

PRODUCCIÓN MADERERA EN ESPAÑA

Autores: Santiago Vignote Peña & Víctor González, UPM.

3.- EL MERCADO DE LA MADERA EN ESPAÑA

3.1.- LA OFERTA DE ESPAÑA.

3.1.1.- DATOS GENERALES.

Según FAO (2010) y el III Inventario Forestal Nacional, los datos de superficie forestal de España son los recogidos en la *tabla 13*. Su clasificación en formas de monte, grado de aprovechamiento y tipos de propiedad es la que se refleja en la *figura 21* y en la *tabla 14*.

Superficie total	Superficie forestal	Superficie arbolada	Destino de la superficie arbolada					
			Producción	Conservación	Protección	S° social	Multiuso	
50537	27747	18173	3,7	2,1	3,6	0,4	8,4	
			Origen de la superficie arbolada					
			Regenerado natural total	Regenerado natural especies introducidas	Plantado total	Plantado especies introducidas		
			14,8	0,5	2,6	1,0		

Tabla 13: Superficie total y forestal por origen y destino en España en 2010 en miles de ha (FAO).



Figura 21: Superficie forestal de España y clasificación.

Tipo de Propiedad	Monte alto	Monte medio	Monte bajo	Monte no explotado	Superficie complementaria	Superficie de bosque	Otra superficie	Arbustos y	Total Superficie	Otros
	explotado regularmente			Regularmente	de bosque	Total	arbolada	matorral	Forestal	
Estado o CC.AA.	679	4	38	139	69	929	28	264	1219	14
Otros públicos	2720	133	509	683	204	4249	130	2112	6491	148
Patrimoniales de Entidades Locales	295	18	111	102	28	554	9	322	885	52
Particulares	4053	94	599	976	304	6026	2389	6629	15044	71
TOTAL	7453	232	1145	1799	576	11205	2545	9005	22755	233

Tabla 14: Distribución de la superficie forestal de España en miles de ha (MAPA, 1999).

Los conceptos recogidos en la *tabla 14* son los siguientes:

- *Monte* es una superficie de más de 0,5 ha en la que predominan árboles o arbustos, con una fracción de cabida cubierta de más del 10%.
- *Monte no explotado regularmente* es aquel que tiene como funciones predominantes la protección o el recreo.
- *Superficie complementaria de bosque* es aquella que no es productiva, pero sí necesaria para la producción (pistas, cargaderos, viveros, casas forestales,...).
- *Otras superficies arboladas* son bosques de menos de 0,5 ha, o con fracción de cabida cubierta menor del 10%, como es el caso de las dehesas.
- *Arbustos y matorral* es la superficie en donde predominan las formaciones fruticasas y subfruticasas, esto es, los arbustos o matorrales.
- *Otros* recoge las plantaciones lineales para protección contra vientos u otras análogas.

La **superficie** de bosque se ha incrementado muy notablemente y así lo reflejan los 3 inventarios forestales nacionales realizados (*tabla 15* y *figura 22-a*). Pero la oferta de **madera en rollo** a corto plazo va a mantenerse prácticamente **constante** ya que los turnos de nuestras masas son tan largos que los frutos de las repoblaciones no estarán en el mercado hasta dentro de decenas de años.

Inventario	Año	Superficie Arbolada x1000 ha	Superficie adehesada x1000ha	Superficie rala y dispersa x1000ha	Superficie desarbolada x1000 ha	TOTAL FORESTAL x1000 ha	Biomasa arbórea 10 ⁶ m ³
I	66/75	11.204		2.546	9.005	22.755	456,7
II	86/96	9.942	1.980	2.157	11.904	25.984	597,3
III	97/07	14.840	2.095	1.330	9.263	27.527	914,9

Tabla 15: Superficies forestales en los 3 inventarios forestales nacionales (MMARM, 2010).

En España, con una superficie total de aproximadamente 50 millones de ha, están catalogadas casi 28 millones de ha (más del 50% de su superficie); pero sólo son **montes explotables** regularmente 8,8 millones de ha, es decir, el 17,5% de la superficie total. Dentro de los montes explotables se incluyen también los de aprovechamiento de corcho u otros productos forestales, lo que sin duda reduce la superficie de oferta maderera.

La **propiedad** de la superficie forestal es mayoritariamente **privada** (aproximadamente dos tercios), correspondiendo el resto al Estado, las Comunidades Autónomas y sobre todo a las Entidades Locales, importantes propietarias de montes públicos. Dentro de los montes privados debe tenerse en cuenta la existencia de casi 7 millones de propiedades, lo que refleja el **escaso tamaño** de esta propiedad, que en la zona del norte de España llega a minifundismos que condicionan de forma muy importante los costes de aprovechamiento.

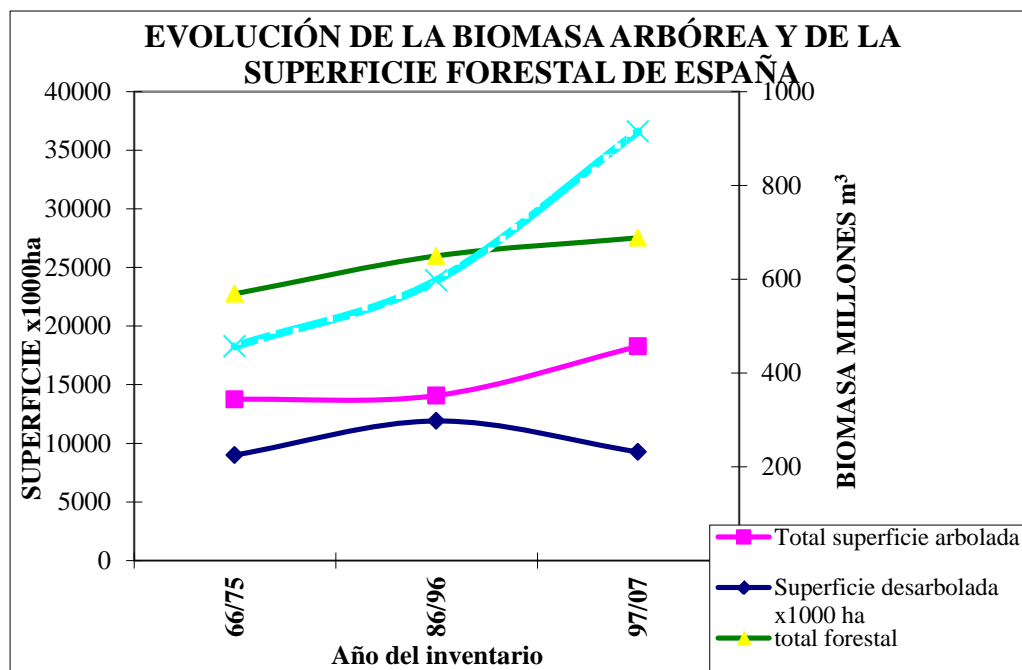


Figura 22-a: Evolución de la biomasa arbórea y de la superficie forestal de España en los 3 inventarios forestales nacionales realizados (MMARM, 2012)

En la tabla 16-a se muestra la distribución de la superficie forestal arbolada por especies. Se puede apreciar como la superficie forestal arbolada con FCC > 20% es de poco más de 10 millones de ha, en las cuales domina la encina y otros Quercus de hoja perenne o marcescente de escaso valor maderero. Si se incluyen sus mezclas con sabinas u otros pinos también de escaso valor, la superficie que ocupa supera los 2,5 millones de ha, es decir casi la cuarta parte del total de superficie arbolada con FCC >20%. El resto de esta superficie está ocupada por coníferas y frondosas en parecida proporción.

Coníferas	Superficie (x10 ³ ha)	Superficie (%)	Frondosas	Superficie (x10 ³ ha)	Superficie (%)
P. pinaster y mezcla con otros pinos	1.750	12,6	Encina y mezcla con otros Quercus.	1.658 (562 con Q. síber)	11,9
P. silvestre y mezcla con otros, excluido negral.	1.363	9,8	Haya y mezcla con robles	400	2,9
P. carrasco y mezcla con otros, excluido negral	1.277	9,2	Eucalipto	380	2,7
P. laricio	406	2,9	Rebollo	263	1,9
P. radiata	174	1,3	Alcornoque y mezcla con otros, excluida la encina	152	1,1
P. piñonero	173	1,2	Robles (Quercus robur y petraea)	100	0,7
Sabina (J. thurifera)	75	0,5	Castaño	83	0,6
P. canario	70	0,5	Chopo	54	0,4
Abeto	60	0,4	Quejigo	52	0,4
Pino negro	52	0,4	Árboles de ribera	36	0,3
Otras coníferas	37	0,3	Otras frondosas	536	3,8
Total	5.437	39,1	Total	3.714	26,7
Mezcla de eucalipto y pino pinaster (norte)				345	2,5
Mezcla de pino piñonero o carrasco con frondosas (sobre todo, encina)				215	1,5
Mezcla de pino silvestre y frondosas (sobre todo, haya y rebollo)				169	1,2
Mezcla de encina y sabina (Juniperus thurifera)				124	0,9
Otras mezclas de coníferas y frondosas				623	4,5
Total arbolado (coníferas + frondosas) con FCC>20%				10.626	76,4
Arbolado ralo (10<FCC<20%)				2.883	20,7
Total coníferas+frondosas incluyendo arbolado ralo con Fcc>10%				13.509	97,1
Arbolado ralo (5<FCC<10%)				396	2,9
Total coníferas+frondosas, incluyendo arbolado ralo con Fcc>5%				13.905	100,0

Tabla 16-a: Distribución de la superficie forestal arbolada por especies dominantes en 2000 (Tolosana haciendo referencia al 2º Inventario Forestal Nacional y Madrigal, A. et al, 1.999).

El dato clave de la oferta es el **volumen total** de corta español, es decir, la cantidad de madera, de todas las especies forestales, que se explota como madera en rollo cada año. El último dato conocido es el de 2010 y representa **15,6 millones de m³**. En 2010 también se produjeron 2,5 millones de m³ de leñas y carbón vegetal.

Producto\Año	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009	2010
Madera en rollo	14218	12484	13604	15590	15075	14321	15531	14501	15600

Tabla 16-b: Serie histórica de volúmenes de corta de madera en rollo en España.

La tabla 16-b y la figura 22-b permiten comparar el dato de 2010 con datos históricos anteriores. Puede verse que, en los últimos treinta años, las cortas de madera en rollo han estado en cifras parecidas (12-17 millones de m³), por lo que los volúmenes de 2010 pueden considerarse representativos de la realidad de explotación de madera en rollo en nuestro país.

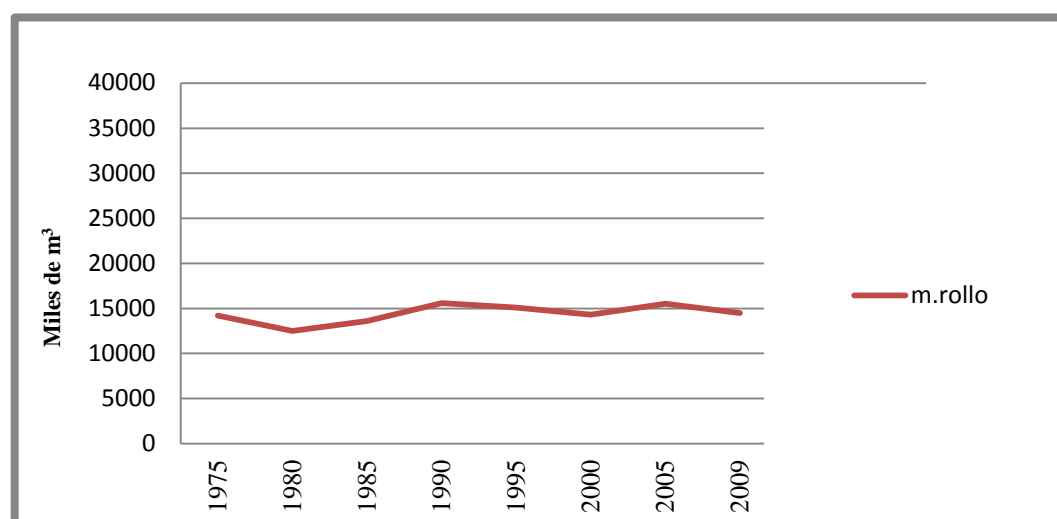


Figura 22-b: Evolución histórica de las cortas de madera en rollo en España.

Teniendo en cuenta que el crecimiento corriente de madera en los montes españoles está entre 40 y 50 millones de m³ según las diversas fuentes, el volumen de corta representa un **40%** aproximadamente de la posibilidad. Este dato representa un aprovechamiento de alrededor del 40% de la posibilidad de nuestros montes, lo que nos coloca a la cola de los países de la Unión Europea en uso de nuestros recursos forestales maderables (figura 22-c).

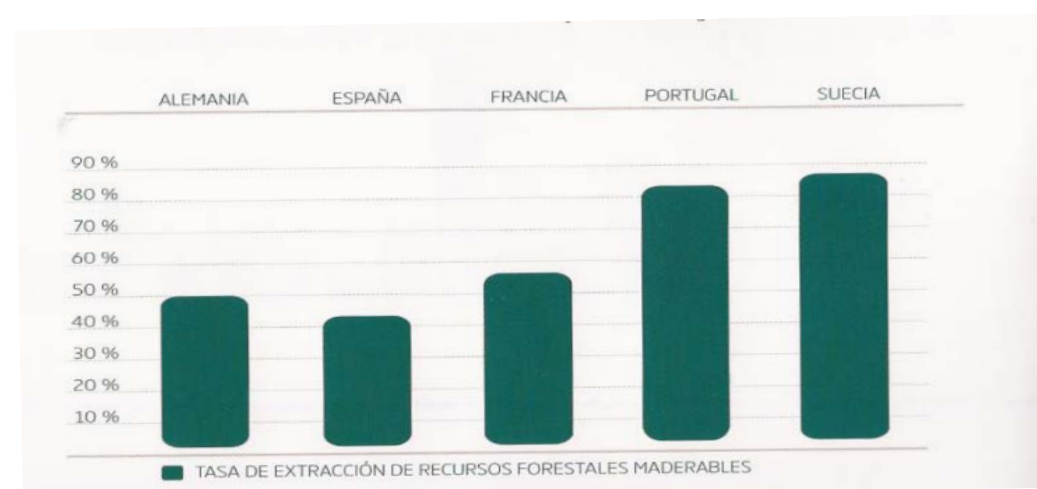


Figura 22-c: Comparación de la tasa de extracción de madera en rollo española y la de algunos países de la UE-27 en el año 2010 (Aspapel, 2013).

En cuanto al reparto por especies de estos 15,6 millones de m³, el mayor volumen de corta en 2010 correspondió al **eucalipto**, seguido del **pino pinaster**. Los volúmenes exactos de estas y otras especies están reflejados en el *gráfico 22-d*. Estos datos y sus series históricas se analizan con más detalle en el apartado referente a la demanda, pero puede decirse que, habitualmente, estas dos especies ocupan cada año los dos primeros puestos de esta clasificación, pudiendo intercambiárselos según varíe la actividad de dos sectores económicos: la construcción, que es el principal motor de las industrias consumidoras de pino pinaster (aserrío, tablero, mueble, etc) y el papel gráfico o sanitario, que es el motor de la principal industria consumidora de eucalipto (celulosa de fibra corta).

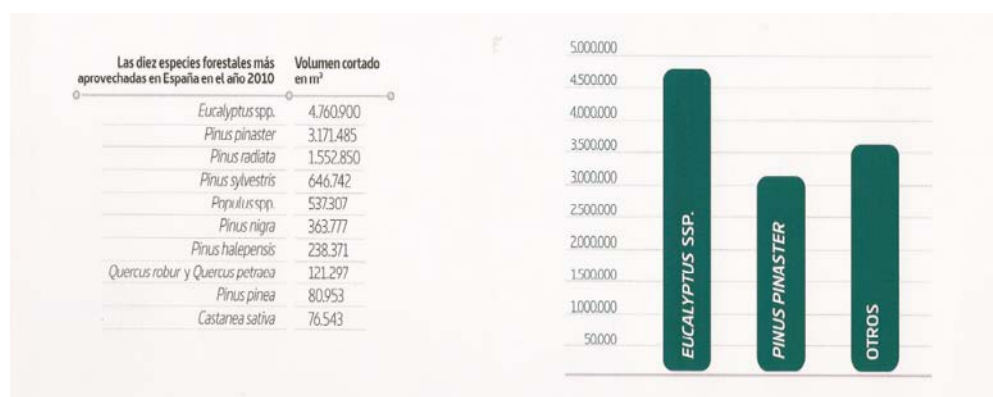


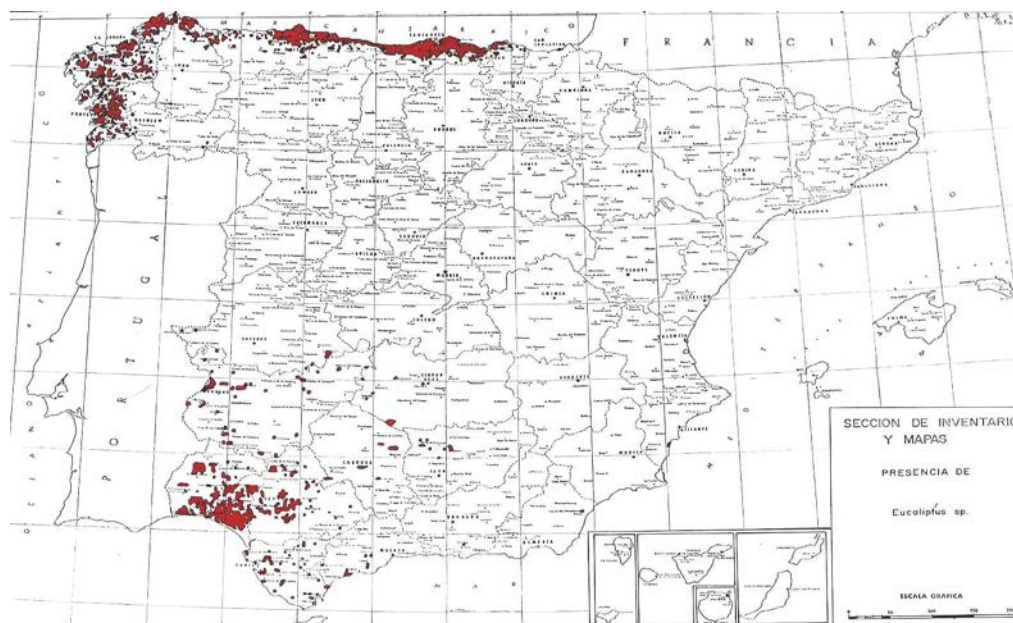
Figura 22-d: Distribución por especies de las cortas de madera en rollo en España en 2010 (Aspapel, 2013).

3.1.2.- CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA DE MADERA POR ESPECIES.

A continuación se reseña las principales características de la **oferta de madera por especies**, reseñando para cada:

- tipo de propiedad en que se obtiene principalmente,
- características morfológicas de pendiente del monte tipo,
- tipo de tratamiento habitual,
- rango de volúmenes habituales de corta,
- turnos y cortas aplicadas más comúnmente.

A) EUCALIPTO



Para su caracterización, se deben distinguir las masas del norte y las del sur de España.

Norte

Superficie total de la especie (ha)	230.000
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	40
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	5,1
Tipo de propiedad	Predomina la privada de tamaño muy pequeño menor a 1 ha
Características medias de pendiente	32% en pendiente>35%; 49% entre 15 y 35% y 20%<15%
Tratamiento	Replantación
Turno (años)	15-20
Volumen anual (x 10 ³ m ³)	3000-3500
Corta	Matarrasa

La tabla de intervenciones más usuales es la siguiente:

Intervención	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Replantación	0	1400	0	0	0
Limpia	5	-	-	-	-
1ª corta final	15	1400	18	17	225
Resalveo	16	-	-	-	-
Limpia	20	-	-	-	-
2ª corta final	30	1400	19	17,5	250
Resalveo	31	-	-	-	-
limpia	35	-	-	-	-
3ª corta final	45	1400	19	17,5	250
Turno					725

Sur

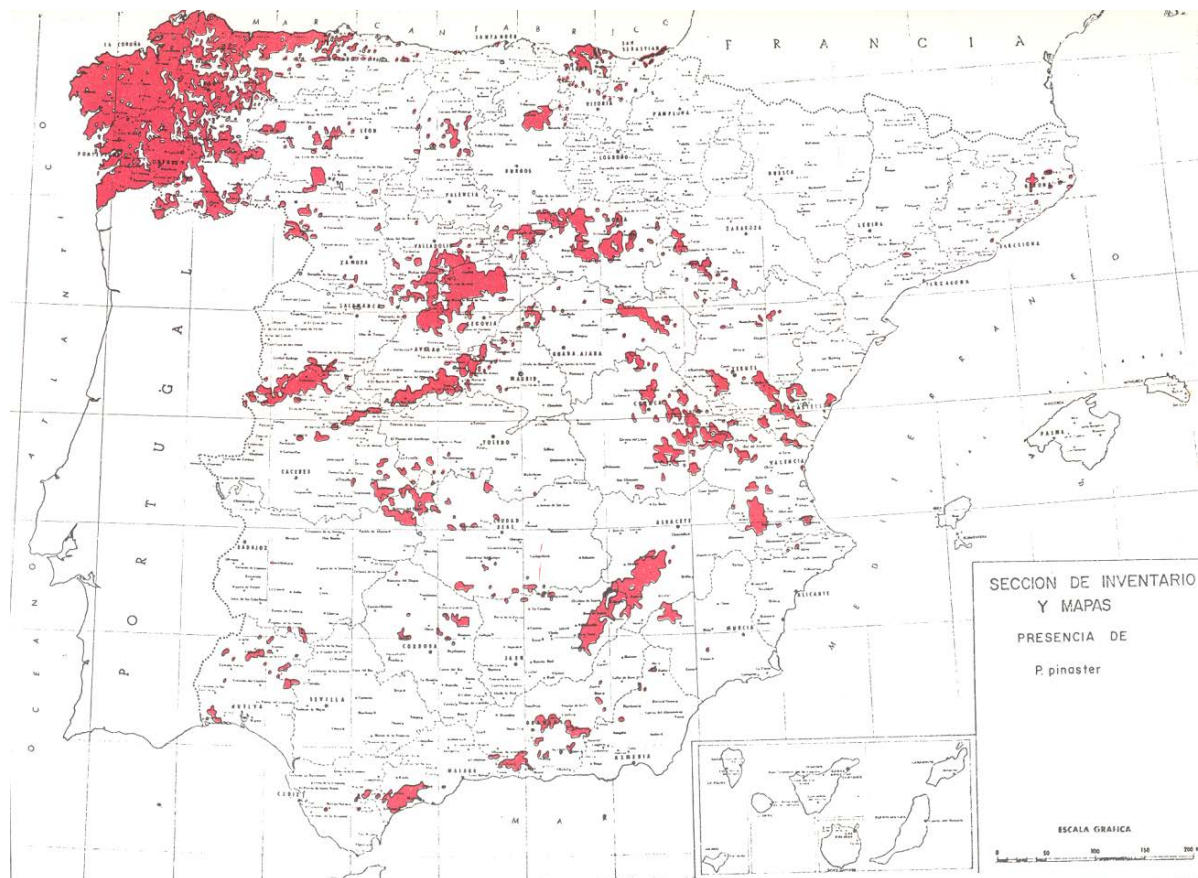
Superficie total de la especie (ha)	150.000
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	18
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	1,9
Tipo de propiedad	Predomina la privada de tamaño grande >10 ha
Características medias de pendiente	21% en pendiente>35% sobre terrazas; 52% entre 15 y 35% y 27%<15%
Tratamiento	Replantación a monte bajo con 2 o 3 cortas
Turno (años)	12
Volumen anual (x 10 ³ m ³)	800-1100
Corta	Matarrasa

La tabla de intervenciones más usuales es la siguiente:

Intervención	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Replantación	0	525	0	0	0
Limpia	4	-	-	-	-
1ªCorta final	12	525	16	11,5	70
Resalveo	13	-	-	-	-

Limpia	16	-	-	-	-
2ª corta final	24	525	16	11,5	75
Resalveo	25	-	-	-	-
limpia	28	-	-	-	-
3ª corta final	36	525	16	11,5	75
Turno	36				220

B) PINO PINASTER



Al igual que en el caso del eucalipto, se pueden distinguir dos zonas con distintas subespecies:

Subespecie mesogeensis

Superficie total de la especie (ha)	1.200.000	
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	95	
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	2,7	
Tipo de propiedad	Predomina la pública (Ayuntamientos) Tamaño >50 ha	
Características medias de pendiente	28% en pendiente >35%; 38% entre 15 y 35% y 34% <15%	
Tratamiento	Monte alto	
Turno (años)	80-120	
Volumen anual de corta (x 10 ³ m ³)	800-900	
Corta	Intermedias	Claras a 30/4 años; y 50/60 años
	Finales	A hecho (Soria) o 2 cortas de aclareo sucesivo

Las intervenciones medias que se realizan son las siguientes:

Intervención	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro(cm)	Altura(m)	Fuste extraído (m ³)
Repoblación	0	1000	0	0	0
Clareo-desb.	15-20	800	7	4,8	-
1ª clara	35-40	500	22,8	8,7	40
2ª clara	55	300	29,2	9,8	61
1 aclareo	80	100	38,9	12	130
2º aclareo	100	0	44,5	13,1	93
Turno	100				324

Subespecie atlántica

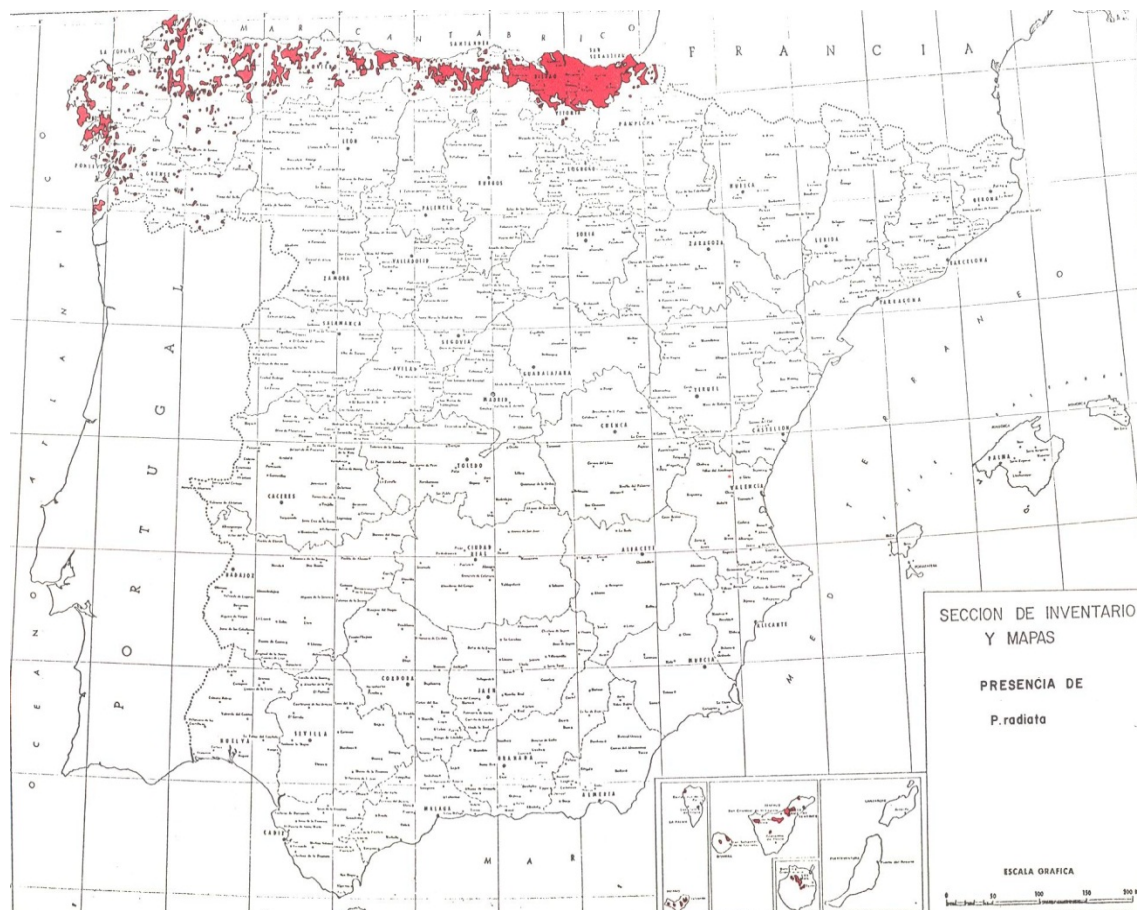
Superficie total de la especie (ha)	550.000	
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	42	
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	3,5	
Tipo de propiedad	Predomina la privada muy dividida Tamaño<1 ha	
Características medias de pendiente	24% en pendiente>35%; 48% entre 15 y 35% y 28%<15%	
Tratamiento	Repoblación	
Turno (años)	25-35	
Volumen anual de corta (x 10 ³ m ³)	2000-2200	
Corta	Intermedias	Claras a 18/20 años
	Finales	Corta a hecho

La tabla de intervenciones media es la siguiente:

Intervención media	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Repoblación	0	1390	0	0	-
Clareo-desb.	10	800	7	4,8	-
1ª clara	22	450	22	10,4	40
Corta final	33	0	34,5	15,1	269
Turno	33				309

C) PINO RADIATA

Superficie total de la especie (ha)	174.000	
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	41,5	
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	2,6	
Tipo de propiedad	Predomina la privada pequeña, de 1 a 5 ha	
Características medias de pendiente	63% en pendiente>35%; 31% entre 15 y 35% y 6%<15%	
Tratamiento	Repoblación	
Turno (años)	35-40	
Volumen anual de corta (x 10 ³ m ³)	1500-1800	
Corta	Intermedias	Claras a 18/20 años y en ocasiones a 25/28 años
	Finales	Corta a hecho

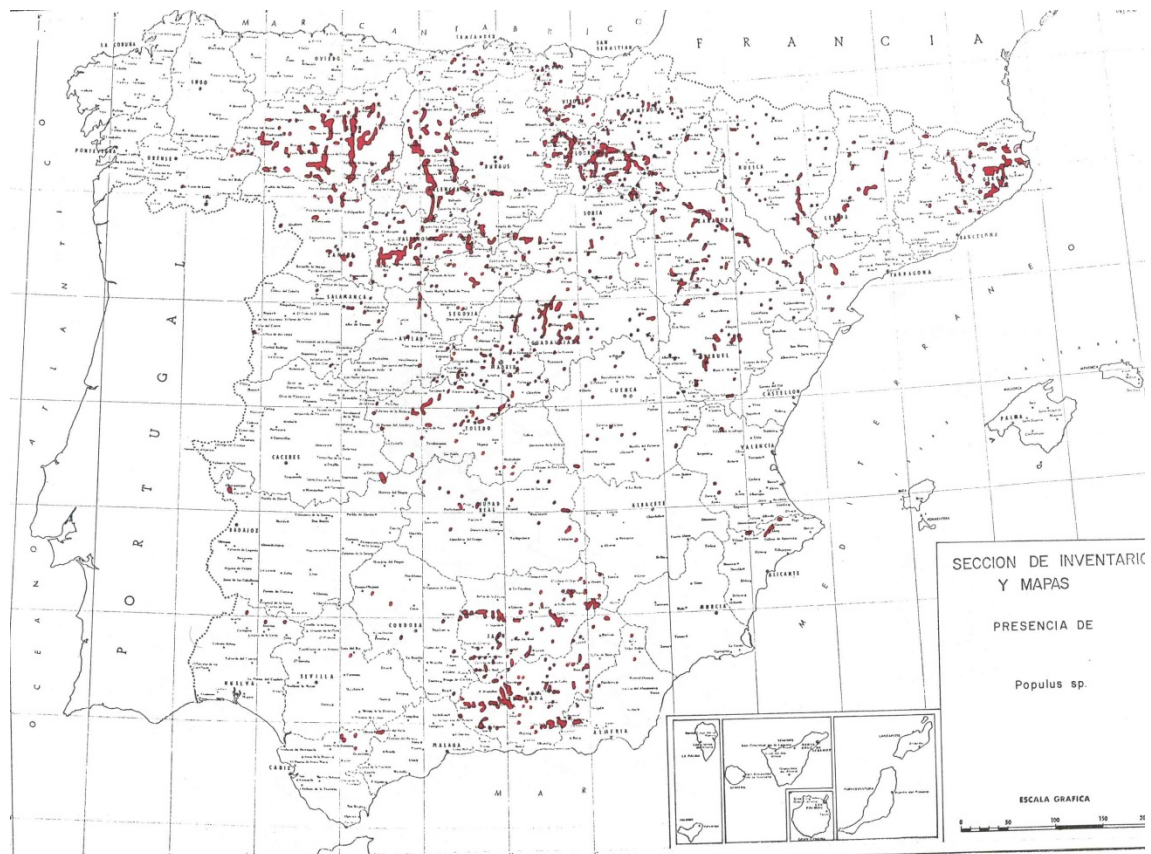


La tabla de intervenciones es la siguiente:

Intervención	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m³)
Replacación	0	1300	0	0	0
Clareo-desb.	10	800	7	4,8	-
1ª clara	17	500	20,4	12,3	38
2ª clara	27	250	32	18,3	138
Corta Final	37	0	45	21,2	315
Turno	37				481

D) CHOPO

Superficie total de la especie (ha)	54.000
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	8,3
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	0,6
Tipo de propiedad	Predomina la privada de tamaño pequeño a mediano de 1 a 5 ha
Características medias de pendiente	90% terrenos llanos
Tratamiento	Replacación
Turno (años)	15-18
Volumen anual (x 10 ³ m ³)	500-800
Corta	Matarrasa

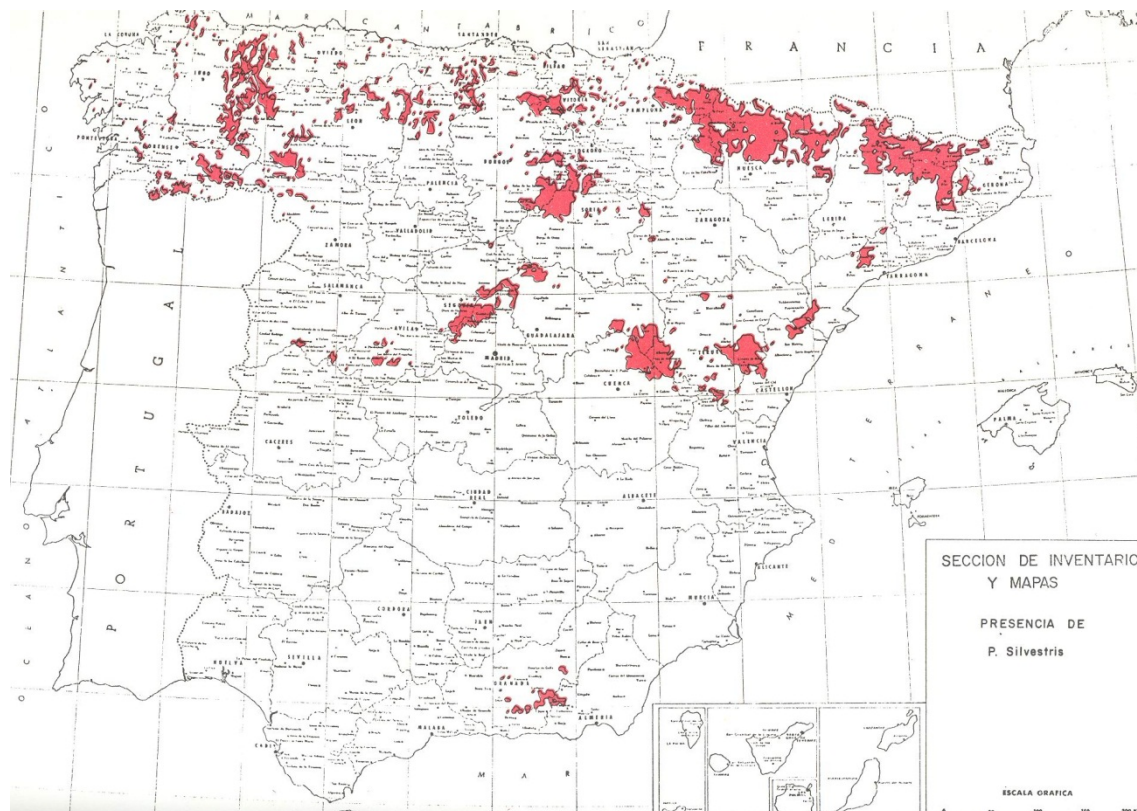


La tabla de intervenciones más normales es la siguiente:

Intervención	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Replantación	0	280	0	0	0
Desbroce-poda	5	-	-	-	-
Limpia	10	-	-	-	-
Corta final	19	280	38	20,6	200
Turno	19				200

E) PINO SILVESTRE

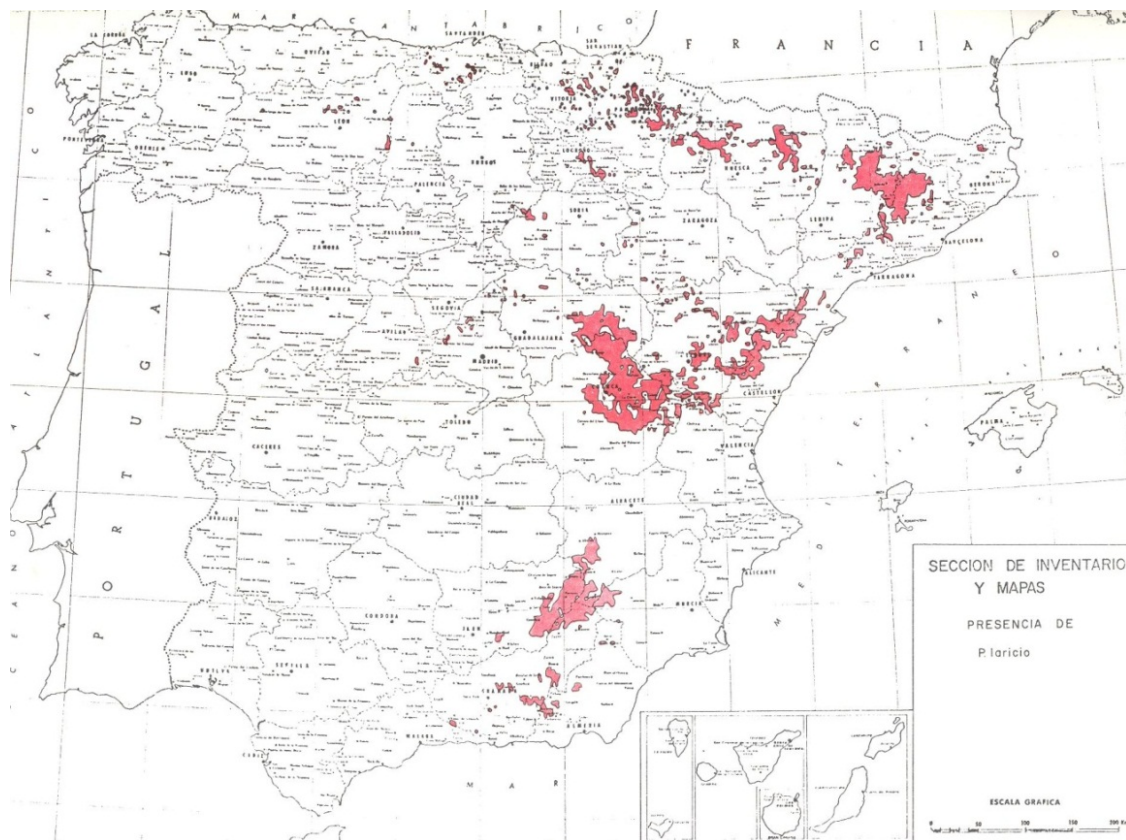
Superficie total de la especie (ha)	1.363.000	
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	138	
Crecimiento anual (x10 ⁶ m ³)	3,7	
Tipo de propiedad	Predomina la pública (Ayuntamientos) de tamaño >50 ha	
Características medias de pendiente	44% en pendiente >35%; 45% entre 15 y 35% y 11% <15%	
Tratamiento	Monte alto	
Turno (años)	100-120	
Volumen anual de corta (x 10 ³ m ³)	600-800	
Corta	Intermedias	Claras a 35/45 años; a60/75 años y en ocasiones 85/95 años
	Finales	2 cortas de aclareo sucesivo



Intervención medias	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Replantación	0	1200	-	-	-
Clareo-desb.	20-25	800	7	4,8	-
1ª clara	45	500	22	9,3	40
2ª clara	70	300	31	12	81
1 aclareo	100	100	42,7	15,4	196
2º aclareo	115	0	47,3	16,5	128
Turno	115				445

F) PINO LARICIO

Superficie total de la especie (ha)	406.000	
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	70	
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	1,8	
Tipo de propiedad	Predomina la pública (Ayuntamientos) Tamaño >50 ha	
Características medias de pendiente	34% en pendiente >35%; 40% entre 15 y 35% y 26% <15%	
Tratamiento	Monte alto	
Turno (años)	120-140	
Volumen anual de corta (x 10 ³ m ³)	300	
Corta	Intermedias	Claras a 40/50 años; a 65/75 años y 85/105 años
	Finales	2 cortas de aclareo sucesivo

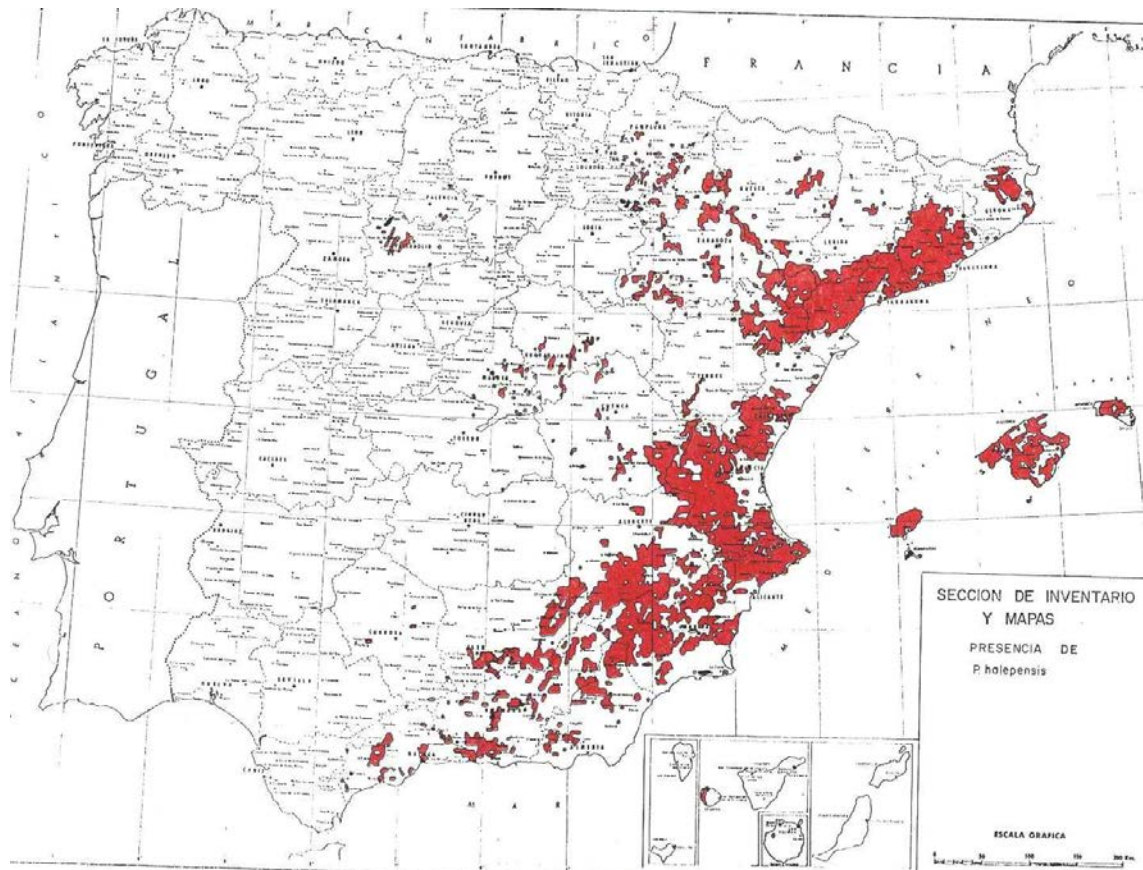


Las intervenciones medias que se realizan son las siguientes:

Intervención	Edad (años)	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Replantación	0	1000	0	0	-
Clareo-desb.	25-30	800	7	4,8	-
1ª clara	50	500	21	8	32
2ª clara	75	300	27	9,6	52
1 aclareo	100	100	35,8	12	113
2º aclareo	120	0	38,7	12,7	70
Turno	120				267

G) PINO HALEPENSIS

Superficie total de la especie (ha)	1.500.000
Existencias (x 10 ⁶ m ³)	70
Crecimiento anual (x 10 ⁶ m ³)	1,6
Tipo de propiedad	Predomina la privada Tamaño medio alrededor de 10 ha
Características medias de pendiente	48% en pendiente >35%; 37% entre 15 y 35% y 15% <15%
Tratamiento	Monte alto
Turno (años)	80-120
Volumen anual de corta (x 10 ³ m ³)	300
Corta	Huroneo selectivo cada 10 a 20 años (esta última es lo más frecuente) de pies >25 cm de diámetro



Las intervenciones que se realizan son las siguientes:

Intervención	Nº pies/ha	Diámetro (cm)	Altura (m)	Fuste extraído (m ³)
Entresaca cada 10 años	250	23,5	8,0	37

3.1.3.- OFERTA DE RESIDUOS.

Como ya se explicó al hablar del mercado en la UE, en España, además de la oferta de madera en rollo, se oferta madera en forma de **residuo industrial** y madera procedente de **reciclaje**. También existe una oferta importante y creciente para papel en forma de papel recuperado, al que se denomina comercialmente **papelote**.

Estas posibilidades han significado un cambio de concepto muy importante: de ofertarse únicamente madera en rollo de nuestros montes a complementarse esto con los residuos industriales de las fábricas de aserrado, chapa y tablero contrachapado. También de otras industrias como carpinterías y fábricas de muebles. A todo ello se ha sumado la oferta procedente de recuperación, es decir, los productos de reciclado.

Si se analiza la **evolución de esta oferta** a lo largo de los últimos (*tabla 17 y figura 23*) puede observarse que la oferta del reciclado del papel (en m³ equivalentes) ha superado con creces la oferta de madera en rollo.

Producto\Año	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009
Madera en rollo	14218	12484	13604	15590	15075	14321	15531	14501
Residuos	0	1100	1200	1200	1321	1485	1344	1307
Reciclado madera	0	0	0	0	50	180	1205	1600
Reciclado papel equivalente	2190	2922	3873	5073	6066	9957	14014	17661
Paja, algodón,..	592	480	344	488	44	48	2960	3548
Total oferta	17000	16986	19021	22351	22556	25991	35054	38617

Tabla 17: Evolución de la oferta de productos madereros en España en miles de m³, salvo el reciclado del papel que se expresa en miles de t. (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER database, 1964-2009 & ANFTA, 2000)

Según esto, mientras que la oferta de madera en rollo se ha quedado prácticamente **estancada** entre los 14 y 16 millones de metros cúbicos de madera en rollo y los residuos industriales entre 1,2-1,3 millones de m³, el reciclaje tanto de productos madereros como del papel se ha **incrementado** anualmente de forma espectacular, llevando a que la oferta total del mercado tenga un crecimiento anual de 3,74%.

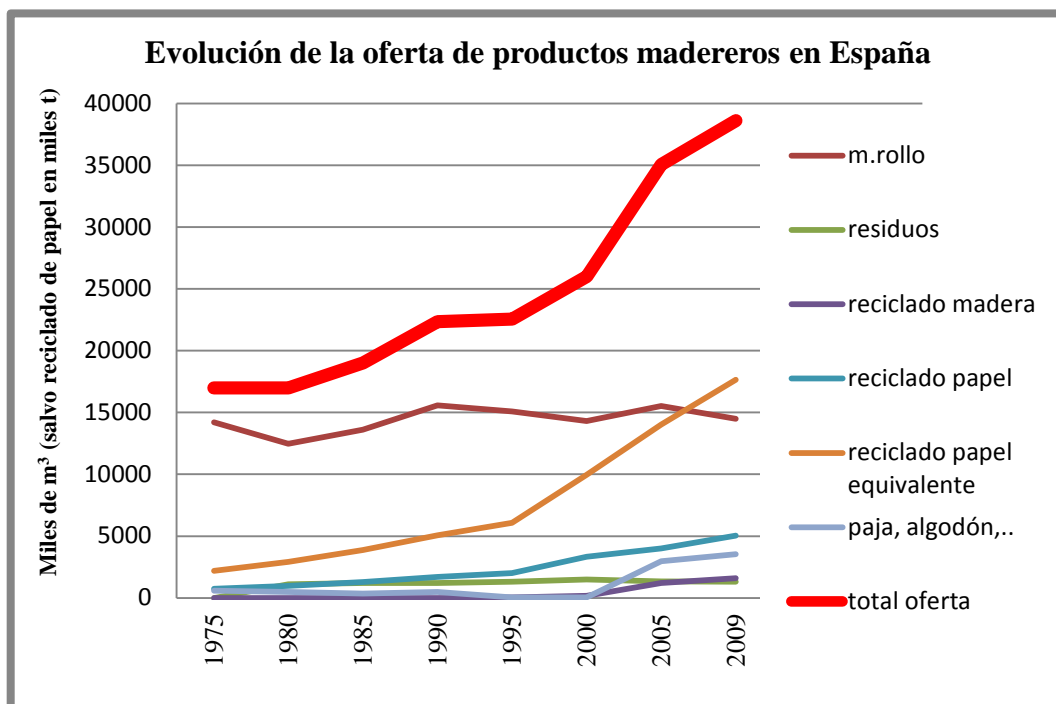


Figura 23: Evolución de la oferta de productos madereros en España (elaboración propia a partir de Forestry and Timber Section UNECE TIMBER database, 1964-2009).

3.1.4.- OFERTA DE MADERA EN ROLLO PROCEDENTE DE DESASTRES NATURALES.

Como ya se ha indicado al hablar del mercado europeo, no se puede comprender bien la oferta si no se tiene en cuenta que cíclicamente se producen desastres naturales. En España son fundamentalmente **grandes incendios** que ponen en el mercado, de forma súbita, una oferta desmesurada que condiciona todo el mercado.



3.2.-DEMANDA

En cuanto a la demanda de madera, el análisis de los datos históricos refleja un fuerte crecimiento que se ve interrumpido drásticamente en los últimos años como consecuencia de la crisis económica. La más clara imagen de los valores de la demanda real puede obtenerse del análisis del **consumo aparente** de madera en España, que presenta un incremento medio anual del 2,92%, con un aumento continuo hasta el 2005 y una disminución reciente (*figura 24 y tabla 18*).

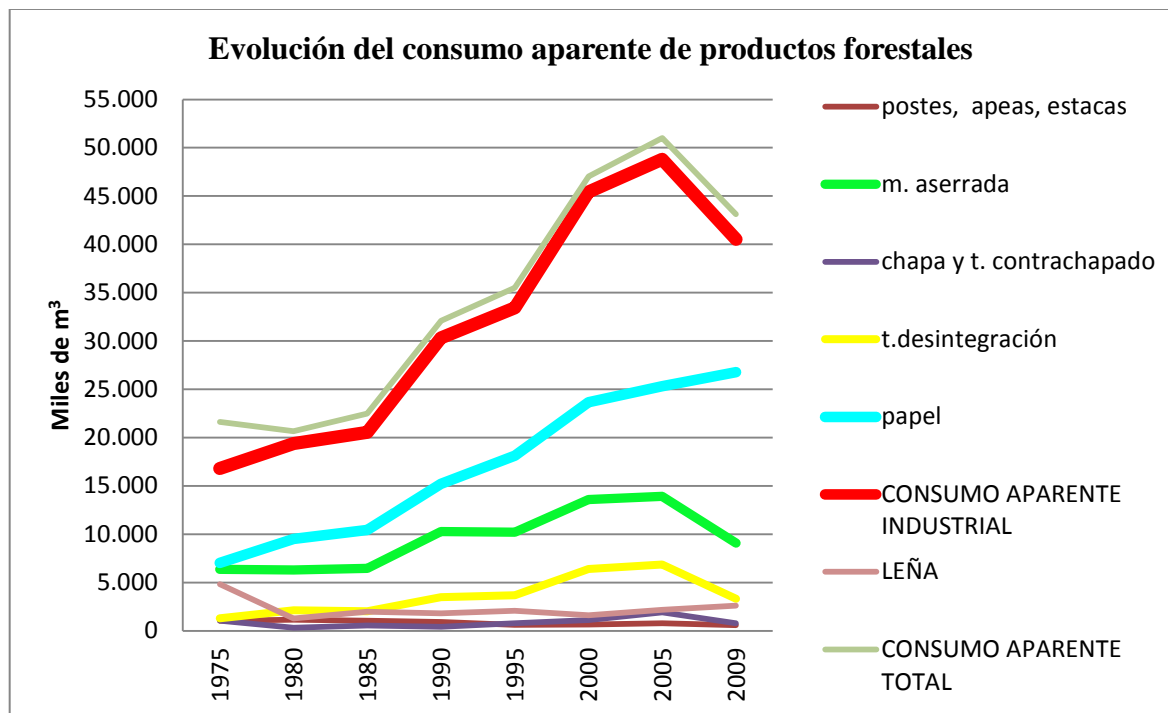


Figura 24: Evolución del consumo aparente de productos forestales en el periodo 1975-2009, expresado en miles de m³ equivalentes de madera en rollo (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER database, 1964-2009).

CONSUMO APARENTE DE PRODUCTOS FORESTALES								
DEMANDA/año	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009
Postes, apeas, estacas	1049	1159	1035	901	626	650	801	589
M. aserrada	3177	3147	3239	5130	5097	6797	6955	4540
Chapa y t. contrachapado	395	128	197	161	298	429	734	289
T.desintegración	890	1357	1346	2320	2491	4334	4792	2362
Pasta madera	1183	1366	1371	1514	1480	1610	1973	1973
Papel	2004	2717	2982	4350	5183	6762	7232	7650
CONSUMO APARENTE EQUIVALENTE EN ROLLO								
DEMANDA/año	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009
Postes, apeas, estacas	1049	1159	1035	901	626	650	801	589
M. aserrada	6354	6294	6478	10260	10194	13594	13910	9080
Chapa y t. contrachapado	1065	320,5	553,5	433	794,5	1111	1919	771
T.desintegración	1310	2113	2028	3485	3679	6396	6874	3306
Papel	7014	9510	10437	15225	18141	23667	25312	26775
CONSUMO APARENTE INDUSTRIAL	16792	19396	20532	30304	33434	45418	48815	40521
LEÑA	4815	1269	1966	1800	2078	1600	2180	2600
CONSUMO APARENTE TOTAL	21607	20665	22498	32104	35512	47018	50995	43121

Tabla 18: Evolución del consumo aparente de productos forestales en España y su equivalente en madera en rollo expresado en miles de m³ (Forestry and Timber Section UNECE).

Como se acaba de reflejar, el crecimiento medio del consumo aparente se puede desglosar en dos épocas: en el periodo 1975-2005 alcanza un 4,69%, pero desde ese año hasta el 2009 se reduce en un 15%. Esto es un claro efecto de la crisis económica actual, que puede valorarse con mayor detalle en la tabla 19 y figura 25, correspondientes a los años 2005-2009.

Consumo\Año	2005	2006	2007	2008	2009
Postes, apeas, estacas	801	705	483	588,89	589
M. aserrada	13910	14124	14418	10696	9080
Chapa y t. contrachapado	1919	1804	1830	744	771
T. desintegración	6874	7395	6803	3739	3306
Papel	25312	31469	34489	27097	26775
CONSUMO APARENTE INDUSTRIAL	48815	55497	58022	42865	40520
LEÑA	2180	1607	1982	2600	2600
CONSUMO APARENTE TOTAL	50995	57104	60004	45465	43120

Tabla 19: Evolución del consumo aparente de productos forestales en España expresado en miles de m³ equivalente de madera en rollo (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER /63/2, 2010).

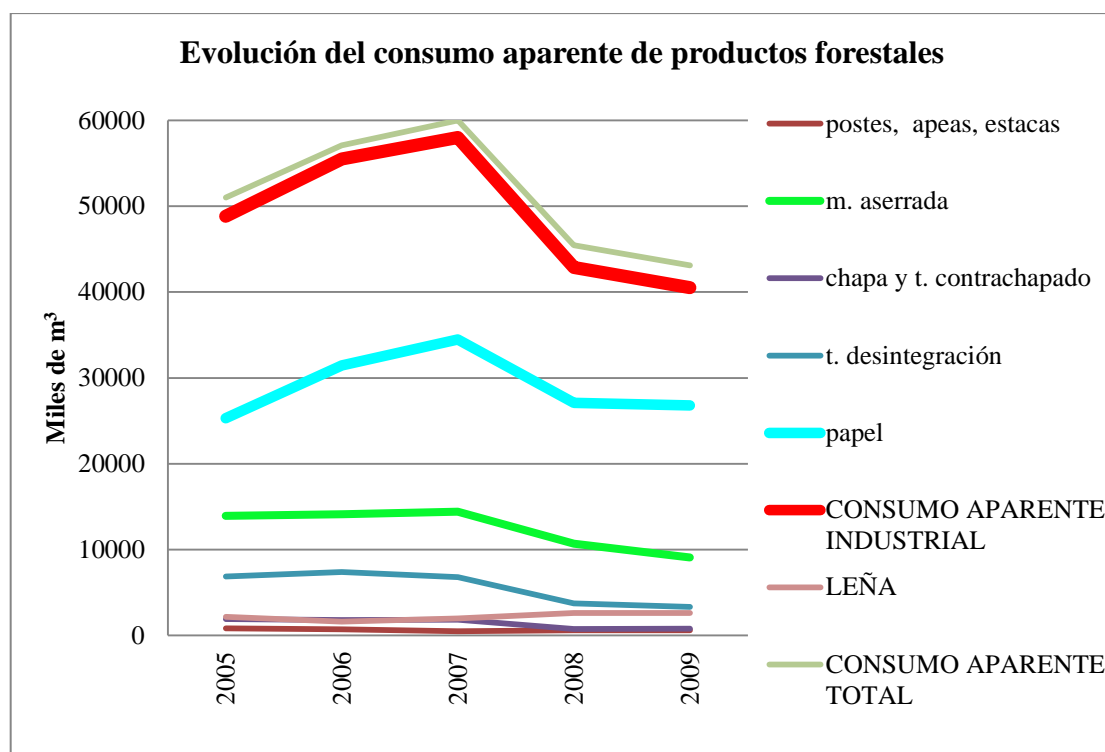


Figura 25: Detalle de la evolución del consumo aparente de productos forestales en España entre los años 2005-2009 expresado en miles de m³ de madera en rollo equivalente (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER /63/2, 2010).

Comparemos ahora estos datos de consumo aparente, y por tanto de demanda, con los que ya conocemos de la oferta.

Producto\Año	2006	2007	2008	2009	2010
Leña	1,6	2	2,6	2,1	2,4
Rollo industrial	14,1	12,7	14,5	11,9	13,2
Total	15,7	14,7	17,1	14	15,6

Tabla 20: Evolución de la oferta (producción de madera) en rollo para leña e industrial en España (FAO).

Como ya se vio en el apartado 3.1, los volúmenes de corta de madera en rollo están habitualmente entre 12 y 17 millones de m³. Esta sería, por tanto la **producción de madera en rollo** en España, cuyo desglose (tabla 20) permite apreciar que la **leña** es una demanda creciente (biomasa) mientras que la madera en **rollo industrial** ha sufrido los avatares propios de la crisis de 2008.

Destino\Año		2006	2007	2008	2009	2010
Rollo aserrado y chapa	C	4,4	3,3	3,8	2,4	2,7
	NC	1,5	1,3	1,5	0,9	1,1
	Total	5,9	4,6	5,3	3,3	3,8
Rollo postes y estacas	C	0,6	0,3	0,4	0,3	0,3
	NC	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
	Total	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5
Rollo desintegración	C	3,2	3,2	3,3	2,8	2,7
	NC	4,3	4,4	5,3	5,3	6,2
	Total	7,5	7,6	8,6	8,1	8,9
Total industrial	C	8,2	6,8	7,5	5,5	5,7
	NC	5,9	5,9	7	6,4	7,5
	Total	14,1	12,7	14,5	11,9	13,2

Tabla 21: Evolución de la producción de madera en rollo industrial por tipo de demanda (FAO)

Centrándonos en la demanda industrial según su **origen** se puede apreciar como la demanda de **madera de calidad** se ha reducido a valores que apenas superan los 4 millones de m³, de los que 3 millones son **coníferas** y 1 millón frondosas. Esta madera de calidad apenas supone la **tercera parte** del total de la demanda. En cambio la demanda de **desintegración** aumenta. De ella, las **frondosas** suponen el 70% y su tendencia es creciente, destinándose fundamentalmente a la producción de pasta y, en menor medida, a tablero de fibras. En cambio las coníferas para desintegración representan apenas el 30% de esta demanda y su tendencia es decreciente (*tabla 21*).

En el apartado 3.1 (*gráfico 22-d*) ya se analizó el **desglose por especies** de las cortas de madera en rollo de **2010**. Lideraban el eucalipto (4,7 millones de m³) y el pino pinaster (más de 3 millones de m³). Les seguía el pino radiata. El resto de especies tenían volúmenes inferiores a 1 millón de m³/año. Si ahora observamos las extracciones por **especie y CC. AA.** y su comparativa con el crecimiento y la superficie ocupada (*tabla 22 y figura 26*) se puede concluir que la extracción se centra en **6 especies** que suponen más del **90%** del total extraído. Así, los **pinos pinaster y radiata más el eucalipto** superan el **75%** del total, aunque la superficie que ocupan representa solo el 25% del total.

Especie		Pino silvestre	Pino pinaster	Pino laricio	Pino radiata	Otros pinos	Eucalipto	Chopo	Otras frondosas
Cortas	Galicia	29	1.914	-	506	4	2552	7	184
	Asturias, Cant. y P. Vasco	14	76	14	1102	30	1091	10	124
	Castilla y León	330	457	81	12	64	1	295	30
	Castilla la Mancha	79	100	74	-	110	7	74	3
	Otros	317	241	133	137	268	509	388	128
	Total	769	2.788	302	1.757	476	4.160	774	469
Crecimiento		3.692	6.229	1.858	2.603	3.147	5.095	575	6.889
Posibilidad teórica		3.000	5.100	1.500	2.500	2.500	7.000	800	3.500
% de corta		25,6	54,7	20,1	70,3	19,0	59,4	96,7	13,4
Superficie		1.363	1.750	406	174	1.744	380	54	3.276

Tabla 22: Cortas por especies en el año 2.001 ($\times 10^3$ m³/año) y su comparativa con el crecimiento y superficie ocupada (Vignote, basado en MAPA 2005).

Además, existe una importante **concentración geográfica** de estas extracciones. En Galicia se explota el 45% de la madera total y en el resto de la Cornisa Cantábrica el 21,5%. Ya en menor medida, Castilla-León y Castilla la Mancha, proporcionan el 11 y el 4% respectivamente, quedando para el resto de España menos del 20% de la madera extraída. Es decir, que la extracción de madera se concentra en **Galicia y Cornisa Cantábrica** proporcionando más de las **dos terceras partes** de la madera.

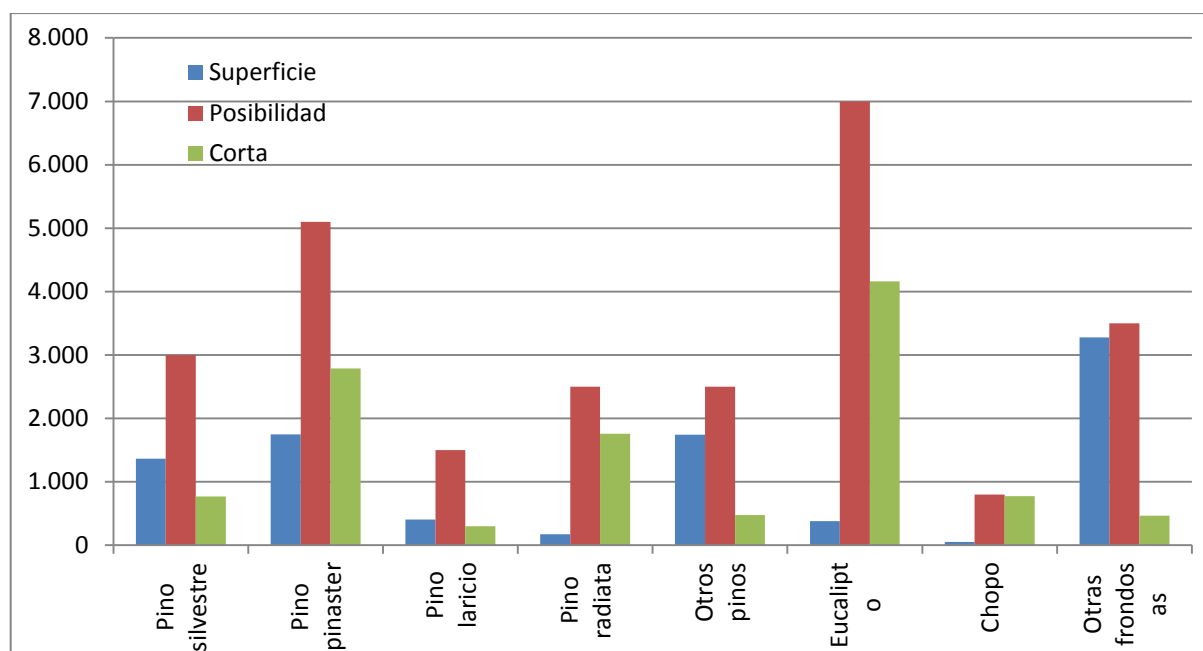


Figura 26: Superficie, posibilidad y corta de madera por especie.

Analizando el porcentaje de corta respecto a su posibilidad maderera queda patente el grado de protección de cada especie. Así, el pino pinaster, el pino radiata, el eucalipto y el chopo tienen porcentajes de corta superiores al **50% de la posibilidad**. El resto de las especies tienen porcentajes de corta del 25% o menos, lo que indica un moderado ritmo de explotación y, por tanto, un elevado grado de conservación. Recordemos que en el apartado 3.1 ya se vio que, globalmente, España apenas corta el 40% de su posibilidad lo que le sitúa a la cola de la UE-27.

3.2.1.- DEFICIT DE MADERA

Con los datos ya conocidos de las tablas anteriores sobre evolución de la demanda de productos forestales y la producción maderera, podemos deducir el déficit de productos forestales (tabla 23) y la evolución del déficit de madera en rollo equivalente existente en España (figura 27). Puede verse que este déficit ha llegado en algunos años a ser más del 45% de la demanda, si bien con la crisis económica hoy día apenas es el 10%.

PRODUCTO\AÑO	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009
M. aserrada	889	996	856	1810	1785	3037	3295	1398
Chapa, t. contrachapado	-39	-60	-80	-60	-31	-26	119	-34
T. desintegración	-15	-283	-221	180	28	116	371	-1168
Pasta+papelote	264	108	-22	-78	-122	-1812	-764	-900
Papel	151	151	69	904	1499	1065	1535	982

Tabla 23: Evolución del déficit de la producción de productos forestales en España, en miles de m³, excepto pasta y papel, que está expresado en miles de t. El signo negativo indica que la producción supera la demanda de España (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER).

Según la tabla 23, el principal producto de importación es la **madera aserrada**, que ha tenido un déficit creciente. También su demanda ha sido creciente aunque a distinto ritmo: según se indicó anteriormente la demanda había crecido al 1,26%, mientras que las importaciones lo han hecho al 1,68%; si se limita el periodo de estudio hasta sólo 2005 (es decir, se obvia el efecto de la crisis que ya se detecta en las cifras de 2009) el crecimiento hubiese sido del 9,33%.

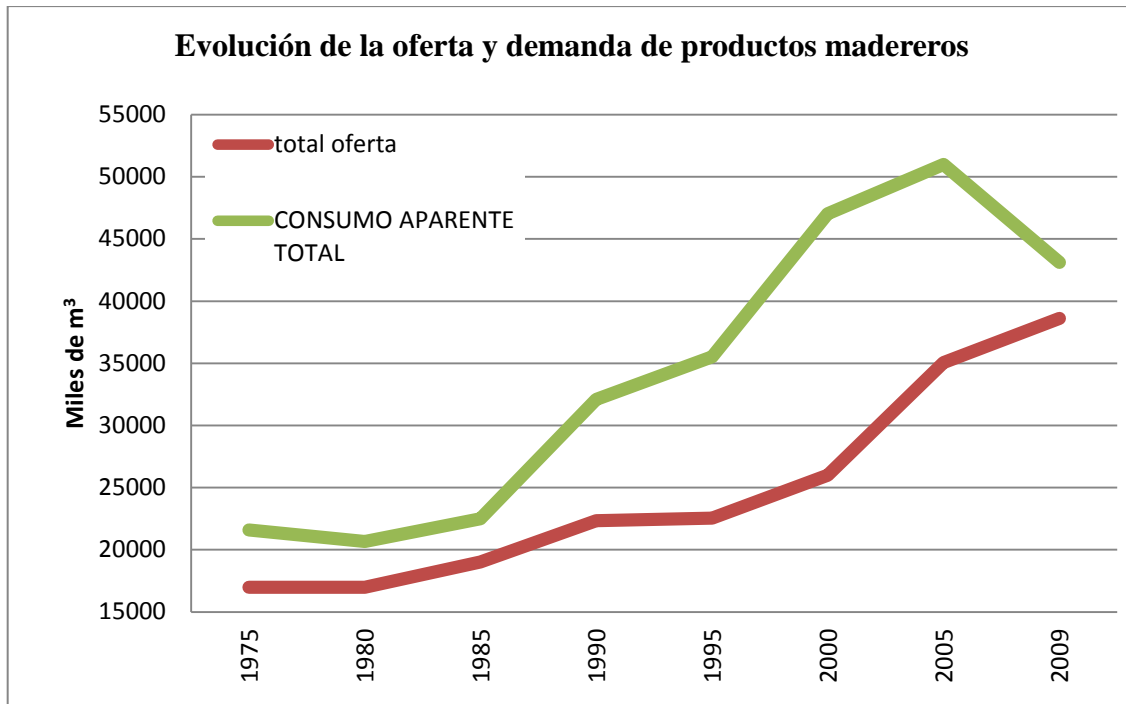


Figura 27: Evolución de la oferta y demanda de productos madereros en España (elaboración propia a partir de datos de UNECE TIMBER database, 1964-2009).

En cualquier caso, la razón de estas fuertes importaciones de madera aserrada, o dicho de otra forma, del **déficit** de este producto es la limitación que existe en España de madera apropiada para la producción de madera aserrada. La **producción nacional** tiene un límite de unos 3,5 millones de m³. Por encima de esta cifra de demanda, no somos capaces de abastecer el mercado y se debe importar. Esto ha convertido a España en un importante destino para la madera aserrada de los principales productores europeos y mundiales, y ha consumido grandes cantidades de dinero en importaciones. Aunque también hay alguna consecuencia positiva: si por el fenómeno que sea baja la demanda total (por ejemplo, por la crisis de la construcción), la producción nacional apenas se resiente pero las importaciones lo hacen de forma espectacular. Así ha ocurrido en los últimos años.

El segundo producto de importación es el **papel**. España es un país productor de **pasta de fibra corta** pero tiene un déficit importante de pasta de fibra larga. Esta última se importa principalmente en forma de papel.

Un caso singular es el de la industria de **chapa y tablero contrachapado**: aunque es una industria de mucha exigencia de calidad de la materia prima por lo que importa madera en rollo de países **tropicales**, también ha sabido adaptarse a la materia prima de chopo nacional. Esto permite que en conjunto la producción de chapa y tablero contrachapado se ajuste en términos generales a la demanda.

En el resto de los productos, la producción española es **autosuficiente** en general, pudiendo ser importador o exportador en función de la coyuntura del momento. Cuando necesita importar por existir déficit, acude a importaciones de madera en rollo o, más comúnmente, a importaciones de **producto elaborado**.

3.2.2.- COMERCIO INTERNACIONAL DE MADERA EN ROLLO

En cuanto al comercio de **madera en rollo** en España, el mercado es claramente **importador** (tabla 24). Las importaciones suponen el 15,2% de la madera del total de la madera industrial (este dato en el caso del mercado mundial era el 6,7%). Nótese que en el año 2007 llegó a ser el 31,5% de la madera industrial procesada. El precio medio oscila alrededor de los 45 €/m³. Las exportaciones son claramente menores aunque con la crisis esta diferencia se ha atenuado. En definitiva, la crisis económica ha reducido las importaciones y ha fomentado las exportaciones de forma muy clara.

Comercio\Año	2006	2007	2008	2009	2010
Importaciones x10⁶ m³	3,8	4	2,9	1,9	2
Valor x10⁹ €	179	226	199	98,4	86,4
Precio medio €/m³	47	56,4	68,7	52,6	42,8
Exportaciones x10⁶ m³	0,2	0,4	1	0,8	1,3
Valor x10⁹ €	11,4	19,8	70,4	41,4	61,5
Precio medio €/m³	51,9	55,1	69,7	51,3	46,2

Tabla 24: Evolución en España del comercio de madera en rollo industrial y su valor (DataComex).

Si analizamos el comercio exterior de **madera en rollo industrial** de España con las diferentes **regiones comerciales del mundo**, puede apreciarse que una gran parte se realiza con la UE, origen de casi el 95% de las importaciones y destino del 85% de las exportaciones. El resto de las importaciones son solo testimoniales (tabla 25, en la que debe tenerse en cuenta que las unidades no son m³ sino t).

Grupo de países	Importaciones	Exportaciones
Entre la UE	1471	907
Resto de Europa	3	-
América	69	-
África	18	165
Asía	-	-
Oceanía	-	-
TOTAL	1561	1073

Tabla 25: Comercio de madera en rollo industrial según grupo de países en 2010 en miles de t (DataComex).

Por **países** (tabla 26), el comercio exterior de madera en rollo se fundamenta en los países vecinos: Francia (exportador), Portugal (importador/exportador) y Marruecos (importador). Por **tipos de madera**, se importan aproximadamente 800000 t de coníferas, 720000 t de frondosas templadas y 20000 t de frondosas tropicales. En exportaciones, los valores representan unas 250000 t de coníferas y menos de 1000 de frondosas.

Grupo de países	Importaciones	Exportaciones
Portugal	612	843
Francia	821	63
Suecia	10	-
Alemania	4	-
Polonia	3	-
Finlandia	1	-
Bielorusia	1	-
Estonia	1	-
Letonia	1	-
Marruecos	-	162
Argelia	-	1
Estados Unidos	7	-
Congo	6	-
Camerun	5	-
R. Centroafricana	4	-
Gabón	2	-

Tabla 26: Comercio de madera en rollo industrial según países en miles de t (DataComex, 2010).

3.2.3.- CARACTERÍSTICA DE LA DEMANDA DE CADA SECTOR INDUSTRIAL.

Como recordatorio, se incluye la *tabla 27* con las **características dimensionales y de calidad** de cada sector industrial español; también se indica en ella de forma orientativa el precio de la unidad de producto puesto en el parque de fábrica. Las letras A; B; C; D representan las clases de calidad que establecen las normas UNE EN de clasificación de madera en rollo y que se recogen, para mayor claridad, en el anexo 1 al final de este texto.

PRODUCTO	EXIGENCIAS			PRECIO (€/m ³ en parque fábrica)	
	Ø _m	L _m	Calidad	Coníferas	Fronosas
Chapa	45	2,6	A	240-500	330-580
Tablero contrachapado	45 ₍₃₀₎	2,6 _(1,2)	A-B	75 a 80	65-90
Aserrió carpintería y muebles	25	2,5	B	85-100	250-300
Aserrió construcción auxiliar	20	2,5	C	55-60	
Aserrió envases y palets	15	2	C	48-52	
Postes,	30<Ø<10	6	B	50	
Estacas y cercas	12,5<Ø<7,5	1,5	B	50	
Tableros de partículas y fibras	6	2	D	30	50
Pasta de celulosa	6	2	D	35	25-50
Xiloenergética		Todo		?	?

Tabla 27: Características dimensionales y de calidad de cada sector industrial español.

3.2.4.- SUBSECTORES DE LA INDUSTRIA MADERERA.

Se desglosan a continuación las principales características de los diferentes subsectores que conforman la demanda industrial en España y se proporciona información sobre su situación actual y su evolución.

A) MADERA ASERRADA

Ya se ha indicado que es un sector claramente **deficitario en madera de calidad** que necesita recurrir a la **importación de madera aserrada** procedente fundamentalmente de Europa. El **pino silvestre** es la principal especie importada por ser muy demandada en el mercado, donde se conoce comercialmente con nombres tan variados como pino flandes, pino riga, pino rojo, pino suecia o pino finlandia. También se usan para ellas incorrectamente las denominaciones de su equivalente nacional: pino soria o pino valsaín. Las importaciones de pino silvestre proceden de Suecia, Finlandia y Rusia principalmente. Además, se demanda de forma creciente desde los años 90 abeto (realmente picea abies) con usos similares a los del pino aunque de precio, por lo general, algo menor. Procede de los mismos países ya citados más Alemania y Austria.

FRANCIA	toneladas
440710 De coníferas:	127.600,58
440729 Resto especies tropicales:	308,96
440791 De encina, roble, alcornoque:	5.104,49
440792 Madera haya, aserrada (incluida cepillada):	12.038,48
PORTUGAL	
440710 De coníferas:	121.679,98
440727 Sapelli:	1.628,02
440728 Iroko:	428,79
440729 Resto especies tropicales:	699,84
440791 De encina, roble, alcornoque:	675,68
440792 Madera haya, aserrada (incluida cepillada):	2.412,54
440799 Resto especies templadas:	7.081,29

ALEMANIA	
440710 De coníferas:	31.592,41
440791 De encina, roble, alcornoque:	900,65
440792 Madera haya, aserr. (23 incl. Cep)	8.174,05
440799 Resto especies templadas:	1.175,78
SUECIA	
440710 De coníferas:	100.361,35
FINLANDIA	
440710 De coníferas:	55.433,33
AUSTRIA	
440710 De coníferas:	19.887,61
440791 De encina, roble, alcornoque:	4.981,93
440792 Madera haya, aserr. (Incl.. Cep):	604,00
ESTADOS UNIDOS	
440710 De coníferas:	9.164,98
440791 De encina, roble, alcornoque:	31.196,94
440793 De arce (Acer spp.):	209,52
440794 De cerezo (Prunus spp.):	248,07
440795 De fresno (Fraxinus spp.):	1.781,29
CHILE	
440710 De coníferas:	36.239,51
CAMERÚN	
440727 Sapelli:	2.248,98
440728 Iroko:	13.538,65
440729 Resto especies tropicales:	10.370,47
BRASIL	
440710 De coníferas:	4.514,01
440721 Mahogany (Swietenia spp.):	23,58
440728 Iroko:	238,41
440799 Resto especies tropicales	2.765,15

Tabla 28: Especies y cantidades de madera aserrada importadas por España en 2010 por países.

Otras especies importadas en volúmenes reseñables son haya y roble de Centroeuroa, **pino radiata** y pino amarillo del Sur de Chile y Argentina. Junto con ellos, Norteamérica es un abastecedor tradicional de **pino amarillo del sur** (producto del que hemos llegado a ser el mayor cliente mundial de USA en ocasiones), roble, arce, cerezo, aliso y otras frondosas de gran calidad. Las maderas **tropicales** suponen entre 350000- 500000 m³ y proceden de África y en menor medida de Latinoamérica (sobre todo Brasil). La presión de las políticas forestales internacionales ha promovido que se favorezca la importación de madera aserrada tropical para así disminuir las importaciones de madera en rollo de estos países, buscando posibilitar así la generación de productos de valor añadido en origen, así como la inversión y el empleo. Igualmente se han promovido certificados de sostenibilidad en la gestión de estos suministros.

Producto	Cantidad (miles de m ³)
Tableros alistonados	467
Muebles	860
Carpintería de huecos (puertas con sus cercos y molduras y ventanas)	740
Carpintería de revestimientos (parquet , frisos y otros)	204
Otros elementos de carpintería	55
Carpintería de armar	850
Envases	443
Palets	745
Molduras y otros objetos de madera	350
Madera para la agricultura	62
Construcción auxiliar (encofrados y otros)	1488

Tabla 29: Demanda de madera aserrada por sectores (estimaciones propias para 2.001).

La demanda aproximada por sectores de **segunda transformación** refleja que la construcción auxiliar, los envases y paletas y la madera para agricultura demandan casi el 50% del total (*tabla 29*). Es una demanda de **escasa calidad** por lo que se suele utilizar madera española.

Buena parte de la madera de importación se emplea para usos de más calidad ya que aunque la materia prima nacional no es necesariamente peor que la importada, el sector del aserrío nacional no es capaz de competir con las importaciones en cuanto a producto normalizado, secado, elaborado, presentado y comercializado.

Parámetros\Año	2006		2011	
	Total del sector	Media/empresa	Total del sector	Media/empresa
Nº de empresas	1521	-	1279	
Nº total de empleados	10713	7,04	7545	5,9
Consumo anual de madera en rollo (m ³ s/c)	7.221.000	4.748		
Valor de la materia prima (millones de €/año)	541	356		
Consumo de energía eléctrica (MWh/año)	180000	118		
Consumo de otras energías (t de gasóleo/año)	9000	5,9		
Valor del consumo energético (millones de €/año)	26	0,017		
Producción de madera aserrada (m ³ /año)	3806000	2.502	3142000	
Residuos (m ³ /año)	Madera	3415000	2.245	
	Corteza	1447000	951	
Ratio producción/empleado	355		416	
Valor de la producción (millones de €/año)	Madera aserrada	1118	0,735	839
	Residuos	80	0,053	

Tabla 30: Características de la industria del aserrado (Fuente: CONEMAC, 2.006 y CEAR 2012).

El sector del aserrado tiene las características estructurales propias de las **pymes y micropymes** que lo conforman en su mayoría (*tablas 30 y 31*). En España, en el año 2011, existían 1279 empresas dedicadas al sector del aserrío, cifra que constituía un 9,54% del total de empresas dedicadas a la madera. Este número es claramente inferior a las 1572 que existían en 2006 antes de que se iniciara la actual crisis. Pero incluso en esa fecha ya se había producido una importante reducción de establecimientos si los comparamos con los datos de 2000 en que había 1822 empresas.

Nº de empleados	Nº de empresas
Sin asalariados	317
De 1 a 6	622
De 6 a 20	272
De 20 a 50	59
Más de 50	9
Total	1279

Tabla 31: Estructura del sector de aserrado en 2011 (Fuente: CEAR 2012).

Es de destacar la importancia que tiene en la economía de estas empresas la buena gestión y comercialización de los **residuos** generados, ya que pueden suponer un incremento adicional de ingresos de entre un 10% y un 20%.

Comunidad Autónoma	Nº de empresas
Galicia	343
Castilla y León	211
Cataluña	121
Comunidad Valenciana	75
País Vasco	107
Castilla - La Mancha	54
Asturias	56
Otras	312

Tabla 32: Localización de las industrias de aserrado en 2011 (Fuente: CEAR 2012).

La **localización** de la industria del aserrado coincide en esencia con la situación de las masas más importantes de España en lo que se refiere a su aprovechamiento. Así, en la *tabla 32* se presenta la distribución de estas empresas por Comunidades Autónomas, destacando su abundancia en la Cornisa Cantábrica y Galicia, en donde se sitúa casi el 50% de las serrerías.

Es evidente que este sector está sumergido en una **crisis estructural** desde antes de aparición de la crisis económica actual. Como se ha dicho, ya desde comienzos del siglo XXI se estaba produciendo una **reducción** en el número de aserraderos. La industria del aserrado es de carácter minifundista, a menudo **familiar**, lo que suele implicar escasa capacidad de inversión, dificultades financieras, pequeña dimensión y falta de competitividad. Los empresarios del sector, además, compaginan con frecuencia la primera transformación de la madera con otra actividad, normalmente agrícola aunque no es extraño que sea industrial (es decir, que la empresa realice también una segunda transformación como fabricación de envases o pallets). Por todo ello es muy necesario agilizar los procesos que pueden contribuir a potenciar la **competitividad** de estas industrias que durante años y aún hoy, siguen contribuyendo con su actividad al desarrollo de las zonas rurales donde se encuentran ubicadas.

Sin embargo, esta mejora de la competitividad no es sencilla. Por un lado, el sector precisa incrementar sus ventas, pero esta reactivación de las ventas sólo puede producirse realizando las **inversiones** necesarias en equipamiento y formación para generar un mejor producto, algo en lo que no ha destacado hasta ahora. El detalle de las inversiones históricas y su ratio con el CFO (*Cash Flow Operativo*), que es en definitiva una estimación del beneficio neto más amortizaciones de la inversión a medio plazo, no da una imagen favorable (*figura 28*).

Además, deben realizarse actuaciones de clasificado y normalizado que ayuden a mitigar la fuerte amenaza de sustitución por los correspondientes productos de importación. La globalización y, en concreto, aquellos productos procedentes de países que no se ciñen a las regulaciones de la UE gozan de una ventaja potencial clara, ya que disponen de madera aserrada y productos semielaborados a un coste al que nuestras empresas no pueden competir. Por último, deben favorecerse las alianzas de empresas por medio de fusiones, absorciones, centros de servicios compartidos, etc.; de no ser así, la previsión para el futuro hace previsible una aún mayor desaparición de las empresas menos competitivas.

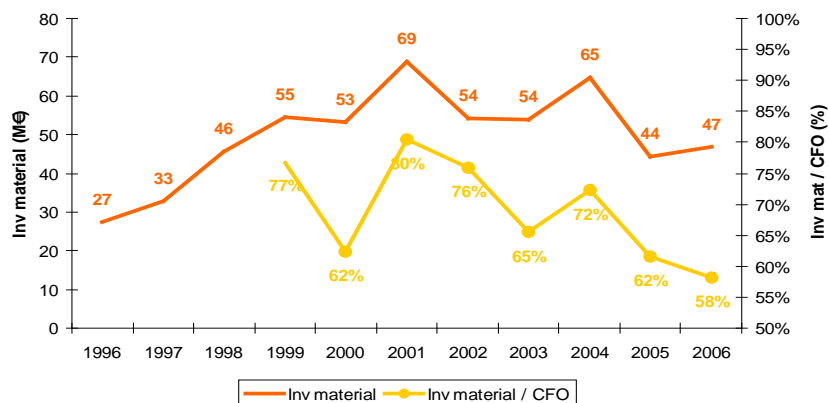


Figura 28: Evolución de las inversiones del sector del aserrío en España en el periodo 1996-2006 y su ratio con el Cash Flow Operativo (Confemadera 2010).

B) CHAPA Y TABLERO CONTRACHAPADO.

El conjunto de la industria de chapa, tablilla y tablero contrachapado (CONEMAC, 1.998) está formada por 425 empresas con apenas 6.732 empleados (15 empleados/empresa) estando situadas 223 de ellas (más del 50%) en la Comunidad Autónoma de Valencia, principal puerto de importación de madera en rollo tropical. También destaca Castilla y León en lo que respecta a fábricas productoras de tablilla de envase por la proximidad de su materia prima principal, la madera de chopo.

En conjunto, toda la industria de chapa y tablero contrachapado consumió 900.000 m³ y produjo casi 200.000 m³ de residuos para trituración. Con esta materia prima y según datos del año 2006, la chapa produjo 60 mil m³ y el tablero contrachapado 468 mil m³. Pero un correcto análisis del mercado exige diferenciar en el tablero contrachapado la producción de tablillas para envases de productos hortofrutícolas (que produjo 220 mil) del resto, fundamentalmente destinado a construcción, que produjo 248 mil m³.

- **Industria de tablillas de envase:**

Este sector ha pasado de demandar 140.000 m³ de tablillas de chopo en 1.992 a 220.000 en 1.996, siendo la situación actual la misma que en ese año. La demanda siempre se ha satisfecho con la **producción nacional**.

- **Industria de tablero contrachapado para el mueble, la carpintería y la construcción:**

La demanda de este sector ha pasado de 124.000 m³ de tablero en 1.992 a los 175.000 m³ en 2.001, y a 226.000 m³ en 2006, es decir, ha experimentado un crecimiento del 40%. Esta demanda es cubierta gran parte con producción nacional utilizando **materia prima tropical**, algo de pino, chopo y eucalipto nacional. El balance neto de las importaciones es muy pequeño, pues apenas supone 16.000 m³, pero el comercio de este producto es importante: en el 2.001 se importaron 102.000 m³ y se exportaron 86.000 m³. La **demand**a de este producto está **estabilizada** en el ámbito nacional, aunque existen crecientes mercados de exportación. Son empresas de tamaño medio para el sector y conforman un subsector poco concentrado cuyos procesos de producción lo hacen menos intensivo en capital que otras como los tableros. Sus barreras de entrada y defensa ante **competidores futuros** son bajas y sólo podrían aumentar a medio plazo si hubiese concentración de empresas, algo poco probable. Los productos finales presentan gran variedad en valor añadido y aplicaciones, con lo que la casuística de proveedores y clientes es muy variable.

C) TABLEROS DE PARTÍCULAS.

El sector de tableros incluye los de partículas, que se analiza en este epígrafe, y el de fibras, que se analizará posteriormente. Ambos se caracterizan porque demandan no sólo madera sino también **residuos** industriales, residuos de monte e incluso productos de madera reciclados. En ambos también la proporción de uso de madera en rollo es decreciente mientras la de uso de residuos es creciente.

Centrándonos en los tableros de partículas, utilizan como **materia prima** la siguiente (*Andersen Consulting, 2000*):

- 26% madera en rollo, fundamentalmente madera en rollo de coníferas.
- 26% residuos astillables.
- 23% astilla procedente de montes (ramas, puntas, etc.).
- 20% serrín y viruta de aserraderos o carpinterías.
- 6% reciclado.

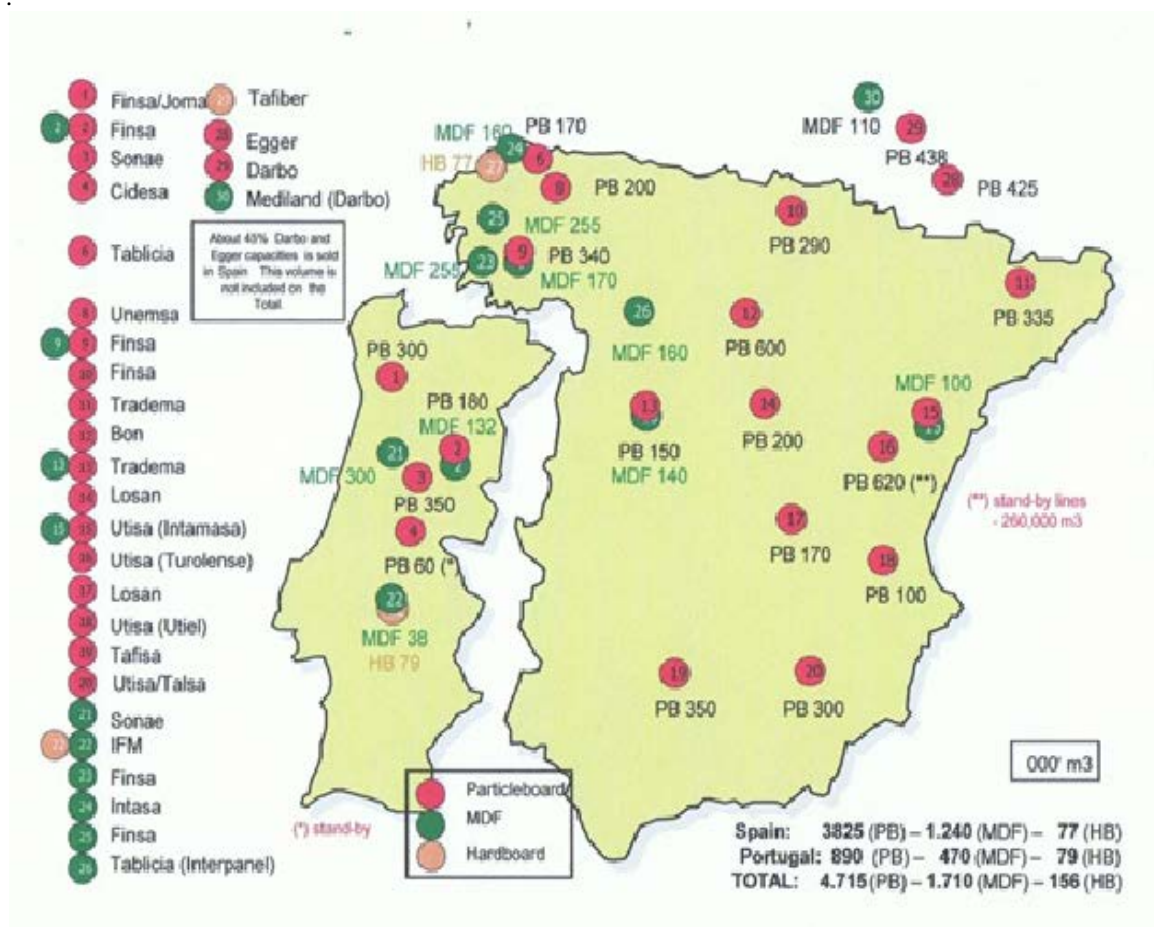


Figura 29: Localización de las principales fábricas de tableros de partículas y fibras en 2006.

Pese al auge del residuo en su actual suministro, las fábricas se ubican fundamentalmente en las zonas de producción maderera por razones históricas, aunque las más recientes se están colocando en zonas productoras de residuos.

En 2006, es decir, antes de la actual crisis económica existían 16 fábricas con una capacidad de fabricación de cerca de 4 millones m³, que empleaban a aproximadamente 2.000 trabajadores (figura 29 y tabla 33). Esto reflejaba un sector con empresas de gran capacidad de producción (la media se situaba en 250.000 m³ y 125 empleados). Además, la **gestión** de estas fábricas de tableros de partículas (y también de las de tableros de fibras) **hasta 2006** había sido mejor que la realizada en el resto del sector forestal español: se habían logrado mejoras evidentes en la productividad (figura 30), con valores superiores incluso a las medias logradas en el total de la industria española (forestal y no forestal). También se habían realizado fuertes inversiones en el periodo 00-03. Los parámetros económicos indicaban que podrían competir mejor que otros sectores (figura 31).

CC. AA.	Nº de fábricas	Nº de líneas
Galicia	5	7
Castilla-León	3	5
Castilla la Mancha	2	2
Aragón	2	3
País Vasco	1	2
Cataluña	1	1
Valencia	1	2
Andalucía	1	2
Total	16	24

Tabla 33: Ubicación de las fábricas de tableros de partículas por CCAA en 2006.

Hasta la crisis existía un alto nivel de concentración y las empresas tenían experiencia en el liderazgo en costes. Todo ello representaba altas barreras de entrada para los competidores y nuevos agentes que quisiesen entrar atraídos por su buena rentabilidad sobre ventas. Como consecuencia, el sector del tablero (partículas y fibras) presentaba a priori y con diferencia el mejor **atractivo competitivo** tanto a corto como a medio plazo del sector industrial forestal.

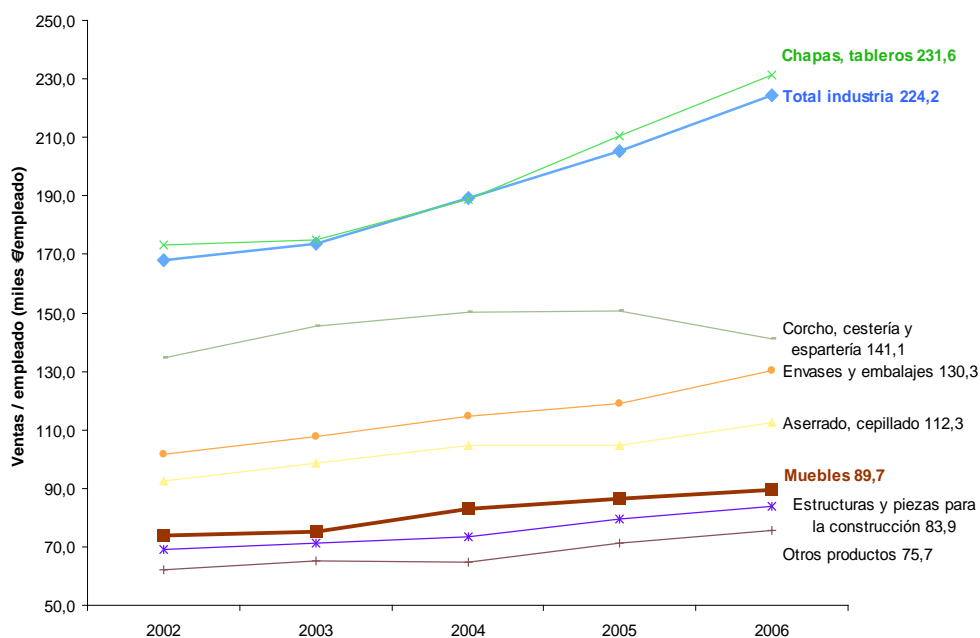
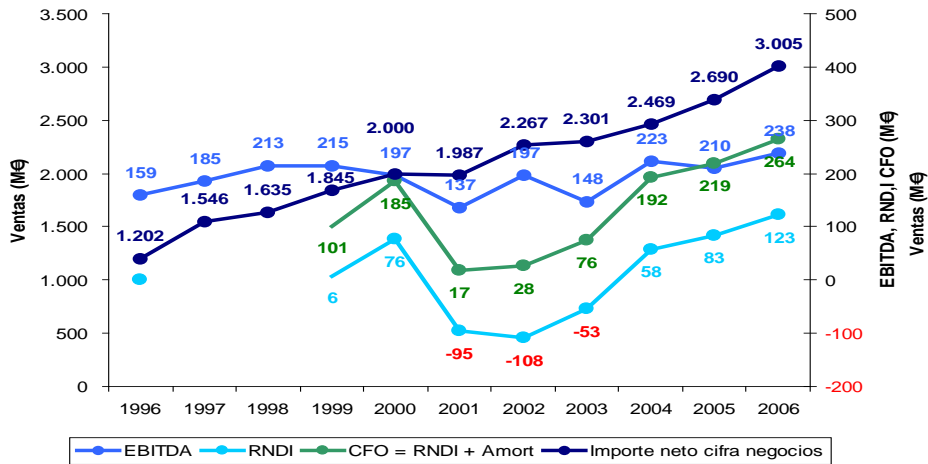


Figura 30: Evolución de la productividad de los diferentes sectores industriales forestales en España entre 2002 y 2006 (Confemadera 2011).

Sin embargo, la gravedad de la crisis ha hecho que, pese a todas estas ventajas, el sector se haya visto finalmente muy afectado. Desde 2006 se ha producido una **reducción** en el número de empresas: hay sólo ya 13 fábricas de tablero de partículas (*figura 33*). En conjunto, el subsector de **tableros, tanto de partículas como de fibras**, ha sido el que ha sufrido una **mayor contracción**: casi ha duplicado la contracción de los otros subsectores españoles y también los de la UE.



Tablero Ratios

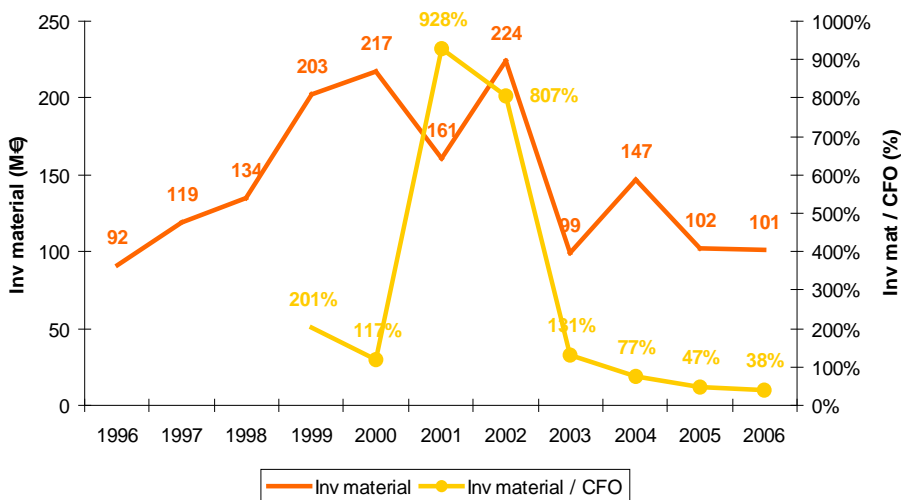
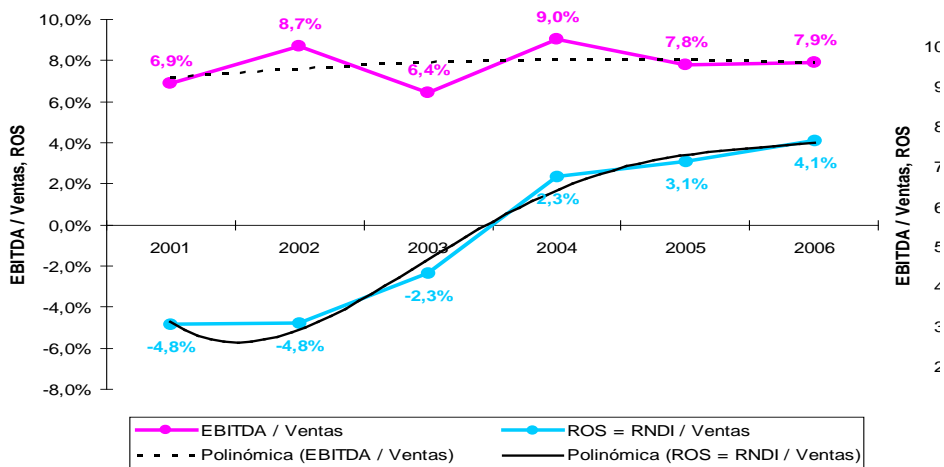


Figura 31: Evolución de diferentes indicadores económicos y de las inversiones del sector del tablero (partículas y fibras) en España en el periodo 1996-2006. (Confemadera 2010).

Pese a que sus parámetros aún son mejores que los de otros sectores (figura 32), el futuro no es halagüeño si la crisis, caracterizada por una importante falta de demanda, se alarga. Es importante recordar la importancia que la existencia de estas fábricas y el hecho de que consuman madera tiene sobre la gestión forestal: utilizan como materia prima madera en rollo procedente de cortas de mejora, actuación selvícola muy necesaria en nuestras masas forestales.

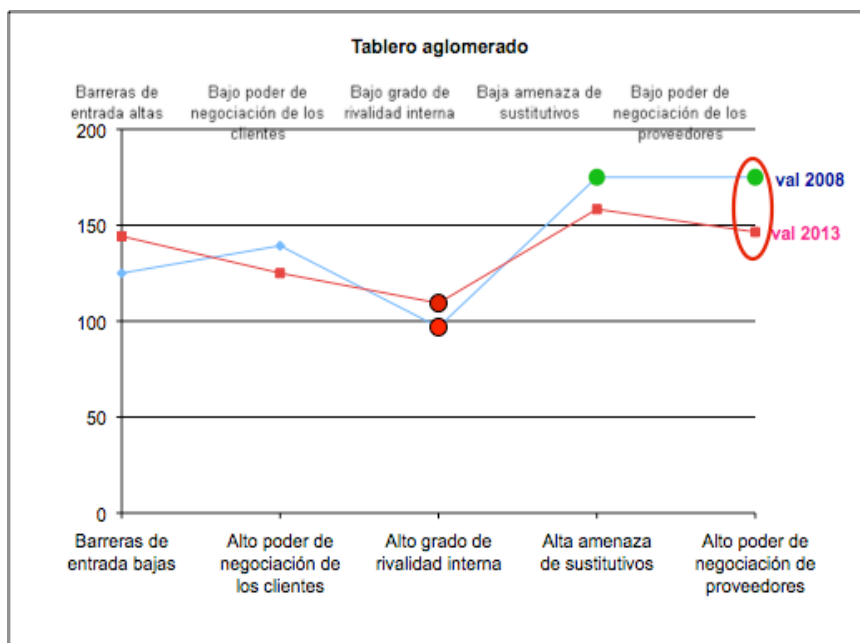


Figura 32: Comparación de los escenarios competitivos para la industria del tablero de partículas en 2008 y 2013 (Confemadera 2011).

Debe indicarse, por último, que no existe ninguna empresa que fabrique **tableros OSB**, si bien la demanda en España es muy pequeña, con máximos históricos (2003) de unos 130000 m³.

D) TABLEROS DE FIBRAS.

La demanda de este sector experimentó un **fuerte crecimiento** en la década de los 90 y comienzos del nuevo siglo. Pasó de 0,314 millones de m³ de tablero en 1.992 a 0,942 millones en 2.001: un crecimiento del 200%. Esta demanda se cubrió con la producción nacional, que en 2001 fabricó 1,115 millones de m³, lo que supuso un balance neto exportador de 0,173 millones de m³ (se importaron 0,344 millones y se exportaron 0,517 millones).

CC. AA.	Nº de fábricas	Nº de líneas
Galicia	6	7
Castilla-León	2	2
Aragón	1	1
Total	9	10

Tabla 34: Ubicación de las fábricas de tableros de fibras en España en 2006.

En 2006 la producción se concentraba en 9 fábricas con 650 empleados (*figura 29*). En la tabla 34 se indican las ubicaciones de estos conjuntos industriales. En cuanto a su situación competitiva, de productividad y de gestión, las *figuras 30 y 31* recogen sus datos conjuntos con la industria de tableros de partículas y ya han sido comentadas en el epígrafe anterior.

En la actualidad el número de fábricas (*figura 33*) se mantiene, pero el efecto de la crisis ha sido importante y similar al explicado en el caso de los tableros de partículas. La falta de demanda doméstica producida por el colapso de la construcción ha llevado una **sobrecapacidad productiva** doméstica que sólo puede paliarse acudiendo a la exportación. En este sentido, es reseñable que la demanda de exportación ha subido en Europa desde 2009 y tiene una previsión para el presente año de 2012 de +5%, lo que la igualaría a los niveles de 2006 y ayudaría a estas empresas. Sin embargo, va a ser clave que mejoren en aspectos ambientales, logísticos, energéticos y en sus estrategias de distribución.

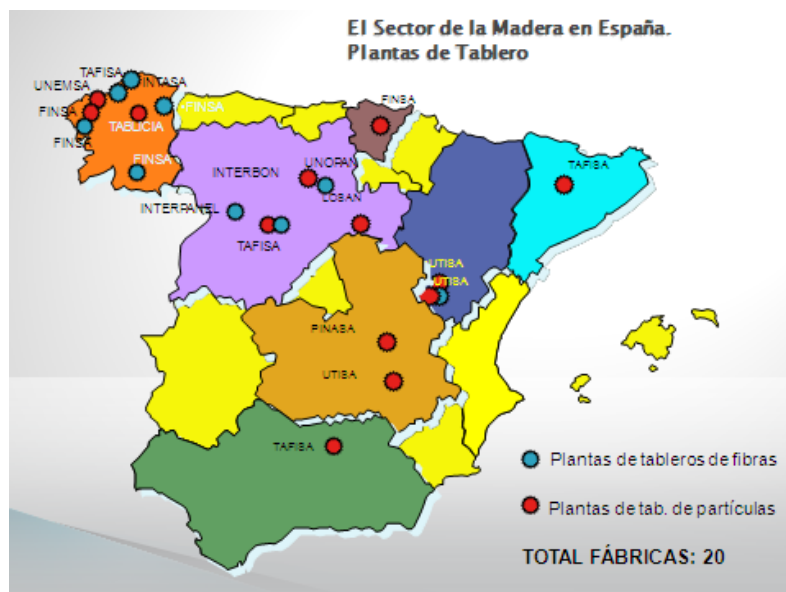


Figura 33: Localización de las principales fábricas españolas de tableros en 2012.

E) PASTA Y PAPEL

Se trata de un importante subsector industrial español cuya facturación en 2012 fue de 4317 millones de euros. Proporciona empleo directo a 17150 personas e indirecto a 85000.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Empleo directo total	4.990	4.830	4.690	4.660	4.150	3.940	4.120
Empleo directo eucalipto	4.150	4.120	3.800	3.810	3.720	3.170	3.260
Empleo directo pino	830	710	900	850	790	770	860
Empleo indirecto	14.950	14.490	14.080	13.990	13.170	11.800	12.360

Tabla 35: Estimación de empleo directo e indirecto en el campo forestal de la industria de la celulosa en 2010 (Aspapel, 2011).

Tiene una fuerte implantación en **sectores rurales** ya que implica la compra y explotación directa de madera en rollo, así como su elaboración y transporte. Los datos que proporciona la patronal del sector sobre los **empleos** específicos en el campo forestal representan 4000 empleos directos y 12000 indirectos (tabla 35).

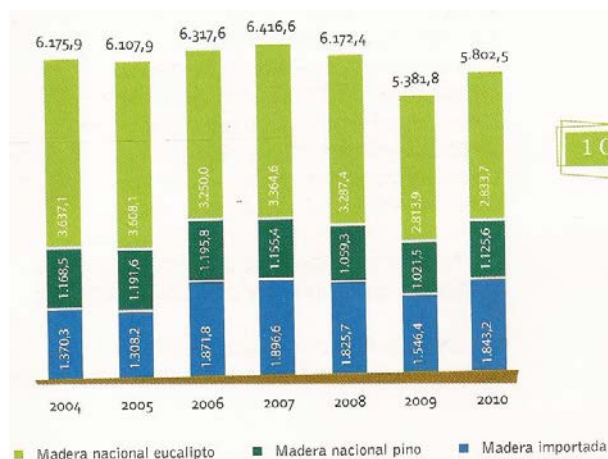


Figura 34: Procedencia de la madera en rollo empleada entre 2004 y 2010 para la fabricación de pasta de papel en España en miles de m³ (Aspapel 2011).

Los volúmenes y procedencias de la madera en rollo empleada aparecen reflejados en la *figura 34*. Puede verse que la **demanda de madera en rollo** en 2010 casi alcanzó los 6 millones de m³ y que la cantidad de papelote empleado superó los 5 millones de toneladas. De la demanda de madera en rollo, un 48% se abasteció con eucalipto nacional, un 19% con pino nacional y un 33% exigió recurrir a las **importaciones**. Se trata por tanto de un mercado estructuralmente **deficitario**, cuyo comercio exterior se realiza fundamentalmente con países sudamericanos. Los últimos datos publicados, correspondientes a 2012, modifican poco estos valores y se reflejan en la *tabla 36*.

(x 10 ³ Ton)	Papel y Cartón	Celulosa
Producción	6176,4	1980
Consumo	6157	1846
Importación	2938	1039
Exportación	2957	1173
	Materias Primas	
Madera	6112,7	(x 10 ³ m ³ sc)
Papelote	5068,1	

Tabla 36: Demanda de materia prima y producción de celulosa y papel y cartón en 2012 (Aspapel 2011).

El **sector de la pasta** en España está formado por 10 fábricas y 7 empresas de las que 4 consumen coníferas y el resto eucalipto (*figura 35*) El grupo industrial más potente es Ence (Energía y Celulosa SA) que posee 3 grandes centros de producción en Huelva (San Juan del Puerto), Pontevedra (Lourizán) y Asturias (Navia) en los que fabrica más de 1,3 millones de t de pasta al sulfato blanqueada de fibra corta de eucalipto. Esto representa casi el 50% de la producción total española de pasta. Ninguna de sus fábricas está integrada, es decir, no producen papel. Tras Ence, el mayor fabricante es Smurfit, con dos plantas de fabricación de pasta de coníferas: una en Vizcaya (Iurreta) y otra en Navarra (Sangüesa). Smurfit sí está integrado, estando sus productos destinados al mercado de papel para embalaje. En tercer lugar, aparece la empresa Torraspapel con su fábrica de pasta de eucalipto de Zaragoza (Montañana) que sí está integrada y produce papeles de impresión y escritura. Junto a estas empresas existen dos fábricas de fibra larga situadas en el País Vasco, otra en el mismo lugar de eucalipto y una más en Cantabria a partir de eucalipto.

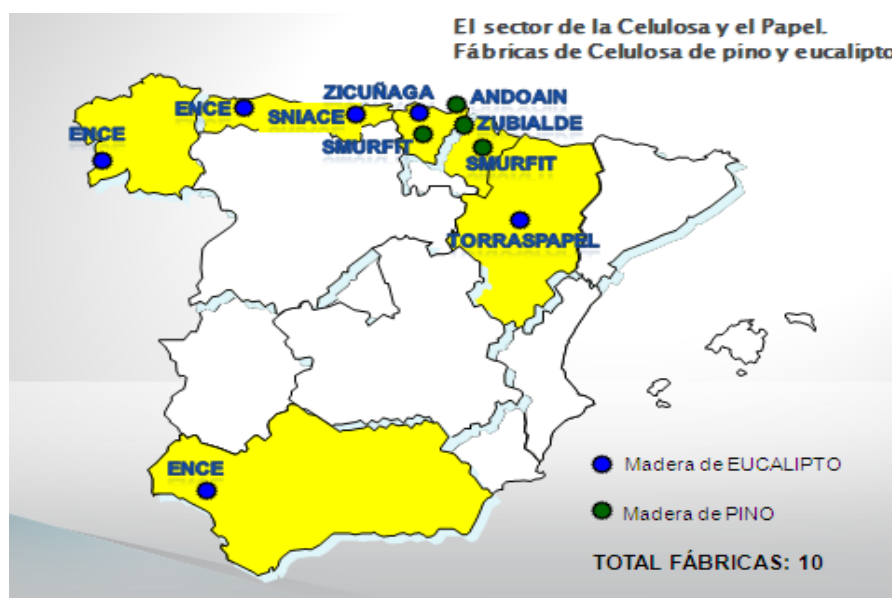


Figura 35: Localización de las fábricas de pasta de papel en España en 2012.

Con respecto al **papel**, este es un subsector mucho más complejo que se extiende por la mayoría de la geografía española y que lo integran más de 200 fábricas de todo tipo de tamaño.

Si analizamos la **evolución de la facturación** del sector de celulosa, papel y cartón para conocer su comportamiento ante la crisis actual, la cifra de 2010 representa un 21% menos que la de 2006 (*figura 36*). Entre 2007 y 2010 la producción bajó un 2,1%, con un pico decreciente en 2009 del 11%. Como consecuencia, han cerrado en ese periodo 3 fábricas de celulosa y 34 de papel.

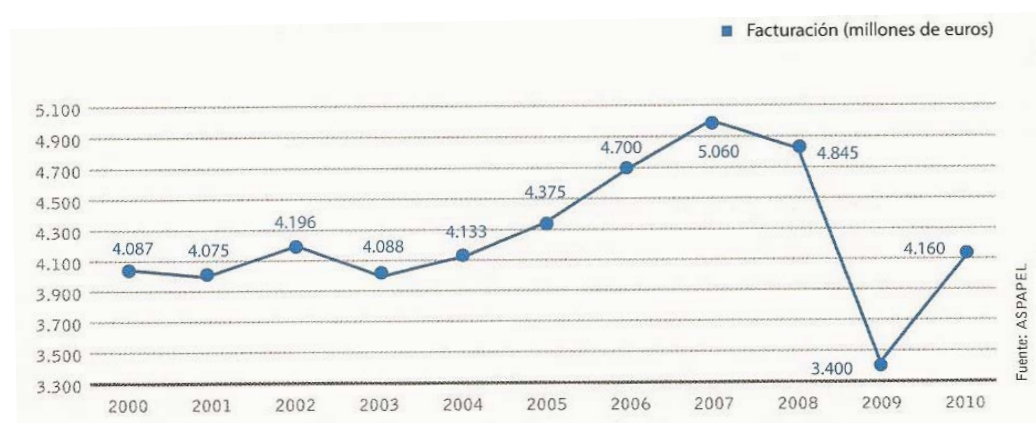


Figura 36: Evolución de la facturación del sector de la celulosa y el papel entre 2000 y 2010 (Aspapel, 2011).

Las tasas de **exportaciones** del producto elaborado en el 2010 fueron un 52% en celulosa y un 49% en papel, que son aumentos frente al 2006 de 4 y 5% respectivamente. Los principales mercados de exportación son los países de la UE (*tabla 37*).

	Destino Exportaciones de Papel y Celulosa en %	
	Año 2006	Año 2010
Unión Europea	77,6	75,9
Asia	7,8	7,9
África	5,1	7,5
América Latina	3,1	3,8
Otros Europa	3,6	2,6
EEUU y Canadá	1,9	1,9
Resto	0,9	0,3

Tabla 37: Comparativa de las exportaciones de la pasta de papel y el papel españoles en 2006 y 2010 (Aspapel, 2011).

La situación actual de esta industria no es de las peores en el sector forestal ya que a partir de 2010 se inició una **recuperación** con subidas del 9,1% en papel y 7,3% en celulosa. El comienzo del año 2011 fue también bueno con subidas de la producción para celulosa del 6,7% y para el papel del 3%. La gestión de las empresas previa a la crisis había logrado mejorar la productividad de forma importante (*figura 37*) pero posteriormente la productividad se ha resentido fuertemente.

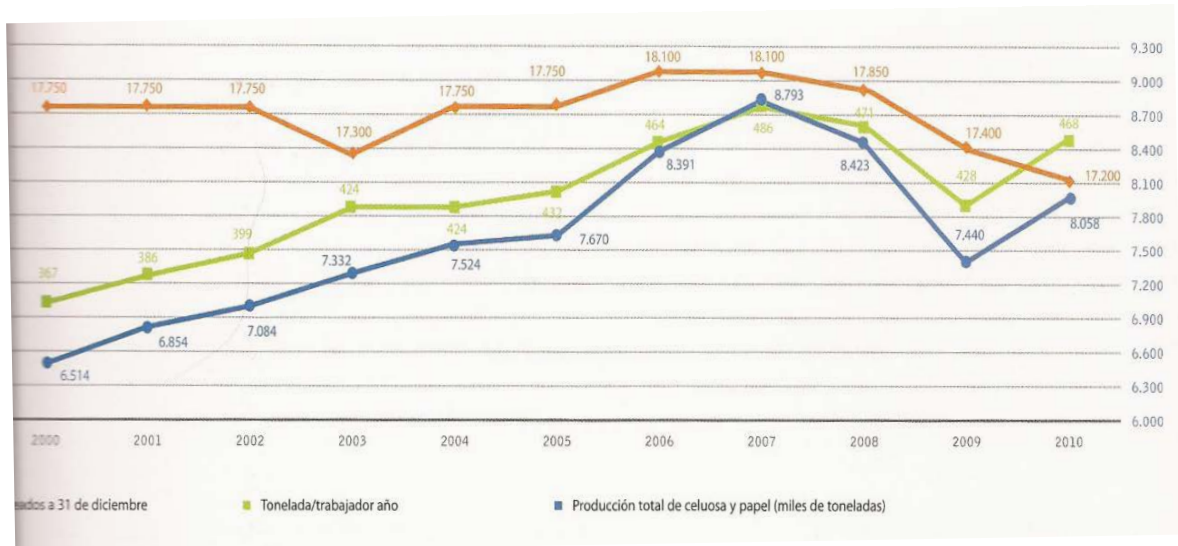


Figura 37: Evolución de la productividad en el sector pastero papeler español entre 2000 y 2010 (Aspapel 2011).

Recuperar la productividad es, por tanto, uno de sus principales **objetivos para el futuro** del sector, pero no es el único. Existen además retos referentes a la gestión del suministro de madera en rollo dirigidos a movilizar más madera en España y a certificar la gestión (tabla 38). La trascendencia de estas decisiones para el mercado de la madera en rollo nacional es muy reseñable por el gran volumen de madera que implica este sector en España. .

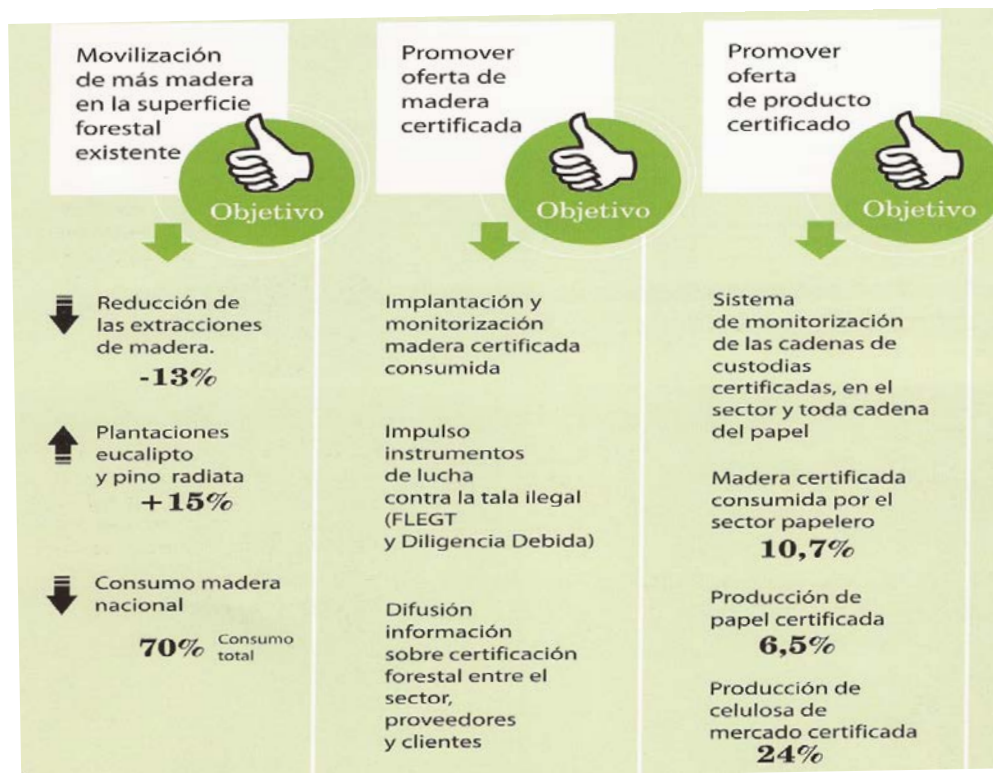


Tabla 38: Objetivos a corto y medio plazo del sector de la pasta de papel en España (Aspapel 2011).

3.2.5.- EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE MADERA EN ESPAÑA.

En epígrafes anteriores se analizó la demanda de productos forestales en España observándose (tabla 19 y figura 25) que ha habido una pérdida de consumo aparente. Esta pérdida coincide con la aportada por el INE en su **índice de la producción industrial**, que alcanzó su máximo en marzo de 2007, con un valor de 118,8, pero que en 2010 había bajado drásticamente hasta 80,8, es decir, una caída del 32%. (<http://economy.blogs.ie.edu/archives/tag/indice-de-produccion-industrial>).

De todos estos datos se concluye que la recesión del sector maderero en España ha tenido valores **muy similares** a los de la industria española en general; sin embargo, su análisis por subsectores permite destacar la especial incidencia que está teniendo en el subsector del **mueble**, que ha reducido su actividad en más del 50%, siendo además esta reducción el doble de la media del sector industrial de España.

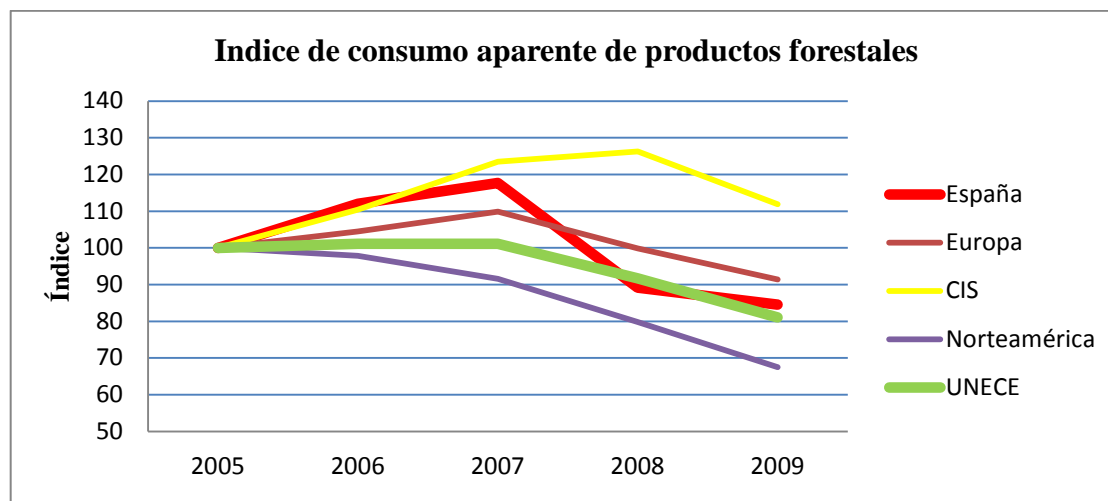


Figura 38: Índice del consumo aparente de productos forestales (en equivalente a miles de m³ de madera en rollo) de España y los países de la UNECE (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER /63/2 – provisional, 2010).

Si se compara el índice de pérdida de **consumo de productos forestales** de España (*figura 38*) con respecto al total de la UE, los países del CIS (antigua URSS), Norteamérica y con el conjunto de todos ellos (UNECE), se puede observar que la pérdida de consumo habida en España ha sido similar a la media de la UNECE. Sin embargo, ha sido muy superior a la pérdida que han tenido los países de CIS (índice 85% frente a 112%), superior a la pérdida respecto a los países de la UE (índice del 85% frente al 91%) y solo menor que la experimentada por Norteamérica (85% frente a 67%) (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER /63/2 – provisional, 2010).

Si se hace este análisis por **productos** se aprecia la especial incidencia que ha tenido en España el subsector de tableros, pues mientras que el índice la UNECE se queda en 82%, EU en 100%, en CIS 111% y en Norteamérica 62% en España el índice de consumo de tableros se queda en 46%. (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER /63/2 – provisional, 2010).

Concluyendo todo este análisis pormenorizado de la crisis, **deben destacarse** los siguientes aspectos:

- La **crisis** del sector forestal español ha sido **muy similar** a la recesión industrial de España y algo superior a la media que ha tenido el sector forestal de la UE.
- Como se indicó en el epígrafe del subsector tableros, este subsector de **tableros** ha sido el que ha sufrido una **mayor contracción**: casi ha duplicado la contracción de los otros subsectores españoles y también los de la UE. Incluso ha sido muy superior al que ha tenido Norteamérica.
- Si se toma el consumo de tableros como indicador de la actividad del mueble (el 80% de la producción del tablero de partículas y el 50% de los tableros de fibras tienen este destino), puede asegurarse que la **industria del mueble** ha tenido un retroceso muy superior a la de otras industria españolas y también muy superior a la que ha tenido el sector del mueble en la UE y en cualquier otro grupo de los países de la UNECE. Esta recesión ha sido tan elevada que ha llevado aparejado una **pérdida de infraestructura industrial** (por el cierre de numerosas empresas) y más importante aún, de un capital empresarial y profesional que será muy difícil volver a crear.

Siguiendo el análisis de la **evolución de la demanda** de las últimas décadas se puede remarcar:

- La demanda que mayor consumo de madera produce es el **papel**, con más del 60% del total.
- Le sigue la **madera aserrada** con el 21% y los **tableros** de desintegración que apenas ya llegan al 7,7%.
- Los postes, estacas, chapa, tablero contrachapado y leña, no llegan al 10%.

El **papel** no solo es el producto que mayor demanda produce, sino que también es el que tiene un mayor **crecimiento**, pues llega a 8,29% anual. Le siguen los tableros de desintegración cuyo crecimiento es del 4,48% anual. El conjunto de la demanda de los principales subsectores lo proporcionan las fábricas de pasta de papel y tableros (*figura 39*). Para el resto de productos el crecimiento es muy bajo o negativo: para la madera aserrada es de 1,26% y para la chapa y tableros contrachapados es negativo los últimos años. Los postes, apeas, estacas y leña, son productos de escasa demanda, con un crecimiento claramente negativo.

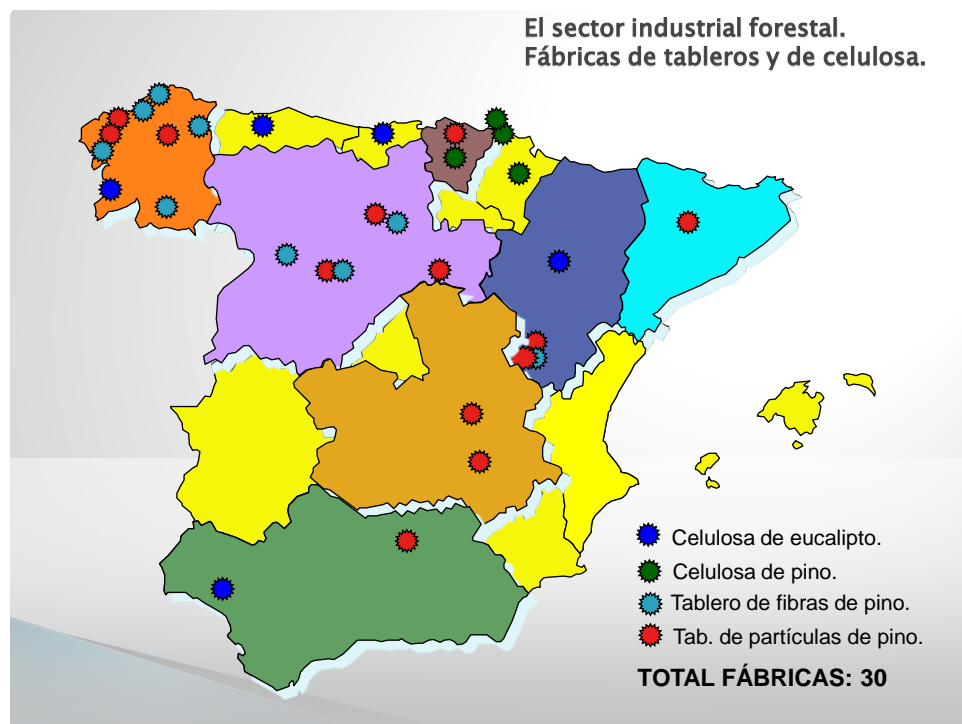


Figura 39: Localización de las fábricas españolas de pasta de papel y tableros en 2012.

Si se compara la **demanda** de madera con la **oferta** de productos madereros, se observa lo siguiente:

- España ha sido **siempre deficitaria** en madera (*figura 27*). Siempre ha estado por encima el consumo aparente respecto de la oferta de productos madereros. En algún momento, se ha llegado a situaciones críticas (año 2000), pues el porcentaje de autoabastecimiento apenas llegaba al 55% de consumo aparente. Pero desde el año 2009, como consecuencia de la reducción del consumo por la crisis, el porcentaje de autoabastecimiento casi alcanza el 90% y la situación es algo distinta.
- El **crecimiento medio** de la **oferta** es del 3,74%, mientras que el del **consumo aparente** es del 2,92% anual, lo que podría hacer pensar que en pocos años se vayan a equilibrar ambas curvas. Sin embargo, en opinión de la mayoría de los expertos, esto solo es un efecto coyuntural causado por la crisis. La crisis ha afectado muy poco a la oferta (consecuencia de la elevada proporción de residuos y reciclaje) y mucho y drásticamente a la demanda, hasta el punto de que el crecimiento medio haya pasado del 4,69 al 2,92%. En cuanto se supere la crisis, lo esperable es que se retomen los valores de crecimiento anteriores. Como esos valores están por encima del crecimiento de la oferta España será cada vez más **deficitaria** en madera.
- En España el **papel recuperado** como materia prima de la industria representa más del **80% del total**. Es decir, que para fabricar 100 toneladas de papel, de todo tipo, se utilizan **80 de papel recuperado y 20 de celulosa virgen**. Por ello, España ocupa uno de los primeros lugares dentro de la Unión Europea en la utilización de papel recuperado. Pero como en toda Europa, la inmensa mayoría de los papeles denominados de impresión y escritura se fabrican a base de celulosa virgen ya que se consiguen más fácilmente las características necesarias en cuanto a blancura, imprimabilidad, comportamiento en máquina, etc. Ello no supone que su fabricación tenga un impacto medioambiental mayor, ya que en todos los casos las fábricas

están sometidas a exigentes controles y requisitos para desarrollar su actividad, que garantizan su respeto con el medio ambiente.

- El **reciclado del papel** sigue también creciendo, habiéndose situado los últimos años en valores de crecimiento medio anual de 5,2%. La tasa de recogida en 2011 se situó en el 73,5%. Esto significa que se recoge para su reciclaje casi el 74% del papel que se consume, y en cifras 4,7 millones de toneladas de papel y cartón (un 1,8% más que en 2010), gracias al gran desarrollo de los sistemas de recogida y a la colaboración ciudadana. Esta capacidad de reciclaje es similar a la de Italia o Francia y solo es superada en Europa por Alemania. Teóricamente se podría llegar al 80%, es decir, que aún queda camino por recorrer. (Villar et al. <http://www.conama.org/documentos/140.pdf>).

Debe sin embargo recordarse que la **capacidad de producción** de papel reciclado (es decir, el que usa como materia prima el papelote y no la madera) en España es superior (y lo ha sido históricamente) a la recogida: así, la industria papelera española recicló 5,1 millones de toneladas de papel y cartón usado en 2011 (manteniendo un nivel similar a 2010), o lo que es lo mismo, 162 kilos de papel cada segundo (Figura 40-a). Por tanto, España acude regularmente a la importación de papelote de otros países. Esto convierte al papelote en una materia prima más, sujeta a las evoluciones de precio, oferta y demanda comunes a las reglas económicas.

Papel recuperado (miles de toneladas)	Recogida aparente	Importación	Exportación	Consumo	Tasa recogida	Tasa utilización	Tasa reciclaje
Total 2012	4551,7	1226,3	709,9	5068,1	73,9	82,1	82,3
Total 2011	4.722,5	1.152,4	781,1	5.093,8	73,5%	82,1%	79,2%
Total 2005	4.322,6	808,3	512,1	4.618,8	58,5%	81,1%	62,5%

Figura 40-a: Evolución de la recuperación de papel en España (Aspapel, 2013).

Debe aclararse, sin embargo, que la relación entre reciclaje y cortas de madera, en España, no justifica algunos eslóganes habitualmente empleados en el mundo del reciclaje. Así puede comprobarse a la vista de las *figuras 40-a y 40-b.*, que demuestran que el aumento claro de la recuperación de papel usado y la altísima tasa de utilización de este papel usado no ha traído consigo una disminución de las cortas de árboles.

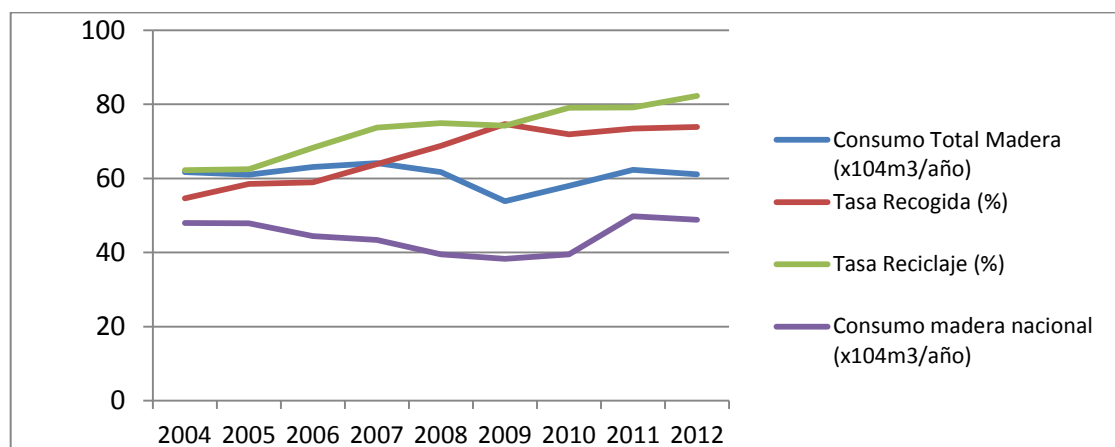


Figura 40-b: Comparación de la evolución de las cortas de madera para celulosa en España y la del reciclaje de papel y cartón (Elaboración propia con datos de Aspapel, 2013).

La explicación radica en la estructura distinta de la producción de pasta española (fundamentalmente pasta de fibra corta de eucalipto, destinada a papel gráfico y/o doméstico) y las calidades de papel consumidas y, por tanto, recicladas (con gran peso del papel de embalaje). Lo importante, desde el

punto de vista medioambiental, es que el papel, una vez utilizado, sea separado para poder ser reciclado y reutilizado, pero no se debe confundir esto con efectos reductores en la corta de árboles.

Volviendo al análisis del mercado de la madera en rollo, y para comprender la base del déficit de materia prima en España, se puede analizar la evolución de la producción industrial en España (tablas 39y 40, figura 41). En la figura 41 se ha remarcado la línea de tendencia de la fabricación del producto, cuyos valores son los que se indican en la tabla 39.

PRODUCCION	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2009
Postes	1046	1167	1034	900	626	650	801	589
Madera aserrada	2288	2151	2383	3320	3312	3760	3660	3142
Chapa, t. contrachapado	434	188	277	221	329	455	615	323
T. desintegración	905	1640	1567	2140	2463	4218	4421	3530
Pasta+papelote	1649	2232	2684	3283	3624	6741	6741	7919
Papel	1853	2566	2913	3446	3684	5697	5697	6668

Tabla 39: Evolución de la producción industrial de productos forestales en España, expresada en miles de m³, salvo la pasta y el papel que se expresan en miles de t. (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER database, 1964-2009).

Según la tabla 40 los productos que requieren escasa **calidad de la materia prima**, como son el papel o los tableros de desintegración, son productos con una tendencia muy grande a crecer, incluso muy por encima del crecimiento medio de la demanda. Sin embargo la madera aserrada y sobre todo la chapa y los tableros contrachapados, que requieren materia prima de calidad, son productos que crecen poco (muy por debajo del crecimiento medio de la demanda) o que incluso presentan decrecimiento de su producción.

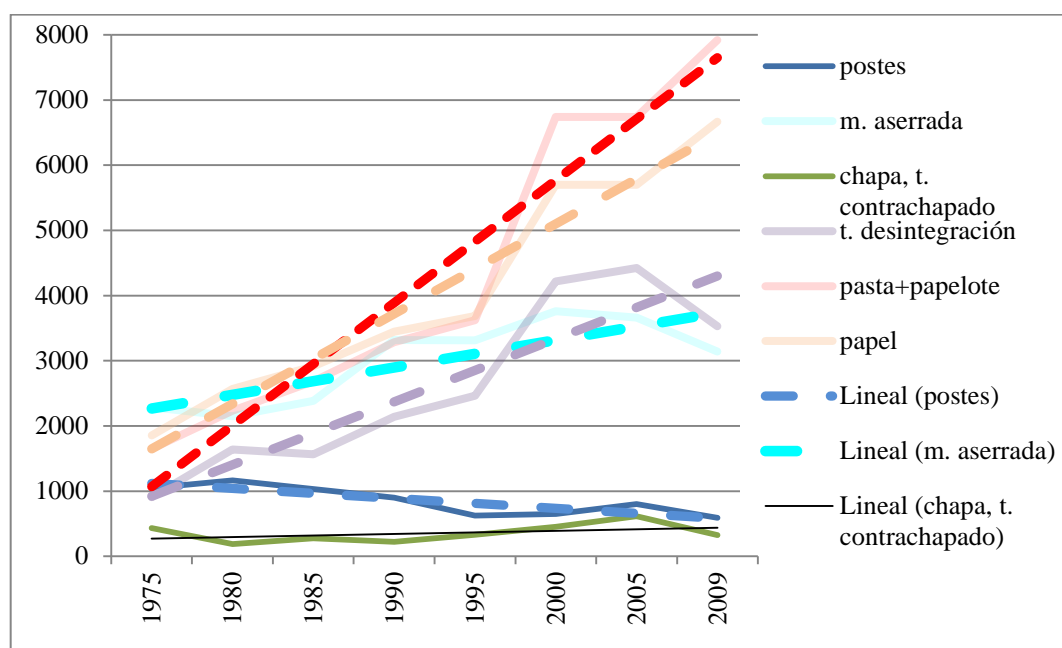


Figura 41: Evolución de la producción industrial de productos forestales en España, y recta de ajuste (Forestry and Timber Section UNECE TIMBER database, 1964-2009).

Las **perspectivas a corto plazo** de la demanda en España concluyen que va a estar sujeta a los vaivenes de la economía. En cuanto se recupere la **construcción** se recuperará la carpintería (a pesar de la pérdida de capacidad industrial que está teniendo este sector) y con ello el **consumo** de madera aserrada. En el sector del mueble, como ya se ha adelantado anteriormente, no es previsible que la recuperación económica permita llegar a los niveles de capacidad industrial de antes de la crisis, dado que ya antes existía una fuerte competencia de los países asiáticos, con pérdida muy importante del sector exportador y cierta deslocalización industrial. Es previsible, por tanto, que por todo ello, más la inactividad de varios años, este sector no termine de recuperarse.

Producto	ecuación tendencia	R ²	Incremento medio anual
Postes	77x+1197	0,74	-1,29
M. aserrada	210x+2057	0,65	1,1
Chapa, t. contrachapado	24x+248	0,74	-0,75
T. desintegración	482x+438	0,82	8,53
Pasta+papelote	197x-210	0,85	11,18
Papel	1027x+91	0,87	7,64

Tabla 40: Rectas de ajuste de la evolución de la producción industrial de productos forestales en España (Elaboración propia a partir de Forestry and Timber Section UNECE TIMBER database, 1964-2009).

La pérdida de capacidad de la industria del mueble hará que la demanda de tableros se reduzca, salvo que el sector sepa orientar su actividad hacia la exportación o a incrementar su oferta al mercado de la construcción.

Aunque en estas estadísticas no aparecen datos, en los últimos años está irrumpiendo el sector de la **xyloenergética** principalmente por iniciativa de la Administración. El Plan de Energías Renovables 2005-2010 (IDAE, 2005) planificó alcanzar el aprovechamiento de 450.000 tep (más de 1,2 millones de t de madera y equivalente a alrededor de 2 millones de m³) procedente de residuos forestales, pero todavía no se han superado las 10000 tep (más de 5000 tep para usos eléctricos y unas 4000 tep para usos térmicos). La Administración venía apoyando este sector lo que hacía prever que en un plazo no muy largo empezaría a funcionar de verdad. Sería entonces cuando esta nueva demanda generaría competencia con los subsectores de escasa calidad, como ha sucedido, por ejemplo, en Alemania, que produce 3 millones de t de pellets de los cuales el 30% los genera no con residuos, sino con madera en rollo (*Government policies increasingly promote renewable energy sources: Wood energy markets in the UNECE region, 2009-2010. UNECE/FAO Forest Products Annual Market Review, 2009-2010*). Sin embargo, el RD 1/2012 ha provocado un importante cambio en las expectativas creadas, al eliminar las subvenciones a la energía producida desde fuentes renovables, biomasa forestal inclusive. Aunque el RD abre una ventana a que se legisle específicamente sobre la biomasa forestal para mantener su desarrollo, existen importantes interrogante en este momento sobre si esto será así.

En España, la fabricación de los **pellets** se inició al principio de la década del 2000, y en abril del 2009 ya había 19 fábricas con una capacidad de cerca de 300.000 t/año. Por falta de mercado doméstico se exporta al resto de Europa el 90% de su producción. Debe indicarse que actualmente esta industria se abastece principalmente de los residuos de aserrado y carpintería y en muy pequeño porcentaje lo hace de biomasa (www.gasnaturalcomercializadora.com).

Analizando la disyuntiva **madera en rollo/residuos**, hay que destacar:

- La evolución de la oferta de madera en rollo española queda más o menos estancada en 14 a 16 millones de m³ anuales.
- La oferta de **residuos industriales** depende de la actividad de las industrias de aserrado, desarrollo, carpintería y muebles. Las dos primeras dependen de la oferta de madera en rollo y por tanto apenas van a crecer, y aunque las dos últimas crezcan su importancia va a ser pequeña en el conjunto de los residuos generados.
- La oferta de **madera reciclada** seguirá creciendo. El reciclado de madera tiene todavía mucho margen de crecimiento sobre todo en una economía como la española en donde los productos tienen cada día menor ciclo de vida. En teoría, si se llegase a una tasa de recogida del 80% y un ciclo medio de vida de 20 años, se reciclaría el 80% del consumo de madera de 1990 y se podrían superar los 4 millones de m³.
- Si analizamos los últimos 5 años, en los que ha existido una crisis económica de incidencia muy profunda, se puede apreciar que el reciclado de madera ha seguido teniendo un **crecimiento** medio anual del 6,5%. En opinión del propio sector se espera que se llegue a cifras de reciclado de madera próximas a los 2 millones de m³, es decir, llegar a una tasa de reciclado de madera del 40%.

BIBLIOGRAFÍA

<http://www.fao.org>

<http://www.europa.eu.int/index.htm/>

<http://www.mapya.es/>

ALMANSA A.; 1.990 *Producción y consumo de productos forestales en España* Ed. Ecología, fuera de serie nº1, págs 239 a 256

ASPAPPEL: *Memoria de sostenibilidad, 2012.*

BASO, C.; 1.996 "*La cadena de la madera en Galicia*" Ed. Boletín de AITIM, nº179, Madrid, pp 28-31.

CONEMAC, 1.998 "*Impacto socioeconómico del sector del mueble*". Inédito

GARCÍA MARTÍNEZ, I. y S. ORTUÑO PÉREZ, 1.999: "*El comercio exterior de productos forestales. Evolución reciente y perspectivas*". Proyecto fin de carrera ETSIM, Madrid. Inédito

GONZÁLEZ ALVAREZ, M.A.; RIOS BOETA, G; PERAZA SANCHEZ, F.; 1.997 "*La industria de la madera en cifras*" Ed. AITIM, Madrid. 182 pp.

GONZÁLEZ ALVAREZ, M.A. Y RIOS BOETA, G; Varios años "*El circuito de la madera*" Rev. Boletín de AITIM, varios números Madrid.

MADRIGAL, A. et al, 1.999 "*El sector forestal español*" Ed. Fundación Conde del Valle Salazar.

MIMAM-DGCN (Ministerio de Medio Ambiente; Dirección General de Conservación de la Naturaleza), 1998: "*II Inventario Forestal Nacional*"

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN "*Anuarios de Estadística Agraria*". Ed. MAPA.

VIGNOTE S.; MARTÍNEZ I., 1.987, *El mercado de la madera en España* Ed. AITIM nº 137, Madrid, págs 8 a 14

VIGNOTE S.; 1.986 *Apuntes de Tecnología General de Productos Forestales.* Ed. E.T.S. de Ingenieros de Montes, Madrid, 1.986, págs 47 a 53.

Páginas web

<http://timber.unece.org/index.php?id=84>

<http://datacomex.comercio.es/>

<http://live.unece.org/forests-welcome/areas-of-work/forestsforestproductsmarketswelcome/forestsfpmanualoutputs/forestsfpannualmarketreviews/2010-2011.html>

<http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>

(<http://www.ine.es/jaxi/tabla.do?per=12&type=db&divi=EIE&idtab=10>)

<http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-31-11-137/EN/KS-31-11-137-EN.PDF

<http://www.ine.es/jaxi/menu.do?L=0&divi=EIE&his=1&type=db>

ANEXO I

CLASIFICACIÓN DE MADERA EN ROLLO DE CONÍFERAS EN 1927

Conformación de la troza:

\Defecto Clase \	Protuberancias (existencia)	Corazón excéntrico (%)	Conicidad (cm/m)	Curvatura (cm/m)
A	Excluida	10	<1,5 o <2 (*)	<2
B	Excluida	20	Sin límite	<2
C	Admitida	Sin límite	Sin límite	<4
D	Admitida	Sin límite	Sin límite	<6

(*) Según si el diámetro medio sin corteza es menor o mayor de 35cm

Defectos:

\Defecto Clase \	Nudos (cm)			Bolsas resina (existencia)	Inclinación de la fibra (cm/m)	Madera de reacción (%)	Fendas (salvo de desecación) (Relación diámetro)	Acebolladuras (Relación con diámetro)	Picaduras(**) (existencia)		Putrición (existencia)	Azulado (existencia)
	Sanos	Saltadizos	Podridos						<3mm	>3mm		
A	Exc.	Exc.	Exc.	Excluidas	<3	<10	Exc.; o <1/4 (*)	Exc.; <1/4 (*)	Exc.	Exc.	Excluida	Excluida
B	<5	<4	Exc.	1 por sección	<7	<20	Exc.; o <1/3 (*)	Exc.; <1/4 (*)	Exc.	Exc.	Excluida	Excluida
C	Adm.	<7	<5	Admitido	Sin límite	Sin límite	<1/2	Exc.; <1/3 (*)	Exc.	Exc.	Excluida	Admitida
D	Adm.	Adm.	Adm.	Admitido	Sin límite	Sin límite	Admitidas	Admitidas	Adm	Adm.	Admitida	Admitida

(*) Según el diámetro medio sin corteza sea menor o mayor de 35 cm. En todos los casos el valor de las fendas y acebolladura se realizan en función del diámetro del árbol.

(**) <3mm para los casos de *Trypodendron lineatum*; >3mm para los casos de ataques de *Sirex*, *Cerambyciden*

Crecimiento del árbol: La norma establece los siguientes límites de calidad a las trozas, según especies y en función del grueso de la anchura de los anillos de crecimiento (en mm):

\ Defecto Clase \	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Pinus pinaster</i> y <i>P. radiata</i>	<i>Abies alba</i> y <i>Picea abies</i>	<i>Larix europea</i> y <i>Pseudotsuga menziessi</i>
A	<4mm	<5mm	<6mm	<4mm	<4mm
B	<6mm	<7mm	<8mm	<7mm	<7mm
C y D	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite

NORMAS DE CLASIFICACIÓN DE FRONDOSAS

ROBLE

\Clase Defecto \	A	B	C	D
DIMENSIONES Longitud (m) Diámetro (cm)	2,5 40	3 35	2 30	Sin limitación
CURVATURA (cm/m)	≤2	≤4	≤10	Sin límite
ELIPTICIDAD (%)	<10	Se admite	Se admite	Se admite
EXCRECENCIAS (nº por metro)	1/ 2,5	Sin límite		
ALBURA (cm sobre el radio)	≤3	≤4	Sin límite	
ANILLOS CRECIMIENTO (mm)	≤4	Sin límite		
NUDOS SANOS (mm/m)	≤15/2,5	Sin límite		
NUDOS PODRIDOS (mm/m)	No	No	≤50/2	Sin límite
FIBRA ESPIRALADA (cm/m)	≤5	≤9	Sin límite	
FENDAS DE HELADURA	No se admiten			Se admite
FENDAS DE CORAZÓN	En 1/3 central	No pasante	Se admite	
ACEBOLLADURAS	No	En 1/5 central	En el extremo mayor	Se admite
CORAZÓN ESTRELLADO	No se admite	En 1/5 central	En 2/5 central	Se admite
PICADURAS DE INSECTOS	No se admiten		En albura	Se admite
COLORACIONES	No se admite	En el 15%	Se admite	
PUDRICIONES	No se admite			Se admite

HAYA

\Clase Defecto \	A	B	C	D
DIMENSIONES Longitud (m) Diámetro (cm)	3 35	3 30	2 25	Sin limitación
CURVATURA (cm/m)	≤2	≤4	≤8	Sin límite
ELIPTICIDAD (%)	≤15	Se admite	Se admite	Se admite
ACANALADURA	No se admite			
ANILLOS CRECIMIENTO (mm)	≤4	Sin límite		
NUDOS SANOS (mm/m)	No se admite	3nudos/3metros	Sin límite	
NUDOS PODRIDOS (mm/m)	No	No	No	Sin límite
FIBRA ESPIRALADA (cm/m)	≤5	≤9	Sin límite	
FENDAS DE CORAZÓN	No se admite	Se admite		
CORAZÓN ESTRELLADO	No se admite		Se admite	
PICADURAS DE INSECTOS	No se admiten			Se admite
COLORACIONES (% del diámetro)	≤20	≤30	Se admite	
PUDRICIONES	No se admite		Se admite	

ARCE

\Clase Defecto \	A	B	C	D
DIMENSIONES Longitud (m) Diámetro (cm)	3 35	3 30	2 20	Sin limitación
CURVATURA (cm/m)	≤3	≤4	Sin límite	
EXCENRICIDAD CORAZÓN (%)	≤10	≤20	Sin límite	
NUDOS SANOS (mm/m)	Σ≤150mm/3m		Σ≤150mm/2m	Sin límite
NUDOS PODRIDOS (mm/m)	No	No	Σ≤80mm/2m	Sin límite
FENDAS DE CORAZÓN	1/3 central	½ central	Sin límite	
COLORACIONES (% del diámetro)	≤20	≤30	Se admite	
PUDRICIONES	No se admite			Se admite

CHOPO

Características	Clase	Po-A	Po-B	Po-C
DIMENSIONES MÍNIMAS				
Longitud (m)		3	2	2
Diámetro (cm s/c)		30	25	20
NUDOS: Sanos y visibles				
Muerto		<20	<40	Se admite
Vicioso o podrido		No se admite	<20	Se admite
Cubierto <60		No se admite	No se admite	Se admite
Cubierto >60		Sólo 1 por troza	Se admite	Se admite
		No se admite	No se admite	Se admite
MEDULA EXCÉNTRICA%		<10%	Se admite	Se admite
CURVATURA (Cm/m)		<2	<5	Se admite
OVALIDAD (%)		<10	Se admite	Se admite
FENDAS DE CORAZÓN		En el ¼ central	No pasante	Se admite
CUADRANURA		No se admite	No se admite	Se admite
FENDAS DE HELADURA		No se admite	No se admite	Se admite
FENDAS POR RAYOS		No se admite	No se admite	Se admite
FENDAS DE SECADO		No se admite	Se admite	Se admite
COLORACIÓN PARDA		No se admite	No se admite	Se admite
ORIFICIO DE INSECTOS		No se admite	No se admite	Se admite

FRESNO

Defecto \	Clase	A	B	C	D
DIMENSIONES					
Longitud (m)		3	3	2	Sin limitación
Diámetro (cm)		40	35	20	
CURVATURA (cm/m)		≤3	≤4	Sin límite	
EXCENRICIDAD CORAZÓN (%)		≤10	≤20	Sin límite	
NUDOS SANOS (mm/m)*		No se admite	Σ≤150mm/3m	Σ≤150mm/2m	Sin límite
NUDOS PODRIDOS (mm/m)		No	No	Σ≤80mm/2m	Sin límite
FENDAS DE CORAZÓN		1/3 central	½ central	Sin límite	
FENDAS SUPERFICIALES		No se admite		Se admite	
PICADURAS DE INSECTOS		No se admiten			Se admite
COLORACIONES (% del diámetro)		≤20	≤30	Se admite	
PUDRICIONES		No se admite			Se admite

(*)Σ suma del diámetro de todos los nudos

Los defectos a que se refieren las distintas normas son los siguientes:

Esquema nº1: Medida de la curvatura. Vignote (1995)

CURVATURA DEL TRONCO

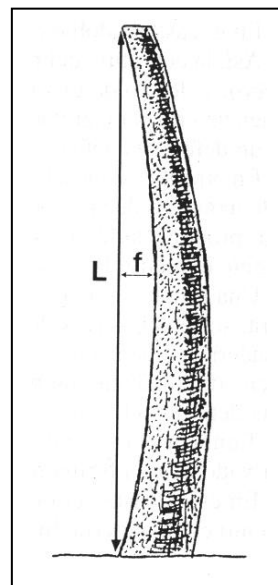
Las plantas son capaces de percibir la gravedad y responder a ella. Los tallos suelen responder a un geotropismo negativo, es decir, crecen en sentido contrario a la fuerza de gravedad, lo que origina que los fustes de los árboles, sean en general, perfectamente verticales y rectos, pero en ocasiones, esta rectitud no es absoluta, pudiendo aparecer una o varias curvaturas más o menos acusadas, cuyo origen u orígenes puede obedecer a diferentes causas.

La medida de la curvatura del tronco se realiza por el cociente de la flecha del tronco y la longitud del mismo, expresado en tanto por ciento. En el caso de doble curvatura se suman las flechas de ambas curvas.

Los valores obtenidos se clasifican de la siguiente forma:

- <2% fuste o troza esencialmente recto
- entre 2 y 4% curvatura media
- >4% curvatura grande

Foto1: Aspecto de bosques de robles curvados. Vignote (1995)



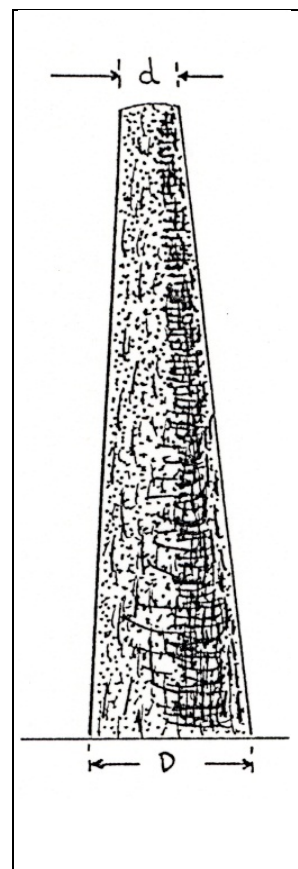
Esquema 2: Medida de la conicidad. Vignote (1995)

CONICIDAD

El fuste del árbol, como consecuencia de la superposición del crecimiento en altura y el crecimiento en grosor, posee una forma que simplificada se puede suponer cónica.

El factor de conicidad del fuste se mide, de acuerdo con la norma UNE 56511, como la relación, expresada en tanto por ciento, entre la diferencia del diámetro en la base y el diámetro en la punta, con la distancia que le separa (esquema 6). En función de los valores obtenidos se puede clasificar el fuste o troza de la siguiente forma:

- <1,5 (<2 si el diámetro del fuste o de la troza es mayor de 25cm) conicidad pequeña.
- entre 1,5 y 3 (entre 2 y 4, si el diámetro es mayor de 25 cm) conicidad media.
- >3 (>4 si el diámetro es mayor de 25cm) conicidad grande



EXCENTRICIDAD DE CORAZÓN Y TABLEADURA

La excentricidad de corazón se produce cuando la anchura de los anillos de crecimiento se produce de forma desigual dentro de una misma capa, repitiéndose esta circunstancia a lo largo de los años (esquema 3).

Esquema 3: Excentricidad y tableadura. Vignote (1995)

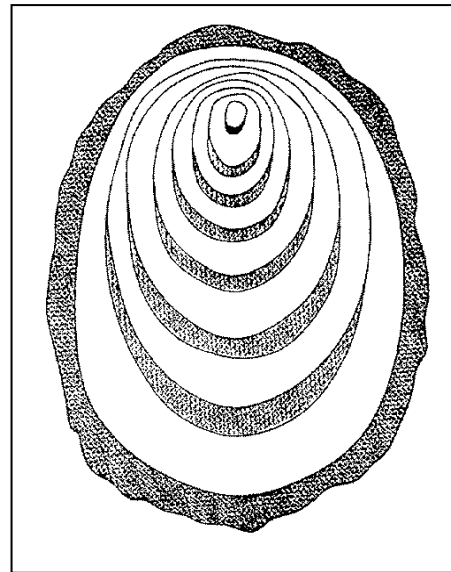
La tableadura es un defecto en la forma de la sección del árbol, debida a un diferente diámetro en dos direcciones perpendiculares (esquema 11)

El valor de la tableadura se expresa, según la norma UNE 56511, bien por la relación entre la diferencia de diámetros máximo y mínimo y el diámetro mínimo, expresado en tanto por ciento:

$$T = \frac{D - d}{d} \cdot 100$$

También se puede medir por la relación entre el diámetro máximo y el mínimo, expresado en tanto por ciento:

El efecto principal en este tipo de defecto es la pérdida de productividad en el aserrado y en el desenrollo, por las mismas razones que se apuntaban en el defecto de la conicidad.



El origen de estos defecto puede ser muy diverso, pero generalmente se produce cuando el árbol está sometido a un esfuerzo predominante en una cierta dirección (viento, pendiente del terreno muy acusada, ramificación con disimetría de copa...)

MADERA DE REACCIÓN

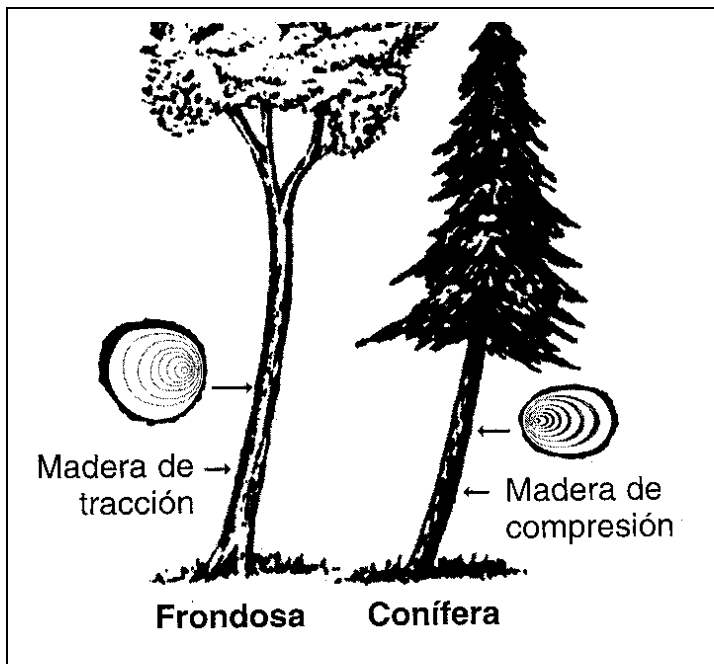
El esfuerzo disimétrico a que esta expuesto el fuste, obliga al árbol a producir un tipo de fibras diferentes de las normales, cuyas características están encaminadas a resistir el esfuerzo a que da lugar esa disimetría.

En el caso de las coníferas, las fibras especiales se forman en el lado de la sección en la que actúa el esfuerzo de disimetría, con células denominadas de compresión, mientras que en las frondosas se forman en el lado de la sección contrario al esfuerzo de disimetría, con células denominadas de tensión o tracción (esquema 4).

Esquema 4: Madera de reacción en coníferas y frondosas. Zobel (1989)

Las fibras en la madera de compresión de las coníferas se caracterizan por ser más pequeñas y redondeadas, con mayor espesor de la pared celular, sobre todo de la capa intermedia de gran contenido en lignina. La madera es más pesada (puede llegar a variar de un 15 a un 40% (Zobel, van Buijtenen, 1.989)), más dura y más resistente a la compresión pero menos a la tracción y sobretodo es más frágil.

Las fibras en la madera de reacción de las frondosas son todo lo contrario, más grandes (ligeramente superiores) y poco lignificadas (aumenta el contenido en celulosa). En cambio, los vasos son más cortos y aparecen en menor cantidad. La densidad puede ser algo superior que la madera normal.



Los efectos de la madera de reacción, son claros en las coníferas, dado que resulta una madera más dura, más resistente a la compresión pero menos a la tracción y sobretodo es más frágil. También debe destacarse que,

aunque la contracción volumétrica pueda disminuir, la contracción longitudinal aumenta de forma muy importante (Kollmann, 1.959), dando como resultado, un mayor peligro de alabeo de las piezas obtenidas.

En las frondosas los efectos no son tan claros, pues por un lado aumenta la resistencia a la tracción y a la hienda, pero por otro, aumenta la tendencia de alabeo de las piezas.

NUDOS:

El nudo es una inclusión de la porción basal de una rama dentro del tallo del árbol. El origen de los nudos son, pues, las ramas; ahora bien, su influencia como defecto es muy variable, según sea el proceso seguido por esa rama en el contexto del árbol, y según sea el tipo de transformación industrial de ese árbol.

Los nudos se miden, de acuerdo con la norma UNE 56511, como la relación entre el diámetro mayor del nudo y el diámetro menor de la troza, expresado en tanto por ciento, para cuando el destino es la industria del aserrío, y por el diámetro mayor de los nudos, para cuando el destino de la troza es la industria del desarrollo.

Los nudos se pueden clasificar de la siguiente forma:

Por el estado del nudo:

Nudo sano y adherente

Nudo negro

Nudo saltadizo

Nudo vicioso o podrido

Por el tamaño de los nudos

Nudo muy pequeño (<20mm)

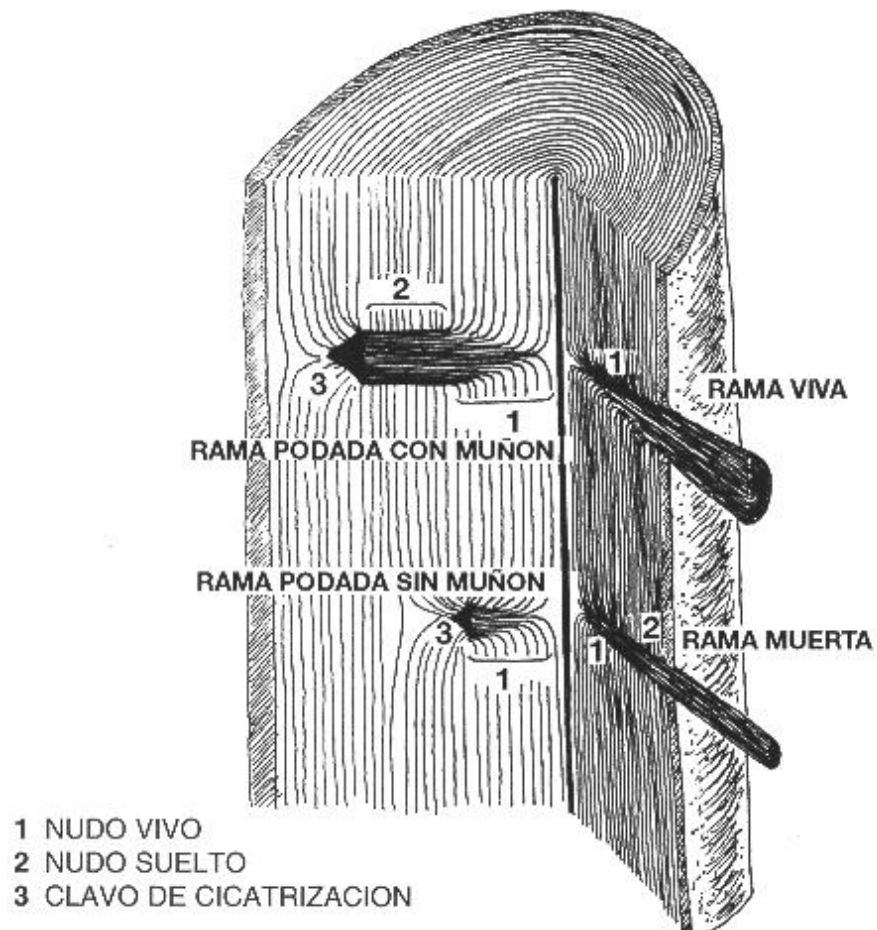
Nudo pequeño (entre 20mm y 40mm)

Nudo mediano (entre 40mm y 60 mm)

Nudo grande (entre 60mm y 70mm)

Nudo muy grande (>70mm)

Esquema 5: Proceso de englobamiento de las ramas (Montoya, 1.988)



Por su estado

El **nudo sano** tiene su origen en una rama, que en el momento de la corta del árbol está viva. En este tipo de nudo, los tejidos de la rama y del fuste se encuentran perfectamente unidos, y por tanto trabajan de una forma conjunta ante esfuerzos que puedan surgir, denominándose por esta razón, **nudo adherente**

El **nudo negro** suele tener su origen en una rama, que en el momento de la corta o ha desaparecido o se encuentra muerta de forma natural. La muerte natural de la rama es causada por falta de actividad fotosintética, que lleva consigo un debilitamiento acompañado de un proceso de duraminización previo a la muerte de esta. Una vez muerta la rama, el viento o sobre todo la nieve, producen la rotura de la rama, por la zona basal o cercana a esta. La duraminización sufrida previamente evita el posible ataque de hongos de pudrición en la zona de la herida.

El **nudo saltadizo** típico, se produce cuando la rama, de forma natural, artificial o accidental, se rompe, no por su base, sino dejando un muñón. También se produce cuando la rama permanece muerta por períodos de tiempo muy prolongados. En ambos casos, el árbol sigue creciendo en grosor, englobando poco a poco el muñón de la rama, o la rama, pero sin que exista adherencia entre ambos (esquema 5 y foto 3).

Foto 3: Poda natural limpia y defectuosa dejando muñón



El que un árbol pade de forma natural con o sin muñón es característico de la especie y de la procedencia. En la imagen de la derecha se puede observar al pino silvestre de la sierra de Guadarrama como la poda la realiza de forma limpia sin dejar muñón, en cambio en la imagen de la izquierda se aprecia como el pino de Oregón a pesar de sus ramas finas éstas no podan, por lo que los nudos serán saltadizos.

El **nudo vicioso** o **podrido** suele tener su origen en una rama que, en plena actividad fisiológica, se rompe, bien accidentalmente o bien por efecto de una poda. En este caso, la herida producida queda expuesta a la posible deposición de esporas, que encuentran un medio idóneo para su desarrollo, dada la falta de duraminización de la rama.

Por su tamaño

El tamaño de la rama suele ser un factor genético característico de la especie, como lo demuestran las ramas gruesas del pino piñonero o pequeñas del abeto rojo, pero también depende de otros

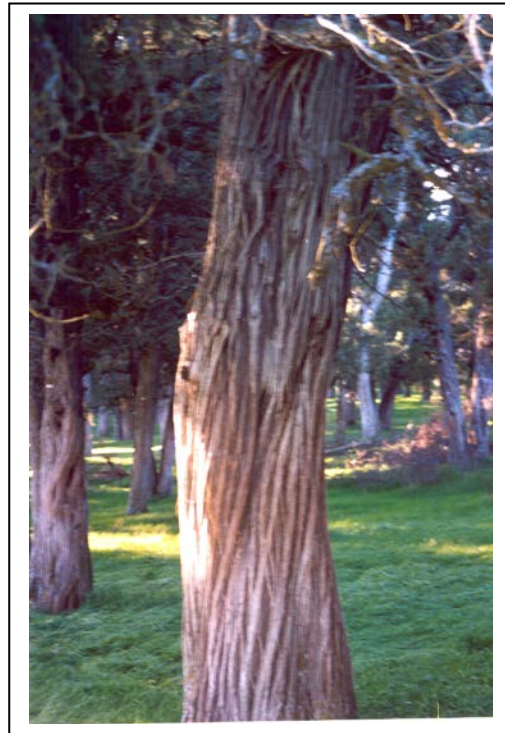
factores tales como la luminosidad que recibe la rama. Así, la zona basal de los fustes suele tener ramas más delgadas que en la parte de la copa, debido a soportar menos luz que la copa. En árboles en espesura, las ramas bajas quedan rápidamente sin luz, por lo que su crecimiento se ralentiza hasta que se produce la muerte de la rama. En estos casos, las ramas alcanzan menores grosores que si el árbol vive aislado, sin competencia lateral.

Naturalmente, si se podan las ramas de forma temprana, los nudos de los árboles alcanzarán un tamaño inferior al que alcanzarían si no se podase.

Foto 4: Fibra revirada en el enebro

FIBRA REVIRADA O ESPIRALADA

Esta anomalía se caracteriza porque la fibra de la madera se orienta de forma inclinada respecto del eje del árbol, desarrollándose helicoidalmente con mayor o menor ángulo. El desarrollo helicoidal puede ser de derechas o diestro (izquierda-abajo, derecha-arriba) o de izquierdas (derecha-abajo, izquierda-arriba) (foto 4).



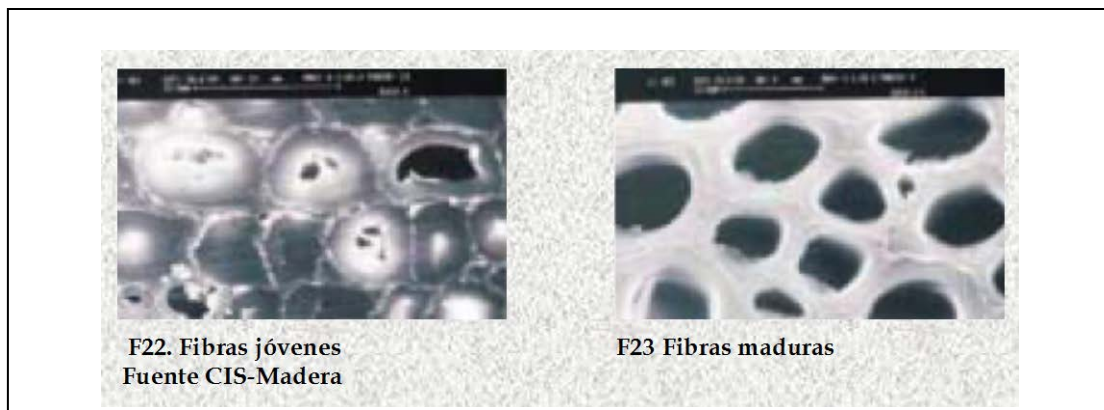
La fibra revirada es un defecto bastante usual en la madera juvenil, tanto de coníferas como de frondosas, aunque en la mayoría de las ocasiones este defecto desaparece con la formación de madera madura. Sólo cuando por diversas razones, la madera producida en la madurez, se orienta con un cierto ángulo apreciable a simple vista, es cuando esta anomalía es tomada como defecto.

La madera de coníferas empieza a revirarse a derechas en su juventud, pasando a izquierdas en su madurez, creciendo el ángulo de inclinación, a medida de que el árbol aumenta su diámetro. En las frondosas el proceso es el contrario, aunque existen muchos casos particulares.

CORAZÓN ESTRELLADO, FENDAS DE CORAZÓN Y FENDAS DE CUADRANURA

Son defectos provocados por las tensiones de crecimiento parece estar en la búsqueda, por parte del árbol de una posición recta y estable. Para ello, las células de madera producidas por el cambium, tienden, en su proceso de maduración, a expandirse lateralmente y a contraerse longitudinalmente, pero la madera formada en años anteriores impide esta tendencia, con lo que se genera un estado de tensiones que, según las direcciones clásicas en la madera, es la representada en el esquema 6.

Foto 5: Aspecto microscópico de las fibras tensionadas



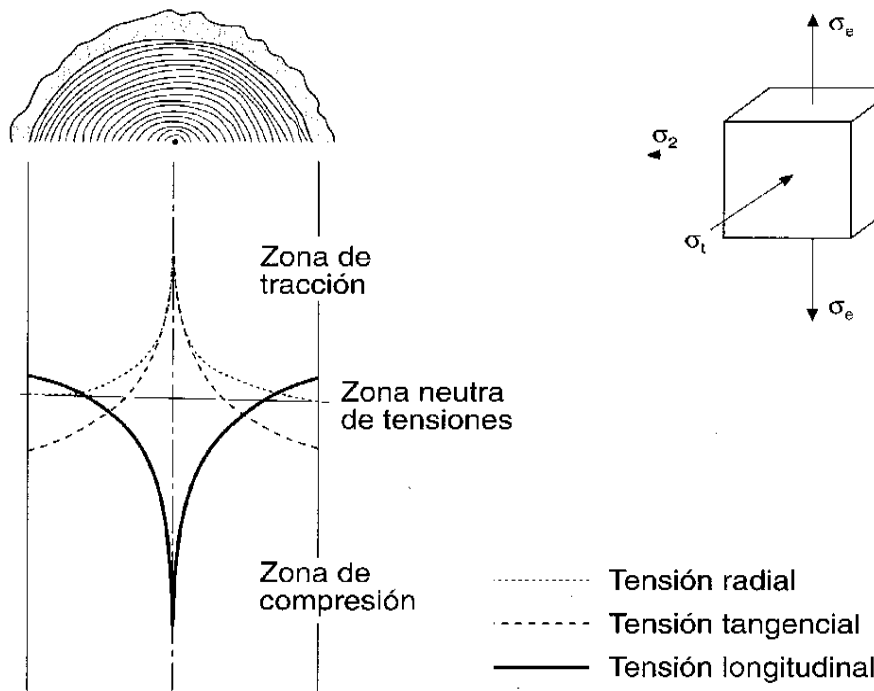
Además, las células de la madera de árboles con tensiones de crecimiento alto, posee una longitud de fibras y de vasos, un espesor de la pared celular, y por tanto de la densidad, mayor que los árboles que tienen

tensiones inferiores. De la misma forma, a mayores tensiones, menor es el porcentaje de lignina de la madera, y mayor es la contracción volumétrica, y el módulo de elasticidad. También está demostrado que la variación de características entre la madera juvenil y la madura es muy superior (variación radial superior).

La magnitud de las tensiones es muy diferente según la dirección que se considere. Así, las tensiones en dirección axial son 10 veces superiores a las transversales, y dentro de estas últimas, son más grandes las tangenciales que las radiales.

Esquema 6: Estado de tensiones del árbol en pie. Vignote (1995)

Distribución de tensiones en el plano longitudinal y transversal (radial y tangencial) en función de su distancia respecto del centro del árbol



Los valores de las tensiones perimetrales de un árbol se mantienen constante a lo largo de la vida joven del árbol (que a su vez depende de la especie de que se trate y de las características genéticas del individuo), cuando llega la madurez de este, las tensiones perimetrales se relajan.

Las tensiones de crecimiento, causan los siguientes tipos de defectos:

- **Médula débil:** En árboles de gran porte, en donde las tensiones de crecimiento son muy importantes, el centro del árbol sufre un deterioro, difícilmente observable a simple vista, pero que se pone de patente por su escasa resistencia mecánica, fundamentalmente en el plano transversal.

Foto 6: Médula débil



Foto 7: Fendas de cuadratura



- **Fendas de cuadratura:** Son fendas originadas en el árbol en pie, que se inician en la médula y que se extienden desde ella hacia el exterior de una forma radial, no llegando nunca a la madera joven. La causa de estas fendas tiene su origen en las tensiones tangenciales, que tiene su máximo valor en el centro del árbol, siendo creciente con el diámetro del árbol. Es esta la causa de que los árboles a los que afecte este defecto sean árboles gruesos, y con tensiones de crecimiento elevadas.
- **Acebolladuras:** Al igual que en el caso anterior, son rajaduras que se presentan en el centro del árbol, cuando el árbol está en pie, producidas por las tensiones de crecimiento de dirección radial.

Foto 8: Bolsas de resina

BOLSAS DE RESINA

Son pequeñas cavidades llenas de resina, que forman la mayoría de las especies de coníferas. Estas cavidades tienen forma predominantemente alargada en dirección del eje del árbol (foto nº16).

El origen de las bolsas de resina es fundamentalmente traumático. El árbol, como respuesta a un estímulo externo, dentro de los mecanismos de defensa que posee, produce una secreción anormal de resina que se acumula en pequeñas bolsas en las proximidades de la zona afectada.

Si bien las bolsas de resina tienen un origen traumático, la frecuencia, el número y el tamaño, son características hereditarias. Así, en España, la mayor frecuencia, número y tamaño de bolsas de resina la presenta el pino pinaster, mientras que es bastante raro encontrarlo en el pino insignis.



Foto 9: Acebolladura en pino silvestre

ACEBOLLADURAS

Son roturas locales de la madera, producidas entre anillos de crecimiento y a lo largo del eje del árbol, causadas, por esfuerzos que inciden sobre la madera (foto 18).

Las acebolladuras se miden, de acuerdo con la norma UNE 56511, expresando la longitud en la sección en que aparece y por su profundidad



El origen de las acebolladuras es el mismo que el de las fendas de la madera muy poco resistente a los esfuerzos perpendiculares a la fibra, debido a unas características de resistencia, intrínsecas de la especie, muy bajas (caso del castaño), y una alteración brusca del crecimiento de la planta (defoliación causada por el fuego, o por ataques de organismos xilófagos..)

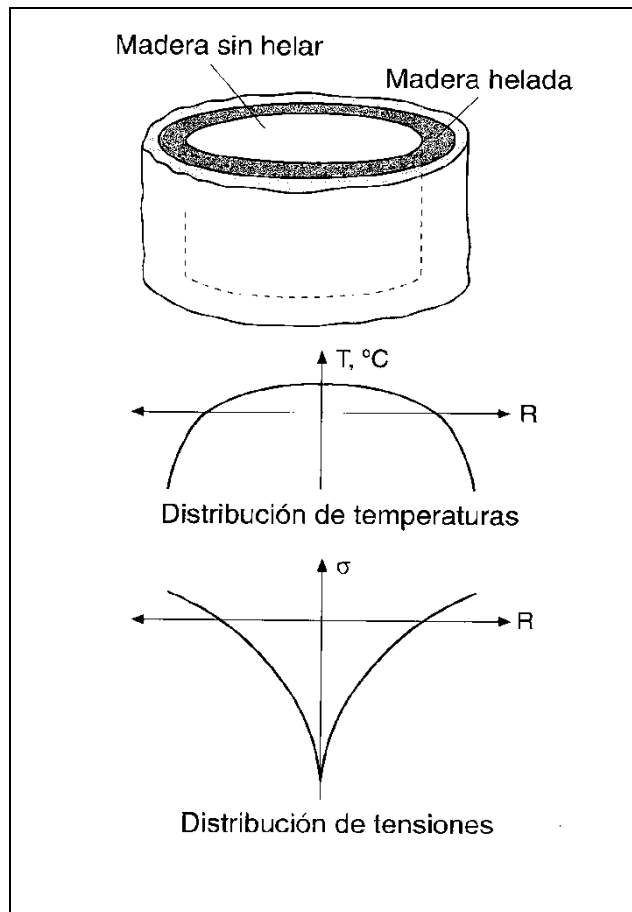
FENDAS DE HELADURA

El fenómeno que se produce por la helada sobre el árbol vivo como consecuencia de temperaturas especialmente bajas durante la época de reposo vegetativo invernal es el siguiente (Pardos, 1.985): Como consecuencia del frío, la parte exterior del árbol se hiela, y con ello las células incluidas en esa parte, sufren un proceso por el cual, el agua de la pared celular se hiela, quedando el hielo en el lúmen traqueidal, con lo que la pared celular se deseca. Como consecuencia de la desecación de la pared celular, la madera tiende a contraerse, pero la interior, que no se encuentra helada, se lo impide, con lo que se origina un estado de tensiones, en el que el corazón se encuentra comprimido y el exterior traccionado, de acuerdo al esquema 21, produciéndose la rotura cuando la tensión de tracción originada, supera el límite de resistencia de la madera.

Una vez pasada la helada, si las fendas no han afectado a la corteza, el agua líquida vuelve a la pared celular, produciéndose la hinchazón necesaria para que las fendas se cierren. Posteriormente, el cambium formará un callo alrededor de la rotura producida. Las fendas producidas solo se apreciarán durante el proceso de transformación de la madera.

Si se repite este proceso de heladas invernales durante varios años, las fendas volverán a abrirse por donde lo hiciera en años anteriores, cerrándose en cada primavera, pero en este caso, la acumulación de callos producidos por el cambium se hace patente al exterior por medio de una protuberancia denominada **costillaje de heladura** (esquema 8).

Esquema 7: Tensiones originadas por la heladura. Cinotti (1989)



Esquema 8: Sección del fuste de un árbol afectado por heladura. Vignote (1995)

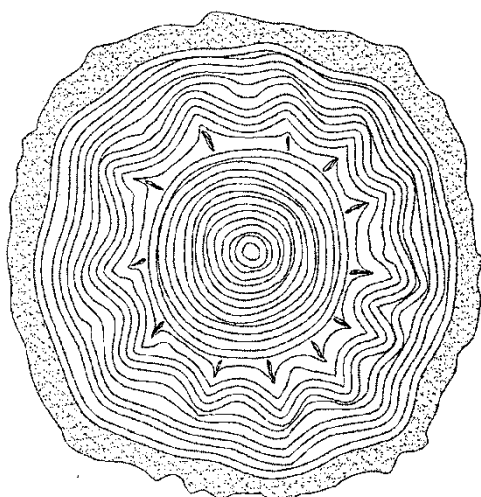


Foto 10: Doble albura

DOBLE ALBURA

Es un defecto, un tanto excepcional, producido como consecuencia de heladas, en maderas principalmente de frondosas. El fenómeno que causa esta coloración, se debe a que las células heladas de la albura pierden la facultad de transformar el almidón en las sustancias tánicas necesarias para la formación del duramen (Kollmann 1.959). Por ello, el defecto se manifiesta con una interrupción de la madera de duramen, dando la apariencia de doble albura.

El efecto más importante que produce es el estético, que no supone gran depreciación de las piezas que lo contienen

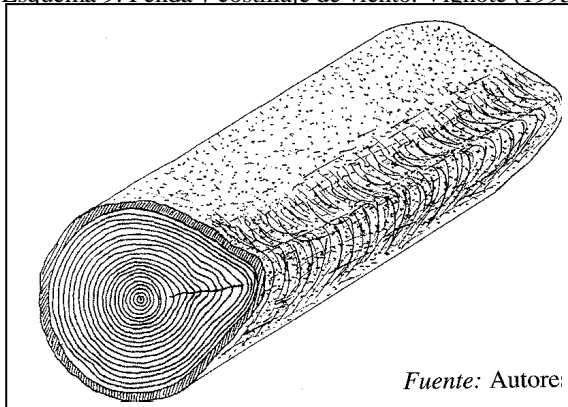
FENDAS DE VIENTO Y COSTILLAJE DE VIENTO

Es también un defecto que se produce en el árbol en pie, cuando por las circunstancias que sea el árbol es sometido a un viento intenso que se transmite de la copa a la base del fuste superando los valores de resistencia de la madera, produciendo su rotura.

El efecto que produce la rotura de la madera es una herida que el árbol cicatriza posteriormente, pero que causa dos defectos en la madera:

- Fenda de viento, por la rotura producida.
- Costillaje en el fuste del árbol, consecuencia de la cicatrización de la herida.

Esquema 9: Fenda y costillaje de viento. Vignote (1995)



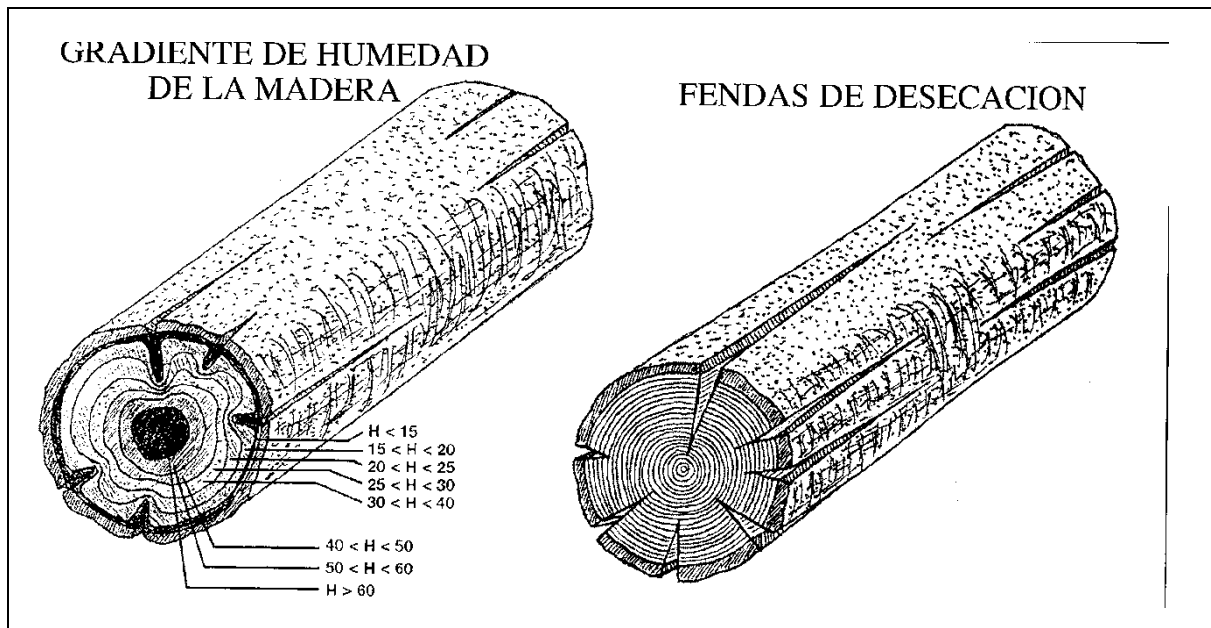
Fuente: Autore:

FENDAS DE DESECACIÓN

La desecación sólo se produce cuando el árbol está muerto o cuando ya ha sido cortado, circunstancia a partir de la cual la humedad de la madera tiende a equilibrarse con la del medio ambiente que le rodea.

En la formación de las fendas intervienen principalmente dos fenómenos: El primero es el de la merma de la madera: A partir de la humedad del punto de saturación de la fibra (P.S.F. \cong 30%), la desecación de la madera supone una merma de sus dimensiones. El segundo fenómeno es el de la superficialidad del secado: El secado se produce a través de la superficie, evaporando primero el agua de ésta y después del interior. Esto conduce a que exista un gradiente de humedad en la madera, tal como se expresa en el esquema 10.

Esquema 10: Gradiente de humedad de la madera y fendas de desecación. Vignote (1995)



La existencia del gradiente de humedad supone la existencia de diferentes niveles de tendencia a mermar, que al ser la madera un cuerpo sólido, se traduce en un estado de tensiones, que en la superficie son de tipo de tracción perpendicular a la fibra y en el interior de compresión, de la misma forma que se expresó con las fendas de heladura

Cuando las tensiones son grandes (debido a un gradiente de humedad grande) se produce la rotura de la madera por la zona de superficie, dado que la madera es muy poco resistente a la tracción (esquema 10).

Foto 11: Coloraciones

COLORACIONES

Son causadas por hongos, generalmente ascomicetos denominados, por los efectos que producen, cromógenos, que se alimentan de los nutrientes existentes en las células de la madera, originando como principal efecto, el cambio de coloración de la madera, por el crecimiento del micelio fúngico en la misma.

De acuerdo con la norma UNE 56511, este defecto se mide expresando el porcentaje de superficie afectada en cada pieza.

El origen de las coloraciones puede ser, o la deposición de las esporas transportadas por el viento sobre heridas abiertas en los árboles o su introducción a través de escoltidos que atacan los árboles debilitados o muertos.



La coloración más típica en España, es la que se produce en coníferas, causadas por las especies *Endoconidiophora caerulescens*, *Cerastotomella piceae* y *C. caerulea*, que originan el defecto conocido por azulado.

PUDRICIONES

Son causadas por hongos, principalmente del tipo de los basidiomicetos, que se alimentan de la pared de las células de la madera, originando su destrucción.

Cualquier fase de su proceso, incluida su puesta en servicio (*Lenzites seiparia*), o en ambas condiciones a la vez (*Daedalea quercinea*).

Los ataques de los hongos a los árboles vivos puede iniciarse al producirse una herida en el árbol (rotura de ramas causadas por caída de los árboles colindantes, viento o nieve; daños por rayos; picaduras de insectos...), o cuando el árbol está debilitado por cualquier razón (vejez, defoliación..), También puede producirse por contaminación de árboles enfermos vecinos, a través de rizomorfos.

Foto 12: Pudriciones



Los ataques de hongos a la madera después de efectuado el apeo, se producen en condiciones de humedad de la madera y temperatura ambiental parecidas a las indicadas para los hongos de cromógenos. Algunos hongos que poseen rizomorfos (*Merulius lacrymans*) son capaces de atacar maderas secas, para lo cual, transportan el agua de zonas vecinas para así poder desarrollarse (J. Torres Juan, 1.968).

Foto 13: Arbol atacado por hongos basidiomicetos puesto de patente por los cuerpos de fructificación



PICADURAS

Son agujeros, generalmente de apenas unos milímetros de diámetro, dispuestos en galerías, causados por insectos, que en alguna fase de su desarrollo se alimentan de sustancias contenidas en la madera (foto 14).

Este defecto puede originarse cuando el árbol aún se encuentra vivo, o a partir de su muerte, en los diferentes estadios de transformación en que pueden encontrarse en la madera.

En el caso de árboles vivos, el ataque se puede producir cuando por una causa determinada el árbol se encuentra debilitado (defoliación por ataques de plagas de insectos defoliadores o por incendio etc.) o cuando se produce un desarrollo anormal de la población de este tipo de insectos (acumulación de leñas...). También atacan a los árboles muertos en pie o recién apeados siempre que la madera se encuentre con elevado contenido en humedad. Entre estos ataques son típicos los producidos por *Pissodes notatus*, *Hylobius abietis*, *Blastophagus piniperda* e *Ips acuminatus* en coníferas, *Cerambyx cerdo* en la Encina, *Cryptorrhynchus lapathi*, *Sesia apiformis*, *Saperda carcharias* y *Melanophila picta* en el Chopo, *Scolytus* en el Olmo y *Phoracantha semipunctata* en el Eucalypto.

Foto 14: Picaduras

Cada vez son más frecuentes en arbolados urbanos (normalmente, consecuencia de las heridas causadas por las podas, los ataques de las termitas de la especie *Kalotermes flavicollis* (Fabricius), que vacían el interior del árbol facilitando a su vez el ataques de hongos . Son muchas las especies que se relatan objeto de estos ataques, destacando el plátano, el ciruelo japonés, el olivo, el almendro y otros.



Respecto de las picaduras producidas en los diferentes

estadios de transformación del árbol, destacan los ataques efectuados por las larvas de los Anóbidos y del *Hylotrupes bajulus* en las coníferas de escaso contenido de humedad, y los Anóbidos y *Lyctus* en las frondosas secas. Especial relieve tiene los ataques de las termitas sobre la madera. Las termitas atacan la madera muerta y húmeda, pero si esta se encuentra seca, tienen la facultad de transportar la humedad necesaria para colonizarla.

Foto 15: Termitero en un árbol tropical

