52	0,75	8,53	224,71%	52,51%	33,27%	0,21
111	597085	4222397	1110	1000-1200	129,79	13,25	-0,86	3,56	-0,55	0,78	8,91	217,63%	52,21%	35,77%	0,22
114	589957	4222258	1165	1000-1200	114,47	12,44	-1,12	2,68	-0,58	0,78	8,98	256,66%	57,47%	47,20%	0,29
117	591943	4222139	1076	1000-1200	98,79	13,73	-0,71	2,87	-0,66	0,89	9,97	237,75%	47,67%	47,67%	0,31
121	581764	4221824	1132	1000-1200	77,80	12,93	-0,97	1,85	-0,72	0,93	10,16	342,14%	60,41%	60,41%	0,50
124	596569	4221563	1125	1000-1200	127,92	13,04	-0,93	3,38	-0,55	0,78	8,88	224,36%	53,94%	37,82%	0,23
130	592558	4221325	1032	1000-1200	86,75	14,33	-0,53	2,74	-0,72	0,98	10,61	248,02%	47,16%	47,16%	0,36
131	591446	4221225	1149	1000-1200	112,04	12,68	-1,05	2,74	-0,59	0,80	9,14	250,81%	55,21%	46,76%	0,29
133	584519	4221111	1010	1000-1200	55,67	14,63	-0,44	1,77	-0,84	1,12	11,74	335,40%	68,63%	68,63%	0,63
135	593055	4220789	1025	1000-1200	84,82	14,42	-0,50	2,71	-0,73	1,00	10,72	252,05%	48,05%	48,05%	0,37
136	591685	4220769	1128	1000-1200	105,88	12,99	-0,95	2,72	-0,62	0,83	9,44	248,55%	52,36%	48,15%	0,30
139	594877	4220573	1088	1000-1200	106,99	13,56	-0,77	3,04	-0,63	0,85	9,67	231,12%	48,99%	44,41%	0,28

idPunto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Rango altitudes	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS	R _{max}	R _r	C _{hf}	Ic
146	595142	4219878	1122	1000-1200	114,24	13,08	-0,92	3,01	-0,60	0,81	9,26	235,68%	52,55%	43,31%	0,27
153	592907	4218520	1107	1000-1200	97,17	13,29	-0,85	2,61	-0,66	0,88	9,81	252,33%	49,90%	49,90%	0,34
3	581548	4238128	1223	>1200	189,07	11,62	-1,48	3,98	-0,34	0,50	7,13	253,59%	56,30%	25,95%	0,13
9	580742	4234905	1287	>1200	181,37	10,81	-2,06	3,43	-0,35	0,50	6,87	285,90%	62,38%	28,08%	0,15
10	582874	4234828	1237	>1200	175,33	11,42	-1,59	3,63	-0,38	0,55	7,25	270,99%	60,76%	28,00%	0,15
11	591440	4234667	1402	>1200	1.100,00	9,31	-3,24	4,29	0,00	0,00	5,02	233,47%	47,44%	23,25%	0,00
13	591754	4234101	1277	>1200	246,05	10,93	-1,96	4,41	-0,23	0,33	6,19	226,66%	51,27%	26,14%	0,08
14	580948	4233814	1370	>1200	203,18	9,74	-2,90	3,19	-0,27	0,39	6,15	314,06%	66,30%	33,15%	0,12
19	589118	4233538	1216	>1200	194,83	11,71	-1,43	4,13	-0,33	0,48	7,10	246,83%	54,89%	25,43%	0,12
23	575090	4231459	1267	>1200	124,99	11,06	-1,87	2,32	-0,51	0,70	8,04	296,03%	69,29%	50,09%	0,30
26	576941	4231152	1242	>1200	124,06	11,36	-1,63	2,41	-0,52	0,72	8,24	290,72%	67,80%	49,68%	0,30
47	587348	4227755	1453	>1200	229,38	8,70	-3,89	2,94	-0,21	0,30	5,46	337,31%	68,05%	33,77%	0,10
48	589580	4227738	1393	>1200	219,96	9,43	-3,14	3,22	-0,23	0,34	5,87	308,32%	64,83%	32,38%	0,11
51	586284	4227460	1303	>1200	164,98	10,61	-2,22	3,05	-0,39	0,55	7,00	307,26%	68,62%	30,91%	0,18
53	590967	4227359	1291	>1200	186,75	10,76	-2,10	3,50	-0,33	0,48	6,78	284,11%	61,51%	27,68%	0,14
57	583250	4226978	1253	>1200	131,04	11,23	-1,74	2,59	-0,50	0,70	7,94	284,29%	64,93%	43,38%	0,27
58	588687	4226944	1241	>1200	153,92	11,37	-1,62	3,22	-0,44	0,62	7,53	293,20%	67,31%	31,25%	0,19
61	583409	4226284	1381	>1200	168,20	9,59	-3,01	2,60	-0,36	0,51	6,48	357,06%	76,03%	32,94%	0,19
63	590017	4225891	1300	>1200	174,52	10,65	-2,19	3,23	-0,37	0,52	6,89	297,14%	65,32%	29,33%	0,16
66	576690	4225590	1288	>1200	110,69	10,80	-2,07	1,85	-0,55	0,71	8,24	327,97%	72,76%	62,60%	0,38
67	590057	4225455	1430	>1200	220,01	8,96	-3,58	2,96	-0,22	0,33	5,67	336,19%	68,49%	34,01%	0,11
68	590593	4225435	1387	>1200	205,55	9,51	-3,08	3,09	-0,26	0,38	6,04	323,86%	67,60%	33,71%	0,12
70	583329	4225332	1390	>1200	165,21	9,47	-3,11	2,49	-0,37	0,51	6,46	368,86%	78,58%	33,94%	0,21
71	585159	4225192	1229	>1200	124,40	11,53	-1,53	2,49	-0,53	0,73	8,31	283,23%	66,28%	48,38%	0,29
72	590116	4225117	1408	>1200	208,48	9,23	-3,30	2,96	-0,25	0,37	5,90	338,24%	69,42%	34,51%	0,12
73	576115	4225055	1435	>1200	145,55	8,90	-3,65	1,93	-0,40	0,56	6,42	430,96%	91,06%	41,02%	0,29
74	586283	4224896	1273	>1200	140,10	10,98	-1,92	2,77	-0,47	0,66	7,56	306,10%	68,42%	35,81%	0,24
75	582002	4224718	1399	>1200	158,33	9,35	-3,21	2,32	-0,38	0,53	6,49	386,65%	83,19%	35,93%	0,23
78	576075	4224460	1624	>1200	203,54	6,65	-6,45	1,63	-0,22	0,30	4,71	791,77%	103,83%	49,82%	0,18
80	582874	4224302	1277	>1200	124,01	10,93	-1,96	2,24	-0,51	0,70	8,00	300,43%	70,74%	51,77%	0,31

idPunto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Rango altitudes	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS	R _{max}	R _r	C _{hf}	Ic
81	580812	4224282	1387	>1200	147,06	9,51	-3,08	2,22	-0,41	0,58	6,71	383,31%	84,00%	38,07%	0,26
83	586025	4224104	1485	>1200	204,83	8,32	-4,34	2,47	-0,25	0,35	5,50	413,17%	78,15%	38,29%	0,14
84	590811	4224065	1255	>1200	152,61	11,20	-1,75	3,11	-0,44	0,62	7,47	299,89%	68,77%	31,80%	0,20
87	590920	4223653	1236	>1200	144,56	11,44	-1,58	3,08	-0,46	0,66	7,70	293,69%	66,01%	32,75%	0,21
88	581129	4223628	1547	>1200	196,40	7,57	-5,23	2,01	-0,25	0,35	5,21	545,58%	90,64%	43,79%	0,17
89	585490	4223608	1283	>1200	132,79	10,86	-2,02	2,49	-0,48	0,68	7,69	297,16%	67,79%	42,99%	0,27
90	588091	4223548	1291	>1200	147,49	10,76	-2,10	2,82	-0,44	0,62	7,32	317,39%	71,78%	33,74%	0,22
91	595795	4223529	1421	>1200	243,34	9,06	-3,46	3,30	-0,19	0,27	5,50	299,88%	61,97%	30,82%	0,08
92	580991	4223410	1438	>1200	159,24	8,87	-3,69	2,13	-0,37	0,51	6,23	424,47%	88,07%	37,19%	0,24
94	583448	4223390	1340	>1200	140,07	10,13	-2,59	2,37	-0,45	0,62	7,14	340,34%	75,81%	38,84%	0,26
96	584083	4223271	1409	>1200	163,82	9,21	-3,31	2,34	-0,36	0,51	6,36	391,26%	82,28%	35,21%	0,22
98	578037	4223251	1371	>1200	126,44	9,72	-2,91	1,81	-0,47	0,64	7,27	340,20%	81,00%	57,06%	0,36
99	582953	4223172	1239	>1200	110,81	11,40	-1,60	2,08	-0,57	0,74	8,58	313,93%	67,02%	57,60%	0,36
101	580396	4223152	1263	>1200	108,02	11,11	-1,83	1,91	-0,57	0,73	8,47	326,64%	69,07%	61,56%	0,38
103	595755	4223032	1268	>1200	178,45	11,04	-1,88	3,50	-0,36	0,52	7,02	280,01%	61,87%	28,12%	0,15
104	579128	4222815	1404	>1200	138,57	9,28	-3,26	1,93	-0,43	0,60	6,76	393,90%	87,56%	45,08%	0,31
105	577086	4222518	1592	>1200	186,23	7,01	-5,91	1,63	-0,26	0,36	5,02	727,80%	106,54%	50,79%	0,22
110	578018	4222419	1371	>1200	123,25	9,72	-2,91	1,73	-0,48	0,64	7,35	344,20%	83,22%	61,18%	0,37
112	579861	4222379	1250	>1200	100,88	11,27	-1,71	1,79	-0,60	0,75	8,72	343,62%	66,56%	65,68%	0,42
115	595596	4222218	1232	>1200	160,16	11,49	-1,55	3,39	-0,42	0,60	7,50	281,39%	64,60%	29,99%	0,18
116	579266	4222141	1417	>1200	140,23	9,11	-3,41	1,89	-0,42	0,58	6,63	409,85%	89,13%	44,16%	0,31
118	577284	4222022	1412	>1200	130,95	9,17	-3,35	1,67	-0,45	0,62	6,89	389,46%	92,44%	56,56%	0,37
119	578077	4221983	1312	>1200	108,63	10,49	-2,30	1,68	-0,55	0,69	8,12	341,66%	75,88%	67,05%	0,41
120	595060	4221940	1381	>1200	207,95	9,59	-3,01	3,17	-0,26	0,38	6,05	315,50%	66,33%	33,13%	0,12
122	590295	4221761	1263	>1200	140,12	11,11	-1,83	2,82	-0,47	0,66	7,62	302,19%	67,54%	35,45%	0,23
123	577582	4221606	1327	>1200	109,56	10,30	-2,45	1,62	-0,54	0,68	8,00	345,90%	78,79%	68,78%	0,42
129	594325	4221345	1286	>1200	166,47	10,82	-2,05	3,18	-0,39	0,56	7,09	297,70%	66,69%	30,24%	0,18
132	589759	4221186	1282	>1200	140,71	10,87	-2,01	2,73	-0,46	0,65	7,49	310,11%	69,04%	35,63%	0,24
140	591248	4220392	1281	>1200	143,80	10,88	-2,00	2,81	-0,45	0,64	7,43	311,06%	69,32%	34,17%	0,23
144	594463	4219911	1215	>1200	136,10	11,73	-1,43	3,00	-0,49	0,70	8,02	269,03%	60,90%	36,72%	0,23

idPunto	Coordenada X	Coordenada Y	Altitud	Rango altitudes	CRT	IBP	IBF	IBL	IBS	IBC	ISS	R _{max}	R _r	C _{hf}	Ic
145	590970	4219895	1398	>1200	177,66	9,36	-3,19	2,63	-0,33	0,47	6,26	364,88%	75,35%	32,46%	0,18
149	591109	4219200	1246	>1200	127,67	11,31	-1,67	2,51	-0,51	0,71	8,09	286,70%	66,26%	46,31%	0,28
154	591946	4217908	1306	>1200	143,78	10,57	-2,25	2,66	-0,45	0,63	7,28	322,88%	71,70%	35,03%	0,24
55	571397	4227176	1162	Masas al este	72,98	12,49	-1,11	1,52	-0,72	0,92	10,05	427,50%	68,89%	68,89%	0,60
95	570591	4223294	1166	Masas al este	62,35	12,43	-1,13	1,20	-0,76	0,94	10,29	460,84%	82,65%	82,65%	0,79
151	577126	4219069	1369	Masas al este	111,58	9,75	-2,89	1,44	-0,52	0,65	7,67	364,54%	89,20%	75,97%	0,45
152	577423	4218594	1246	Masas al este	84,37	11,31	-1,67	1,39	-0,65	0,81	9,11	434,30%	66,67%	66,67%	0,58
156	563470	4216698	1518	Masas al este	122,54	7,92	-4,81	1,04	-0,43	0,55	6,34	486,48%	115,69%	82,74%	0,53
157	563961	4216531	1453	Masas al este	107,27	8,70	-3,89	0,97	-0,50	0,59	7,14	440,04%	114,19%	102,83%	0,61

8.4 Metodología para el cálculo de la estimación de las cifras de tratamientos selvícolas a partir de las tablas de producción y la tabla de masa irregular de *Pinus pinaster* en España (IFN1).

Las tablas de masa regular que se calcularon en el IFN1 siguieron la siguiente metodología:

A partir de la tarifa de diámetros normales en función de la edad, $dn=f(t)$, se estima para cada edad de la tabla de producción el correspondiente diámetro. Con las tarifas de altura y volumen en función del diámetro, $ht=f(dn)$ y $v=f(dn)$, se obtienen los valores de altura y volumen del árbol correspondiente a ese diámetro.

A continuación se considera que, en una tabla de producción, se está produciendo la máxima ocupación del espacio aéreo, y por tanto la máxima fracción de cabida cubierta ha de ser a la de la tangencia de copas (la de un árbol tiene que ser igual a $\pi/4$), por lo que el número de pies por hectárea debe ser

$$N = \frac{10.000}{dc^2}$$

siendo dc^2 el diámetro de copa al cuadrado (que también se estima por su correspondiente tarifa: $dc^2=f(dn)$).

A partir de N y de dn , se obtiene de manera inmediata el valor del área basimétrica, G , a cada edad:

$$G = \frac{\pi}{4} N \cdot dg^2$$

y multiplicando el volumen unitario de cada árbol por el número de árboles se obtiene el volumen total.

En la tabla de masa regular del IFN1 se hicieron las hipótesis de que el árbol medio que se extraía en claras era de las mismas dimensiones que el de antes de la clara y que no había mortalidad intermedia entre edades, por lo que el número de pies después de la clara coincidía con el número de pies antes de la clara en la edad siguiente. Así se calculan los valores de Ne , Ge , Ve , $Veac$, Nd , Gd y Vd .

El volumen total se corresponde con la suma del volumen extraído acumulado más el volumen después de la clara a cada edad, y a partir de éste, se calculan los crecimientos medio y corriente.

Para la tabla de masa irregular, se partió de la hipótesis de que todas las edades inferiores a una dada estaban equisuperficialmente representadas y que el número de pies por hectárea de una clase diamétrica es el correspondiente a la tangencia de copas (misma hipótesis que para las tablas de masa regular).

Con estas hipótesis, si t_p es el tiempo de paso entre clases diamétricas y t es la edad correspondiente al diámetro de cortabilidad de una clase diamétrica (diámetro superior de la clase) el número de pies por hectárea de la clase diamétrica en masa irregular es:

$$N = \frac{t_p}{t} \frac{10.000}{dc^2}$$

Tanto t como dc^2 se obtienen a partir de sus correspondientes tarifas. El tiempo de paso, t_p , se obtiene como diferencia entre las edades de las sucesivas clases diamétricas. Los valores de la tabla de masa irregular N , G y V correspondientes a cada diámetro de cortabilidad se obtienen, en el caso de la tabla calculada para este Plan, como producto de los valores unitarios de cada pie medio de la masa irregular por el número de pies correspondiente al diámetro de cortabilidad.

Las tarifas a las que se ha hecho mención son las siguientes (todas son parabólicas con el diámetro normal como término independiente $y=a+b \cdot dn+c \cdot dn^2$):

y	a	b	c
h	0,383	0,37071	-0,0021259
vi	198,1	-21,150	0,8463
t	6	1,07900	0,014615
dc²	3,5750	-0,16370	0,0191191