



Complemento de Excel para cubicar,
clasificar productos, calcular biomasa y CO₂
en masas forestales de Castilla y León

PARTE II. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS DE MADERA Y BIOMASA



Área de I+D+i

ÍNDICE

1. PRODUCTOS DE MADERA DE 1ª TRANSFORMACIÓN	3
1.1. MADERA DE CHAPA DECORATIVA.....	3
1.2. MADERA DE SIERRA	3
1.3. MADERA DE CANTER.....	5
1.4. MADERA PARA POSTES	5
1.5. MADERA DE APEAS, ESTACAS, CABRIOS Y VARAS.....	5
1.6. MADERA DE TRITURACIÓN	6
2. PRODUCTOS DE MADERA PARA APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO.....	7
2.1. BIOMASA DE LAS RAÍCES	7
2.2. BIOMASA AÉREA	7
3. CLASIFICACIÓN POR ESPECIES.....	9

1. Productos de madera de 1ª transformación

En este primer apartado se realizará una clasificación general de los productos de madera sin tener en cuenta la especie de la que provienen. Éstos, de forma genérica son madera para chapa decorativa, madera de sierra (sierra y sierra gruesa), madera de canter, postes, apeas y madera de desintegración. Aunque existe una norma UNE 56514:85 (ver tabla), la cual establece la clasificación para los distintos usos en función de las dimensiones del fuste, ésta ha quedado algo desfasada debido a los cambios en la tecnología de los aprovechamientos.

Tabla 1: UNE 56514-85: Clasificación de la madera en rollo según sus medidas

Producto	Ø mínimo (cm)	Ø máximo (cm)	Longitud (m)
Apea	8	15	2.5
Desintegración	8	20	1
Postes	10	45	6
Sierra	20	200	1.2
Desenrollo	15	160	0.6

1.1. Madera de chapa decorativa

La chapa decorativa es en general el destino de mayor valor, y también el más exigente. Se compra siempre en trozas, de 2,6 a 3 metros, seleccionadas. Tienen que ser trozas rectas, de al menos 35 a 40 cm en punta delgada, con poca conicidad y sin defectos superficiales, ya que debe estar libre de nudos toda la albura. Sólo se aprovecha en chapa la albura, por lo que se exige poco duramen: el 50 % del diámetro debe ser albura, lo que corresponde a tres cuartos del volumen. Sólo son aptas para chapa las trozas bajas de árboles gruesos, que por tanto han crecido los últimos años espaciados, bien formados y con poda temprana. Si se podan, debe podarse al menos hasta 3 metros, y cuando el diámetro no haya alcanzado los 20 cm, preferiblemente 16 a 18 cm. El precio de la madera de chapa, de conífera, es de 300 a 360 euros/m³ de madera en rollo en cargadero.

El diámetro en punta delgada para realizar los cálculos con cubiFor ha sido de 40 cm, y se calculo por defecto dos alturas de poda, una a 3 m y la otra a 6 m. Este diámetro en punta delgada se corresponde con árboles de una clase diamétrica igual o mayor a 45 (es decir, con árboles con diámetro normal superior a 42,5 cm).

1.2. Madera de sierra

La madera de sierra, aquella que se despieza con sierra de carro, no tiene exigencias muy precisas, pero si características que proporcionan valor al fuste. Se valoran fustes rectos, con elevada proporción de albura, sin nudos ni daños, cilíndricos. Se sierra en ocasiones a partir de 18/20 cm de diámetro, pero es a partir de 28/30 cm cuando tienen más valor. La madera de sierra produce diferentes calidades con diversos usos. Como primera aproximación se puede distinguir entre madera con uso estructural y no estructural o estético.

En el caso de la clasificación para uso estético las calidades vienen reflejadas en normas españolas (UNE) y europeas (UNE-EN), aunque hay algunas que tiene mayor influencia como la clasificación escandinava (Nordic Grading) o en menor medida la francesa desarrollada por el CTBA, y clasificaciones locales. Todas ellas intentan reflejar las exigencias de la industria de segunda transformación, estableciendo clases que reflejen las necesidades del mueble o la carpintería, o las estructuras, dejando las no aptas para embalaje o encofrado. Todas recogen los mismos defectos o características para clasificar: nudos (tipo, tamaño y número), rectitud de la fibra, gema, bolsas de resina, fendas, entrecasco, médula o anchura de los anillos. La norma española UNE 56.545, establece cinco clases, de Especial, la de mayor calidad y que exige cuatro caras sin nudos (o sanos y menores de 5mm) hasta la 4ª, que lo permite casi todo y cuyo destino es el encofrado; la especial y la 1ª tiene que ser de albura. La norma europea, UNE-EN 1.611 no tiene implantación práctica. Las dos más habituales son la Nordic Grading escandinava, que habla mucho de la pérdida de mercado de nuestras maderas en favor de la denominada pino norte o pino suecia o pino flandes, y la empleada en la zona de Pinares (para pino silvestre), similar a la norma UNE, con las mismas clases pero alguna pequeña diferencia. La clasificación nórdica establece seis clases para exportación, de mayor a menor calidad, A1 a A4, B, y C, aunque todas las A suelen venderse juntas y se denomina "como cae", y las B y C se suelen llamar "quintas" y "sextas" respectivamente. El mayor consumo es de B para carpintería y de A para mueble, ebanistería y carpintería selecta.

Para los aserraderos la calidad de la madera es esencial a la hora de pagar un precio debido al muy diferente valor de los productos; como orientación, la madera aserrada de las primeras calidades no baja de 480-500 euros/m³ mientras que la 4ª no suele subir de 120 euros/m³. El precio de la madera de sierra en parque oscila de 57 a 75 euros/m³, dependiendo del diámetro y la calidad, sólo se paga bien si el diámetro medio es sobre 35 cm, que podría ser el objetivo selvícola, 35/40 cm.

La madera con uso estructural se clasifica de acuerdo con defectos similares a la de uso estético: tamaño de los nudos y posición, desviación de la fibra, gema, como los más importantes. Para la madera estructural lo más importante es asignar a la madera una de las clases estructurales definidas en la norma UNE-EN 336, que es válida para toda la Unión Europea, y que son del tipo C18: C, conífera, 18, resistencia característica a flexión de 18 N/mm². La asignación es de acuerdo con unas calidades visuales, y es responsabilidad del productor (aserradero). Puede usar la norma española, UNE 56.544, o bien elaborar una propia siguiendo la normativa europea.

Para la utilización de cubiFor se ha clasificado la madera de sierra en:

- **Sierra Gruesa:** Aquella con un diámetro en punta delgada de cómo mínimo 40 cm, con trozas rectas de 2 m como mínimo. Esta madera se obtiene de árboles de una clase diamétrica igual o mayor a 45 (es decir, con árboles con diámetro normal superior a 42,5 cm).

- **Sierra:** Aquella con un diámetro en punta delgada entre 25 cm y 40 cm, que proviene de árboles de una clase diamétrica entre 30 y 40, es decir de árboles con un diámetro normal entre 27,5 y 42,5 cm. Las trozas deben ser rectas y de al menos de 2,5 m.

1.3. Madera de canter

La madera de canter es madera de diámetro comprendido entre 15 y 28 cm que no es rentable serrar en sierra de carro y recibe su nombre del sistema de aserrado basado en máquinas chip-canter, pares de sierras gemelas (circulares o de cinta) o sierras múltiples (circulares o de cinta). El principal destino de estas maderas es el palet y embalaje, incluyendo bobinas, y en ocasiones otros destinos, aunque el problema de estas maderas de pequeño diámetro, casi siempre procedentes de claras, es la poca edad del árbol, que implica anillos grandes y madera juvenil, por lo que la estabilidad dimensional es mucho menor. Se valora, pero no es imprescindible, además del diámetro, la rectitud, la cilindricidad y la homogeneidad de diámetros. Se suele comprar en trozas de longitud variable según el cliente, y tiene precios, puesto en fábrica, de 50 € para diámetros de 15 a 23cm y de 56 € diámetros de 16 a 28cm y para los mejores productos. Proviene de árboles de una clase diamétrica inferior a 30 cm y aunque la longitud de troza es variable, debe ser de un mínimo de 2 m.

1.4. Madera para postes

Los postes son un subproducto de la explotación de masas adultas que permite obtener un precio superior al que le corresponde por su diámetro. Los diámetros son similares al canter, pero se exige suficiente longitud, rectitud y cilindricidad, además de limitaciones en el tamaño de los nudos. Suelen escogerse individualmente, y son abundantes los rechazos. El precio es similar a la madera de sierra, entre 70 y 85 euros/m³. Es esencial la calidad, con escasa conicidad (entre 1 y 1,5 cm/m en diámetro), muy recto, pocos nudos, fibra recta. Se corresponde con árboles de las clases diamétricas entre 20 y 30 (ambas inclusive). En la siguiente tabla se caracterizan las dimensiones mínimas y máximas para los postes:

Tipo	Largo (m)	Ø en punta delgada (cm)	Ø a 1.5m (cm)
Mínimo	6.25	10	15
Mediano	12	11-12	18
Máximo	14	14	23-24

1.5. Madera de apeas, estacas, cabrios y varas

Los pies de diámetro menor (hasta la clase diamétrica 15) pueden utilizarse para ser torneados y tratados con productos fungicidas e insecticidas que permiten usar la madera en exteriores y en contacto con el suelo. Los diámetros usados son de 6 cm en punta delgada (unos 9 en punta gruesa) hasta un máximo de 16 cm en punta gruesa (unos 13 o 14 cm en punta delgada). Las trozas deben ser rectas y con una longitud mínima de 1,8 m. Las

estacas son algo más finas, mientras que las apeas son algo más gruesas. Además de ser trozas rectas, deben ser bastante cilíndricas (3 cm/m aproximadamente, aunque en diámetros gruesos se admite algo más) y con nudos pequeños. Esta madera es usada principalmente para el vallado, barandillas, emparrados de frutales y viña, mobiliario urbano,... Se puede vender en fuste entero o troceado, y a veces clasificado por diámetros, formando lotes de diámetro homogéneo (clases de 2 a 4 cm). El precio, en fábrica, como todos los productos, está entre los 55 y 65 €/t (aproximadamente 65 y los 80 €/m³), para los fustes enteros de hasta 15 cm y para trozas de largo fijo y diámetro de 7 a 12cm, respectivamente.

1.6. Madera de trituración

La madera de desintegración o trituración es la menos exigente. Únicamente se pide madera sana y no excesivamente resinosa. Los destinos principales son papel, tablero aglomerado y tablero de fibras, éste último el más dependiente de madera en rollo, y empieza la demanda para bioenergía. El precio es el más bajo de todos los productos aunque ahora, debido al aumento de producción que han tenido las fábricas de tableros y a la competencia, es relativamente elevado, sobre 30 €/t en fábrica (aproximadamente 35 €/m³, 20 €/estéreo). Este producto es fundamental para la realización de las primeras claras, por lo que es necesario mantener abastecidas a las empresas para que no necesiten otras fuentes de aprovisionamiento.

2. Productos de madera para aprovechamiento energético y CO₂

La biomasa es el conjunto de productos energéticos y de materias primas de tipo renovable que se originan a partir de la materia orgánica formada por vía biológica. Ésta se divide en distintos productos en base a su origen y al diámetro mínimo aprovechable. Así, por una parte tenemos la biomasa de las raíces y por otra la biomasa aérea, y esta última se divide en acículas u hojas, ramas de diámetro menor de 2 cm, ramas con diámetro comprendido entre 2 y 7 cm y ramas de más de 7 cm (MONTERO *et al.*, 2005).

2.1. Biomasa de las raíces

Esta fracción se corresponde con el tocón y parte del sistema radical. Su utilización produce en general un fuerte impacto ambiental y una desestabilización de los suelos en pendiente, por lo que no es recomendable su extracción en aprovechamientos de coníferas y frondosas a excepción de chopo.

2.2. Biomasa aérea

Esta fracción corresponde a los residuos de corta de la parte aérea del árbol y tradicionalmente se ha dividido en tres fracciones (MONTERO *et al.*, 2005).

- **Material pequeño**, menor de 2 cm de diámetro. Corresponde a hojas, ramillos y trozos de corteza. Es la fracción que contiene la mayor parte de los nutrientes, los cuales se incorporan fácilmente al suelo. Su recogida es difícil. Ecológicamente es muy importante este tipo de residuo pues en él se puede almacenar el 50% de los nutrientes de todo el árbol.
- **Material intermedio**, de entre 2 y 7 cm de diámetro. Corresponde a ramas delgadas y rabeón. Contiene menos nutrientes que el material pequeño y su incorporación al suelo es algo más lenta. Tiene poco valor comercial y alto valor energético.
- **Material grueso**, mayor de 7 cm de diámetro. Corresponde con ramas gruesas, trozos de tronco no comerciales, trozos rechazados por falta de calidad y dimensión. Contienen menos nutrientes que los anteriores, y tienen un alto interés para las fábricas de tableros y un alto poder calorífico.

2.3. Biomasa y CO₂ en cubiFor

En cubiFor, tanto en biomasa como en CO₂ se obtienen los mismos productos:

- **Productos de Madera.** Corresponde a la biomasa y/o CO₂ de los productos de madera (apeas, postes, canter, sierra y chapa) excepto trituración.
- **Trituración.** Corresponde a la biomasa y/o CO₂ de la madera de trituración. Se ha separado la trituración del resto de productos de madera, al competir directamente con la biomasa, y al presentar una vida útil muy diferente al resto de productos de madera.
- **Ramas mayores de 7 cm.** Corresponde a la biomasa y/o CO₂ de las ramas gruesas mayores de 7 cm.
- **Ramas menores de 7 cm.** Corresponde a la biomasa y/o CO₂ de las ramas menores de 7 cm (incluido rabeón).
- **Hojas.** Corresponde a la biomasa y/o CO₂ de las hojas.
- **Raíces.** Corresponde a la biomasa y/o CO₂ de las raíces.

3. Cálculo por especies

Las especies evaluadas han sido las principales especies forestales descritas en el IFN3 de Castilla y León, las cuales se muestran en la siguiente tabla (Tabla 2), siguiendo la codificación que utiliza el IFN.

Tabla 2: Principales especies forestales presentes en Castilla y León

Cód.	N. Científico	N. Común	Cód.	N. Científico	N. Común
3	<i>Frangula alnus</i>	Arraclán	44	<i>Quercus faginea</i>	Quejigo
11	<i>Ailanthus altissima</i>	Ailanto	45	<i>Quercus ilex</i>	Encina
12	<i>Malus sylvestris</i>	Manzano silvestre	46	<i>Quercus suber</i>	Alcornoque
13	<i>Celtis australis</i>	Almez	51	<i>Populus alba</i>	Álamo
14	<i>Taxus baccata</i>	Tejo	52	<i>Populus tremula</i>	Chopo temblón
15	<i>Crataegus sp.</i>	Majuelo	54	<i>Agnus glutinosa</i>	Aliso
16	<i>Pyrus sp.</i>	Peral silvestre	55	<i>Fraxinus spp</i>	Fresno
17	<i>Cedrus sp.</i>	Cedro	56	<i>Ulmus sp.</i>	Olmo
21	<i>Pinus sylvestris</i>	Pino silvestre	57	<i>Salix sp.</i>	Sauce
23	<i>Pinus pinea</i>	Pino piñonero	58	<i>Populus x euramericana</i>	Chopo
24	<i>Pinus halepensis</i>	Pino carrasco	62	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto rojo
25	<i>Pinus nigra</i>	Pino laricio	65	<i>Ilex aquifolium</i>	Acebo
26	<i>Pinus pinaster</i>	Pino negral	66	<i>Olea europaea</i>	Acebuche
28	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	68	<i>Arbutus unedo</i>	Madroño
33	<i>Picea abies</i>	Píce	71	<i>Fagus sylvatica</i>	Haya
34	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	Seudotsuga	72	<i>Castanea sativa</i>	Castaño
36	<i>Cupressus sp.</i>	Ciprés	73	<i>Betula spp</i>	Abedul
37	<i>Juniperus communis</i>	Enebro	74	<i>Corylus avellana</i>	Avellano
38	<i>Juniperus thurifera</i>	Sabina albar	75	<i>Juglans regia</i>	Nogal
39	<i>Juniperus phoenicea</i>	Sabina negral	76	<i>Acer sp.</i>	Arce
41	<i>Quercus robur</i>	Carballo	78	<i>Sorbus spp</i>	Serbal
42	<i>Quercus petraea</i>	Roble albar	95	<i>Prunus sp.</i>	Cerezo
43	<i>Quercus pyrenaica</i>	Rebollo	97	<i>Sambucus nigra</i>	Sáuco

A nivel general (independientemente de la especie) la clasificación de productos se rige por los siguientes límites dimensionales (Tabla 3):

Tabla 3: Límites dimensionales, mínimos, para cada uno de los productos

Producto	Diámetros de las trozas (cm)	Longitud Mínima (m)	Diámetro Normal (cm)
Desenrollo	$\geq 40^1$	3 ¹	≥ 45
Chapa p.	≥ 40	3	≥ 45
Sierra Gruesa	≥ 40	2,5	≥ 45
Sierra	≥ 25	2,5	$\geq 30^2$
Canter	≥ 15 y ≤ 28	2,5	> 15 y $< 30^2$
Postes	≥ 15 y ≤ 28	≥ 6 y ≤ 14	> 15 y < 30
Apeas	≥ 6 y ≤ 16	1,8	≤ 15 y $\geq 7,5$
Desintegración	≥ 5	1 ³	$\geq 7,5$
Energía	-	-	Todos

¹: En el caso del chopo, el \varnothing de desenrollo puede bajar hasta 20 y la longitud de troza hasta 1,2

²: En el caso que se analice a nivel de clase diamétrica, la clase del 30 corresponde a tanto a sierra como a canter

³: Habitualmente las trozas de 2,5 m

Si se desea clasificar árboles enteros en pie se puede usar la siguiente tabla (Tabla 4). Aunque hay que tener en cuenta que parte de los árboles pequeños se trituran, por falta de rectitud o por ser una proporción pequeña del aprovechamiento.

Tabla 4: Clasificación de productos de árboles enteros

Producto	Clase Diamétrica (cm)	Volumen (m ³)	Clasificación
Trituración y/o apeas	≤ 15	< 0,1	Muy pequeño
Cáncer	> 15 y < 30	≥ 0,1 y < 0,5	Pequeño
Sierra	≥ 30 y < 45	≥ 0,5 y < 1	Mediano
Sierra Gruesa y Chapa	≥ 45 y < 60	≥ 1 y < 2	Grande
Sierra Gruesa y Chapa	≥ 60	≥ 2	Muy Grande

A nivel gráfico, en la figura 1 podemos observar los distintos productos dentro del árbol.

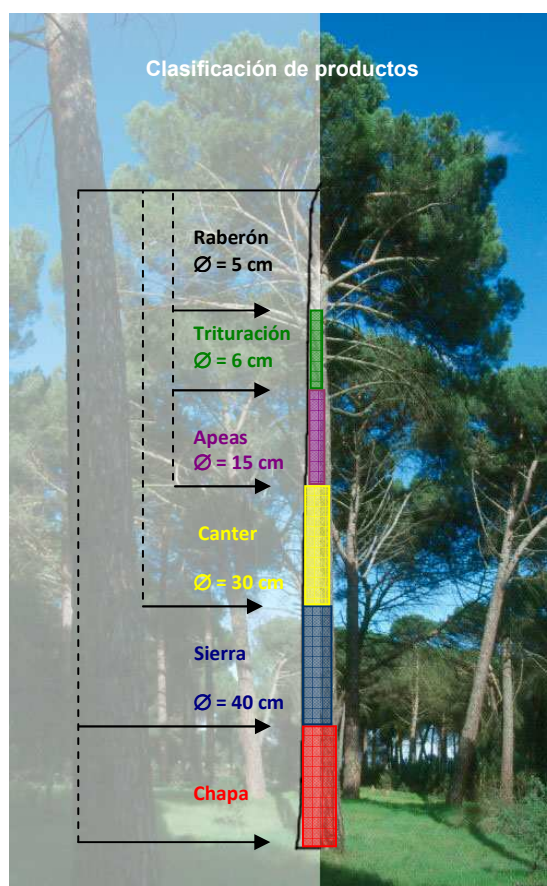


Figura 1: Clasificación de los distintos productos de madera

Los límites, en diámetro en punta delgada, considerados de los distintos productos se muestran en la siguiente tabla (Tabla 5), para cada una de las especies analizadas.

Tabla 5: Diámetro en punta delgada para cada una de las especies de Castilla y León

	Especie	Trit.	Apeas	Postes	Canter¹	Sierra Gr.	Chapa
3	Arraclán	5	-	-	-	-	-
11	Ailanto	5	-	-	-	-	-
12	Manzano	5	-	-	15	40	-
13	Almez	5	-	-	15	40	-
14	Tejo	-	6	15	15	40	-
15	Majuelo	5	-	-	-	-	-
16	Peral	5	-	-	15	40	-
17	Cedro	-	6	15	15	40	-
21	P. silvestre	5	6	15	15	40	40
23	P. piñonero	5	-	-	15	40	-
24	P. carrasco	5	-	-	15	40	-
25	P. laricio	5	6	15	15	40	-
26	P. negral	5	-	-	15	40	-
28	P. radiata	5	-	-	15	40	-
33	Píceas	5	6	15	15	40	-
34	Seudotsuga	5	6	15	15	40	-
36	Ciprés	-	6	15	15	40	-
37	Enebro	-	6	15	15	40	-
38	Sabina albar	-	6	15	15	40	-
39	Sabina negral	-	6	15	15	40	-
41	Carvallo	5	-	-	15	40	-
42	Roble albar	5	-	-	15	40	-
43	Rebollo	5	-	-	15	40	-
44	Quejigo	5	-	-	15	40	-
45	Encina	5	-	-	15	40	-
46	Alcornoque	5	-	-	15	40	-
51	Álamo	5	-	-	15	40	-
52	Chopo Temblón	5	-	-	15	40	-
54	Aliso	5	-	-	15	40	-
55	Fresno	5	-	-	15	40	-
56	Olmo	5	-	-	15	40	-
57	Sauce	5	-	-	-	-	-
58	Chopo	5	-	-	12	-	20
62	Eucalipto	5	-	-	-	-	-
65	Acebo	-	-	-	15	-	-
66	Acebuche	5	-	-	12	-	20
68	Madroño	5	-	-	-	-	-
71	Haya	5	-	-	15	40	-
72	Castaño	5	-	-	15	40	-
73	Abedul	5	-	-	15	40	-
74	Avellano	5	-	-	-	-	-
75	Nogal	5	-	-	12	-	20
76	Arce	5	-	-	12	-	20
78	Serbal	5	-	-	15	40	-
95	Prunus sp.	5	-	-	-	-	-
97	Saúco	5	-	-	-	-	-

¹ En Canter se incluye el Canter propiamente dicho y la madera de Sierra con d.p.d menor de 35 cm. Estos dos productos se corresponden con árboles de distintas clases diamétricas.

Como existen productos que solapan sus límites, como son la madera de trituración y las apeas y los postes y el canter/sierra, en cubiFor se han marcado unos factores de corrección para repartir estos productos. Así para cada una de las principales especies maderables de Castilla y León queda de la siguiente manera (Tablas 6):

Tabla 6.1: Pino silvestre

CD	TRITURACION (%)	APEA (%)	POSTE (%)	CANTER (%)
10	100 de trit. + 70 de apea	30	-	-
15	100 de trit. + 70 de apea	30	-	-
20	100 de trit. + 90 de apea + 60 de canter	-	10*	30
25	100 de trit. + 90 de apea + 30 de canter	-	10*	60
30	100 de trit. + 95 de apea + 15 de canter	-	5*	80

* Postes se nutre de madera considerada como cánter y como apeas

Donde para las clases diamétricas 10 y 15, el 30% de la madera potencial de apeas, se considera en la práctica como apeas, mientras que el resto pasa a trituración. Para la clases 20, el 30% de la madera considerada potencialmente como cánter se considera cánter, mientras que el 10% de la madera considerada como cánter, se considera postes, y también el 10% de la madera considerada de apeas pasa a ser postes, mientras que el resto pasa a ser trituración. Ocurre lo mismo con la clase 25 y 30, pero con los coeficientes que se presentan en la tabla 6.1.

En la tabla 6.2 se presentan los coeficientes tanto para pino piñonero como pino pinaster. En este caso, no se solapan productos ya que no existen ni las apeas ni los postes, pero se considera que no toda la madera potencialmente de sierra o canter se traduce en el producto sierra o canter, por lo que en función de la clase diamétrica considerada hay que aplicar dichos coeficientes.

Tabla 6.2: Pino piñonero y pino pinaster

CD	TRITURACION (%)	CANTER y/o SIERRA (%)
10	100 de trit.	-
15	100 de trit.	-
20	100 de trit. + 70 de canter	30
25	100 de trit. + 50 de canter	50
30	100 de trit. + 30 de canter	70
35	100 de trit. + 10 de canter	90

En pino radiata (tabla 6.3) ocurre lo mismo que en pinaster y piñonero, pero con distintos coeficientes de corrección.

Tabla 6.3: Pino radiata

CD (%)	TRITURACION (%)	CANTER y/o SIERRA (%)
10	100 de trit.	-
15	100 de trit.	-
20	100 de trit. + 60 de canter	40
25	100 de trit. + 30 de canter	70
30	100 de trit. + 15 de canter	85

Finalmente, en chopo, los coeficientes de corrección (aunque no se solapen productos), se presentan en la siguiente tabla (tabla 6.4).

Tabla 6.4: Chopo

CD	TRITURACION (%)	SIERRA (%)	CHAPA (%)
10	100 de trit.	-	-
15	100 de trit.	-	-
20	100 de trit. + 20 de sierra	80	-
25	100 de trit. + 10 de sierra	90	1
30	100 de trit. + 5 de sierra	95	1
35	100 de trit. + 5 de sierra	95	1

El cálculo de los productos aprovechables como bioenergía se basa en las ecuaciones publicadas en la monografía INIA nº13: "Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles" (MONTERO *et al.* 2005). En general en todas las especies estudiadas se poseen ecuaciones particulares para su uso, excepto para el serbal, en el que se supuso la media entre el aliso y el abedul. Para el cálculo del raberón se utiliza el volumen total menos el volumen de los distintos productos y se pasa a materia seca multiplicando por su densidad básica o peso seco volumétrico. Los resultados de las distintas fracciones de biomasa se dan en estado anhidro (0% de humedad), aunque la humedad de referencia en monte acostumbra a estar en torno al 100% de humedad (Tolosana, 2006, comunicación personal). Para trasladar estos valores a la humedad deseada basta con multiplicar el valor en estado anhidro por uno más el porcentaje de humedad seleccionado, de la siguiente manera:

$$Biomasa(h\%) = Biomasa(0\%) \cdot (1 + h\%)$$

Para evaluar la materia seca de los distintos productos es necesario conocer la densidad básica, o peso seco volumétrico de estos productos. A su vez, un valor de referencia resulta ser el de la densidad normal, o densidad al 12 por ciento de humedad. Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica de estos valores (Tabla 7).

Tabla 7: Densidad y % de carbono de la madera y la corteza para las distintas especies presentes en Castilla y León

Especie	Densidad				% de carbono				
	Madera 12%	Madera Básica	Corteza 12%	Corteza Básica	Madera	Corteza	Ramas	Hojas	
3	Arraclán	-	0,537	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
11	Ailanto	0,531	0,435	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
12	Manzano	0,670	0,537	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
13	Almez	0,600	0,486	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
14	Tejo	0,700	0,559	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
15	Majuelo	-	0,537	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
16	Peral	0,745	0,591	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
17	Cedro	-	0,420	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
21	P. silvestre	0,550	0,449	0,290	0,247	50,9	53,9	51,2	51,3
23	P. piñonero	0,590	0,479	0,380	0,319	50,8	53,1	51,5	50,4
24	P. carrasco	0,610	0,494	0,420	0,350	49,9	52,3	50,4	53,0
25	P. laricio	0,620	0,501	0,330	0,279	50,9	53,6	51,9	52,1
26	P. negral	0,520	0,427	0,310	0,263	51,1	53,4	51,6	50,8

28	P. radiata	0,490	0,404	0,346	0,292	49,7	55,0	51,3	50,8
33	Píceas	0,455	0,377	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
34	Seudotsuga	0,550	0,449	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
36	Ciprés	0,590	0,479	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
37	Enebro	0,620	0,501	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
38	Sabina albar	0,620	0,501	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
39	Sabina negral	0,620	0,501	0,346	0,292	50,0	50,0	50,0	50,0
41	Carvalho	0,710	0,566	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
42	Roble albar	0,730	0,580	0,560	0,457	48,4	46,5	48,2	48,7
43	Rebollo	0,760	0,601	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
44	Quejigo	0,790	0,622	0,660	0,530	47,9	45,6	48,7	48,5
45	Encina	0,900	0,698	0,720	0,573	47,5	46,8	48,2	50,3
46	Alcornoque	0,830	0,650	0,240	0,206	47,2	60,2	49,2	50,2
51	Álamo	0,450	0,373	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
52	Chopo Temblón	0,560	0,457	0,540	0,442	48,8	52,9	49	49,5
54	Aliso	0,510	0,419	0,560	0,457	50,0	50,0	50,0	50,0
55	Fresno	0,680	0,545	0,560	0,457	47,8	46,6	46,9	44,1
56	Olmo	0,690	0,552	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
57	Sauce	0,490	0,404	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
58	Chopo	0,430	0,358	0,460	0,381	48,3	52,2	46,6	47,2
62	Eucalipto	0,750	0,594	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
65	Acebo	0,870	0,677	0,554	0,452	47,6	51,6	49,4	49,7
66	Acebuche	0,840	0,657	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
68	Madroño	0,820	0,643	0,550	0,449	48,1	47,9	47,9	50,6
71	Haya	0,690	0,552	0,610	0,494	48,6	46,6	48,8	48,8
72	Castaño	0,590	0,479	0,560	0,457	48,4	47,6	48,3	48,9
73	Abedul	0,600	0,486	0,630	0,508	48,5	62,2	49,0	50,0
74	Avellano	0,620	0,501	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
75	Nogal	0,700	0,559	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
76	Arce	0,650	0,523	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
78	Serbal	0,760	0,601	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
95	Prunus	0,630	0,508	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0
97	Sáuco	0,520	0,427	0,554	0,452	50,0	50,0	50,0	50,0