Biblioteca Enciclopédica Popular Ilustrada

Seccion 1.ª

ARTES Y OFICIOS

MANUAL

DEL

MADERERO

POR

D. EUGENIO PLA Y RAVE

MADRID

DIRECCION Y ADMINISTRACION

Doctor Fourquet, 7

Imp. de Estrada

T.S.I. DE MONTES
630*8
(S.F-465)
PLA
MANU

Esta obra es propiedad del Editor de la BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA, y será perseguido ante los tribunales el que la reimprima sin su permiso.

Queda hecho el depósito que marca la ley.

Madrid 1882.—Est. Tip.-Editorial de G. Estrada, Dr. Fourquet.

Á LA SOCIEDAD

ECONÓMICA MATRITENSE

DE AMIGOS DEL PAIS

legítima representante

de los intereses morales y materiales del país

DEDICA LA

BIBLIOTECA ENCICLOPÉDICA POPULAR ILUSTRADA

El Socio

GREGORIO ESTRADA

Son tan múltiples y variadas las aplicaciones que recibe la madera, y tan evidente su necesidad para muchas industrias, que es innecesario encarecer la importancia que tiene este producto natural, y lo conveniente que es regularizar los aprovechamientos leñosos, á fin de obtenerlos en las mejores condiciones para que llenen debidamente el objeto á que se destinen.

Los montes no son una riqueza natural inagotable, sino que, segun se les trate, se fomentan ó decaen, por lo cual es imprescindible beneficiarlos de manera que no se exceda á la produccion, ó sea el crecimiento anual, pues de lo contrario, se atentaria al capital que representa la masa leñosa del monte; y partiendo de este principio, se debe ademas procurar obtener los productos en las mejores condiciones

Y si importante es la conservacion y fo-

mento de los montes bajo el punto de vista de los productos que suministran, es mayor su importancia con relacion á la benéfica influencia que las grandes masas arbóreas ejercen en las condiciones climatológicas de un país, mitigando los rigores de los climas extremados, regularizando el régimen de las aguas, dificultando la repeticion de inundaciones, evitando las sequías, y contrarestando la impetuosidad de los vientos; ademas mejoran las condiciones higiénicas de las comarcas que pueblan, y en el órden social prestan inmensos beneficios á las clases necesitadas, facilitándoles maderas con que reponer sus viviendas y leñas con que alimentar sus hogares; razones de gran fuerza para considerar la conservacion de los montes de interés general y procurar la conservacion de tan valiosa riqueza.

Segun la forma en que se practiquen los aprovechamientos de maderas, éstas resultan más propias para sus aplicaciones y tienen mayor duracion. A este estudio se dedica este *Manual*, en el cual se trata de la estructura, propiedades, creacion y enfermedades de las maderas; asimismo es su

gran utilidad para el tratante en maderas conocer los medios más expeditos para medir las dimensiones de los árboles y calcular su volúmen, lo cual se detalla en este tomo, que contiene ademas las dimensiones de las piezas de madera usuales en los mercados, ó sea los principales *marcos*, cuyo conocimiento pueda ser de interés para los contratistas de aprovechamientos maderables de los montes.

MANUAL

DEL

MADERERO

I. ESTRUCTURA Y COMPOSICION DE LA MADERA.

Madera.—Con el nombre genérico de madera se denomina el tejido más ó ménos compacto, que forma la parte subcortical del tronco, raíces y ramas de los vegetales leñosos.

El valor de la madera depende de las propiedades físicas, de la composicion química y de la estructura, ó sea el estado de agregacion de sus elementos anatómicos; de estos los hay esenciales, como las fibras y los radios medulares; y accesorios, como los vasos y canales resiníferos, que no los tienen todas las plantas.

En España, las maderas usadas en construccion corresponden á vegetales dicotiledóneos, cuyos caractéres se enumeraron en el *Manual de árboles frutales;* esta madera se halla constituida por la union íntima de anillos concéntricos, formados uno cada año, de modo que el externo es el más reciente, y su número, por lo tanto, es el de años de existencia que tiene el árbol. En cada una de estas capas ó anillos anuales se distinguen la parte interna, llama-

da *crecimiento de primavera*, y la externa, ó sea el *crecimiento de otoño*; siendo la primera de tejido ménos compacto y apretado que la segunda, si bien en ambas se encuentran celdillas, vasos, fibras y canales, aunque variando en su cantidad relativa, y están atravesadas por los radios medulares que se dirigen desde la médula, ó parte central del árbol, á la corteza.

Celdillas.—Así se llama el elemento anatómico del vegetal, y consiste en una vejiguilla esférica, á su formacion, pero que luégo, por las presiones que sufre, toma formas poliédricas ó alargadas; el conjunto de celdillas forma el tejido celular ó *parénquima*.

Fibras.—En todas las maderas constituyen las fibras el principal elemento, de que dependen sus propiedades físicas, y segun su estado de agregacion en hacecillos más ó ménos compactos y prolongados, y de su reparticion en la masa leñosa, resulta que la madera tenga el grano más ó ménos fino, que pueda ó no rajarse con facilidad, y que admita buen pulimento. La reunion de fibras se denomina tejido fibroso ó bien *prosénquima*.

Radios medulares.—Estos no faltan en ninguna clase de madera, aunque no son igualmente reconocibles segun las clases; se presentan á manera de láminas ó tabiques verticales, que van desde la médula hasta la cubierta herbácea de la corteza.

En los radios se distingue *longitud*, *espesor* y *altura*; la *longitud* se mide en una seccion trasversal del tronco, y consiste en su extension

en sentido del centro del árbol hácia la periferia; el *espesor* es el grueso de dichas láminas, variable entre dos milímetros y dos centésimas de milímetro, aunque es constante en las maderas de una misma especie botánica; la *altura* es la dimension en sentido longitudinal del árbol, y varía entre tres decímetros y dos décimos de milímetro.

Bajo este concepto tienen:

Radios muy gruesos: encina y alcornoque.

Radios gruesos: robles, aliso y aveliano.

Radios algo gruesos: haya y plátano.

Radios gruesos: sicomoro, acebo y cerezo.

Radios delgados: arce de hoja plana, olmo, fresno y abedul.

Radios muy delgados: arce campestre, castaño, manzano, peral, sáuce y asimismo todas las coníferas.

Radios muy altos: vitigera.

Radios altos: robles.

Radios poco altos: haya.

Radios cortos: ciruelo.

Radios muy cortos: abetos y fresno.

Los radios medulares se manifiestan por líneas radiantes, más ó ménos anchas en la seccion trasversal del tronco, presentando manchas brillantes ó reflejos llamados *espejuelos*, de color más ó ménos pronunciado que el resto del tejido leñoso, visibles en una seccion longitudinal de la madera.

Vasos.—Son unos tubos, situados longitudinalmente entre el tejido leñoso, de mayor diámetro que las fibras, apareciendo en una

seccion trasversal del tronco como pequeños agujeros ó poros; los vasos no faltan en las especies llamadas frondosas, y de ellos carecen las coníferas, ó sea pinos y demas especies de ese grupo.

Las dimensiones de los vasos son distintas en las especies, y así tienen:

Vasos muy grandes: robles de hojas caedizas y castaño.

Vasos grandes: olmo, fresno, acacia, moral, almez y nogal.

Vasos regulares: abedul y álamos.

Vasos finos: arces, aliso, avellano, carpe, haya, plátano, cerezo, tilo, castaño de Indias, ciruelo y sáuces.

Vasos muy finos: manzano, peral, piruétano, mostajo y serbales.

Canales resiníferos.—Existen tan solo en las coníferas, reemplazando los vasos que tienen las especies frondosas, y aparecen en una seccion trasversal á manera de poros y en la longitudinal de surcos, cuya cavidad está llena de trementina ó de resina de color amarillo, rojizo ó pardusco. En el cedro, enebro y tejo, los canales están reducidos á unas simples celdillas resiníferas, diseminadas entre el tejido leñoso; el abeto tiene pocos canales resiníferos; y por el contrario, el alerce y los pinos los presentan en gran abundancia.

Capas anuales.—En éstas se presentan, como se ha dicho, dos zonas; la formada en la primavera durante el desarrollo de las yemas, que es poco compacta, y la de otoño, que es más

compacta; en las coníferas es más visible la diferencia entre ambas zonas. Cuando los poros están uniformemente distribuidos en cada capa, es difícil contar los anillos anuales de la madera, como suele suceder en el arce, aliso, abedul, nogal, plátano, chopo, sáuce, tilo, peral, manzano, carpe y serbales.

El grosor de los anillos aumenta en los árboles cuando se han criado aislados y bien bañados por el sol; y por el contrario, disminuye cuando se han criado en espesura, observándose en estos últimos, que los anillos de la parte superior del árbol son más anchos que los de la parte baja del tronco.

En las coníferas, como son los pinos, el anillo compacto de otoño es constante, sea cual fuere el ancho del anillo anual; y por esto, en tal clase de madera, se prefiere la que tiene los anillos de poco grueso ó espesor; en el roble sucede lo contrario, y por este motivo es de mejor clase la madera que tiene los crecimientos muy anchos.

Madera de las coníferas.—Cada capa presenta dos zonas: una interna, de tejido fibroso blando, ligero, blanquecino y desprovisto de resina; y la externa, formada por tejido fibroso apretado, duro, pesado y coloreado, surcado por canales resiníferos, si la especie los presenta. La primera es el elemento variable de la capa anual, miéntras que la segunda zona es, por el contrario, constante.

Madera de las especies frondosas de vasos desiguales.—El roble caracteriza este grupo, y

su madera tiene en la parte interna de cada anillo anual una zona porosa, atravesada por numerosos vasos, así como la externa le constituye esencialmente un tejido fibroso compacto. Al contrario de los pinos, es constante la zona porosa de cada crecimiento, y por lo tanto, cuanto más anchos sean éstos, en menor proporcion relativa estará el tejido blando, resultando así la madera en conjunto más compacta y dura.

Albura y durámen.—En una seccion trasversal del tronco de un árbol dicotiledóneo, como se dijo en el *Manual de árboles frutales*, se reconocen las siguientes zonas: corteza, líber, leño y médula, de las cuales en la leñosa se consideran la albura y el durámen.

La madera recien formada es ordinariamente blanca, abundante en sávia, saturada de principios azucarados, amiláceos y azoados; pero con el trascurso del tiempo se modifica en sus caractéres y propiedades, pierde su vitalidad, cesa de elaborar, y sólo conserva vestigios de materias fermentables, incrustándose de lignina, resinas y materias colorantes. En su consecuencia, aparece en el tronco del árbol la parte interna llamada *durámen*, en que se ha verificado la referida trasformacion, y la externa, llamada *albura;* el durámen es de color más oscuro, seco, duro y compacto que la albura, la cual es más rica en sávia y en principios fermentables, y sujeta, por lo tanto, á la podredumbre ó alteracion y á sufrir daños de los insectos, que la prefieren para establecer en ella sus galerías.

No siempre se presentan reconocibles estas dos capas ó regiones: en el carpe, arce, temblon, abedul y aliso, el tejido leñoso no experimenta una modificacion sensible, presentando la madera uniformidad, sin diferencia entre albura y durámen; en el álamo blanco se observa una zona externa de color más claro, pero las cualidades son iguales en toda la madera; en el pinabete y el abeto no se observa diferencia de color en la parte central y la externa, pero esta última es más compacta; la albura y el durámen se distinguen bien en la acacia, el olmo, el roble, el fresno, el tejo, el alerce y el pino negro; y se diferencian muy poco en el arce, el abedul, el carpe, el haya, el abeto, el pinabete, el temblon, etc.

En las especies que tienen bien marcada la diferencia entre el durámen y la albura, se observa que cuanto mejor es el durámen, peor es, por el contrario, la albura.

La proporcion entre la albura y el durámen es variable y depende de la edad, terreno, clima y especie botánica.

Clasificacion de las maderas.—Las descripciones monográficas de las diversas maderas de construccion no permiten determinar fácilmente á qué especie botánica corresponde un ejemplar de madera, por cuanto la mayor parte de las claves se fundan en la apreciacion de caractéres botánicos que no aparecen reconocibles en una pieza de madera.

Para facilitar este conocimiento son de utilidad tablas donde se contengan los caractéres

aparentes diferenciales de las principales maderas de construccion, en las cuales basta determinar el género correspondiente, como por ejemplo en el *robie*, se comprende la encina, el alcornoque y demas especies del género *Quercus*, con lo cual resulte mucho más sencilla y fácil la determinacion.

CLAVE DICOTÓMICA

para determinar el género botánico correspondiente á várias maderas de construccion.

1.ª Division.—MADERA DE ÁRBOLES FRONDOSOS.

Comprende las maderas formadas de tejido fibroso, con frecuencia de parénquima leñoso más ó ménos visible, de vasos y de radios medulares; algunas veces presentan manchas medulares.

Vasos. { Notablemente desiguales, agrupados. . . . 1.ª seccion.
Sensiblemente iguales, aislados. . . . . 2.ª seccion.

1.ª SECCION.

Especies frondosas, cuya madera tiene vasos desiguales y agrupados.

Vasos marcadamente desiguales, bastante ó muy grandes en el borde interno del anillo, donde forman una zona porosa aparente, algo ó muy finos en el borde externo en que están agrupados entre sí ó con el parénquima leñoso, y producen en la seccion trasversal dibujos característicos. Capas anuales bien marcadas.

Vasos agrupados	en líneas radiantes, flecsuosas y ramosas.. .	Radios desiguales, muy gruesos y muy delgados; madera con anchos espejuelos; albura abundante.	*Robles.*
		Radios iguales, muy delgados; madera sin espejuelos; albura de poco grueso.	*Castaño.*
	en líneas concéntricas. . . .	Madera rojo-parda; albura marcada, bastante gruesa, alguna vez blanquecina con manchas ó vetas pardas.	*Olmo.*
		Madera blanco-agrisada, tierna, sin diferencia entre la albura y el durámen.	*Almez.*
	en arcos cortos concéntricos. .	Madera blanca, satinada, sin diferencia entre albura y durámen; agrupaciones escasas de vasos.	*Fresno.*
	Madera amarillo-anacarada; albura escasa. .	Madera amarillo-pardusca y luégo parda; vasos externos delgados, en grupos marcados.	*Moral.*
		Madera amarillo-pajiza; vasos externos bastante gruesos, escasamente agrupados. . .	*Falsa acacia.*

Observacion. El género roble ofrece la anomalía de que algunas especies, la encina, por ejemplo, no tienen la zona porosa en la madera de primavera, de modo que los crecimientos anuales son poco marcados y á veces se confunden.

2.ª SECCION.

Especies frondosas, cuya madera tiene vasos iguales y separados.

Vasos sensiblemente iguales, aislados ó reunidos en pequeños núcleos, frecuentemente en series radiales, sin presentar verdaderas agrupaciones; repartidos uniformemente, y algunas veces más unidos en la madera de primavera, haciéndola más porosa que la de otoño. Madera generalmente homogénea, con los crecimientos anuales, ya bastante distintos, ya irreconocibles.

Madera con	radios gruesos, ó bastante gruesos en totalidad ó parcialmente.			Grupo 1.º
	radios sensiblemente iguales, regulares, delgados ó muy delgados.	Madera dura ó casi dura.	blanco uniforme.	Grupo 2.º
			blanco agrisado, que tira á pardo en el corazon.	Grupo 3.º
			rojiza, roja ó rojo-parducsca.	Grupo 4.º
			amarilla ó leonada.	Grupo 5.º
		Madera blanda.		Grupo 6.º

Grupo 1.º

Espejuelos aparentes, numerosos ó raros, segun que los anchos radios que los produzcan sean radios verdaderos, siempre abundantes, ó falsos radios muy espaciados.

Radios.	verdaderos gruesos-bastante gruesos; espejuelos numerosos.	Radios iguales; madera pardusca. . . .		*Plátano.*
		Radios desiguales; madera rojiza. . . .		*Haya.*
	falsos, gruesos y raros; espejuelos altos y anchos, escasos	Madera casi dura, rojiza.		*Aliso.*
		Madera dura completamente blanca. . .	crecimientos flecsuosos. .	*Carpe.*
			crecimientos circulares. .	*Avellano.*

Grupo 2.º

Madera siempre blanca; vasos regulares, delgados muy delgados, uniformemente repartidos en conjunto, diversamente dispuestos en los detalles, sin zona porosa de primavera; espejuelos casi imperceptibles y muy delicados.

Vasos.	en series radiales..	muy delgados, numerosos, dispuestos en fajas irregulares radiantes; radios medianamente gruesos; madera compacta, dura, muy homogénea.	*Acebo.*
		bastante delgados, escasos, en series radiales simples de 2 8; radios muy delgados; madera casi dura con los anillos bien marcados.	*Adelfa.*
	comunmente aislados.	delgados-muy delgados, solitarios, muy desigualmente repartidos en todos sentidos; radios medianamente gruesos-muy delgados	*Arce.*
		regulares, aislados ó reunidos 2-5, afectando entre sí una posicion dendrítica; algunas manchas medulares pardas.	*Abedul.*

Grupo 3.º

Madera blanco-agrisada que tira á pardo ó rojo-pardusco en el corazon; vasos gruesos-bastante delgados, aislados ó en grupos de 2-4, esparcidos, uniformemente repartidos sin formar zona porosa en la madera de primavera.

Vasos grandes-bastante grandes; parénquima leñoso en zonas concéntricas muy delgadas, subdividiendo el tejido fibroso; durámen pardo con vetas pardo-negruzcas. . . . . *Nogal.*

Vasos bastante delgados, rodeados de una aureola de parénquima leñoso; madera satinada, olorosa, algo dura, que se tiñe de rojo pardo á una edad avanzada. . . . . *Laurel.*

Grupo 4.º

Maderas coloreadas ó que luégo lo son, cuyo color se deriva del rojo ó del rojo-pardo, claro ó intenso; pesadas, duras, generalmente muy compactas y homogéneas.

Vasos delgados, más apretados y un poco mayores en el borde interno, formando una zona porosa; maderas duras, veteadas; albura marcada, de poco grueso. . . . . .

- Radios delgados; espejuelos poco marcados; madera rojiza. . . . . *Cerezo.*
- Radios algo gruesos; espejuelos muy visibles; madera marron. . . . . *Ciruelo.*

Vasos muy delgados, apénas más apretados en el borde interno sin formar verdadera zona porosa. . .	Albura blanquecina; radios muy delgados. Maderas duras, homogéneas, rojizas con reflejos rojos ó rojo-pardos.	Sin manchas medulares; crecimientos irregulares. . Manchas medulares. . .	Vasos mayores, repartidos más uniformemente; anillos confusos.		*Mancano.*
			Vasos menores, más apretados en la zona interna; anillos aparentes.		*Peral.*
			Crecimientos regulares circulares.		*Serbal.*
	Albura poco marcada, rojiza casi como el durámen. Madera muy compacta y muy homogénea. .	Radios muy delgados. .	Vasos reunidos en pequeños grupos esparcidos; madera rojo uniforme.		*Madroño.*

Grupo 5.º

Madera de color derivado del amarillo, tambien en la albura, que es poco marcada; vasos y radios iguales, los primeros bastante ó muy delgados; los segundos algo gruesos ó muy delgados.

Madera muy dura y muy compacta.	Madera leonada, veteada de pardo en el centro; radios delgados; vasos finos aislados ó reunidos 2-5 en grupos uniformes ó circularmente distribuidos, capas anuales poco ó nada marcadas.		*Olivo.*
	Madera amarilla; radios delgados: vasos muy finos, solitarios, rodeados por una aureola de parénquima leñoso; capas generalmente visibles.		*Boj.*

Madera algo dura, amarillo claro.. { Parénquima leñoso, visiblemente dispuesto en láminas delgadas, subdividiendo las capas anuales en zonas, siendo difícil distinguirlas; radios y vasos regulares; madera amarillo-agrisada. . . . . *Higuera.*

Grupo 6.º

Maderas ligeras y blandas, de color claro uniforme, ó con el durámen rojizo ó pardusco, distinto de la albura por el color, no por la calidad; vasos regulares ó muy delgados; radios algo gruesos ó muy delgados.

Radios.. { sensiblemente desiguales, algo gruesos ó delgados; espejuelos. Madera de color uniforme rojizo muy claro, albura y durámen iguales. . . . *Tilo.*

Radios.. { muy delgados.. { Vasos bastante finos ó finos; madera blanca ó con el corazon rojizo, pardusco; á veces manchas medulares. . . . . { Vasos aislados ó en pequeños grupos, bastante finos, distribuidos en líneas dendríticas concéntricas. . . . . *Alamo.*

Radios.. { muy delgados.. { Vasos bastante finos ó finos; madera blanca ó con el corazon rojizo, pardusco; á veces manchas medulares. . . . . { Vasos aislados, finos, muy uniformemente espaciados entre sí. *Sáuce.*

Radios.. { muy delgados.. { Vasos muy finos; madera toda blanco-amarillenta, sin distincion entre albura y durámen. . . . . *Castaño de Indias.*

2.ª Division.—MADERA DE CONÍFERAS.

Comprende las maderas formadas de tejido fibroso, de radios medulares iguales y muy delgados, á veces con canales resiníferos; jamás contienen vasos ni parénquima leñoso, ni presentan manchas medulares. Las capas anuales son muy aparentes por las modificaciones del tejido leñoso; flojo, blando y de color claro en el crecimiento de primavera; compacto, duro y colorado en el de primavera.

Madera.	sin canales resiníferos.	Crecimientos irregulares flecsuosos	Inodora. Madera pesada, dura, marron y poca albura.	*Tejo.*
			Olor penetrante. Madera suave, coloreada, bastante albura.	*Enebro.*
		Crecimientos regularmente circulares.	Olor penetrante. Madera parda, bastante albura.	*Cedro.*
			Olor apénas sensible. Albura y durámen apénas distintos.	*Pinabete.*
	con canales resiníferos.	raros ó pooo aparentes. Albura y durámen blancos casi sin diferencias.		*Abeto.*
		abundantes y aparentes. Madera rojiza ó rojo-parda.	poca albura. . .	*Alerce.*
			mucha albura. .	*Pino.*

Fórmula general de la madera.—Atendiendo á los componentes que forman la madera, químicamente considerada, puede expresarse en general su fórmula por $C^{36}H^{22}O^{22}$, con la adicion de 0,01 de nitrógeno, y en las maderas blandas 0,01 de hidrógeno libre. Esta composicion es variable con las especies botánicas, y en una misma segun las condiciones en que se haya efectuado su vegetacion, y las partes del árbol á que corresponda la madera.

Las paredes de las celdillas, vasos, fibras y de los elementos orgánicos de la madera están formados de celulosa, acompañada de materia incrustante; y en la madera tierna estas celdillas y vasos están llenos de agua con varios principios orgánicos y minerales variables, como son resinas, gomas, azúcares, aceites, alcalóides, materias colorantes, extractivas, tánicas, diversas sales, etc. Y aunque las paredes de los diversos órganos tienen la misma composicion elemental, ó sea celulosa, segun el estado de agregacion y las materias incrustantes que contengan varían en sus caractéres y propiedades.

Agua.—Los árboles contienen gran cantidad de líquidos introducidos en su circulacion por la fuerza vital, los cuales se evaporan luégo que ha sido cortado, ó que cese su vida por otra causa. Esta evaporacion es rápida luégo de apeado el árbol, pero va en descenso y llega un momento en que la cantidad de agua contenida en él permanece constante, ó aumenta y disminuye con la humedad y la sequía, respectivamente, del paraje en que esté situado, lo cual es de-

bido á que la madera contiene materias higrométricas que retienen la humedad y ademas principios líquidos ó jugos, de composicion diversa, cesando la evaporacion cuando la fuerza del calor que la produce esté aquilibrada por la afinidad que estas materias tienen por el agua; y por lo tanto, todo cambio de condiciones atmósfericas lleva consigo un desequilibrio y la consecuente evaporacion ó absorcion de humedad, cuyos efectos son ménos sensibles en la parte más interna de la madera que en la superficial ó exterior.

La mayor ó menor desecacion de la madera se puede apreciar por la variacion de su peso, considerándose seca cuando su peso no varía más que por el cambio de las condiciones higrométricas del ambiente, y por lo tanto en cantidad limitada. Siempre queda en la madera una proporcion de *agua higrométrica*, que no participa de las influencias atmosféricas, llamándose *agua libre*, la que se evapora por la accion de los agentes físicos, dependiendo su cantidad principalmente de la porosidad de la madera; el *agua libre* que no se elimina de la madera por la simple accion atmosférica, lo efectúa á una temperatura de 130°.

El siguiente cuadro expresa la cantidad de agua total que, por término medio, contienen várias clases de madera; restando de los valores de la columna *A* 17 por 100, en que se estima la cantidad de *agua higrométrica*, resulta la proporcion de *agua libre*, ó sea la que desaparece por la evaporacion.

ESPECIE.	Proporcion por 100 referido al peso total de la madera	Proporcion por 100 referido al peso de la madera seca.
		A
Carpe.	18,6	22.8
Sáuce.	26,0	25.1
Arce	27,0	36.9
Serbal silvestre.	28 3	39,4
Fresno.	28,7	40 2
Abedul.	30 8	44,5
Serbal (*S. doméstica, L*). . .	32 3	47.7
Roble de fruto sentado. . . .	34,7	53.1
Roble de fruto pedunculado. .	35,4	54,8
Pinabete.	37,1	58.9
Castaño de judías	38.2	61 8
Pino silvestre.	39.7	65 8
Haya.	39,7	65,8
Aliso.	41.6	71.2
Temblon.	43.7	77.6
Olmo	44,5	80,1
Abeto.	45,2	82,5
Tiio.	47.1	89.0
Chopo de Italia.	48,2	93.0
Alerce	48.6	94.5
Alamo blanco.	50,6	102 5
Alamo negro	51,8	107,4

Esta proporcion de agua varía con las estaciones; Schubler y Neuffer han encontrado en el pinabete 53 por 100 de agua en Enero, y 61 por 100 en Abril, igualmente que en el fresno 29 por 100 en Enero y 39 por 100 en Abril; lo cual demuestra que el árbol contiene más agua cuando circula la sávia que en invierno. Asimismo sucede que las ramillas contienen más agua que las ramas, y éstas más que el tronco

La existencia de la corteza dificulta la dese

cacion: Uhr colocó á la sombra árboles cortados en Junio, descortezados unos y con corteza los otros, para determinar la rapidez con que se secaba en aquellas condiciones, averiguando que los primeros habian perdido 34,53 por 100 de agua en Julio, 38,77 por 100 en Agosto, 36,34 por 100 en Setiembre y 39,62 por 100 en Octubre, miéntras que los árboles no descortezados habian perdido en las mismas épocas respectivamente: 0,41; 0,84; 0,92; 0,98 por 100, lo cual demuestra que las maderas con corteza se secan muy lentamente. Se puede fijar que las leñas quedan secas completamente á los dos ó tres años, los tablones de pino á los tres años y los de roble de un decímetro de grueso á los cuatro años; las piezas de construccion de roble (0,40 metros de escuadría) van perdiendo humedad durante diez años, y las de mayor seccion á veces pasan quince ó veinte años sin que su corazon esté seco. En el arsenal de Tolon, las piezas de roble usadas para las cuadernas y la formacion del esqueleto de un buque deben haberse tenido en los almacenes lo ménos durante diez años, y despues de labradas se hayan dejado secar al sol durante un verano.

Componentes.—Los principios constitutivos de la madera se pueden referir á dos agrupaciones: la primera comprende el tejido leñoso propiamente dicho (celulosa y materia incrustante), formando el 90 á 96 por 100 del peso de la madera seca; á la segunda corresponden los principios que se extraen del vegetal, variables con las especies, como son los jugos y la sávia, en

los que encuentran sustancias hidrocarbonadas (gomas, féculas, azúcares, etc.), sustancias ácidas, alcalóides vegetales, materias resinosas, sustancias albuminóides y un gran número de principios que se conocen con la denominacion general de materias extractivas, las cuales dan reacciones muy variadas en presencia de los agentes químicos.

Celulosa.—La composicion de la celulosa es, segun M. Payen: carbono, 43,8; hidrógeno, 6,2; oxígeno, 50,0, y por lo tanto se puede expresar bajo la fórmula $C^{12}H^{9}O^{9},HO$. Compone la parte principal del tejido de los vegetales, presentándose en todos sus órganos, aunque en diverso estado de agregacion, lo cual modifica sus propiedades físicas al propio tiempo que su resistencia á los agentes químicos; en las raíces y en el tallo reune mayor compacidad que en el resto de la planta, pero su composicion es igual despues de separarle las sustancias incrustantes que haya contenidas en las celdillas.

La celulosa pura es blanca, más ó ménos trasparente, inodora é insípida, más densa que el agua (1,525), en la que es insoluble, lo propio que en el alcohol, el éter, la potasa, la sosa y el amoniaco. El único reactivo que la disuelve y permite luégo precipitarla sin variar sus propiedades físicas y químicas, es la disolucion de óxido de cobre amoniacal, en cuyo líquido se disuelve, precipitándose por la adicion de un exceso de agua ó bien de alcohol; esto no obstante, la celulosa que forma las celdillas de la médula de algunos vegetales, y el tejido esponjoso de los

hongos no es atacada por dicho reactivo, lo que ha dado motivo á M. Fremy para admitir várias clases de celulosa.

La celulosa unida á las materias azoadas que le acompañan en el organismo vegetal, experimenta una combustion lenta, ó sea una fermentacion especial que la convierte en una materia deleznable, pulverulenta, amarilla pardusca, que se llama podedumbre, contribuyendo á esto el desarrollo de gérmenes microscópicos de infusorios que se alimentan de dichas sustancias azoadas, las cuales, juntamente que la celulosa, abundan cuanto más ligeros son los tejidos y tienen más fuerza vital. Así lo han comprobado MM. Payen y Mirbel, comparando las capas de albura y de durámen en un roble de veinticinco años. Esta es la causa de la predisposicion á descomponerse que tienen las maderas blandas comparadas con las duras, la albura respecto al durámen en una misma especie, la madera procedente de árboles jóvenes respecto de la de los añosos, y la madera de los árboles criados en espesura y en terreno húmedo con relacion á los no crecidos en estas condiciones, consistiendo ademas, en este último caso, en que los primeros presentan, respecto á los segundos, un exceso de celulosa y sustancias nitrogenadas, siendo á la vez más reducida la cantidad de materia incrustante.

Lignina.—La materia incrustante es más considerable en el durámen que en la albura, y en general en las maderas duras más que en las blandas; su composicion es variable con las

especies, aunque generalmente la constituye una materia soluble en la potasa y en la sosa, llamada *lignina*. La densidad de la sustancia leñosa, privada de todos los elementos líquidos y gaseosos, es siempre de 1,50 á 1,52. Varios análisis químicos han dado por resultado medio la siguiente composicion para la materia incrustante: carbono, 0,52 á 0,54; hidrógeno, 0,062 á 0,065; oxígeno, 0,395 á 0,408.

Albúmina.—En su composicion entran los mismos elementos que constituyen la *proteina* (carbono, 53,2; hidrógeno, 7; oxígeno, 21,9; nitrógeno, 15,9), con la adicion de carbonato sódico, fosfato cálcico y clorato sódico, sales que se reconocen en sus cenizas. En el reino vegetal se encuentra la albúmina en los zumos de las plantas, en las semillas oleaginosas y en las de las cereales; pero sus propiedades son iguales sea cual fuere el orígen. La albúmina se disuelve al parecer perfectamente en el agua; la disolucion es viscosa, y hace mucha espuma cuando se la agita. Calentando esta disolucion ó la albúmina pura á 70°, se coagula convirtiéndose en un cuerpo sólido blanco y opaco, y tanto en este estado como en el líquido, su composicion no varía; este fenómeno se impide con la adicion de carbonato de sosa. Exponiendo la albúmina á una temperatura que no exceda de 50°, no se coagula, y solo se deseca, convirtiéndose en una masa amarillenta y trasparente, perfectamente soluble en el agua, que tiene el aspecto de goma, y puede conservarse sin alteracion en un paraje seco.

Casi todas las sales metálicas precipitan la albúmina de sus disoluciones, sucediendo lo propio con el tanino y la infusion de agallas. El bicloruro de mercurio la coagula, si bien un exceso de albúmina redisuelve el coágulo formado por la accion de aquel reactivo.

Esta sustancia se considera como la causa principal de las alteraciones que experimentan las plantas luégo que han perdido sus condiciones vitales, origina y propaga la putrefaccion de las maderas cortadas, sirve de abono á las criptógamas que sobre ellas suelen desarrollarse en los sitios húmedos, y proporciona alimento á los gusanos é insectos que contribuyen á la destruccion del tejido leñoso.

Accion del calor sobre la madera al aire.— Los elementos orgánicos que constituyen la madera forman diversas combinaciones, todas poco permanentes; calentada al aire pierden primero su agua *higrométrica* y comienzan á descomponerse á la temperatura de 140°, resultando productos volátiles que se inflaman, terminando la descomposicion con un desprendimiento de calor y de luz, al ponerse la madera en combustion, que al terminar no deja de la madera más que las materias minerales que se encuentran luégo formando las cenizas. Por su incineracion dan las maderas cantidades diferentes de ceniza, en las que se encuentran en proporcion diversa várias sales; por la combustion se cambia la constitucion de várias sales, trasformándose algunas en carbonatos.

La potencia calorífica, desarrollada por la

combustion de la madera, depende de la cantidad de agua que ella contenga. Se admite, en general, que cada kilogramo de madera al arder desprende 3.600 *calorias* (1) si está perfectamente seca, es decir, que sólo contenga el *agua higrométrica*, y desprende de 2.800 á 2.700, si contiene de 20 á 25 por 100 de *agua libre*, que es lo que sucede generalmente en las leñas; la combustion de este kilogramo de madera, exige 6,75 metros cúbicos de aire en el primer caso y 5,40 en el segundo.

Accion del calor sobre la madera en vasos cerrados.—Cuando se calienta la madera en un vaso cerrado, fuera del acceso del aire, se descompone dando orígen á productos gaseosos, como hidrógeno carbonado, óxido de carbono, ácido carbónico é hidrógeno; una masa sólida, que es carbon y conserva la misma forma que tenía la madera, y cuya potencia calorífica está comprendida entre 6.000 y 7.000 calorias; y un líquido formado generalmente por tres capas, la superior aceitosa, otra acuosa en medio, y la inferior de consistencia de pez blanda y que se llama *brea*.

Accion del aire, del agua y del ácido carbó

---

(1) Se denomina *caloria* la cantidad de calórico necesario para elevar en un grado la temperatura de un kilogramo de agua; la combustion que desarrolle 2.800 calorias, podrá elevar un grado la temperatura de 2.800 kilogramos de agua, ó en 10°, 280 kilogramos, ó en 50°, 56 kilogramos, ó en 100°, 28 kilogramos de agua, etc.

nico sobre la madera.—El aire atmosférico no ejerce accion sobre la madera si no está auxiliado por el calor; el perfecto estado de conservacion de las armaduras de catedrales ú otros edificios, cuyas cubiertas se hayan mantenido en buen estado para no permitir el paso al agua, prueban que la madera puede permanecer muchos siglos en tales condiciones sin sufrir alteracion. Las maderas constantemente sumergidas tienen gran duracion, pero se descomponen rápidamente cuando sufren alternativas de humedad y de sequía. La descomposicion de la madera se acelera cuando está en un paraje húmedo, cálido, poco ventilado y en una atmósfera cargada de ácido carbónico; en tales circunstancias, el roble de mejor clase no resiste más de diez y ocho años.

II. CARACTÉRES FÍSICOS DE LAS MADERAS.

Color.—La trasformacion de la albura en durámen suele manifestarse por un cambio de color cuando la lignina está acompañada de materias colorantes, como se ha dicho al tratar de estas dos zonas del cuerpo leñoso. En términos generales, parece que la madera procedente de árboles crecidos aisladamente, ó en terrenos secos, tiene el color ménos fuerte que los de igual especie que hayan vegetado en opuestas condiciones.

El color puede servir tambien de indicio para reconocer una clase de madera. Son de color blanco: el carpe, el tilo, el sáuce, el chopo,

el abeto y el pino carrasco; blanco rojizo: el aliso, el manzano, el pinabete, el enebro, el pino negro; amarillento: el fresno, el castaño y el cornejo; azulada: el alerce, el haya, el arce campestre y el serbal de cazadores; verdoso: el acebo; amarillento: el roble, el peral y el cerezo; pardo rojizo: el olmo, el tejo, el nogal y el ciruelo; rojiza: el pino albar, el pino rodeno, el pino piñonero y el pino salgareno.

Flexibilidad.—Consiste esta propiedad en la mayor ó menor facilidad con que pueden enconvarse algunas maderas sin romperse ni perder su cohesion, sirviendo para ello la accion simultánea del calor y de la humedad. Las ramas de sáuce, el abedul, almez, avellano, castaño, sófora, álamo blanco y alerce, gozan de esta propiedad de un modo característico; el olmo, roble tierno, fresno, carpe, pinabete, temblón, arce, tilo, la poseen en menor grado; el aliso es muy poco flexible. La madera verde, jóven y tierna, es más flexible que la seca, dura y vieja, y las maderas húmedas, despues de desecadas artificialmente, suelen presentar en mayor grado esta propiedad.

Elasticidad.—Esta propiedad de recobrar la forma primitiva al cesar la fuerza que la modifica la posee el tejo, siguiendo en grado decreciente el carpe, el arce y el roble (cuando la madera es de árboles jóvenes), y el olmo, pinabete, pinos, fresno y temblón; la madera seca es más elástica que la madera húmeda.

Duracion.—No sólo depende de la clase de madera, si que tambien de las condiciones en

que se empleé; cuanto ménos jugos, sávia y humedad contenga, y ménos porosos sean sus tejidos, mayores garantías tiene de duracion, siempre que esté colocada en un paraje seco constantemente. La madera de los pinos resinados tiene más duracion que la no resinada, la de árboles crecidos en terrenos secos dura más que la procedente de parajes húmedos, el durámen resiste más que la albura, y la madera vieja más que la jóven.

En el límite de la duracion de las maderas se presenta la putrefaccion, á la cual favorece una temperatura entre 7° y 40°, la accion del oxígeno del aire y la humedad.

Las materias en estado de putrefaccion son un poderoso agente para determinar la descomposicion de las sustancias con que están en contacto; se manifiesta por el olor que exhala la sustancia, que en tal estado se halla. Las maderas bien secas, y cubiertas de una capa resinosa ó grasienta se conservan mucho tiempo; y algunas, cuando están sumergidas constantemente en el agua, se pudren con dificultad como el roble, el aliso, el alerce, el haya, etc. Las alternativas de humedad y de sequía son muy perjudiciales á la conservacion de la madera, siendo de las más resistentes, en tales condiciones, el roble, los pinos y el olmo

Da una idea de la duracion de las maderas el siguiente estado:

CLASE DE MADERA.	AÑOS DE DURACION.		
	Al aire libre.	En sitio húmedo.	En sitio muy seco.
Durámen de roble..	100	100	100
Durámen de olmo.	90	90	100
Alerce..	85	80	95
Madera vieja de pino resinoso..	85	80	90
Madera de pino jóven. . . .	60	70	60
Abeto del Norte.	75	50	75
Fresno..	64	"	"
Haya.	60	70	40
Arce.	60	70	40
Carpe.	60	70	40
Temblón.	50	"	95
Aliso	40	100	38
Abedul.	40	"	38
Chopo lombardo.	30	"	35
Sáuce.	30	"	35

Densidad.—Esta propiedad física varía entre los ejemplares de una misma especie, segun sean el suelo, clima y grado de espesura en que se haya criado el árbol, es distinta en el durámen y la albura, y cambia de unas especies á otras segun sea su estructura.

La *densidad* expresa la relacion entre el peso y el volúmen de un cuerpo: *peso específico* es la relacion entre la densidad del cuerpo y la del agua, ó lo que es lo mismo, la relacion entre los pesos de volúmenes iguales del cuerpo que se considera, y del agua pura á la temperatura de su máxima densidad.

El sistema métrico tiene la ventaja de que por medio de él se pasa fácilmente de la densi-

dad relativa á la absoluta, porque cabalmente la densidad absoluta del agua, ó sea el peso de la unidad de volúmen, constituye en dicho sistema la unidad de peso, por ejemplo, el kilogramo es el peso de un decímetro cúbico de agua. Así, pues, basta aplicar al número que representa la densidad relativa, la denominacion de gramos si tomamos por unidad de volúmen el centímetro cúbico, y la de kilogramos si es el decímetro cúbico, para determinar el peso. Y así, de una madera cuya densidad sea 0,720, un metro cúbico pesa 720 kilogramos, un decímetro cúbico pesa 0,720 kilogramos, el centímetro cúbico pesa 0,720 gramos, etc.

El peso específico del tejido celular, abstraccion hecha de la sávia, es sensiblemente constante en todas las especies é igual (por término medio, segun Rumford, 1,49) á vez y media el del agua destilada.

Pero esta sustancia sólo constituye las paredes de los órganos elementales, circunscribiendo una multitud de pequeñas cavidades llenas de sávia, de agua ó de aire, en número y dimensiones muy variables. La densidad de la madera es compleja y resulta de la proporcion entre la masa de las paredes y los huecos, siendo en su consecuencia siempre menor que la de la sustancia leñosa, y pocas veces excede de la cifra 1, que es la densidad del agua.

La densidad de la madera es un dato para apreciar su valor, porque está en relacion con aquélla la potencia calorífica, la dureza y hasta cierto punto la resistencia de una madera; pero

de ella no dependen la elasticidad, la duracion y otras propiedades físicas que tambien dan valor á las maderas para ciertas aplicaciones, de modo que el peso de la madera es un defecto, y la ligereza una ventaja en ciertos casos.

Los diversos procedimientos para determinar la densidad de los cuerpos pueden verse en los tratados de física, creyendo innecesario entrar en detalles sobre esta operacion.

Como la densidad de la madera, segun ya se ha dicho, es variable, y depende del número y clase de ejemplares ensayados, es más exacto y útil conocer los límites en que oscila la densidad, los cuales tampoco puede asegurarse que sean los reales que tengan en la naturaleza y solo deben aceptarse como aproximados.

En la siguiente relacion se hallan los valores del peso específico correspondiente á diversas especies, bien en sus límites ó ya tambien en algunos el término medio resultante de algunas experiencias hechas por distinguidos botánicos.

ESPECIE BOTÁNICA.		PESO ESPECÍFICO.	
		Madera verde.	*Madera secada al aire.*
Abies pectinata, D. C..	Pinabete.....	0,590	0,380-0,649
Abies pinsapo, Bois.....	Pinsapo.....	"	0,497
Acer campestre, L.....	Arce comun.....	1,000	0,590-0,810
Acer monspessullanum, L.....	Arce Montpeller.	"	0,850-1,005
Acer opulifolium, Villars.....	Arce.....	"	0,618-0,795
Acer platanoides, L.....	Acirón.....	0.936	0,563-0,842
Acer pseudo-platanus, L	Sicomoro.....	C,914	0,572-0,740
Aesculus hippocastanum, L.....	Castaño de Indias	0,830	0,470-0,536
Alnus glutinosa, Gaertn: cortada en invierno...	Aliso.....	0,748	0,492
Idem id. id.; cortada en verano	"	0,773	0,468-0,510
Amygdalus communis, L.....	Almendro.....	"	0,933-1,141
Betula alba, L, cortada en invierno.....	Abedul.....	0,840	0,716
Idem id id.; cortada en verano.....	"	0,800	0,548
Buxus sempervirens, L.	Boj.....	"	0,907-1,162
Carpinus betulus, L.....	Carpe.....	0,976	0,750-0,902
Celtis australis, L., de España.....	Alméz.....	"	0,880
Idem id, de Argelia.....	"	"	0,666
Ceratonia siliqua, L....	Algarrobo.....	"	0,827-0,908
Cornus mas, L.....	Cornejo.....	0,970	0,943-1,014
Corylus avellana, L	Avellano	0,920	0,620-0,729
Cupresus fastigiata, D. C.	Ciprés.....	"	0,616-0,664
Diospyros ebenum, Rot.	Ebano.....	"	1,250
Eucalyptus globulus, Labil.....	Eucalipto.....	"	1,000
Fagus castanea, L.; de Córcega.....	Castaño	0,840	0,650
Idem id.....	"	"	0,551-0,742
Fagus sylvatica, L. (segun Hartig).....	Haya.....	1,040	0.840
Idem id.....	"	0,822	0,686-0,907
Fraxinus excelsior, L. ..	Fresno	0,900	0.789
Juglans regia, L.....	Nogal	0,780	0,579-0,800
Juniperus oxicedrus, L..	Enebro de la miera.....	"	0.651-0,734
Juniperus sabina, L.....	Sabina	"	0,461-0,566
Juniperus thurifera, L..	Sabina albar....	"	0,660-0,920
Larix europæa, D. C....	Alerce.....	0,720	0,448-0,668
Melia azedarach, L.....	Cinamomo.....	"	0,572-0,589

ESPECIE BOTÁNICA.		PESO ESPECÍFICO.	
		Madera verde.	*Madera secada al aire.*
Morus alba, L.....	"	"	0,583-0,772
Morus nigra, L.....	"	"	0,672
Olea europæa, L.....	Olivo.....	"	0,836-1,130
Picea excelsa, Link.....	Abeto.....	0,570	0,337-0,579
Pinus cedrus, L.....	Cedro.....	"	0,450-0,808
Pinus cembra, L.....	Pino cembro....	"	0,418-0,525
Pinus halepensis, Mill..	Pino carrasco....	"	0,532-0,866
Pinus laricio, Poir.....	Piño salgareño...	1,010	0,514-0,910
Pinus montana, Duroi...	Pino negro.....	"	0,441-0'605
Pinus pinaster, Soland..	Pino rodeno.....	0,840	0,523-0,680
Pinus pinea, L.....	Pino piñonero...	"	0,521-0,773
Pinus strobus, L.....	Pino del Lord....	"	0,320-0,488
Pinus sylvestris, L.; muy resinoso.....	Pino silvestre....	0,954	0,807
Idem id.....	"	0,830	0,405-0,828
Platanus occidentalis, L	Plátano.....	"	0,660
Platanus orientalis, L..	Plátano.....	"	0,642-0,782
Populus alba, L.....	Álamo blanco...	"	0,416-0,702
Populus canadensis Desf.....	Chopo del Canadá.....	"	0,382-0,473
Populus fastigiata, Desf.	Chopo piramidal.	"	0,349
Populus nigra, L.....	Álamo negro....	0,760	0,408-0,585
Populus tremula, L.....	Temblón.....	0,760	0,452-0,612
Quercus cerris, L; de Italia.....	Roble.....	"	0,930
Idem id.; de Doubs.....	"	"	0,860
Quercus ilex, L.; de Córcega.....	Encina.....	"	1,110
Idem id.; de los Pirineos orientales.....	"	"	0,910-1,182
Quercus pedunculata, Ehrh.....	Roble.....	0,925	0,633-0,900
Quercus sessiliflora, D. C.	Roble.....	"	0,572-1,020
Quercus suber, L.....	Alcornoque.....	"	0,803-1,022
Quercus tozza, Bose....	Rebollo.....	"	0,785-0,952
Robinia pseudo-acacia, L.....	Falsa acacia.....	0,830	0,661-0,772
Salix alba, L.....	Sáuce.....	0,860	0,381-0,506
Salix caprea, L.....	Sáuce.....	0,860	0,428-0,725
Sorbus domestica, L....	Serbal.....	0,970	0,813-0,939
Taxus baccata, L.....	Tejo.....	1,039	0,670-0,896
Tilia grandifolia, Ehrh .	Tilo.....	"	0,486-0,525
Tilia parvifolia, Ehrh..	Tilo.....	0,819	0,504-0,581
Ulmus campestris, L....	Olmo.....	0,750	0,603-0,854
Ulmus effusa, Villd.....	Olmo.....	"	0,554-0,679
Ulmus montana, Smith.	Olmo.....	"	0,609-0,659

Contraccion.—Cuando la madera se seca, las celdillas y demas elementos constituyentes disminuyen de volúmen, produciendo una contraccion general en toda la pieza; por el contrario, una madera seca cuando se le restituye la humedad experimenta una dilatacion, cuyos cambios de volúmen no se presentan con igual intensidad en sentido de la longitud que en el radial, y periférica, siendo mayor en este último que en los dos anteriores, por cuya causa se originan las grietas al exterior de la pieza de madera sujeta á tales alternativas de humedad y sequía. La conservacion de la forma y de las dimensiones de la madera, depende, entre otras causas, de la compacidad de los tejidos, que cuanto mayor sea, ménos se contrae la madera, lo cual sucede con la madera vieja respecto á la jóven y en el durámen comparado con la albura de la misma madera.

Haciendo secar las maderas en sitios abrigados, y de un modo paulatino, se evita que se agriete la madera, y si despues se le recubre de una capa de barniz, pintura al óleo, ó de un cuerpo impermeable, se libra la madera de absorber nuevamente la humedad atmosférica, y de experimentar cambios sensibles en sus dimensiones geométricas.

Entre las maderas que se contraen poco al secarse ocupan el primer lugar el pino del Lord, el abeto, el alerce, el roble pedunculado, arce, pinos larício y silvestre, álamo, tejo, olmo, castaño de Indias, fresno, temblón, acacia y roble de fruto sentado; merman bastante el aliso, el

abedul, el avellano, el moral, el manzano, el castaño, el haya, el cerezo, el tilo y el nogal.

Resistencia.—El estudio de esta propiedad interesa en alto grado al constructor, para la eleccion de las maderas más propias segun las aplicaciones que deben recibir, así como para determinar las cargas que pueden sufrir piezas de madera de ciertas dimensiones, ó tambien conocido el esfuerzo que deban sufrir, calcular las dimensiones correspondientes.

Los tratados de mecánica y de construccion se ocupan de la resolucion de estos problemas, que hemos procurado desarrollarlos extensamente en una obra especial (1); el objeto de este *Manual*, y la extension que consienten sus cortos límites, sólo permiten breves indicaciones sobre este punto.

Se denomina *traccion* al esfuerzo que obre longitudinalmente sobre un cuerpo, determinando en un principio su alargamiento, y como límite de él, la ruptura: la resistencia á la ruptura es proporcional á la seccion trasversal de la pieza, y en el roble es de 976,2 kilogramos por centímetro cuadrado de seccion.

Se llama *compresion* á la fuerza que actúe sobre un cuerpo que descansa sobre su base, tendiendo á su aplastamiento, que se verifica si la resistencia es menor que la intensidad de aquel esfuerzo: un cubo de madera de roble

---

(1) *Tratado de maderas de construccion*, por don Eugenio Plá y Rave. Madrid 1880, un volúmen en fólio, de 159 páginas y 43 grabados.

comprimido en la direccion de sus fibras se aplasta bajo un peso que varía entre 384 á 461 kilogramos por centímetro cuadrado de seccion; para el pinabete, la carga de ruptura, oscila entre 438 y 461 kilogramos. Si se toma por unidad de resistencia la del cubo, á medida que aumente la altura de un poste disminuye progresivamente su resistencia.

Se entiende por *flexion* el esfuerzo que, actuando trasversalmente sobre un cuerpo, tiende á producir su ruptura en sentido perpendicular á su longitud. Segun que una pieza esté apoyada, ó empotrada, por uno ó ambos extremos, y que la carga actúe en su centro ó extremo, ó uniformemente sobre toda la longitud, varía la resistencia, cuyo cálculo se determina por medio de las fórmulas correspondientes á cada caso.

III. APROVECHAMIENTO DE LOS ÁRBOLES MADERABLES.

Factores de la vegetacion.—En la estructura y dimensiones de la madera influye la humedad del suelo, que cuando es excesiva da lugar á una sávia muy diluida que produce escaso tejido leñoso, con gran número de vasos, y de mayor grueso que el ordinario; por el contrario, los terrenos secos originan la formacion de capas leñosas de poco espesor, pero compactas y fibrosas. Segun la constitucion y naturaleza del terreno prosperan en diverso grado las especies arbóreas, pero casi todas se desarrollan

bien en una tierra fértil, ligera, profunda y que sea un poco húmeda.

El calor activa, en general, las funciones de las plantas, y por lo tanto facilita su crecimiento; pero cada especie tiene asignados sus límites, que excediéndose de ellos, se pone en peligro la vida de la planta. Los árboles de escaso follaje, y éste de epidérmis dura y con pocos estomas, resisten mejor la accion del calor, porque aquellas circunstancias dificultan la evaporacion de la sávia, como sucede en los pinos; miéntras que las especies frondosas necesitan terrenos más frescos y húmedos, y requieren circunstancias que dificulten la extraordinaria evaporacion de jugos que efectúan por la extensa superficie de sus hojas. Cada especie tiene sus límites de latitud y altitud, que comprenden el área de su vegetacion, como ya se ha dicho en los *Manuales* del cultivo de árboles.

Bajo la accion de la luz se efectúa la descomposicion del ácido carbónico atmosférico, fijándose el carbono en las plantas, y desprendiéndose el oxígeno al seno de la atmósfera. Hay plantas que requieren la influencia de la luz durante los primeros años, otras que, por el contrario, necesitan estar asombradas y vivir en espesura; exigen sombra en órden decreciente, el abeto y pinabete; haya y pino negro; tilo, castaño, nogal; roble y fresno; arce, aliso y frutales; pino silvestre y olmo; abedul y temblón; pino salgareño.

Por regla general, para una misma especie, á medida que vejeta á mayores altitudes, y la-

titudes, disminuye en proporciones; de modo que algunas plantas arbóreas en las llanuras son tan solo arbustos en las grandes alturas sobre el nivel del mar.

La exposicion Sur es poco favorable á los árboles, porque en ellos suelen sufrir de los daños de heladas tardías de primavera, así como tambien de la fuerza de los rayos solares, y de la sequía; conviene solo á las especies originarias de regiones cálidas, y en ella los árboles suelen ser tortuosos y muy ramificados, pero la madera es fibrosa. La exposicion Oeste suele producir iguales resultados, y la madera generalmente es defectuosa. Al Norte, la temperatura es fria, y no son de temer la heladura en la madera, ni la sequía del terreno, y aunque algunas especies crecen rápidamente, su madera no es muy fibrosa; pero los troncos se crian muy rectos. La exposicion Este es favorable á la vegetacion, que sufre poco de heladas persistentes, pero suele criar muchas ramas. Por regla general, las especies reclaman en el límite Norte de su área de vegetacion la exposicion Sur, y el límite meridional, la exposicion Norte. Parece que los árboles criados en las exposiciones NE. E y S. tienen el tronco corto, grueso y de mejor madera que los crecidos al NO., en la cual contraen fácilmente el defecto llamado madera pasmada ó heladura.

Forma y crecimiento.—La madera del tronco es más útil que la de las ramas y raíces, y conviene conocer la proporcion que guardan entre sí los volúmenes de dichas partes, aunque

es variable segun las especies, y en una misma se modifica con la edad y las condiciones en que se haya criado el árbol; así se ve que el pinabete, el abeto y el alerce tienen el crecimiento dominante en altura, y no desarrollan ramas laterales de grandes dimensiones; el pino se eleva bastante, y con la edad se extiende lateralmente formando una copa de dimensiones regulares; entre las especies frondosas, ó de hoja plana, adquieren gran crecimiento en altura el aliso y el abedul, siendo tanto mayor, cuanto lo sea la espesura en que vivieron.

Durante los primeros años domina el crecimiento de las ramas, pero cuando el árbol llega á una mediana edad se desarrolla más el tronco, aumentando proporcionalmente su crecimiento hasta que el árbol llega á la cortabilidad absoluta, en cuya época el volúmen de las ramas es, por término medio, el 8 por 100 del volúmen del tronco, dependiendo éste en razon directa de la fertilidad del suelo; lo contrario sucede con las raíces.

Gayer ha hecho varios experimentos para determinar el volúmen por ciento de madera en las diversas partes de un árbol, obteniendo los resultados que se expresan en el siguiente cuadro referente á las especies observadas.

ESPECIES.	Volúmen del tronco.	Volúmen de las ramas.	Volúmen de las raíces.
Pinabete.	80 á 85	8 á 10	15 á 25
Abeto.	80 á 85	8 á 10	15 á 30
Alerce.	76 á 78	6 á 8	12 á 15
Pino.	72 á 75	8 á 15	15 á 20
Aliso.	75	8 á 10	12 á 15
Chopo temblón.	75 á 80	5 á 10	5 á 10
Abedul.	75 á 80	5 á 10	5 á 12
Tilo.	65 á 70	20 á 25	12 á 15
Olmo.	65 á 70	10 á 15	15 á 20
Arce.	60 á 65	10 á 20	20 á 25
Haya.	60 á 65	10 á 20	20 á 25
Fresno	60	15 á 20	15 á 25
Roble.	60	15 á 25	20 á 25
Carpe.	60	10 á 20	15 á 20

La utilidad de la madera del tronco depende de sus dimensiones y de su forma. En los primeros años el crecimiento en altura es rápido, alcanzando su máximo á la mitad de la vida del árbol, en cuya época queda estacionario, hasta que las ramas superiores principian á secarse, en cuyo caso se paraliza absolutamente. Con el crecimiento en diámetro sucede lo contrario, pues es lento en la primera edad del árbol, yendo en aumento hasta que alcanza una mediana edad, desde cuya época principia á decrecer el crecimiento medio, hasta que sobreviene la muerte del vegetal.

En los dos *Manuales del cultivo de árboles* se expresan circunstanciadamente las condiciones más favorables para la cria de las diversas

especies arbóreas que en ellos se expresan, cuyo conocimiento es de suma importancia para elegir con el mayor acierto las más propias al terreno que se pretenda cubrir de arbolado. Segun un árbol se desarrolle en condiciones más ó ménos ventajosas resulta la madera de mejor ó peor calidad.

En el siguiente cuadro aparecen agrupadas diversas clases de árboles, con una indicacion sumaria de su crecimiento regular y de las condiciones favorables para que tenga lugar.

La primera categoría comprende las maderas duras, de las cuales el roble es la más estimada para la construccion.

La segunda contiene las maderas resinosas, muy útiles por su ligereza, elasticidad y gran longitud que alcanzan.

La tercera se compone de maderas blancas, que aunque de poca duracion, tienen empleo por su fácil labra en la elaboracion de objetos de poca resistencia.

La cuarta consta de maderas finas, que alcanzan reducidas dimensiones, pero que tienen muchas aplicaciones por la buena calidad de la madera en obras de tornería, ebanistería y para maquear.

CRECIMIENTO DE ALGUNAS ESPECIES Y LOCA

ÁRBOLES.	ALTURA MÁXIMA	
	Total. — *Metros.*	Del tronco. — *Metros*
MADERAS DURAS.		
Roble	40	5 á 15
Castaño	40	5 á 15
Olmo	40	5 á 15
Nogal	8 á 15	2 á 5
Haya	15 á 40	6 á 16
Fresno	15 á 40	5 á 15
Carpe	8 á 15	3 á 7
MADERAS RESINOSAS.		
Pino	15 á 40	5 á 30
Pinabete	15 á 40	8 á 30
Alerce	15 á 40	8 á 30
Cedro	15 á 40	12 á 30
Ciprés	8 á 20	4 á 10
Tejo	8 á 15	2 á 6
MADERAS BLANCAS.		
Álso	15 á 40	6 á 20
Temblón	15 á 40	5 á 15
Aliso	15 á 40	5 á 15
Abedul	15 á 40	5 á 15
Arce	15 á 40	5 á 15
Tilo	15 á 40	5 á 15
Plátano	15 á 40	5 á 15
Sáuce	8 á 15	4 á 10
Castaño de Indias	15 á 40	4 á 15
Acacia	8 á 40	4 á 8
Laurel	6 á 12	2 á 6
MADERAS FINAS.		
Cerezo	8 á 15	7 á 8
Serbal	10 á 20	4 á 10
Cornejo	6 á 8	2 á 5
Boj	8 á 15	1 á 7
Peral	8 á 15	3 á 7
Manzano	8 á 15	2 á 6
Madroño	6 á 8	1 á 3
Cirolero	8 á 15	2 á 6
Mostajo	8 á 15	4 á 6
Níspero	6 á 10	3 á 5

LIDAD MÁS FAVORABLE Á SU VEGETACION.

CRECIMIENTO ANUAL EN			LOCALIDAD MÁS FAVORABLE.
circunferencia — *Metros.*	diámetro. — *Metros.*	altura. — *Metros*	
0,016	0,005	0,30	Terreno seco y elevado. clima templado.
0,016	0,005	0,30	Id. id. id. id.
0,023	0,007	—	Terreno fresco.
0,028	0,009	0,30	Terreno profundo, sustancioso y compacto
0,020	0,006	—	Terreno sustancioso y bastante húmedo.
0,030	0,009	0,33	Terreno húmedo.
0,017	0,005	0,40	Terreno árido y clima frio.
0,017	0,005	0,54	Terreno arenoso y seco.
0,020	0,006	0,57	Terreno arenoso.
0,019	0,003	—	Situacion elevada, clima frio, terreno duro.
0,039	0,012	0,065	Terreno arenoso, seco, situacion alta, clima frio.
0,011	0,003	0,059	Terreno seco, elevado, clima cálido.
0,008	0,002	0,040	Terreno seco y clima frio.
0,0	0,011	1,35	Terreno sustancioso y muy húmedo.
0 0	0,004	1,10	Id. id.
0,0	0,006	0,95	Id. id.
0,0	0,007	0,65	Terreno pedregoso.
0,0	0,006	—	Terreno pobre.
0,0	0,008	0,30	Terreno arenoso, húmedo.
0,0	0,011	—	Terreno fértil y húmedo.
0,0	0,019	—	Terreno arenoso.
0,0	0,012	—	Terreno húmedo.
0,0	0,010	—	Terreno lijero, profundo y seco.
0,0	0,006	—	Terreno lijero, clima cálido.
0,019	0,006	—	Terreno arenoso, fresco.
—	—	—	Terreno húmedo, clima frio.
—	—	—	Terreno arenoso.
—	—	—	Clima cálido.
0,006	0,002	—	Terreno sustancioso, algo frio.
0,022	0,007	—	Id. id. id.
—	—	—	Terreno seco y elevado.
0,018	0,005	—	Terreno sustancioso.
—	—	—	Terreno arcilloso y compacto.
—	—	—	Clima cálido.

te en la parte baja, que se van profundizando hasta conseguir la corta del árbol, variando la forma de las herramientas y la práctica de la operacion segun los usos de las comarcas.

Apeo de los árboles con la sierra Ransome. —El apeo de los árboles por medio del hacha ó de la sierra movida á mano es lento y costoso, ademas de que el primero inutiliza mucha madera acortando la dimension de la pieza, buscándose con empeño el modo de salvar estos inconvenientes con una máquina que asierre rápidamente y con seguridad, fácilmente trasportable y que permita su empleo en todas las situaciones, comunmente poco viables, que presenta el terreno de los montes. Las diversas tentativas para conseguirlo utilizando el vapor como fuerza motriz, resultaban costosas y de difícil aplicacion, hasta el invento de la máquina de Ransome, sierra de hoja recta y accion directa del vapor que llena cumplidamente las condiciones necesarias para su ventajoso empleo, porque es ligera, de fácil trasporte, rápida en el trabajo, pues en ménos de cinco minutos corta un roble de más de un metro de diámetro, y en una hora puede apear ocho árboles de tales dimensiones, comprendiéndose el tiempo necesario para trasladar la máquina de un árbol á otro, cuyo trabajo se efectúa en cualquier posicion que tenga la máquina, incluso en las mayores pendientes, estando para ello enlazados sus órganos, para que así pueda verificarse sin inconveniente alguno. Ademas dispone de un mecanismo por medio del cual puede

aserrar verticalmente, fraccionando los trozos apeados y tendidos en el suelo. Las láminas figuras 1 y 2 manifiestan la manera de funcionar este aparato, para cuyo manejo bastan cuatro hombres, uno que mueve la palanca que dirige el cilindro, otro que alimenta el generador de vapor, el tercero que se coloca al pié del árbol para introducir una cuña en la seccion aserrada que facilite el curso de la sierra, y el cuarto se ocupa en desembarazar de obstáculos el terreno iumediato al árbol que debe apearse luégo, dejándolo expedito para la instalacion del aparato y operarios.

Consiste la máquina en un cilindro de vapor de pequeño diámetro y gran longitud para que el émbolo tenga gran curso á lo largo; está fijo este cilindro sobre una base de fundicion por medio de un mecanismo que permiten que gire sobre su eje, segun se quiera aserrar en sentido horizontal ó vertical; ademas, el cilindro tiene un movimiento oscilatorio que se trasmite por medio de una rueda que hace girar un tornillo engranado en un cuarto de círculo dentado unido á la base del cilindro, por cuyo efecto puede la sierra avanzar y aserrar por completo el árbol, sin necesidad de mover la base del aparato.

La sierra está enlazada á continuacion de la varilla del émbolo, impidiendo que oscile lateralmente dos guías de hierro que dirigen su movimiento en direccion recta, y los dientes de la sierra tienen la forma de los llamados *dientes japoneses*, todos dirigidos en el mismo sentido, afilados por un sólo lado, y que muerden la

madera únicamente durante el retroceso del émbolo, de modo que actúan sólo por traccion, ventaja evidente para que no se doblegue la hoja de la sierra.

La base del aparato se prolonga por el lado anterior en forma de barra, terminando en dos puntas que se hincan en el árbol por efecto de la presion ejercida por una cadena que rodea el tronco, y así la base del aparato queda perfectamente sujeta al árbol, y la sierra encuentra la suficiente ligereza para poder obrar con intensidad y ejecutar el trabajo mecánico con toda perfeccion y esmero.

Cualquier generador de vapor puede servir para proporcionarlo á esta máquina, que actúa bajo su accion directa, bastando una pequeña caldera portátil que suministre vapor á la máquina, por medio de un tubo fuerte y flexible y de sustancia mal conductora del calórico, á fin de que no se caliente en términos que impida su manejo y trasporte; este tubo puede tener una longitud considerable para no tener que mover la caldera hasta que la sierra haya cortado todos los árboles comprendidos en la zona limitada como radio por la longitud del tubo. Los hogares están dispuestos para poder utilizar como combustible la leña del monte y los demas despojos vegetales.

Esta sierra funciona mejor en invierno, cuando la madera tiene poca sávia, porque el serrin que resulta se desprende más fácilmente y no entorpece la marcha de la sierra, siendo preferible usar como materia untuosa para la

hoja agua de jabon, porque el aceite forma con el serrin una pasta que entorpece el movimiento de dicha hoja.

Las diversas experiencias hechas con este aparato, especialmente en Roupell-Park (cerca de Lóndres), de las cuales se han ocupado minuciosamente diversos periódicos profesionales, demuestran que la máquina Ransome «corta por término medio» una superficie de quince decímetros cuadrados por minuto, representando un gran ahorro en trabajo, tiempo y producto maderable, siendo su empleo muy ventajoso en las grandes explotaciones forestales.

En los reputados talleres de sierras, máquinas, útiles y aparatos para el trabajo mecánico de la madera que dirige y posee en París (41 cours de Vincennes) el inteligente é ilustrado ingeniero M. F. Arbey, premiado con várias medallas de oro en diversas exposiciones, se construyen estas máquinas, para las cuales es una verdadera especialidad. Los gastos de adquisicion son los siguientes:

	MODELOS		
	Número 1	Número 2	Número 3
Diámetro mayor del árbol que puede aserrar.....	0,69 ms.	1,22 ms.	1.82 ms.
Peso de la máquina	151 kil.s	228 kil.s	334 kils.
Fuerza del generador	2 cab. de vapor	4 cab. de vapor	6 cab. de vapor
Precio de la máquina	1.000 pts.	1.250 pts.	2 000 pts.
Precio de la sierra..	18,75 pts.	37,50 pts.	62.50 pts.
Precio del pié línea de tubo.	3.44 ptas.	4,37 ptas	6 25 ptas.

Sierras locomóviles para instalarse en el monte.—En muchas ocasiones conviene para disminuir los gastos de trasporte de la madera, labrar los rollos en el monte para darles una forma prismática con arreglo á las dimensiones del marco, y para este objeto son preferibles las sierras locomóviles montadas en fundicion ó en madera, pero que reunan las condiciones de solidez, fácil trasporte y sencilla instalacion en el monte. Las sierras de hoja circular de gran diámetro sirven para escuadrar la madera, pero para tablear son preferibles las de menores dimensiones.

La sierra circular se presta á las exigencias de un trasporte repetido y tienen mucha estabilidad cuando se ponen en movimiento, como acreditan muchas experiencias y la aceptacion que tienen en la práctica. La fuerza motriz necesaria para funcionar en buenas condiciones, es ordinariamente de cuatro ó de seis caballos de vapor, con la cual, si las hojas están afiladas debidamente y los órganos de la máquina se hallan bien engrasados, se obtiene el mayor trabajo útil posible.

El modelo de sierra circular con carro de cremallera puede recibir una hoja de hasta 1,20 metros de diámetro, y se presta facilmente á ser trasportada al monte donde deba verificarse una corta de consideracion; montada en madera, su precio es de 2.500 pesetas, y en fundicion, 3.000 pesetas.

El modelo de sierra circular locomóvil, que representa la figura 3, está montada en un

vehículo y es el más aceptado por los forestales por su fácil trasporte; y así lo recomienda M. Arbey, en cuyos talleres se construye montada en madera, al precio de 2.400 pesetas el modelo más perfeccionado, provisto de rodillos y aparato para la guía del rollo, pudiendo recogerse fácilmente el mecanismo en la forma que representa el dibujo de la sierra en disposicion de ser trasportada.

Dientes de las sierras y máquina para afilarlos.—La forma y dimensiones de los dientes de una sierra varían segun la naturaleza de la madera, su mayor ó menor dureza, sequedad, agregacion de la fibra y demas circunstancias de estructura. Las hojas dentadas se fabrican por medio de máquinas á propósito, variando su precio entre 300 y 600 pesetas en los talleres ántes citados.

La forma, que representa la figura 4, de dientes de pico de cuervo, es la más conveniente para aserrar madera recien cortada y blanda; para apropiar su uso á madera recien cortada poco dura, basta rectificar algo la concavidad de cada diente, y queda en disposicion de realizar la operacion en buenas condiciones.

Para las maderas secas y de gran dureza se usan los dientes despuntados en la forma que representa la figura 5.

Por el contrario, los dientes deben ser muy agudos y finos cuando hayan de aplicarse á maderas cuya fibra se desagregue fácilmente y sea muy filamentosa, siendo la forma más usual la que indica la figura 6.

Para aserrar en sentido trasversal, ó sea perpendicularmente á la fibra de la madera, se requieren sierras de dientes á propósito, siendo la forma más comunmente usada la de triángulos equiláteros, como representa la figura 7.

Para las sierras de pequeño diámetro, movidas á brazo ó con pedal, se acostumbra dar á los dientes la forma de triángulo rectángulo, como se ve en la figura 8.

En términos generales, las sierras circulares son de dientes agudos cuando su diámetro no excede de 0,30 metros, y por el contrario, son truncados ó romos cuando el diámetro de la sierra sea de 0,35 metros ó mayor. Todos los dientes de una sierra conviene que penetren en la madera, para lo cual deben estar en una circunferencia cuyo centro sea el eje de rotacion en las sierras circulares, ó en una línea recta en las sierras alternativas ó de cinta; paraello se hace girar la sierra circular sobre una muela, y la recta se puede afilar sirviendo de guía una regla hasta conseguir que todos los dientes estén en contacto con ella.

Es ademas condicion indispensable que la sierra circular gire en su mismo plano, es decir, que esté bien perpendicular al eje de rotacion, porque de lo contrario se alabea é inutiliza para el trabajo. En las sierras rectas, los dientes deben estar algo inclinados al exterior para que abran un paso mayor que el grueso de la sierra, y ésta tenga expedito su curso en el movimiento de retroceso, no olvidando que el serrin ocupa un volúmen cuádruplo del de la madera que lo produjo.

Para afilar los dientes se emplean muelas de grés ó de esmeril, con ó sin pedal, ó simples piedras afiladoras, y tambien la lima plana, cilíndrica ó semicilíndrica; es decir, la media caña que se usa principalmente para las láminas bien templadas, aunque en grado de ser posible el trabajo mecánico de la lima.

Más perfecta y rápidamente se afilan los dientes de las sierras empleando las máquinas destinadas á esta tarea, de las cuales es un modelo muy perfecto el que fabrica M. Arbey. La muela es de esmeril y puede tomar todas las posiciones necesarias, como tambien es movible el soporte de la sierra, para poderse afilar los dientes con toda perfeccion y con gran economía de tiempo. El modelo más perfeccionado, hecho de fundicion, tiene el precio de 500 pesetas en los talleres del constructor.

Práctica usual en Cataluña.—La corta se verifica haciendo entalladuras con un hacha de 40 centímetros, con una boca de 10 centímetros y el mango de 60 centímetros, operacion que practican dos hacheros, que ganan un jornal de 3 á 3,50 pesetas diarias, apeando por término medio unos cuatro árboles al dia; en la corta de robles que de sus raíces y parte del tronco se pretendan piezas curvas, se descalzan las raíces cortándolas con el hacha. El árbol se fija al terreno con una cuerda que se ata á la copa y se atiranta hácia el lado por donde se quiere que se efectúe la caída, por cuyo lado se practica una entalladura en el tronco á fin de evitar que al caer se levante alguna astilla y se pro-

duzca algun desgarre. Tambien se emplea la sierra de dientes tanto más pequeños cuanto mayor sea la dureza de la madera; el empleo de este instrumento aventaja al del hacha en cuanto inutiliza ménos madera y permite obtener piezas más largas, pero la operacion del apeo suele ser más cara. A fin de amortiguar algo el efecto del choque por la caída, no se desraman los árboles, que despues de apeados se dejan durante una semana sin quitarles las hojas, apoyados en piedras, troncos ó caballetes, algo levantados del suelo, para que se vayan secando, y despues se desraman y descortezan groseramente. La eleccion de árboles para la marina mercante y la direccion de la corta suele estar á cargo del maestro de sierra, el cual señala qué árboles deben cortarse dejando tocon, y cuáles arrancarse con sus raíces para piezas curvas. La labra generalmente la hacen en el mismo astillero operarios adiestrados, que emplean hachas de una boca de temple adecuado á la dureza de la madera; este útil, cuya hoja tiene 20 centímetros de largo por 0,8 ó 10 de boca, está sujeto á un mango de un metro de longitud, prefiriéndose las hachas fabricadas en Arenys de Mar, donde hay artífices afamados por el temple que dan al metal. La labra se verifica colocando la madera á poca altura del suelo, sobre unos caballetes y al lado izquierdo del labrante, que segun su habilidad gana un jornal de 4 á 6 pesetas; un buen operario suele labrar al dia ocho metros lineales de madera por sus cuatro caras, cuando

la escuadría es regular. El coste de la labra por las cuatro caras resulta por cada 30 centímetros de longitud, para la escuadría de 10 á 20 centímetros, 5 céntimos de peseta; de 25 á 30, 10 céntimos; y de 35 á 40, 20 céntimos. La labra de piezas curvas requiere más habilidad, pudiendo estimarse su coste en una mitad más de los precios antedichos para las piezas rectas; esta operacion no debe practicarse hasta que hayan trascurrido cinco ó seis meses desde la corta del árbol, para dar lugar á que se haya secado la madera y no se raje luégo fácilmente.

Práctica en la provincia de Santander.—De sus montes se obtienen grandes cantidades de madera para los arsenales del reino, verificándose las operaciones en la forma siguiente.

Para las cortas y labras se forman cuadrillas que se dividen en secciones de cuatro hombres, y con ellas estipula el contratista el precio de las operaciones, que suele ser variable, y se calcula por volúmen de pieza labrada, siendo por lo comun de 1,25 á 1,50 pesetas la corta y labra por codo cúbico, y 0,50 la relabra de igual volúmen. La corta se efectúa por cuatro hacheros, dando al córte la forma de huso, de modo que queda en el tocon una cavidad cónica que, reteniendo el agua de lluvia, favorece la pudricion del mismo en beneficio del monte, porque ademas de ser un abono, impide que la cepa se conserve verde y eche retoños, ocupando inútilmente el terreno. Al derribar el árbol los hacheros tienen cuidado de profundizar las entalladuras hasta el corazon, pues sucede á menu-

do, cuando no se observa esta precaucion, que al caer aquél se arranca una astilla, á veces de un metro de largo, que subsiste unida al tocon, inutilizándose la pieza en toda la region que resulte hueca; algunas veces se oculta esta falta incrustando madera en el hueco que haya quedado, pero con el exámen de las capas anuales se reconoce en seguida este fraude.

Una vez derribado el árbol, y reconocidas sus dimensiones y estado general, el capataz de marina designa los que se pueden emplear para la construccion naval, colocándose de modo que puedan labrarse, operacion llamada *entallerar*; si la pieza es recta, se coloca el labrante á voluntad, pero cuando es curva debe hacerse de modo que quede apoyada sobre una de las caras curvas, á fin de que las planas queden verticales, y así colocada la pieza, el capataz marca estas dos caras rectas, operacion que se llama *linear*. Los hacheros las labran en seguida y acuesta luégo la pieza sobre una de las caras labradas, y en la otra marca el capataz las dos caras curvas, y terminada esta operacion llamada *gruar*, se procede á la labra de estas dos caras últimamente señaladas. Estas dos operaciones *linear* y *gruar*, se llaman en general *cordear*, y se hacen con cuerdas de lana impregnada de tinte negro, obtenido quemando helechos que se apagan con agua, formando con el carbon bolas que se mojan para usarse, y tambien en algunos puntos se emplea el almazarron disuelto en agua gomosa. Al *cordear* las piezas en el monte se las deja una pulgada

de más en cada cara, contando con lo que pueden perder las piezas con los arrastres, y tambien se las deja el cono ó pirámide que resulta en su *coz* al cortarse el árbol como ántes se ha dicho, al objeto de que no se hienda fácilmente por los arrastres.

Las operaciones de corta ó labra se hacen con hacha de una ó de dos bocas (figs. 9 y 10), cuyo peso es respectivamente de dos y tres kilogramos, y el jornal que se supone gana un labrante es de unas tres pesetas. Labradas las piezas en el monte se marcan en sus topes y se procede á conducirlas por arrastre á un sitio llamado *parque*, donde puedan ser montadas sobre carretones, constituyendo el *desmonte* la conduccion de la pieza hasta este lugar. En el parque reciben las piezas una segunda labra, llamada *relabra*, por la cual quedan á su medida exacta, y á esquina ó arista viva, salvo las faltas que tolere el marco.

Los útiles necesarios para el desmonte y conduccion de las piezas son: el *carreton* (fig. 11), el *jerron* (fig. 12), un *barreno* y tres clases de cadenas, llamadas *cadena de enrollar*, *tiron* y *cadenillas*. El *barreno* tiene dos centímetros y no se diferencia de los ordinarios. La *cadena de enrollar* suele tener la longitud de 2,40 metros, y los eslabones un grueso de 18 milímetros, teniendo un gancho en uno de sus extremos para poderlo unir á cualquier eslabon. El *tiron* tiene de largo 40 centímetros, y el grueso de sus eslabones es por lo comun de 15 milímetros, llevando en uno de sus extremos

un anillo de un decímetro de diámetro. Las *cadenillas* suelen tener 55 centímetros de largo por uno de grueso sus eslabones, llevando en cada uno de sus extremos un anillo de ocho centímetros de diámetro, con una piececilla que le convierte en hebilla.

Las *cadenas* y *tirones* se sujetan á la pieza por medio del *jerron* (cuyo peso es de un kilogramo), operacion que se ejecuta clavando éste en la pieza por sus dos patas, cuidando ántes que una de ellas penetre por uno de los anillos de la *cadena* ó *tiron*, y á esta operacion se llama *enjerronar*. A fin de que al clavar el *jerron* no se hienda la pieza, se dan á éste dos barrenos, distantes entre sí lo necesario para que por cada uno de ellos penetre una de las patas de aquél. La pieza se arrastra al parque *enjerronada* con la cadena, y unida al carreton tirado por dos bueyes. Esta operacion se efectúa del modo siguiente: se enjerrona la cadena por el extremo que no lleva gancho á una de las extremidades de la pieza de madera, se pasa la cadena por encima del rucho, despues por debajo de la palanca del carreton, y vuelve otra vez por encima del rucho, enganchándose en uno de sus anillos, procurando que quede lo más tirante posible; y como al tirar los bueyes baja el carreton por delante, la cabeza de la pieza de madera levanta un poco sobre el terreno, y de este modo se facilita su arrastre.

Desde el *parque* á su ulterior destino, se conducen las piezas montadas sobre dos carretones, de modo que el cabezon del primero mire hácia

adelante y el otro hácia atras, quedando entre ellos una distancia dependiente de la longitud de la pieza que se trasporta. El modo de sujetar la pieza en el primero de los carretones, es el siguiente: se pasa la anilla del *tiron* por la palanca del carreton, colocándose sobre el rucho uno de los extremos de la pieza que se va á conducir, se pasa el extremo libre del tiron por el agujero del rucho, y se enjerrona en la cara inferior de la pieza. Para sujetar la madera al segundo carreton, tiene empleo la cadena de enrollar; despues de colocada la pieza sobre el rucho, se da con la cadena, por su parte media, una vuelta á la palanca, y se llevan sus dos extremos sobre aquélla, sujetándose entre sí por medio del gancho que tiene uno de ellos, procurando que la pieza quede abrazada lo más fuertemente posible, y luégo se clavan dos clavos detras de la cadena, ó al través de dos anillos ó eslabones de ésta.

Sujeta la pieza á ambos carretones, se procede á *arrendar* el segundo, operacion que consiste en sujetarlo, de modo que formando un sólo cuerpo con la pieza y el primero, tenga siempre que marchar en la direccion que éste y no se atraviese lateralmente. Esto se consigue con dos cadenillas que se sujetan ya en las varas, ya en la *tranca*, ó sea uno de los maderos que unen entre sí las dos varas que forman el carreton, haciendo pasar cada una de las cadenillas por su hebilla correspondiente, despues de abrazadas las varas á la tranca, clavando luégo los extremos libres en las caras laterales

de la pieza que se conduce. Cuando las cadenillas van sujetas á las varas, cada una se clava á la pieza en la cara de su lado, pero si se sujetan á la tranca se clavan en el lado opuesto, de modo que queden cruzadas. Así sujeta la pieza, el segundo carreton debe marchar en la misma direccion que el primero sin entorpecer para nada su movimiento.

Cuando se conducen sobre carretones más de una pieza, la mayor se denomina *madre* y las otras *crias*. La madre se sujeta como se ha dicho, y con ella se arrienda el segundo carreton. Las crias, si son dos, se apoyan por uno de sus extremos en el rucho del segundo carreton, abrazándolas con la cadena de enrollar al mismo tiempo que á la madre, y en el otro extremo se sujeta con un clavo la extremidad de una cadenilla, que despues de arrollada se clava por su fin á la cara superior de la madre, quedando así las *crias* colgadas. En el caso de que sean más de dos las *crias*, se colocan sobre la madre y dos crias todas las restantes, sujetándose en igual forma que se ha dicho.

Para colocar las piezas sobre los carretones, se practica del modo siguiente: amarran la cadena de enrollar á los extremos posteriores de las varas del carreton, procurando que haga algun pandeo, y se levanta luégo el carreton hasta que arrastre la cadena, introduciendo ésta por debajo de uno de los extremos de la pieza de madera, y bajando de nuevo el carreton sube la cadena (colocada en la parte opuesta), y con ella la extremidad de la madera que sobre

ella se habia colocado; se sujeta y calza la pie za de madera para que conserve la posicion, y se quita la cadena y se sustituye con una palanca de madera, con la cual se repite la misma operacion que se hizo empleando la cadena, y se consigue levante más la pieza de madera, que, luégo se calza de nuevo, y en esta posicion ya se puede introducir por debajo de ella el carreton en que debe ser cargada, y hacerla descansar sobre el rucho, sujetándole luégo como ántes ya se ha dicho.

Es notable la maestría y habilidad con que estas diversas operaciones son ejecutadas por los hacheros y encargados de las cortas.

La carga que estos carretones pueden llevar depende de la pujanza de los bueyes, calculándose por término medio, por carretera, en nueve codos cúbicos (1 metro cúbico=5,77 codos cúbicos), y el coste en 0,56 pesetas por codo cúbico y legua de carretera corrida, siendo más difícil de fijar lo que cuestan los *desmontes*. Puede servir de algun indicio el precio á que se contrataron en algunas ocasiones las operaciones de corta, labra, desmonte, relabra y conduccion á San Vicente de la Barquera, del metro cúbico de madera de varios montes de la provincia de Santander; desde Caviedes y Udias 30 pesetas, desde Treceño 35, desde Rio de los Valdos 40, desde Roiz y Valfria 50, y desde Rionanza 60 pesetas. En San Vicente se depositan las maderas en el fango á la orilla del mar, rodeadas por una empalizada con dos aberturas, la de la parte de tierra para la introduccion de las maderas,

y la otra en la del mar, por donde en las pleamares son sacadas en lanchas ó botes y trasladadas á los buques que las llevan al Ferrol.

Práctica en la Sierra de Guadarrama.—La reseña completa y minuciosa de las operaciones forestales, tal como se practican en la sierra de Guadarrama, está expuesta con suma claridad en la curiosísima memoria sobre los aprovechamientos allí ejecutados, escrita por el ilustrado Ingeniero de montes, consejero de Agricultura y conocido publicista D. José Jordana y Morera, y así creemos que lo más acertado, para darlas á conocer, es trascribir de ella cuanto á este asunto se refiere.

«La opinion general señala las estaciones de otoño é invierno como las épocas mejores para efectuar las cortas, en virtud de la mejor calidad y mayor duracion que adquieren las maderas cortadas y labradas en dicho tiempo. Respecto á las especies resinosas, se pretende que la diversidad de la época no influye en aquellas condiciones, y áun se asegura por algunos prácticos extranjeros, que descortezando los pinos despues de cortados, ganan mucho las maderas en duracion y solidez. Esto no obstante, las observaciones de los madereros de esta localidad corroboran la primera opinion, y ha habido una época en que no se cortaba más que desde Octubre á Febrero, con objeto de obtener aquellas ventajas. Esta creencia subsiste todavía, pero la irregularidad de la demanda, por un lado, y por otro la dificultad de transitar por el monte en los meses de Enero, Febrero y Marzo, á causa de las nie-

ves, ha hecho olvidar casi del todo aquella regla dasotómica. Se corta, pues, indistintamente en verano y otoño, segun lo exige la demanda mercantil y conforme á la duracion del plazo señalado en las condiciones del expediente administrativo del cual deriva el aprovechamiento.

A la operacion material de la corta procede el señalamiento y marquéo que verifica un empleado del ramo en presencia de un delegado del ayuntamiento, con un marco que aún se llama real, como en los tiempos en que la marina ejercia jurisdiccion en los montes. Suele implantarse, despues de descortezar el tronco en una pequeña extension dejando el líber al descubierto, a un metro con corta diferencia del suelo, haciendo lo mismo en las inmediaciones del nudo vital, en cuyo sitio se suele escribir con almagre el número de órden del árbol, con relacion á la totalidad de los que deban señalarse en la corta.

En el apéo de los árboles es desconocido el uso de la sierra, que solo podrá introducir una subida de precios tal, que el importe de la madera que hoy se desperdicia con el córte del hacha, exceda de la suma que representa el mayor tiempo empleado en la operacion realizada con aquel instrumento.

La longitud comun del hacha es de 44 centímetros; presenta dos *bocas*, de las cuales la más ancha, llamada *pala*, tiene unos 20 centímetros, no pasando de 6 la más estrecha, que se denomina *peto*. La cantidad de trabajo aumenta con el peso del hacha, por cuanto ésta profundiza

más en la madera, en lo cual influye tambien la fuerza y robustez del hachero; pesa comunmente de 4 á 5 kilogramos. Se requiere un tino especial para acerar las hachas, cuyo temple no debe ser ni muy blando ni muy fuerte; si lo primero, el córte se mella y dobla con facilidad, entorpeciendo el alisado de las caras de la madera, que queda entónces repelosa ó con *mal espejo*, como dicen los del oficio; si el temple es fuerte, encuentra el hacha mucha dificultad para penetrar entre las fibras.

El hacha *conqueña*, ó de Cuenca, está en desuso, porque no teniendo más que una boca, es preciso hacer con ella toda la labra, resultando de ahí que al cortar las ramas y afinar los nudos se mella el córte, entorpeciendo notablemente el trabajo. Este inconveniente se evita usando el hacha de dos bocas, de la cual el *peto* es el destinado exclusivamente á desbastar los nudos y partes más resistententes.

Los *astiles* ó mangos suelen ser de roble por la poca higroscopicidad de esta madera; los de olmo se desechan porque se retuercen cuando se mojan mucho, dando lugar á que la línea del mango salga fuera del plano que pasa por la *pala* y *peto*, con lo cual el hachero no puede guiar á cordel las aristas de las piezas que labra. Tienen los astiles la longitud mínima de 80 centímetros contada entre ambos extremos, de los cuales el que debe enchufar con el *ojo* del hacha es algo más ancho que el opuesto, para evitar que la herramienta corra á lo largo del mango. Lleva éste marcadas con ligeras aserra-

duras ó córtes las longitudes de los cantos y tablas de las piezas del marco de la localidad, medidas que sirven de guía para dar la escuadría, sustituyéndose ventajosamente por este médio el uso de la cinta ó reglon.

Para afilar el córte del hacha, úsase una piedra de grano fino, que no es otra cosa que una cotícula. Cuando las mellas son grandes, el hachero se sirve de la *media-caña*, pequeña lima con mango de madera, de un decímetro de largo, que, como lo indica su nombre, tiene una cara plana y otra cilíndrica. Acompaña á todos estos útiles una cuerda de lana de medio centímetro de diámetro, con la que se señalan sobre los troncos descortezados los troncos de las aristas que deba tener la pieza de madera que vaya á labrarse. La longitud de esta cuerda excede siempre del máximum de la de las piezas mayores, y por lo tanto llega algunas veces á tener 19 metros. Cada una de las puntas está anudada á un pequeño anillo que remata en un clavo retorcido á modo de anzuelo, y con el que se fija al extremo de la cuerda en la madera, sin que haya necesidad de sujetarla con la mano; para usarla se empapa en agua ennegrecida con polvo de carbon. Completa el sencillo conjunto de útiles del hachero una especie de compás de piernas curvas, formado de dos ramillas de dicha figura, soldadas naturalmente, llamado *marco*, con cuyo rústico instrumento, del cual se hace uno para cada una de las clases de maderas, el hachero determina por medio de tanteos sucesivos la parte del tronco que tiene el grue-

so necesario para sacar de él la pieza mayor d(que es susceptible. A este fin, es preciso que l: distancia que separa los dos extremos de lo: brazos del marco, sea igual á la dimension d(la tabla de la pieza que se pretende sacar.

Para proceder al apéo, el hachero examina por todos los lados el árbol que debe cortar, á para conocer el sitio á donde tiene su *caída* natural, determinada por la oblicuidad del tronco, ó por tener éste mayor cantidad de ramas en un lado que en otro; en cuyo caso es evidente que debe inclinarse hácia el punto en que aquéllas tengan más peso. Como el operario tiene que hacer la labra del árbol puesto de pié encima de él, el tronco, despues de derribado, debe guardar la posicion horizontal para que pueda sostenerse la persona encargada de la labra, y de aquí el que, en terrenos inclinados, se dé la caída en direccion de las curvas de nivel. Para conseguir este objeto se dan dos córtes oblícuos y opuestos, profundizando más el del lado en donde se quiere que caiga el árbol; cuando éste tiene la caída natural en otra direccion, se le auxilia empujándolo con palancas hechas de latas ó ramas fuertes. Son pocas las veces que se emplean cuatro hacheros en el apéo, en cuyo caso se dan cuatro córtes perpendiculares, dos á dos; tambien son pocos los casos en que un hombre solo cuida del derribo; generalmente se emplean dos, uno en cada córte, cuando se trata de cuadrillas completas y numerosas. Se indica la caida por el movimiento oscilatorio lento que adquiere la copa, el cual aumenta poco á poco

venciéndose el árbol, hasta que se viene al suelo con gran ruido, causado tanto por la ruptura de los más débiles que encuentra al paso, cuanto por lo de sus propias ramas, que al chocar contra el suelo, saltan en grandes pedazos. De la buena intencion y práctica del hachero depende el que se elija una caída que á la vez que cause pocos daños al repoblado contiguo, se verifique sobre el lado en que el terreno presente ménos desigualdades. Al caer el árbol suele resbalarse la parte inferior del tronco sobre el tocon, adquiriendo el tronco un movimiento de retroceso ó *recule*, del que para no ser lastimados deben huir los hacheros, ántes de que llegue á tierra el árbol. Sucede alguna vez que la copa del pino cortado se *acaballa* en la de los contiguos; en este caso, y si el *raigal* está sostenido en el tocon, se le hace saltar hácia atrás apalancando con el peto del hacha, y luégo, así que se apoya en el suelo, ó bien cuando toma esta posicion desde un principio, dos, tres, ó más hacheros, con el auxilio de fuertes palancas de pino, hacen retroceder el árbol, *desacaballándolo* del todo. Si este medio no basta, se acude á la traccion con una, dos ó tres parejas de bueyes, que tiran de una cadena que se sujeta al raigal. Algunas veces el impulso del viento basta para producir la caída.

Una vez el árbol en el suelo, se procede en seguida al *desrame*, ejecutado con el peto del hacha, cuya resistencia es muy á propósito para cortar las ramas por el punto en que están insertas al tronco. Los abultamientos del terre-

no, las rocas y otros obstáculos naturales en virtud de los cuales no puede colocarse horizontalmente todo el pino, á no valerse de aparatos costosos con los cuales pudiera levantarse en alto, obligan al operario á *recollar*, esto es, á cortar el tronco por la parte en que debe terminar la longitud de una pieza y empezar la otra, lo cual se determina con el auxilio del marco correspondiente. Recollado el árbol, se *encama* cada uno de trozos en que se ha dividido, ó, lo que es lo mismo, se le dispone de modo que esté horizontal. Para esto se colocan por más abajo del sitio que ocupa la pieza dos montones pequeños de astillas gruesas ó *cospes*, de modo que colocado el tronco encima quede una distancia de un metro entre cada monton y el extremo correlativo del tronco. Sobre los *cospes* y en direccion de la pendiente, se asientan las camas, ó sea dos ramas gruesas, por las que se hace correr el tronco, con auxilio de palancas, hasta que guarde la horizontalidad y fijeza necesarias para la labra. Llámase *aparate* al conjunto de las *camas* y *cospes*; su altura es la necesaria para que quede un hueco bien manifiesto entre el suelo y la cara inferior del tronco. Recorre luégo el hachero el tronco con el marco en la mano, para cerciorarse de que su grueso excede de la tabla que marca dicho instrumento, en cuyo caso se dice que *cuaja el marco*, y se procede inmediatamente al *desroñe*, operacion por la cual se quita á un lado y otro del tronco una faja de corteza del ancho de un decímetro, en donde se traza luégo la arista de la pieza.

Esta faja se alisa é iguala mucho á fin de que el *cordeo* marque un trozo igual y rectilíneo.

Se ejecuta aquél sujetando el hachero maestro el cordel por la parte del raigal con el clavo, y ayudando la tension otro hachero que coge la extremidad opuesta, hasta que el primero templa la cuerda, *cordea*, y deja impresa una línea recta negra sobre la faja del desroñe. Igual operacion se hace en la otra faja desroñada, con la cual ya quedan señalados en el tronco los límites del ancho de la tabla de la pieza que quiera hacerse, y por los cuales el hachero debe guiar la herramienta. Puesto el operario de pié sobre el pino, si éste es muy cortezudo ó cuaja con exceso el marco, empieza por *picar*, ó lo que es lo mismo, dar varios córtes en forma de cuña, cuya distancia extrema es lo que separa unas ramas de otras, con lo cual se facilita la separacion de grandes astillas, dejándose á medio preparar la *cara* de la pieza. Se sigue luégo *limpiando* ó afinando, con lo que se quita por completo toda la madera que excede del trazo del cordeo hasta terminar del todo la labra. Cuando el marco no cuaja con desahogo el picado está demás, comenzando entónces la labra por la *limpia*. Los nudos se machacan bien con el peto para que pueda entrar á afinarlos luégo la pala convenientemente.

Para la verticalidad de la cara que se labra no hay más guía que la experiencia y el tino de llevar el hacha á plomo, de donde se infiere la necesidad de que sea uno el plano que pase por la herramienta y el mango.

Algunos hacheros no comienzan la labra de la segunda cara hasta dejar terminada la de la primera, y otros, por el contrario, van repartiendo el trabajo por igual en ambas caras á la vez, haciendo *una mano* en una, y continuando con *otra mano* en la otra. Como el ancho de las caras es siempre mayor que lo que puede profundizar la pala del hacha, se deduce fácilmente que hay necesidad de emplear várias *manos* en el *deshile* de cada una de ellas, que así se llama su completo alisado. Cuando son dos los hacheros que se emplean en la labra, es más difícil que cada cara forme un plano perfecto, por cuanto no tienen entrambos el mismo golpe de vista, del que depende el acierto en la operacion. Es más conveniente, por lo tanto, encargar la labra de cada pino á una sola persona.

Labradas ya las dos primeras caras que han de formar el grueso del canto de la pieza, se vuelve ésta con la ayuda de las hachas, con la precaucion de hacerla correr hácia atrás sobre las camas, á fin de que no se salga de los *aparates* al dar la vuelta. Hecho esto y tanteado el grueso con el marco, se empieza de nuevo el desroñe, se cordea y se repiten las mismas operaciones practicadas con los dos planos ya alisados.

Cuando por la regularidad del suelo no hay necesidad de recollar, se encama todo el tronco sobre los *aparates* del mismo modo y con iguales precauciones que cuando se trata de un pino recollado. Asimismo son idénticas todas las operaciones de labra, con la sola diferencia

de que en este caso se marcan por medio de córtes perpendiculares al eje del tronco las distintas longitudes de las diversas piezas que puede dar el árbol, las cuales se determinan conforme á los marcos de cada clase y observando el punto en que el grueso del tronco no cuaja el marco que se use, en cuyo caso se sustituye éste por el inmediato inferior ú otro de menores dimensiones.

Antes de abandonar el hachero el pino cuya labra ha terminado, traza con el córte del hacha, en cada una de las piezas obtenidas, la longitud en piés, que mide con el astil, acompañando á las cifras su marca particular, que ó bien figura una letra del alfabeto, ó bien consiste en la combinacion de líneas rectas, en aspa, cruz, etc, de manera que pueda hacerse fácilmente con el hacha, requisito que tambien reune la numeracion; ésta es igual en un todo á la romana, excepto el cinco, que se hace con un trazo largo de la misma longitud que el que vale diez; las unidades hasta cuatro inclusive se expresan por otros tantos trazos rectos, cuyo largo es igual á la mitad del que tiene el valor de cinco unidades. Comunmente la marca que adopta el hachero no varía nunca miéntras ejerce el oficio, dándose casos de haberse trasmitido de padres á hijos y de maestros á aprendices.

La *entrega* que se hace al *capataz de hachas* ó encargado que nombre el rematante con objeto de que vigile las operaciones de *fábrica* y cuide de que se aprovechen y labren los árboles del modo más conveniente, tiene lugar diaria,

semanal ó quincenalmente; prefiérese, sin embargo, la entrega diaria para evitar equivocaciones. Tiene lugar midiendo el encargado, á presencia del hachero, las dimensiones de la pieza, que anota en un cuaderno, cuidando éste último á su vez que dicha apuntacion confronte con la suya, que de antemano tiene registrado en su plantilla.

Se reunen los hacheros en *cuadrillas* de dos, seis ó más, segun el grado de amistad ó parentesco que les une. El rematante ajusta las cuadrillas, en las cuales figura uno siempre como jefe, y reconocido el sitio de la corta, así como la clase y número de árboles que han de ser objeto de la *fábrica*, se procede á la division en tantos *cuarteles* como cuadrillas, tratando de que tengan aquéllos, en lo que sea posible, igual número de árboles y de iguales dimensiones. Las líneas divisorias se marcan con chaspaduras hechas en los pinos que no han de cortarse. Cuando los cuarteles están en ladera, estas líneas se trazan siempre de abajo á arriba, cuya direccion siguen despues los hacheros para la labra. Se procede luégo al *sortéo* de los cuarteles, de manera que cada cuadrilla quede instalada en el suyo segun el resultado de la suerte.

El rancho se hace en verano al aire libre, sin más que abrir un hoyo para encender la lumbre, rodeándole de piedras. En invierno se construye un *chozo* de forma prismática triangular, capaz de albergar, siquiera sea con estrechez, á todos los individuos de la cuadrilla. Las aristas ó pares extremos y el caballete se

hacen con latas, cerrando las dos vertientes con ramas dispuestas en sentido longitudinal, recubiertas con grandes astillas empizarradas. Un pequeño agujero abierto encima de la puerta sirve para dar salida al humo. El suelo se cubre con una capa de helechos secos.

Las cuadrillas se reparten por igual las utilidades del trabajo, cuando se componen únicamente de *maestros*. Los *aprendices*, cuya práctica comienza por el derribo, continuando despues por el picado hasta el deshile, no entran en aquella distribucion más que á la parte de 18 á 16 reales de cada 20 de utilidad, ó lo que es lo mismo, el 80 ó 90 por 100, segun su grado de aptitud. Los 2 ó 4 reales excedentes por cada 20, se distribuyen entre los maestros.

Los rematantes entregan semanalmente á cada hachero el socorro de 30 á 40 reales, hasta que, al dar por terminada la fábrica, se ajusta la cuenta total en vista de lo que arroje la medicion y confrontacion de las plantillas. La cuenta se ajusta siempre por la totalidad de piés longitudinales de las distintas clases del marco, cuando se trata de las piezas que no tienen en él una longitud fija; la cuenta de las demas es á razon de un tanto por pieza. Los aprendices reciben el mismo socorro que los maestros, pero sufren el descuento estipulado segun se ha dicho más arriba.

De 20 á 30 reales es el jornal que obtiene el hachero, contando con la mayor ó menor dificultad que presenten los pinos para la labra, pero el importe de las frecuentes composturas

que requieren las hachas, las suspensiones de trabajo que se originan con este motivo y las que producen igualmente las heridas contraidas con el manejo de aquéllas, reducen el jornal citado.

Antes de espirar el plazo dentro del cual deben terminarse las operaciones anteriores, segun lo dispuesto en el pliego de condiciones de la contrata respectiva, concurren al sitio de la corta un empleado del ramo, un regidor del ayuntamiento y el rematante, para verificar el *recuento*, cuyo objeto es saber si se han cortado más árboles de los concedidos y marcados por la administracion. Dicho *recuento*, reducido á contar los tocones que dejan los árboles cortados, ofrece algunas veces bastante dificultad, por las distancias á que se encuentran aquéllos; por la espesura del arbolado ó por la aspereza del terreno Procúrase, sin embargo, examinarlo por fajas contiguas, con el objeto de evitar repeticiones en la cuenta, á cuyo fin se marca la superficie superior de cada tocon recontado, con una línea de almagre. Es conveniente reconocer las marcas que debe haber al pié de los mismos, para cerciorarse de si es ó no procedente de los concedidos el árbol cuyo tocon se examina.

Prévia la aprobacion del recuento, se expide á favor del rematante el *descargo de corta*, con lo cual puede ya comenzarse la *saca* para trasladar á los *talleres de sierra* la madera que se destina á este uso, ó para recogerla en un sitio dado, fuera del prédio, cuando se ha de emplear

como madera de hilo. Si la corta está en ladera y distante de los carriles que cruzan el monte, se bajan á éstos las maderas por los *arrastraderos* establecidos de antemano, ó hechos provisionalmente para el caso. La extraccion se hace con bueyes; uncidos por parejas, clava el conductor en la arista superior de una de las extremidades de la pieza que ha de sacarse, y con cierta inclinacion, un *clavo* que remata en una *sortija* ó anilla, por la que se pasa luégo la cadena de tiro enlazada sobre sí misma en alguno de los eslabones por medio de un gancho con que termina en una de sus puntas. El otro extremo se sujeta al yugo de los bueyes y se dispone todo de manera que el clavo esté en la vertical que pasa por el centro de aquél, pero con la holgura suficiente para que la pieza arrastre por el suelo. De esta manera dispuesto todo, se emprende la marcha, siendo fácil de comprender que, dada la gran pendiente de los arrastraderos, la gravedad debe hacer marchar hácia adelante las piezas, cuya velocidad contienen los bueyes por medio de las cadenas de tiro. Se inutilizan muchas reses en las revueltas y en los arrastraderos desiguales.

Una vez en el *cargadero* la madera, se carga ésta en las carretas para seguir por los carriles adelante hasta llegar á su destino. En el suelo del cargadero se abren dos hoyos longitudinales ó *esperas*, en los que se introducen las ruedas de las carretas para hacer que el tablero de las mismas diste poco de la superficie del suelo, y sea más fácil, por lo tanto, la carga.

Con una destreza especial, peculiar de los boyeros espinariegos, se valen éstos del mismo ganado para cargar las carretas. Al efecto, obligan á los bueyes á que sigan tirando hácia adelante hasta que una extremidad de la pieza que arrastran descanse en el tablero de la carreta. Sacan luégo el clavo y lo corren hácia atrás, un metro poco más ó ménos, así como la cadena, en cuyo estado obligan de nuevo á marchar hácia adelante los bueyes, con lo cual, y repitiendo la operacion cuantas veces lo exige la longitud de la madera, acaban por dejarla completamente cargada. Para que los bueyes no den con sus cabezas en la madera de que va cargada la carreta, se coloca esa sobre dos travesaños, de los cuales el anterior es más alto que el de atrás y la carga se sujeta con cadenas y cuerdas.

El procedimiento de descarga, una vez llegadas las carretas á los talleres, es completamente inverso.

El coste de la saca varía naturalmente con la distancia y accidentes del terreno. El término medio del coste de la conduccion del metro cúbico de madera de hilo es de 22,42 reales, y de 30,26 el de la madera de sierra.

La proyeccion horizontal de los *talleres* de sierra tiene la figura rectangular, dentro de la cual caben holgadamente y en direccion del lado más largo, tanto las piezas que deben aserrarse como los dos aserradores encargados del trabajo. El emplazamiento se hace en ladera, dando cierta inclinacion al suelo, de modo que,

colocados los largueros ó planchas (cuyas piezas tienen el marco de tercia y cinco metros de longitud) en posicion horizontal y paralelamente al lado mayor del taller, resulte que toquen casi al suelo por la parte más alta del terreno, sitio en donde se coloca el *aserrador de arriba*. Esto exige que dichas planchas se sostengan con piés derechos por el extremo opuesto, ó sea la entrada del taller, lugar destinado al *aserrador de abajo*. Las planchas distan dos metros y medio una de otra, y sobre las mismas se aseguran, en sentido perpendicular, los *cabezales* que tienen el marco de vigueta. Uno de ellos está fijo en el sitio del aserrador de arriba, y el otro es móvil, pudiendo correr adelante ó atrás, segun lo requiere la marcha del trabajo. A medida que aumenta el número de las piezas aserradas, se emplean las tablas y alfargías obtenidas en construir una ligera caseta de cuatro paredes y dos vertientes, que recubre por completo el taller. La madera excedente se dispone en *pilas* de base cuadrada, de la altura de dos metros á lo sumo, guardando las tongadas contiguas la direccion perpendicular para favorecer la desecacion.

La sierra suele tener 2,10 metros de longitud, 0,25 de ancho por un extremo y 0,05 por el otro. Termina por el lado de mayor anchura en un espigon de hierro de 0,50 de longitud, en cuyo remate se sujeta perpendicularmente un mango de fresno, llamado *cabrita*. Al otro extremo de la sierra va la *manilla*, doble espiga de hierro de á 30 metros de largo, con un man-

go de madera. Su disposicion es tal que las dos varillas de que consta, corren paralelas sin dejar más distancia entre sí que la necesaria para que quepa á lo largo el grueso de la hoja de la sierra, la cual se sujeta á esta *armadura* por medio de cuñas de encina introducidas en el abultamiento semicircular que forma una de las varillas hácia donde está el mango.

Para afilar los dientes de la sierra se usa la *media-caña*, de mayor ó menor finura, segun la importancia de las mellas. Con lo que se llama *trabador* se da á los dientes la inclinacion que les corresponde, torciéndolos unos á la derecha y otros á la izquierda, de manera, que visada la sierra por la línea de los dientes, formen éstos un pequeño canal recto, en el que no es posible admitir la menor desviacion, so pena de ejecutar el aserrado con muy malas condiciones. No excede el *trabador*, que es de hierro, de tres decímetros de largo, y lleva en una de las caras tres muescas rectangulares, entre las que se alojan los dientes de la sierra para retorcerlos en la direccion conveniente.

Para sujetar sobre el cabezal de atrás las piezas que deban aserrarse, se usan ganchos de unos cinco decímetros de longitud, á lo más, en número de cuatro ó seis. Las puntas están encorvadas en ángulo recto, dirigiéndose hácia un mismo lado en unos, y en direcciones opuestas en otros. Por medio del *tronzador*, sierra de la misma forma que la descrita, pero algo más pequeña, se dividen las piezas que de antemano no están recolladas. Una cuerda empapa-

da en almagre, una *plomada* y los compases, son los útiles destinados al trazado de las piezas que se deben aserrar. Despues de limpiada la troza con una hacha de una sola boca, se cordean las líneas longitudinales, fijando sus gruesos con el compás. Hecho esto, y con objeto de que los trazos que deben marcarse en la cara inferior se correspondan verticalmente con los de la superior, úsase la plomada aplicándola á uno de los planos que limitan la troza por un extremo, con lo que se marca el punto de uno de los *hilos* extremos de la arista inferior, puesto que sirve de partida para repetir con el compás los gruesos que estaban señalados arriba, y cordear por abajo, dejando del todo terminada la operacion. Colócase luégo la troza ó machon sobre los cabezales, sujetando el extremo que corresponde al de atrás con los ganchos cuyas puntas están vueltas hácia un mismo lado, de las que una se introduce en la cara posterior de la pieza y otra en el cabezal. Los clavos restantes se fijan en las caras laterales, acomodándose á esta colocacion las distintas direcciones de sus puntas.

Empieza luégo el aserrado, que verifican dos hombres, uno, el más inteligente, puesto de pié sobre el cabezal de atrás, cogiendo con las dos manos la *cabrita*, y otro, tambien de pié y á la entrada del taller, que toma á su vez la *manilla*.

Se asierran todas las piezas ó tablas hasta la mitad de la longitud de la troza donde está colocado el cabezal de adelante. Dados hasta

aquél punto todos los córtes que marcan todos los hilos del cordeo, se saca la sierra para correr adelante el cabezal, y hecho esto se continúa el trabajo hasta llegar á los primeros clavos laterales, que se van quitando á medida que queda aserrada la tabla ó pieza de aquel lado, clavándolos de nuevo en la siguiente cara latelralque queda al descubierto. Para ayudar el trabajo de la sierra se colocan entre tabla y tabla, á medida que adelanta la labor, cuñas de encina, para mantener la debida separacion entre las tablas contiguas. Para que se pueda sacar la sierra con facilidad se coloca por debajo un palo, llamado *espeto*, que se introduce entre tabla y tabla.

Algunas veces son dos los aserradores que cogen la *manilla*; pero por la dificultad de que dirijan entrambos con igual acierto la sierra, se prefiere, y es lo más comun, el que sea uno solo.

El hombre de abajo, que nunca es tan práctico como el de arriba, no tiene más obligacion que llevar el hacha, en la compañía que forma con el otro, á cuyo cargo corren las demas herramientas, su composicion y el afilado de la sierra, trabajo que requiere mucha destreza y absorbe mucho tiempo. En virtud de estas desigualdades, el primero de aquellos no entra nunca en el reparto de ganancias en igual proporcion que el segundo. Puede calcularse en unos 30 reales el jornal que ganan dos aserradores, contando con que el trabajo no sufra interrupciones extraordinarias.»

Aserrado mecánico.—Los progresos que la mecánica ha hecho en estos últimos tiempos han facilitado extraordinariamente la realizacion de las diversas operaciones del trabajo mecánico de labrar las maderas, sustituyendo los sistemas y medios usuales por otros más perfeccionados, usando al efecto máquinas, útiles y herramientas que economizan, no solo gran número de jornales, si que tambien de material leñoso.

La reseña de estos aparatos no lo consiente los límites de este *Manual*; pero á quien interese su conocimiento detallado, remitimos al capítulo que trata de esta materia en el *Tratado de maderas de construccion*, que hemos dado á la estampa en Madrid, 1880, en el cual se acompañan los grabados de las principales máquinas destinadas al trabajo mecánico de la madera que en él se describen y la relacion de los precios de su adquisicion.

Apéo de los árboles con la dinamita.—Cuando intrese verificar rápidamente la roturacion de uneterreno arbolado, puede usarse la dinamita, sustancia explosiva de gran potencia, ensayada con éxito para este objeto en diversas ocasiones, en especial en el último sitio sufrido por París, y tambien se efectuaron experiencias en la casa de Campo de Madrid, en el año 1872. Es buen sistema rodear el árbol que se quiere derribar con un cartucho relleno de un kilogramo de dinamita, prendiéndose fuego por medio de una mecha cuyo extremo, introducido en el cartucho, termine con una cápsula de fulminante; la

colocacion é inflamacion del cartucho requiere unos pocos segundos de tiempo.

El precio de la dinamita varía de 3 á 5 pesetas el kilogramo, segun la clase, y él de las cápsulas de 2,50 á 4,50 pesetas el ciento.

Descortezamiento.—Algunos botánicos aconsejan descortezar los árboles en pié, dejándolos en tal estado durante un año ántes de ser cortados, suponiendo que por esta operacion la albura adquiere mayor dureza y puede aprovecharse un octavo más de madera que si solo se utilizase el durámen, y que la madera es más dura y pesada y ménos propensa á ser atacada por los insectos que la no sujetada préviamente á esta operacion; pero en cambio tiene la desventaja de henderse y resquebrajarse muy fácilmente, deformándose á veces de tal suerte, que solo puede utilizarse para leña. Más comun y sencilla es la práctica de cortar las ramas madres ántes del apéo de los árboles, para impedir que el repoblado jóven sufra daños con la caída de los árboles. Algunos autores aconsejan el descabezamiento del árbol con un año de anticipacion á su apéo, dejando tan solo el tronco hasta la cruz, pero este sistema está muy expuesto á que penetrando el agua de lluvia al interior del tronco, origine en su madera enfermedades y la pudricion; otros, por el contrario, opinan que se deben dejar los árboles cortados con sus ramas y hojas para que atraigan la sávia que haya en el tronco, sistema mucho más recomendable que los anteriores. No da malos resultados y es más usual cortar los árboles en

otoño ó invierno, dejándolos en el monte hasta la primavera, en que se pueden practicar las operaciones de labra y arrastre ó conduccion de las piezas de madera.

Desecamiento.—Los árboles se ponen á secar cubiertos con tierra ó arena, para que l opera-cion se efectúe con lentitud, ó simplemente se apilan colocados sobre calzos, caballetes ó piedras, dejando huecos intermedios para la libre circulacion del aire, disponiendo los tron-cos de manera que en dos capas contiguas ocupen respectivamente posiciones perpendicu-lares, es decir, cruzados los troncos, y en la parte superior de la pila ó monton se colocan tablas ó ramaje y tierra para impedir que las aguas pluviales penetren en el interior é impidan que la madera se seque. Cuando la madera se des-cortece naturalmente, conviene completar el descortezamiento volviendo luégo á apilar los árboles en sentido inverso, es decir, colocando debajo los que ántes ocupaban las capas supe-riores del monton.

Los acopios de maderas se deben vigilar con precaucion para observar si han sido atacadas por insectos, y en cuanto se note vestigio de ellos separar todos los troncos invadidos, y tener limpio el monte de brozas y despojos de cortas, que son siempre un foco donde se guare-cen y propagan los insectos.

Trasporte.—En lo que precede se ha tratado del modo de conducir las piezas de madera por los caminos ordinarios. Los rios sirven para poder trasportar grandes cantidades de madera,

como se verifica en la provincia de Valencia, á donde se conducen por los rios Turia, Júcar, y otros, grandes *maderadas*, constituidas por *piezas sueltas* y por *armadias*, siendo éstas últimas una especie de balsas hechas por los mismos troncos que deban ser conducidos. Es notable la maestría con que se arman, así como la habilidad con que los conductores acompañan las maderadas, salvando los numerosos obstáculos que se encuentran en el tránsito hasta llegar felizmente al término del viaje.

IV. DEFECTOS DE LAS MADERAS.

En el *Manual de cultivo de árboles frutales* se indican, en el capítulo Patología vegetal, las diversas enfermedades y alteraciones que experimentan las plantas bajo la accion de los agentes atmosféricos en determinadas condiciones; es por lo tanto innecesario repetir lo allí consignado, y solo trataremos de los vicios que pueden presentar las maderas, ya sean debidos á una enfermedad de la planta ó á los efectos de una causa externa, pero que en último resultado produzcan variaciones en el tejido leñoso, cuyo reconocimiento se efectúa por medio de sondas practicadas con una barrena, por una pequeña labra hecha con la azuela en los sitios sospechosos de estar dañados, por el aserrado de los topes de la pieza, por el sonido que dé la madera al ser golpeada, que debe ser seco, por el olor que despida la madera, y por otros diversos medios análogos.

Ictericia. —Los árboles que padecen esta enfermedad tienen las hojas amarillas, y la madera presenta manchas más ó ménos pronunciadas del mismo color, dispuestas en anillos concéntricos y que desprenden un olor ácido, observándose este defecto en los árboles viejos. Las maderas que se sospeche tengan esta mala cualidad deben labrarse á fin de separarse la capa de color gris que se forma en contacto del aire, observar si las capas interiores presentan las manchas amarillas, y cortar los topes de la pieza á unos tres centímetros de cada extremo para reconocer la seccion trasversal de la madera. Este defecto excluye á una madera para la construccion naval.

Desgarraduras.—Estos accidentes producidos por causas mecánicas, como la accion de los vientos, del rayo, golpes, mordeduras de animales, etc., no inutilizan la madera siempre que ésta conserve su natural cohesion, pero es fácil que con el trascurso del tiempo y mediante el concurso de los agentes atmosféricos faciliten el desarrollo de alguna enfermedad.

Rozadura ó frotadura.—Se produce siempre que por una causa mecánica se desprende parte de la corteza de un tronco, interesando el líber, formándose una capa de mala calidad que queda luégo cubierta por la corteza producida posteriormente. Este vicio, bastante frecuente, careceria de importancia si no fuera seguido de un principio de descomposicion de las capas leñosas inmediatas, que se manifiesta por el tinte verdoso ó pardusco que adquieren. Para

la madera de raja es muy perjudicial este vicio, y en construccion naval tampoco es desatendible por la facilidad con que en dicho sitio se desarrolla la pudricion; en su origen puede remediarse cubriendo la parte descortezada con una capa de mástic de ingeridores del que se emplea para cubrir las úlceras de los árboles. Se manifiesta en los troncos apeados por la coloracion ántes indicada, ó por los pequeños trazos negros ó brillantes que presentan en dichos sitios, los cuales deben explorarse detenidamente con la sonda, para venir en conocimiento de la intensidad del vicio y de la calidad y condiciones de la madera.

Entrecorteza ó entrecasco.—Se conoce á simple vista, si bien es difícil el precisar su extension; suele producirse por la union de dos ramas entre sí, ó por la soldadura de un tronco y una rama, lo cual disminuye la resistencia de la madera en aquel sitio, por efecto de la separacion de las fibras del tronco, que tiene lugar en virtud de su incompleta adherencia; y por bien soldadas que estén las ramas que lo originan, siempre en la parte superior de la soldadura se reconoce é ta por la presencia de una cicatriz longitudinal. Este defecto no perjudica la calidad y se presenta con más frecuencia en los árboles de buena madera.

Nudos ó clavos.—Así se denominan los discos de diversa clase de madera que se encuentran incrustados en el cuerpo del tejido leñoso, como resultado de alguna rama que fué rodeada por los crecimientos anuales del tronco, sin soldar-

se con la madera de aquélla; esto ocasiona la fácil separacion de dichos trozos de madera dejando un hueco en el núcleo principal. Sucede comunmente que el muñon que deja una rama al ser separada del tronco, muere ántes de ser recubierto por las capas leñosas de éste formadas posteriormente; en este caso queda una porcion de madera que puede entrar en descomposicion, conociéndose con el nombre de *nudo con cáscara tragada*, y cuando esto acontece suelen presentarse en dicho punto algunas manchas blancas. Los nudos, por regla general, son de color más oscuro que el resto de la madera, y suelen dar lugar á la formacion de *grisetas*. Para ciertas piezas, en particular para tablazon y arboladura, se rechaza en la marina la madera que adolece de este defecto y, caso de admitirse, se reconoce escrupulosamente con la gubia ó con el taladro para saber si es un nudo sano ó viciado.

Verrugas; *tumores*.—La acumulacion de sávia en un punto y la desorganizacion del líber, puede producir los abultamientos que reciben estas denominaciones. Las picaduras de insectos, las heridas, la succion de plantas parásitas y otras causas, originan estos defectos que destruyen la uniformidad y regularidad de las fibras leñosas; la supresion de ramillas ocasiona á veces este fenómeno, que es comun en los olmos, los fresnos y los álamos. El roble presenta á veces unas verrugas pequeñas, que crecen rápidamente, y luégo se abren dejando al descubierto una pequeña cavidad que, si se llena

de agua, animalillos y restos orgánicos que entren en putrefaccion, son un foco de la misma, que puede afectar á la salud del árbol y convertirse en goteras; cuando las verrugas son redondeadas y cerradas, se reputan por los prácticos como indicio de salud; pero si son longitudinales y están situadas á lo largo del árbol, lo deforman, y la madera generalmente suel : presentar signos de alteracion.

Fibras torcidas ó reviradas.—Las maderas cuyas fibras describen hélices alrededor del eje del árbol, tienen poca resistencia cuando se emplean como piezas rectas, y en particular como madera de sierra. En las construcciones civiles se admiten, á pesar de ser ménos resistentes y elásticas que las maderas exentas de este defecto, difícil de apreciar en las aserradas si no se tiene gran práctica. Cuando el vicio es muy pronunciado no se emp'ea la madera en viguería, por la tendencia que tiene á desdoblarse, tanto más enérgica cuanto mejor sea la calidad de la madera, ni se usa en tablonería, porque se veticorta al ser aserrada. En los árboles en pié sirve de indicio, para darlo á conocer, la direccion de las resquebrajaduras de la corteza, habiéndose observado que cuando la hélice que ellas forman asciende hácia la derecha, la torcedura de las fibras es, por lo ménos, tan grande como aquéllas indican, mientras que, por el contrario, si la hélice se dirige hácia la izquierda, la torsion de las fibras es menor que la de las resquebrajaduras.

Madera alburenta.—Así se llama al tejido

fofo y blando, que no llega á adquirir buenas condiciones para material de construccion y es muy propenso á contraer la pudricion ú otra de las enfermedades consignadas en este capítulo. El durámen no se distingue bien de la albura en las maderas blancas, chopos, tilos, sáuces, etc., pero se diferencian bastante en el roble, el fresno y otras especies, donde la albura forma un anillo externo de color más pálido y de menor densidad que el resto de la madera; la poca diferencia que presenten las dos zonas, en esta clase de maderas, puede ser indicio del defecto que nos ocupa, y la madera afectada de este daño solo pesa cinco sétimos de la de buena calidad, tiene el grano ménos fino y no se aplica para la construccion.

Doble albura.—Algunos árboles aparecen con algunas capas anuales de color más claro ó más pronunciado que el de los anillos contiguos; la madera en tal estado es muy propensa á ser atacada por los insectos y á entrar en putrefaccion, siendo su calidad inferior á la de la albura propiamente dicha. Esta condicion la excluye para ser usada en construccion, y si el mal es intenso, entónces tampoco sirve para madera de sierra y mad ra de raja.

La intensidad del mal en su marcha progresiva presenta los siguientes aspectos:—1.º Las capas dañadas se diferencian del resto de la madera tan solo por un color más claro, siendo de igual contextura que éstas y reuniendo los caracteres que indican una buena calidad. Esta madera es propensa á los ataques de los insec-

tos y tiene poca duracion y escasa solidez, empleándose solo como madera de sierra.—2.° Las capas de *doble albura* están formadas por anillos muy estrechos y porosos, sin presentar síntomas de alteracion en los tejidos; tampoco se emplea esta madera en construccion, por cuanto á la poca resistencia, reune condiciones higrométricas y mucha facilidad para absorber la humedad de la atmósfera, que la expone á descomponerse y propagar la pudricion á las maderas sanas con que esté en contacto.—3.° La parte superior del tronco dañado está constituida por un tejido poroso, blando y deleznable, impregnado de sávia de color negruzco ó pardo que exhala un olor fétido y nauseabundo, cuyo carácter indica un grado más avanzado de descomposicion de la madera, que solo sirve para combustible.

Madera quemada.—Acusa una próxima destruccion de la madera, que se va convirtiendo en un polvillo muy fino, de color negruzco y olor ácido y nauseabundo; esta madera es preferentemente invadida por los insectos, que encuentran en ella principios nutritivos y buenas condiciones para establecer sus galerías.

Madera negra.—La madera de roble presenta con frecuencia vetas de color negro, de aspecto análogo al que presenta la madera agrisetada, de que luégo se tratará; sin embargo, se diferencia de ésta en que las estrías negras no exhalan ningun olor desagradable, miéntras que las manchas características de las *grisetas* desprenden un olor de tabaco y son ménos oscuras.

Este carácter puede provenir de un principio de *griseta*, en lo cual se haya detenido el progreso de la enfermedad ántes que éste produjese la alteracion completa del tejido leñoso. Esta madera se admite en construccion, pero es preciso tener mucho cuidado en reconocerla escrupulosamente, porque podria conservar gérmenes de alteracion, y progresar la enfermedad.

Madera roja.—Con este nombre se conoce la que es pobre en sávia, ó está corrompida, á consecuencia de lo cual la madera se pudre, presentando como carácter esencial la coloracion que le da nombre y que no debe confundirse con la que á las coníferas les comunica un exceso de resina.

Caducidad, decrepitud, ó madera borne.—Los árboles puntisecos y viejos no tienen suficiente fuerza vegetativa para determinar el ascenso de la sávia hasta su cima, formándose en su parte inferior una gran cantidad de materia leñosa que va dificultando cada vez más el paso de la sávia, hasta que sobreviene la muerte del árbol. La madera pierde su elasticidad y es difícil de labrar, oponiendo resistencia á los instrumentos cortantes, se vuelve quebradiza, y tiene un color blanco sucio, á veces pardusco, en cuyo caso se presenta algo húmeda, desprende un olor característico y se excluye absolutamente su empleo para la construccion.

Grietas ó fendas.—Los cambios bruscos de temperatura producen grietas, ya segun la direccion de las fibras, ya trasversalmente en la corteza, dejando las capas del líber expuestas á

la accion de la atmósfera. Cuando estas incisiones son poco profundas y no presentan en sus bordes síntomas de haberse desarrollado otra enfermedad, puede usarse esta madera, aprovechándola de modo que pasen por ellas los córtes que se deban practicar para fraccionarla en trozos ó aserrarla en tablones.

Acebolladura, colaña ó cebolla.—Consiste este vicio en una solucion de continuidad entre dos capas contiguas, dejando entre sí un hueco ó espacio vacío que á veces rodea completamente una capa anual, dejándola aislada y separada del tejido leñoso formado posteriormente. La facilidad con que el agua puede penetrar en dicha cavidad y producir la descomposicion de la madera, motiva que ésta no se emplee en las construcciones; sin embargo, este defecto no impide que se use la madera siempre que dividida por los sitios agrietados resulten trozos de dimensiones convenientes. Por lo comun, cuando en una seccion trasversal del tronco ocupan las grietas varios anillos concéntricos y en ellos se presenta muy marcado el defecto, este no suele ascender á gran altura en el tronco; este vicio solo puede reconocerse cortando el árbol.

El peso de la nieve y la accion mecánica del viento pueden producir esta separacion de várias capas contiguas, como se ha comprobado en varios experimentos hechos con árboles jóvenes, sometidos á diversas flexiones, que es el esfuerzo segun que obran dichos agentes meteorológicos. Se atribuye tambien el choque que sufren los árboles al ser apeados al caer sobre

terrenos duros; así como otros lo creen resultado de la congelacion de la sávia durante frios intensos. En este vicio, lo propio que en la heladura, las grietas se presentan generalmente revestidas por una capa algodonosa de color blanco amarillento, formada por una especie de hongos, y que manifiesta síntomas de alteracion, sirviendo este carácter para distinguir este defecto de las simples fendas de sequedad. El golpéo con las hachas y marcos suele tambien ocasionar algunas veces este defecto.

Madera pasmada, heladura ó atronadura.—Consiste este defecto en una hendidura que desde la periferie penetra al interior del tronco segun la direccion de los radios medulares, á más ó ménos profundidad, segun la intensidad del defecto, formándose al exterior, cuando se cicatriza la grieta, un pequeño reborde de color negruzco, que no desaparece del tronco é indica el vicio, reconocible tambien por el sonido apagado que emite el tronco cuando se le golpea. Segun la extension que ocupe, así se admiten ó no en marina estas maderas, utilizándolas para aserrarlas en tablones ó fraccionándolas en trozos segun la direccion de dichos agrietamientos. La filtracion del agua por estas grietas puede originar la alteracion y descomposicion del tejido leñoso, y en este caso el defecto degenera casi siempre en alguna otra enfermedad mucho más grave.

Ulceras, cáries, lagrimales, chaneros.—Las *úlceras* son resultado de heridas no cicatrizadas oportunamente, en las cuales, por efecto de la

accion del aire, la humedad atmosférica y las aguas de lluvia absorbidas por dicha incision é infiltradas segun la direccion de las fibras, se produce la descomposicion de los tejidos, la cual propaga incesantemente á las capas leñosas contiguas, hasta llegar al corazon del árbol. La sávia que afluye á los bordes de la *úlcera* se altera tambien trasformándose en un liquido pardo y ácre, que dificulta la cicatrizacion de la herida y la formacion de una capa de corteza que la proteja, y resulta un agujero que nunca se cierra y que constituye la *cáries*. Esta enfermedad solo afecta á la extension que ocupa, y los daños que ocasiona á la madera se reducen á amenguar sus dimensiones al separarse la parte lesionada de la sana.

Cuando la *úlcera* se ha formado en la áxila de una rama parcialmente separada del tronco con desgajes, por la accion de las nieves ó vientos, se denomina *lagrimal*. Las fuerzas vitales y la accion de la sávia pueden detener la marcha de la descomposicion, dejándola reducida á la porcion ocupada por la herida sin penetrar en el resto del tronco, trasmitiéndose á lo sumo al muñon que queda al desprenderse la rama. La madera así dañada se trasforma en una materia blanca ó ligeramente amarilla, blanda, deleznable é inodora que va siendo anualmente recubierta por madera sana. En este caso no progresa la enfermedad y solo resulta de ella un núcleo de madera vana incrustado en la masa leñosa no enferma, en la cual no produce otro perjuicio que disminuir el volúmen de la madera

que tiene dichos nudos blancos, en cuanto dicha parte no sirve para la construccion, utilizándose solamente el resto de la madera. De lo dicho se deduce, que las *úlceras* son producidas por heridas causadas al árbol, en el que por su posicion no pueden convertirse en *goteras*, ni producir por consiguiente *grisetas*.

Esta enfermedad se puede curar en un principio por medio de la separacion mecánica de la corteza y parte lesionada del tronco, dejando luégo dicha superficie expuesta durante un dia á la accion del aire á fin de que se seque, y despues se recubre la herida con coaltar, ó mejor con el siguiente mástic, que no se liquida, ni agrieta fácilmente por los calores fuertes, al paso que forma una capa que impide la accion atmosférica sobre la parte dañada. Se compone en las proporciones siguientes:

Alquitran:	28	gramos.
Pez de Borgoña.	28	—
Cera amarilla.	16	—
Sebo.	14	—
Ceniza ú ocre.	14	—
	100	gramos.

Se aplica este mástic elevando la temperatura lo preciso tan solo para fundirlo, puesto que usado á un calor excesivo alteraria esencialmente los tejidos de la planta.

Los *chancros* tienen mucha semejanza con las *úlceras*, pero provienen de una enfermedad de la

raíz; la afluencia excesiva de sávia en una parte del árbol dificulta su circulacion, acidulándose dicho líquido y produciéndose resquebrajaduras en la corteza, por las cuales rezuma la sávia trasformada en un liquido ácre, fermentable y de color rojizo. Se manifiesta este mal ántes de la supuracion de la sávia, por las manchas blancas ó rosadas que aparecen en la parte superior de la corteza del árbol, y que van descendiendo á medida que progresa la enfermedad.

Goteras ó grisetas.—Son producidas por la filtracion del agua en el interior del tronco, dando lugar á la descomposicion de la madera, que origina las *grisetas* (enfermedad en que degeñeran algunas veces las *úlceras*).

La descomposicion de la madera produce el *humus*, sustancia de color negro en el límite de la descomposicion, y que se presenta en la parte más exterior del árbol, conociéndose con el nombre de *grisetas negras*, la cual es la ménos cundidora, puesto que una vez reconocida su extension basta cortar la parte dañada para que sus efectos no se trasmitan al resto de la madera. A medida que el mal se desarrolla va penetrando hácia el exterior del árbol, y la *griseta* va aclarando el color, recibiendo, segun el que presenta, los nombres de *griseta roja* y *griseta blanca*. Esta diferencia de color puede ser producida por el distinto grado de descomposicon de la madera, á causa de la dificultad que tiene el aire para penetrar al interior del tronco, en el cual se efectúe de un modo incompleto la especie de combustion que debia trasformar la ma-

dera en *humus*. En las *grisetas blancas* y *rojas* la influencia de sus efectos alcanza á mayor extension de la que ellas ocupan, siendo esto debido á que el contínuo paso de la sávia al través de una sustancia en descomposicion altera sus cualidades y trasmite esta alteracion á las capas de madera que recorre.

Esta enfermedad se caracteriza en las maderas labradas por las manchas que presentan las capas leñosas en la region dañada; y en los troncos descortezados por las vetas de color rosado, gris ó pardusco que adquieren las fibras de la region subcortical, ó por el líquido de color negruzco que supura al través de la corteza de los árboles que la padecen.

La intensidad de una griseta puede apreciarse en un árbol en pié, cortando la rama enferma al ras del tronco, siendo indicio de que la enfermedad está en su primer período y no ha interesado profundamente el tronco, el presentar la parte dañada un color de chocolate algo pardusco, en cuyo caso, generalmente, queda limitada á la rama sin alterar el tronco, excepcion hecha de las capas en inmediato contacto con el punto de insercion de la rama dañada. Acusa un mayor grado de alteracion la circunstancia de estar la mancha salpicada de puntos negros y blancos, que son secciones de fibras completamente descompuestas, lo que se llama *griseta blanca* ó *griseta viva*, enfermedad muy perjudicial y que aumenta con suma rapidez, trasmitiéndose al resto del tronco, áun despues de cortado el árbol y almacenada la madera. A

veces son sustituidos los colores blanco y negro por el amarillo anaranjado, que indica mayor grado de descomposicion, de tal suerte, que suele penetrar hasta la parte central del tronco, manifestándose generalmente por el olor nauseabundo que despide comunmente la madera que se halla en tal estado.

El defecto de que se trata, á veces se presenta aparentemente, pero otras, por el contrario, tiene mayores proporciones de las que aparecen á la vista, y como se propaga generalmente desde su orígen hácia la parte baja del árbol, se debe buscar el punto donde comienza tanteando con la sonda las partes alteradas hasta encontrar la zona en que no haya alcanzado la descomposicion.

Pata de gallina ó simple pudricion.—Es una de las primeras manifestaciones de la pudricion, dándose á conocer esta enfermedad por una grieta que, partiendo del corazon, se dirige en sentido radial á la periferie del tronco, con sus paredes recubiertas por una especie de moho que exhala un olor repugnante, carácter que diferencia este vicio del llamado *corazon partido*, que es generalmente una fenda ó grieta causada por la sequedad.

Esta enfermedad ataca á los árboles decrépitos, bien sea por el número de años ó bien por la pobreza del suelo y falta de condiciones en que han estado para vegetar; principia en la parte baja del tronco, ascendiendo sin interrupcion hácia la region superior, y presentando las ramas los mismos caractéres que el tronco.

Cuando la enfermedad se presenta solamente en la base del tronco puede emplearse la parte no dañada; pero si se extiende á toda su longitud, no se puede usar en construccion, porque la madera en tal estado tiene poca resistencia y es ademas muy propensa á podrirse, presentándose bajo la forma de un tejido blando, á veces deleznable, de color negruzco y que exhala un olor muy desagradable. Esta enfermedad se propaga despues de apeado el árbol, si no se procura extirpar toda la parte enferma.

Los caractéres exteriores que suelen presentar los árboles dañados de esta enfermedad, son: manchas en la corteza, algunas veces recubiertas por hongos, líquenes ó parásitas; grietas ó abultamientos en su superficie y goteras ó lagrimales por los que puede penetrar el agua al interior del tronco.

Pudricion roja ó tabaco.—Esta enfermedad, que se puede considerar como un mayor grado de intensidad de la *pata de gallina*, se presenta bajo la forma de un polvo de color rojo canela, algo pardusco, de donde toma el nombre de *pudricion roja*, ó bien de un color más oscuro, llamándose en este caso *tabaco*, en cuyo caso es mayor el grado de descomposicion de la madera. Cuando esta enfermedad no se asocia con la *pata de gallina* y queda oculta en el interior del tronco, suele conocerse por unas pequeñas manchas rojizas que aparecen en las caras de las piezas á los pocos dias de labradas, y que al relabrarlas desaparecen para al poco tiempo presentarse de nuevo.

Esta enfermedad se reconoce por el sonido apagado y poco sonoro que emite el tronco al ser golpeado con un martillo; á veces se manifiesta por algunas aberturas que el tronco tiene en su parte baja, de las cuales sale un polvo de grano grueso y color pardo, semejante al polvo de achicoria tostada. Los árboles que padecen esta enfermedad suelen desarrollar ramillas en toda la extension del tronco, principalmente en la parte baja d l mismo, y su madera no tiene empleo en construcción.

Pudricion blanca, cáries seca.—Cuando despues de empapado en agua un trozo de madera, se retira del contacto del aire, y conservándolo á la temperatura ordinaria se vuelve blanco y pierde su consistencia, entónces se origina la llamada *pudricion blanca*; en los árboles en pié se produce generalmente cuando se cierra una *boca de griseta* despues que por ella penetró agua al interior del tronco.

La *cáries seca* es entre todas las pudriciones blancas la que ménos se extiende en el tronco. Caracterízase por la conversion del tejido leñoso en una sustancia seca, estoposa y de poca compacidad, cuyo color amarillo pálido va disminuyendo de intensidad hasta llegar al blanco, á medida que con el trascurso del tiempo va la enfermedad tomando incremento. Se origina en la raíz ascendiendo por la parte central del tronco hasta llegar á las ramas superiores, si bien algunas veces queda estacionada deteniéndose en la parte baja del tronco del árbol.

Esta enfermedad presenta en los árboles en

pié los mismos caractéres que la anterior. La madera que la padece debe limpiarse de toda la parte dañada, á fin de evitar la propagacion de la enfermedad, pudiendo emplearse la restante en los usos ordinarios de la construccion, si bien se le considera de calidad inferior y sólo se aplica á obras de escasa importancia.

Tratándose de maderas cortadas, se reconocen con la sonda los puntos sospechosos, sirviendo principalmente de indicio de estar dañados la presencia de parásitas.

Agujeros de gusanos; madera picada.—Las larvas de los insectos producen galerías y ocasionan daños de consideracion á las maderas de que se apoderan, viviendo á sus expensas y fomentando su descomposicion y putrefaccion.

Luégo que las maderas presentan síntomas de estar atacadas por las larvas, se deben reducir á tablas, dejándolas secar perfectamente, para producir la muerte de aquéllas, y así, acudiendo con tiempo, pueden contenerse los estragos que ocasionaria la descomposicion de los tejidos leñosos iniciada por las larvas.

Conservacion de la madera.—Muchos son los procedimientos aconsejados para preparar las maderas á fin de dificultar su descomposicion. Fúndanse en su mayor parte en la inyeccion dentro de la madera de disoluciones de sustancias antisépticas, como el sulfato de cobre, el bicloruro de mercurio, ácido tánico, ácido piroleñoso, la creosota y otras várias. Tambien la carbonizacion superficial de la madera produce muy buenos resultados para aumentar

su duracion, así como el revestirla con una capa de pintura es muy conveniente para lograr el mismo resultado, no pudiendo entrar en detalles sobre los diversos procedimientos, por no excedernos de los límites y objeto elemental á que se dedica este *Manual*.

V. MEDICION DE LOS ÁRBOLES.

Dimensiones de los árboles.—Eligiendo los árboles con arreglo á las dimensiones necesarias para obtener de ellos las piezas que se deseen, ántes de proceder á su apéo, en vez de cortarlos y despues labrar las piezas que resulten, se evita un gran destrozo de madera á la vez que se ahorra el maderero muchos jornales de hacheros y labrantes, por cuanto tan solo se practica la operacion del apéo y labra de los árboles que ya se sabe proporcionarán las piezas de marco que se pretendan elaborar.

Las personas prácticas en esta clase de aprovechamientos forestales, suelen adquirir un tino especial para aforar á simple vista y con bastante aproximacion las dimensiones de un árbol, así como tambien para conocer las piezas de marco que puede dar con el menor desperdicio de material leñoso. Pero esta facultad, exclusivamente personal, no reviste la seguridad que lleva consigo la determinacion de las dimensiones por medio de medidas tomadas sobre el árbol, aunque esta operacion se efectúe abreviadamente y carezca de una rigorosa exactitud matemática.

Las dimensiones necesarias para calcular el volúmen de un árbol son la altura y el diámetro, ó la circunferencia de su tronco.

Métodos prácticos para la medicion de alturas.—Procedimientos detenidos y minuciosos solo sirven en los casos en que se requiere mucha precision en las operaciones; pero la mayor parte de las veces es preciso operar con rapidez, y entónces es preferible métodos prácticos, para los cuales se requiere mucha costumbre, sirviendo el uso de los instrumentos para ejercitarse el operador en adquirir la facultad de apreciar luégo á simple vista las dimensiones de los árboles, aforándolos por comparacion intuitiva con los de otros medidos con exactitud.

Uno de los procedimientos consiste en aplicar una unidad lineal sobre el tronco, y luégo á ojo, se aprecia el número de veces que está comprendida en el árbol; suele emplearse un baston de un metro de longitud dividido en centímetros, á lo cual se llama baston forestal. En el caso de no poseerlo puede servir una rama bien derecha, sobre la cual, con la cinta gradua da, se señale la graduacion correspondiente. Algunos bastones forestales tienen en su interior una varilla de hierro, á manera de estoque, que sirve para aumentar la longitud del baston hasta dos metros en total, con lo cual resulta ménos error en la comparacion, por estar dicha longitud contenida en el tronco menor número de veces.

Puede tambien servir una varilla cualquiera, sea lápiz, por ejemplo, y se sitúa el observador

á una distancia del árbol de modo que las dos visuales dirigidas por los extremos de aquél comprendan sobre el tronco una longitud conocida, medida de antemano; despues se va subiendo el lápiz hasta que la visual superior pase á ser la inferior, y así sucesivamente hasta llegar á visar el vertíce del árbol ó extremo superior del tronco que se quiere medir; el número de operaciones que se hayan efectuado multiplicado por la longitud conocida es la altura buscada.

Puede hacerse esto de una vez empleando un baston largo dividido en partes iguales: se coloca á distancia del árbol de modo que la visual al vértice pase por el extremo del baston; se ve el número de divisiones que comprenden las dos visuales dirigidas á los extremos del árbol, y midiendo sobre el árbol la longitud que corresponde al trozo comprendido entre las visuales dirigidas por dos divisiones consecutivas, se deduce con la multiplicacion de esta medida por el número total de divisiones que comprenden las dos visuales á los extremos del árbol, su longitud ó altura.

La altura de un árbol puede obtenerse más exactamente por medio de una cuerda ó cinta graduada, que un hombre subido al árbol suspende desde la parte superior, de modo que el extremo libre, que suele llevar su peso, toque al suelo, y la longitud de este trozo de cuerda se considera como la altura buscada.

Dendrómetros.—Son instrumentos destinados á obtener las dimensiones de los árboles en pié, conocida su distancia al punto de estacion

en que se coloca el operador, para poder deducir de ellas el volúmen del árbol. La eleccion de árboles de determinadas dimensiones, la cubicacion de árboles tipos, para luégo, por comparacion, obtener el volúmen leñoso del rodal, el cálculo de las existencias y otras várias operaciones anejas á la ordenacion de un monte, requieren el empleo de estos instrumentos que dan resultados muy aproximados. Los dendrómetros en la estereometría son los representantes de los instrumentos de precision que emplea la geodesia; su aproximacion es mucho menor, pues no la requiere en tanto grado la determinacion del volúmen de un árbol, ni tienen trascendencia los errores tolerables que puedan cometerse, y mayor desventaja llevaria consigo el empleo de instrumentos que exigiesen mayor tiempo para cada observacion, aunque ésta resultase más exacta.

Las condiciones que debe reunir un dendrómetro pueden reducirse, segun Regneault, á las siguientes:

1.º Aproximacion segura y suficiente; en esta clase de operaciones forestales se tolera un error de $0,^{m}1$ en las alturas y $0,^{m}01$ en los diámetros, y áun más

2.º No exigir cálculos, limitándose éstos á multiplicaciones ó divisiones por la unidad seguida de ceros, ó á lo más á tomar la mitad, el tercio, ó el cuarto.

3.º No ser precisa la condicion de estacionar á la distancia de diez metros del árbol, pudiendo verificarse entre 5 y 30 metros para ele-

gir el sitio desde donde se pueda visar mejor y fácilmente el árbol.

4.° Poderse verificar la operacion con brevedad, pues así lo requiere el gran número de observaciones que deben verificarse para una determinacion de existencias leñosas de un monte ó rodal.

5.° Sencillez é independencia de los movimientos á fin de poder determinar separadamente los diámetros y las alturas, y caso de hacerse al propio tiempo esta operacion, que sea de un modo fácil y breve.

6.° Determinacion directa de la altura del árbol desde la base independientemente de la pendiente del terreno.

7.° Posibilidad de operar un solo individuo.

8.° Ser el instrumento muy portátil, de poco volúmen, no requirir estuche, y siempre que sea posible tener solidez, ser de fácil rectificacion, y en caso de desarreglarse, que se puedan componer fácilmente.

Escuadra de Duhamel.—Sirve para determinar las alturas, y está formada por un triángulo rectángulo isóceles, hecho de madera, que puede tenerse en la mano ó colocarse sobre un baston terminado por un regaton de hierro para clavarlo en el suelo (fig. 13). Para operar con este instrumento se coloca el operador á una distancia del árbol tal, que dirigiendo una visual por la hipotenusa *ad* pase ésta por el punto *A*, cuya altura se quiere determinar, manteniendo uno de los catetos *ab* de la escuadra en posicion vertical, comprobada por un

perpendículo que se suspende de *a*, uno de los vértices de los ángulos agudos.

El triángulo *ABd*, semejante al *abd*, tendrá *AB* igual á *Bd*; midiendo en el terreno *Bd*, que es la distancia desde el árbol al punto de observacion, se conocerá el valor de la altura *AB* del árbol, debiendo agregarse á este resultado la magnitud *BM* para tener la altura total del tronco.

Este instrumento, aplicado á los montes, tiene el inconveniente que no siempre es de fácil empleo, porque la espesura dificulta en muchos casos el poderse colocar el observador á la distancia necesaria para operar, por no permitir la vegetacion que se dirija la visual indispensable; ademas, si el árbol está en un sitio elevado, de tal suerte que colocado el observador á la distancia conveniente, esté el aparato en un plano horizontal inferior á la base del tronco, no tiene aplicacion el instrumento.

Plancheta ordinaria.—Este instrumento destinado á medir alturas, consiste en una tabla de madera de forma rectangular (0,m30 de largo por 0,m10 de ancho ordinariamente), cuyos lados son perfectamente rectos (fig. 14). Hay dos pínulas *AB* de metal, dispuestas para poder dirigir una visual, segun uno de los lados mayores del instrumento, en el centro *a*, de cuyo lado está suspendido un perpendículo *ad*; una graduacion en centímetros y milímetros en una línea *hp*, distante diez centímetros del punto *a* de que pende el perpendículo, con el cero en *h* y señalada á ambos lados del mismo,

está dispuesta de modo que, colocado horizontalmente el lado mayor *AB* de la plancheta, pase el perpendículo por el cero de la graduacion. El instrumento tiene un anillo en el dorso para poderlo sujetar el operador.

Para observar con este instrumento se dirije una visual *AH* de modo que pase por la parte superior del tronco, y se anota la division por que pasa el perpendículo: resultan en esta posicion dos triángulos semejantes *ahd* y *AHD*, en los cuales la relacion que hay entre los lados homólogos *ah* y *AD* es la misma que entre *hd* y *HD*. Para facilitar el cálculo se construye *ah* que tenga un decímetro, y colocándose el observador á diez metros de distancia del árbol, resulta que la relacion entre *ah* y *AD* es de 1:100, y por lo tanto la relacion entre *hd* y *HD* será tambien de 1:100, ó lo que es lo mismo, cada centímetro cortado en la escala de la plancheta, representa un metro de altura del tronco, y cada milímetro un centímetro; si el observador se coloca á 20 metros, la relacion sería de 1:200 y cada centímetro de la escala representa 2 metros en altura. A la longitud obtenida por esta operacion debe añadrise la que hay desde el punto *D* hasta la superficie del terreno *R* en la parte inferior del tronco, ó bien visar el punto *R* verificando iguales operaciones que ántes, y despues sumar los dos valores obtenidos de este modo.

Esta plancheta tiene el defecto de que su manejo necesita dos observadores, uno que vise el extremo superior del tronco y otro que anote,

cuando esto suceda, la division por donde pasa el perpendículo; ademas es necesario estacionar á una distancia exacta de diez metros, veinte, ó un múltiplo, lo cual no siempre es posible.

Plancheta de cuadrícula.—Es igual á la plancheta ordinaria, con la modificacion de estar acompañada la línea graduada por otras várias paralelas á ella é igualmente graduadas, equidistantes entre sí una division de la escala (fig. 15). Con esta plancheta no hay necesidad de hacer estacion á la distancia de diez, veinte ó treinta metros; se coloca el operador á la distancia de *n* unidades, metros, varas ó piés, y se toma en la plancheta para índice de la graduacion la interseccion del perpendículo con la paralela que dista del punto *A* de suspension *n* divisiones, y el número de ellas comprendido desde el cero á dicha interseccion es el de las unidades, metros, varas ó pies que tiene la altura buscada. Se observa la cima y la base y se suman ó restan los resultados, segun queel operador esté á un nivel superior á la base del tronco ó inferior, obteniéndose así la altura del árbol.

Dendrómetro de Regneault.—Para evitar el inconveniente de tener que estacionar á una distancia fija, llena el objeto el dendrómetro de Regneault (fig. 16); consta de dos reglas *A a*, pudiendo esta última moverse en sentido longitudinal por una ranura que hay á dicho fin en la regla *A*; la regla *a* está dividida en centímetros desde el punto *a*, y la regla *A* lo está en centímetros y milímetros á ambos lados del punto

h, en el cual está colocado el cero de la escala.

Se coloca el observador á una distancia exacta en metros del pié del árbol y se corre la regla *a*, de modo que desde *a* hasta *h*, resulte que haya tantos centímetros como metros dista elobservador del árbol, y así dispuesto el instrumento, lo cual se efectúa con gran rapidez y facilidad, visa el punto *H* y se anota el número de divisiones que hay desde *h* hasta *d*, puesto por el que pasa el perpendículo, lo cu hace otro operador, ó bien el mismo observador, cuando ha dirigido la visual y el perpendículo permanece en reposo, sujeta con el dedo pulgar de la mano izquierda el hilo sobre la escala de la regla *A*, y moviendo luégo el instrumento lee la division de la escala por la cual pasa el perpendículo; cada centímetro de esta escala representa un metro de altura del árbol, y cada milímetro un decímetro, y de este modo se obtiene el valor de *HD*; visando luégo el punto *P* de la base del tronco, y repitiendo la operacion anterior, se obtiene en la parte de escala *hM* el valor de la longitud *DP*, que agregado al de *HD*, ántes obtenido, da la longitud total del tronco. Cuando el observador se halle en un plano inferior á la base del tronco, en este caso se restan los dos valores obtenidos respectivamente, visando la cima y la base del árbol, y el resíduo es la altura del mismo.

Fundados en estos principios hay muchos dendrómetros más ó ménos perfeccionados, debidos á Regneault, Masquelier, Preßler y otros

forestales, cuya disposicion y manejo se comprende á la vista del instrumento.

Dendrómetro de Huct.—Se compone de dos reglas de madera *ED* y *AB* (fig. 17), unidas entre sí por medio de un eje *C*, alrededor del cual pueden girar, siendo condicion precisa para operar que *EC* sea igual á *AC*. Estando en posicion vertical la regla *ED*, en los triángulos semejantes *ACE* y *APS*, siendo *EC* igual á *CA*, debe resultar tambien que *SP* sea igual á *PA*; y como el punto *A* está á poca altura del suelo, se puede tomar en vez de *PA* su proyeccion *PM*, cuya longitud, que se mide en el terreno con una cinta, se considera la del árbol, con un ligero error; este instrumento es de sencillo manejo pero algo inexacto.

Dendrómetro de Sanlaville.—Lo forman dos reglas graduadas *BH* y *RS* (fig. 18), de las cuales la horizontal tiene en su extremo un disco metálico *AH*, con una abertura *A* que sirve de ocular para dirigir la visual, y la otra regla que guarda una posicion vertical al estar el instrumento en estacion, tiene una corredera *R* con otro disco que, cuando está situado en la interseccion de las dos reglas, determina, en union al otro disco, una línea horizontal; la regla *RS* puede correr á lo largo de la horizontal *HB*, y aplicarse sobre ella á fin de ser más trasportable el instrumento, que así doblado toma la forma de un baston. La regla *RS* tiene señalado un punto *m* que con el ocular determina una visual que debe pasar por el pié del árbol, y en dicho punto *m* hay el cero de la graduacion.

En los triángulos VAV' y mAn se establece la proporcion

$$mn : VV' :: mH : HH'$$

de la cual se deduce

$$VV' = \frac{HH'}{mH} . mn.$$

Para operar se mide la distancia HH' y se corre la regla RS de modo que mH tenga tantas divisiones como unidades de medida, metros por ejemplo, tiene dicha distancia medida; se dirije la visual al pié del árbol haciendo que ésta pase por m, y luégo se mueve la corredera R, hasta que con A determine una visual AnV que pase por el vértice del árbol, y el número de la division que marque la corredera R son las unidades de medida, metros por ejemplo, que tiene la altura buscada.

Este dendrómetro no es muy usado por la lentitud con que se hacen las operaciones.

Plancheta forestal.—Consiste en un cuadrado de madera $ABCD$, con cuatro pínulas dispuestas para poder dirigir visuales segun la direccion de los dos lados adyacentes AB y AD (fig. 19). En el vértice A tiene suspendido un perpendículo Ap y los lados DC y CB están divididos en grados que corresponden á los diversos ángulos que Ap forma con AD, estando 0° en D, 45° en C y 90° en B.

En el triángulo $VV'B$ (VB horizontal que pase por B), resulta

$$VV' = VB. \text{ tang } \alpha$$

y la amplitud de este ángulo lo da Dp.

Al dorso de la plancheta hay tablas con los valores de las tangentes, para facilitar el cálculo de la anterior fórmula.

Con la alidada *AD* se dirige la visual á la base del árbol y se obtiene de un modo igual el valor correspondiente á *VV"*

Este instrumento no es ventajoso en la práctica porque requiere operaciones aritméticas.

Dendrómetro de arco de círculo.—Está fundado tambien en la fórmula trigonométrica $a = b$. tang α, aplicable al triángulo rectángulo (figura 20) *ABC*, en el cual

$$AB = BC. \text{ tang } ACB.$$

Este ángulo *ACB* es igual al α medido en la graduacion del semicírculo que está unido al anteojo *M* : hay tablas que dan los valores de *AB*, ó sea la altura del árbol, para diversos de *BC* y de tang *ABC*. Al valor obtenido se agrega la longitud *BK* para tener la altura total sobre el suelo.

Dendrómetro de Bouvart.—Se funda en el principio ántes expresado, pero es un instrumento más expedito y por lo tanto muy usado en las prácticas xilométricas. Lo forman dos tablitas rectangulares sobrepuestas, dejando intermedio un espacio donde oscila un perpendículo que termina por un arco graduado, suspendido del eje *A* (fig. 21); la graduacion es doble y simétrica á los dos lados de la línea de fe del perpendículo. Una abertura hecha en la tabla deja ver la graduacion del arco, y un índice fijo *m* que tiene la arista de la abertura coincide con el cero de la graduacion cuando la visual

VV es horizontal; un resorte con un boton *B* deja en libertad el perpendículo cuando se le comprime.

Al operar con el instrumento para averiguar la altura de un árbol, haciendo estacion á cualquier distancia del mismo, se deja en libertad el perpendículo y se dirije una visual á la parte superior del tronco, segun las miras *VV*: obedeciendo las leyes de la gravedad, el perpendículo conserva vertical su línea *A* cero cuando deje de oscilar, y soltándose el boton *B* queda fijo el arco, y el índice *m* de la plancheta señala cierta graduacion sobre dicho arco; la amplitud angular entre el cero del perpendículo y el índice de la plancheta es la del ángulo que forma la visual *VV* con el horizonte; es decir, la inclinacion del rayo visual. Si la graduacion fuese como en los círculos graduados en partes de la circunferencia, para tener la altura del árbol habria que multiplicar la tangente de dicho ángulo por la distancia horizontal de la estacion del árbol ($a = b$ tang α), y requeriria el empleo de tablas: pero las divisiones del limbo son las correspondientes á ángulos cuyas tangentes, para el radio 1, son 0,01; 0,02; 0,03; 0,04, etc.; y bastará multiplicar la distancia horizontal desde la estacion al árbol por el número correspondiente de la graduacion del arco que coincida con el índice para tener su altura. Así se obtiene la altura sobre el plano horizontai que pasa por el ocular: para tener la total del árbol se dirije la visual á los dos extremos superior é inferior del tronco, se suman las lecturas dadas por el índice de la

plancheta sobre el arco graduado y se multiplica dicha suma por la distancia de la estacion al árbol. Para evitar las multiplicaciones pueden calcularse tablas para diversas distancias horizontales con los resultados de la multiplicacion de dichos factores, cuya tabla se fija en la cara posterior del dendrómetro.

Este instrumento tiene la gran ventaja de poder operar un solo observador, pues en los demas uno dirije la visual y otro observador hace la lectura, por cuyo motivo se emplea mucho tiempo para la medicion de alturas.

Cintas.—Suelen estar divididas por una de las caras en metros, decímetros y centímetros, y el primer decímetro en milímetros, y en algunas, la otra cara contiene divisiones en medidas antiguas, si bien la generalidad contienen divisiones métricas por ambos lados. Son de tela impermeable, ó de cinta con trama metálica, y su longitud comunmente es de diez metros, estando arrolladas en una caja cilíndrica alrededor de un eje provisto de una manivela para hacerlo girar y arrollar en él la cinta, cuya extremidad presenta un anillo para impedir que entre completamente en la caja. Las hay tambien con un resorte interior cuya reaccion hace arrollar la cinta, que en este caso es de menor longitud. Tambien se usan cadenas, con eslabones de hierro de $1^{m},50$ de longitud, divididas en decímetros y centímetros.

El uso de la cinta para medir las circunferencias está sujeto á errores, porque la imperfeccion de la corteza, los nudos y las ramas que puede

tener, impidiendo la aplicacion perfecta de la cinta sobre el tronco, dan para la circunferencia un valor bastante mayor que el real: ademas, si se coloca la cinta alrededor del tronco inclinada, se obtiene una seccion mayor que la horizontal, y por lo tanto su perímetro es mayor que la circunferencia que se busca.

Compás forestal.—Sirve para determinar el diámetro de un árbol; está formado por una regla graduada *BP*, de un metro de largo ordinariamente, que lleva otras dos reglitas de 60 centímetros de longitud, perpendicularmente á ella, dispuestas, la *M* fija en su extremo y la otra *N* movible sobre dicha regla *BP* (fig. 22). El cero de la graduacion coincide con la arista interior de la reglita fija *MB*, y á partir de él está la regla dividida en centímetros.

Para operar con este instrumento se coloca horizontal, de modo que las dos reglitas abracen el tronco del árbol, cuyo diámetro es igual á la porcion de regla graduada comprendida entre las dos reglitas, dada por la graduacion. Se procura aplicar el compás en un punto del árbol que presente un diámetro medio, regularmente á la altura del pecho del hombre ($1^m,33$ del suelo), y se determina con aproximacion de un centímetro. En muchos casos no se requiere tal aproximacion, y para facilitar el cálculo de los volúmenes se aprecian los diámetros mayores de 20 centímetros de 5 en 5 centímetros, con lo cual se disminuye el número de casillas en los registros de campo: pero si se tomase el número de centímetros múltiplo de 5 inmediato

inferior, ó bien el próximo superior, á la dimension exacta del diámetro, en el primer caso siempre se cometeria un error en defecto, que el segundo en exceso, y para evitar la acumulacion de errores se consideran de 20 centímetros las dimensiones comprendidas entre 18 y 22, ambos inclusives, de 25 para las entre 23 á 27, etc., y se gradúa la regla del compás en esta forma:

17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27
20 25
28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, etc.
30 35

De este modo, al tomar 20-25-30 centímetros, ú otro múltiple de 5, en lugar de 18-27-29-37, ú otro, se cometen errores unas veces en exceso y otras en defecto, y puede haber compensacion al hacer la suma total de los volúmenes. Esta aproximacion es suficiente en el cálculo de grandes masas arbóreas, pero en las cubicaciones parciales se aprecian los diámetros de dos en dos centímetros, y en algunos casos un centímetro.

El compás forestal suele tener estas dos graduaciones, una á cada lado de la regla que lo constituye, y su uso es más exacto que el de la cinta, con la cual la medicion del perímetro de un árbol en una seccion algo oblícua al tronco ocasiona más error que el que se produce por una falta de horizontalidad del compás al medir un diámetro. Várias observaciones comprue-

ban que los volúmenes de los árboles en funcion de las circunferencias obtenidas por la medicion directa con la cinta exceden al volúmen real, y que deducidos de los diámetros dados por el compás forestal son más aproximados. Ademas, el uso del compás forestal es mucho más expedito que el de la cinta de medir.

Cálculo de los diámetros por la ley de decrecimientos.—El compás forestal permite obtener facilmente el diámetro de un árbol á la altura del hombre, pero para los superiores hay que acudir á experiencias para deducir de ellas la ley segun la cual decrece el diámetro por cada metro de altura. Al efecto, midiendo los diámetros de dos en dos metros, por ejemplo, en varios árboles de prueba, se observa generalmente que las diferencias siguen una ley bastante regular; determinado el decrecimiento en funcion de la altura del árbol y conociendo el diámetro del árbol á $1^m,33$ del suelo, á cuya altura puede medirse fácilmente, se deduce su diámetro á otra altura cualquiera.

El decrecimiento de los diámetros varía segun la edad de los árboles, y de aquí que las experiencias y ley consiguiente hechas en un rodal no son aplicables á los árboles de otro rodal de diversa clase de edad.

Relacion entre el diámetro del medio y el de la base.—En algunos métodos de cubicacion se necesita conocer este factor: la semisuma de los dos diámetros extremos es más exacto que medir el diámetro á la mitad de la altura, por cuanto los errores que se cometan por las desigual-

dades del tronco pueden ser compensados con la semisuma.

M. Noirot=Bonnet ha deducido de repetidas experiencias, que en árboles regulares el diámetro medio es los nueve décimos del diámetro medido á 4 piés del suelo ($1^m,30$). Esta regla práctica debe comprobarse ántes de su aplicacion, pues varía con las especies y tratamiento á que hayan estado sujetos.

Medida de las circunferencias por tablas de experiencias.—Se determinan en varios árboles de prueba de diversos diámetros medidos á $1^m,33$ del suelo, sus circunferencias medias á diversas alturas sobre el suelo. Con repetidas observaciones se construyen tablas, en las cuales, determinado el diámetro á la altura $1^m,33$, se conoce el correspondiente á otra diversa altura, y la circunferencia respectiva: estas tablas solo se aplican al rodal donde se han hecho las experiencias, y hay que distinguir los árboles completos de los que hayan sido privados de su copa, pues para cada uno de estos dos casos se obtienen valores diversos.

VI. SISTEMAS DE CUBICACION Y DE AFORO.

La geometría deduce las fórmulas para determinar exactamente el volúmen de los sólidos que afectan formas regulares. Pero como los troncos de los árboles no reunen esta circunstancia, de aquí resulta que no es posible conseguir este resultado más que aproximadamente, lo cual no es un inconveniente de importancia

atendiendo á la índole de las tasaciones forestales, en las cuales basta apreciar el volúmen leñoso con alguna aproximacion, sin que, por otra parte, sea posible determinarlo con rigurosa exactitud matemática.

En su consecuencia, para calcular el volúmen de un tronco se le compara á un cuerpo geométrico, y se toma el volúmen de éste, calculado por la fórmula correspondiente, como el relativo al tronco que se considera.

Sólidos á que se compara el tronco de un árbol.—Son comunmente el tronco de cono, el cono y el cilindro, cuyos volúmenes están representados por las fórmulas siguientes, en funcion de los radios y alturas:

$$\text{Vol. t. c.} = \frac{1}{3}\pi . H\,(R^2 + R'^2 + RR')$$

$$\text{Vol. c.} = \frac{1}{3}\pi\, H\, R^2$$

$$\text{Vol. ci.} = \frac{1}{2}\pi\, H R^2$$

ó bien expresados en valores de los diámetros:

$$\text{Vol. t. c.} = \frac{1}{12}\pi\, H(D^2 + D'^2 + DD')$$

$$\text{Vol. c.} = \frac{1}{12}\pi\, H D^2$$

$$\text{Vol. ci.} = \frac{1}{4}\pi\, H D^2$$

y tambien calculados por las circunferencias:

$$\text{Vol. t. c.} = \frac{1}{12\pi} H(C^2 + C'^2 + CC')$$

$$\text{Vol. c.} = \frac{1}{12\pi} HC^2$$

$$\text{Vol. ci.} = \frac{1}{4\pi} HC^2$$

cuyas fórmulas se deducen unas de otras por la sustitucion de los valores

$$R = \frac{D}{2}; \; R = \frac{C}{2\pi}$$

El factor constante se puede aceptar como muy aproximado con los siguientes valores:

$$\frac{\pi}{4} = 0{,}785; \; \frac{\pi}{12} = 0{,}2617; \; \frac{1}{4\pi} = 0{,}08; \; \frac{1}{12\pi} = 0{,}0265.$$

En las fórmulas del tronco de cono se toman los valores del radio, diámetro ó circunferencia en los dos extremos del tronco del árbol; en las del cono, se consideran los valores correspondientes á la parte baja: en los del cilindro el valor á la altura de 1,33 metros sobre el suelo.

Sustitucion de un cilindro de circunferencia media.—Para medir el tronco de los árboles se suele tomar el valor de la circunferencia media, en cuyo caso su volúmen calculado como cilindro, representando R y R' los radios mayor y menor del árbol, es:

$$\text{Vol. ci.} = \pi H \left(\frac{R+R'}{2} \right)^2.$$

La diferencia entre este valor y el que se obtendria aplicando la fórmula del volúmen del

tronco de cono, se deduce restando las fórmulas siguientes:

$$\text{Vol. t. c.} - \text{Vol. ci.} = \frac{1}{3}\pi H(R^2+R'^2+RR')$$

$$-\pi H\left(\frac{R+R'}{2}\right)^2$$

$$=\frac{1}{12}\pi H(4R^2+4R'^2+4RR')$$

$$-\frac{1}{12}\pi H(3R^2+3R'^2+6RR')$$

$$=\frac{1}{12}\pi H(R^2+R'^2-2RR')$$

$$=\frac{1}{12}\pi H(R-R')^2$$

Cuya expresion representa el volúmen de un cono cuyo radio sea la mitad de la diferencia de los radios extremos del tronco del árbol, con igual altura que el tronco de cono; el cilindro nos da, por lo tanto, un volúmen menor que el tronco de cono.

En la práctica se usa esta sustitucion tomando los cilindros de base media, se calcula por medio de várias experiencias el error que con ello se comete, y se deduce un factor de relacion, que se emplea para corregir los cálculos cuando las operaciones deban hacerse con mucha exactitud, lo cual no es frecuente.

Así pues, para cubicar una pieza en rollo se la considera como si fuera un cilindro de igual altura á la longitud de la pieza, y cuya base sea la seccion media, ó la semisuma de las dos ex-

tremas; la fórmula aplicable es

$$\text{Vol ci.} = 0{,}0796 \times H\left(\frac{C+C'^2}{2}\right)$$

siendo H la altura, y C y C' las dos circunferencias en los extremos del rollo.

O bien

$$\text{Vol. ci.} = 0{,}0796\ HC^2$$

representando C la circunferencia media, fórmula más expedita y de más empleo por lo tanto, porque es suficientemente aproximada, y el valor se expresa en metros y decímetros cúbicos. En Francia, de donde provienen maderas de construccion, se usa entre los tratantes de maderas medirlas en *solives*, distinguiéndose la antigua y la moderna; la antigua se considera bajo dos representaciones: como pieza de marco de construccion, consistente en un prisma recto de 12 piés de altura y 6 pulgadas de escuadría, resultando por lo tanto su volúmen de tres piés cúbicos (0,102830 metros cúbicos), siendo el pié lineal igual á 0,32484 metros; y como unidad de volúmen igual á tres piés cúbicos, sea cual fuese la forma de la madera. La *solive* moderna es el deciesterio, ó la décima parte del metro cúbico, y equivale á 100 decímetros cúbicos; ambas *solives* diferencian poco, por cuanto 1.000 *solives* antiguas equivalen á 1.028 *solives* modernas.

La tabla que sigue contiene los valores para calcular el volúmen un rollo, considerando su forma como un cilindro geométrico.

En la primera columna hay los valores de la

circunferencia, de dos en dos centímetros, y en la segunda los diámetros que á ellas corresponden. Las restantes columnas contienen los volúmenes respectivos á una, dos hasta nueve unidades de altura para la circunferencia ó diámetro consignado en la misma línea horizontal.

Así, por ejemplo, para hallar el volúmen de un árbol cuya circunferencia media es de 3,50 metros, y su altura 25,40 metros, se hacen las siguientes operaciones.

Para una circunferencia de 3,50 metros y 20 metros de altura, su volúmen es en metros cúbicos..	19,496
Para la misma circunferencia y 5 metros de altura, su volúmen es en metros cúbicos.	4,8741
Para la misma circunferencia y 0,40 metros de altura, su volúmen es en metros cúbicos.	0,38993
Volúmen total del rollo.	24,76003

TABLAS PARA CUBICAR COMO CILINDROS LOS TRONCOS DE LOS ÁRBOLES.

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,10	0,032	0,0008	0,0016	0,0024	0,0032	0,0040	0,0048	0,0056	0,0064	0,0072
12	0,038	0,0011	0,0023	0,0034	0,0046	0,0057	0,0069	0,0080	0,0092	0,0103
14	0,045	0,0016	0,0031	0,0047	0,0062	0,0078	0,0094	0,0109	0,0125	0,0140
16	0,051	0,0020	0,0041	0,0061	0,0081	0,0102	0,0122	0,0143	0,0163	0,0183
18	0,057	0,0026	0,0052	0,0077	0,0103	0,0129	0,0155	0,0180	0,0206	0,0232
0,20	0,064	0,0032	0,0064	0,0095	0,0127	0,0159	0,0191	0,0223	0,0255	0,0286
22	0,070	0,0039	0,0077	0,0116	0,0154	0,0193	0,0231	0,0270	0,0308	0,0347
24	0,076	0,0046	0,0092	0,0138	0,0183	0,0229	0,0275	0,0321	0,0367	0,0413
26	0,083	0,0054	0,0108	0,0161	0,0215	0,0269	0,0323	0,0377	0,0430	0,0484
28	0,089	0,0062	0,0125	0,0187	0,0250	0,0312	0,0374	0,0437	0,0499	0,0561
0,30	0,095	0,0072	0,0143	0,0215	0,0286	0,0358	0,0430	0,0501	0,0573	0,0645
32	0,102	0,0081	0,0163	0,0244	0,0326	0,0407	0,0489	0,0570	0,0652	0,0733
34	7, 08	0,0092	0,0184	0,0276	0,0368	0,0460	0,0552	0,0644	0,0736	0,0828
36	0,115	0,0103	0,0206	0,0309	0,0413	0,0516	0,0619	0,0722	0,0825	0,0928
38	0,121	0,0115	0,0230	0,0345	0,0460	0,0575	0,0689	0,0804	0,0919	0,1034
0,40	0,127	0,0127	0,0255	0,0382	0,0509	0,0637	0,0764	0,0891	0,1019	0,1146
42	0,134	0,0140	0,0281	0,0421	0,0561	0,0702	0,0842	0,0983	0,1123	0,1263
44	0,140	0,0154	0,0308	0,0462	0,0616	0,0770	0,0924	0,1078	0,1232	0,1387
46	0,146	0,0168	0,0137	0,0505	0,0674	0,0842	0,1010	0,1179	0,1347	0,1515

48	0,153	0,0183	0,0367	0,0550	0,0733	0,0917	0,1100	0,1283	0,1467	0,1650
0,50	0,159	00,129	0,0398	0,0596	0,0796	0,0995	0,1194	0,1393	0,1592	0,1790
52	0,166	0,0215	0,0430	0,0646	0,0861	0,1076	0,1291	0,1506	0,1721	0,1937
54	0,172	0,0232	0,0464	0,0696	0,0928	0,1160	0,1392	0,1624	0,1856	0,2088
56	0,178	0,0250	0,0499	0,0749	0,0998	0,1248	0,1497	0,1747	0,1996	0,2246
58	0,185	0,0268	0,0535	0,0803	0,1071	0,1338	0,1606	0,1874	0,2142	0,2409
0,60	0,191	0,0286	0,0573	0,0859	0,1146	0,1432	0,1709	0,2005	0,2292	0,2578
62	0,197	0,0306	0,0612	0,0918	0,1224	0,1529	0,1835	0,2141	0,2147	0,2753
64	0,204	0,0326	0,0652	0,0978	0,1304	0,1630	0,1956	0,2282	0,2608	0,2934
66	0,210	0,0347	0,0693	0,1040	0,1387	0,1733	0,2080	0,2426	0,2773	0,3120
68	0,216	0,0368	0,0736	0,1104	0,1472	0,1840	0,2208	0,2576	0,2944	0,3312
0,70	0,223	0,0390	0,0780	0,1170	0,1560	0,1950	0,2340	0,2730	0,3119	0,3509
72	0,229	0,0413	0,0825	0,1238	0,1650	0,2063	0,2475	0,2888	0,3300	0,3713
74	0,236	0,0436	0,0872	0,1307	0,1743	0,2179	0,2615	0,3050	0,3486	0,3922
76	0,242	0,0460	0,0919	0,1379	0,1839	0,2298	0,2758	0,3217	0,3677	0,4137
78	0,248	0,0484	0,0968	0,1452	0,1937	0,2421	0,2905	0,3389	0,3873	0,4357
0,80	0,255	0,0509	0,1019	0,1528	0,2037	0,2546	0,3056	0,3565	0,4074	0,4584
82	0,261	0,0535	0,1070	0,1605	0,2140	0,2675	0,3210	0,3746	0,4281	0,4816
84	0,267	0,0562	0,1123	0,1684	0,2246	0,2807	0,3369	0,3930	0,4492	0,5053
86	0,274	0,0589	0,1177	0,1766	0,2354	0,2943	0,3531	0,4120	0,4708	0,5297
88	0,280	0,0616	0,1232	0,1849	0,2465	0,3081	0,3697	0,4314	0,4930	0,5546
0,90	0,286	0,0645	0,1289	0,1934	0,2578	0,3223	0,3867	0,4512	0,5157	0,5801
92	0,293	0,0674	0,1347	0,2021	0,2694	0,3368	0,4041	0,4715	0,5388	0,6062
94	0,299	0,0703	0,1406	0,2109	0,2813	0,3516	0,4219	0,4922	0,5625	0,6328
0,96	0,306	0,0733	0,1467	0,2200	0,2934	0,3667	0,4400	0,5134	0,5867	0,6600
0,98	0,312	0,0764	0,1529	0,2293	0,3057	0,3821	0,4586	0,5350	0,6114	0,6878
1,00	0,318	0,0796	0,1592	0,2387	0,3183	0,3979	0,4775	0,5570	0,6366	0,7162
1,02	0,325	0,0828	0,1656	0,2484	0,3312	0,4140	0,4968	0,5795	0,6623	0,7451
1,04	0,331	0,0861	0,1721	0,2582	0,3443	0,4304	0,5164	0,6025	0,6886	0,7746
1,06	0,337	0,0894	0,1788	0,2682	0,3577	0,4471	0,5365	0,6259	0,7153	0,8047
1,08	0,344	0,0928	0,1856	0,2785	0,3713	0,4641	0,5569	0,6497	0,7426	0,8354

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,10	0,350	0,0963	0,1926	0,2889	0,3852	0,4814	0,5577	0,6740	0,7703	0,8666
1,12	0,357	0,0998	0,1996	0,2995	0,3993	0,4991	0,5989	0,6988	0,7986	0,8984
1,14	0,363	0,1034	0,2068	0,3103	0,4137	0,5171	0,6205	0,7239	0,8274	0,9308
1,16	0,369	0,1071	0,2142	0,3212	0,4283	0,5354	0,6425	0,7496	0,8566	0,9637
1,18	0,376	0,1108	0,2216	0,3224	0,4432	0,5540	0,6648	0,7756	0,8864	0,9972
1,20	0,382	0,1146	0,2292	0,3438	0,4584	0,5730	0,6875	0,8021	0,9167	1,0313
1,22	0,388	0,1184	0,2369	0,3553	0,4738	0,5922	0,7107	0,8291	0,9475	1,0660
1,24	0,395	0,1224	0,2447	0,3671	0,4894	0,6118	0,7341	0,8565	0,9789	1,1012
1,26	0,401	0,1263	0,2527	0,3790	0,5053	0,6317	0,7580	0,8844	1,0107	1,1370
1,28	0,407	0,1304	0,2608	0,3911	0,5215	0,6519	0,7823	0,9127	1,0430	1,1734
1,30	0,414	0,1345	0,2690	0,4035	0,5379	0,6724	0,8069	0,9414	1,0759	1,2104
1,32	0,420	0,1387	0,2773	0,4160	0,5546	0,6933	0,8319	0,9706	1,1092	1,2479
1,34	0,427	0,1429	0,2858	0,4287	0,5716	0,7144	0,8573	1,0002	1,1431	1,2860
1,36	0,433	0,1472	0,2944	0,4416	0,5887	0,7359	0,8831	1,0303	1,1775	1,3247
1,38	0,439	0,1515	0,3031	0,4546	0,6062	0,7577	0,9093	1,0608	1,2124	1,3639
1,40	0,446	0,1560	0,3119	0,4679	0,6239	0,7799	0,9358	1,0918	1,2478	1,4037
1,42	0,452	0,1605	0,3209	0,4814	0,6418	0,8023	0,9628	1,1232	1,2837	1,4441
1,44	0,458	0,1650	0,3300	0,4950	0,6600	0,8251	0,9901	1,1551	1,3201	1,4851
1,46	0,465	0,1696	0,3393	0,5089	0,6785	0,8481	1,0178	1,1874	1,3570	1,5266
1,48	0,471	0,1743	0,3486	0,5229	0,6972	0,8715	1,0458	1,2201	1,3945	1,5688
1,50	0,477	0,1790	0,3581	0,5371	0,7162	0,8953	1,0743	1,2532	1,4324	1,6114

1,52	0,484	0,1839	0,3677	0,5516	0,7354	0,9193	1,1031	1,2870	1,4708	1,6547
1,54	0,490	0,1887	0,3775	0,5662	0,7549	0,9436	1,1324	1,3211	1,5098	1,6985
1,56	0,497	0,1937	0,3873	0,5810	0,7746	0,9683	1,1620	1,3556	1,5493	1,7429
1,58	0,503	0,1987	0,3977	0,5960	0,7946	0,9933	1,1919	1,3906	1,5893	1,7879
1,60	0,509	0,2037	0,4074	0,6112	0,8149	1,0186	1,2223	1,4260	1,6297	1,8335
1,62	0,516	0,2088	0,4177	0,6265	0,8354	1,0442	1,2531	1,4619	1,6707	1,8796
1,64	0,522	0,2140	0,4281	0,6421	0,8561	1,0702	1,2842	1,4982	1,7123	1,9263
1,66	0,528	0,2193	0,4386	0,6579	0,8771	1,0964	1,3157	1,5350	1,7543	1,9736
1,68	0,535	0,2246	0,4492	0,6738	0,8984	1,1230	1,3476	1,5722	1,7968	2,0214
1,70	0,541	0,2300	0,4600	0,6899	0,9199	1,1499	1,3799	1,6099	1,8398	2,0698
1,72	0,547	0,2354	0,4708	0,7063	0,9417	1,1771	1,4125	1,6480	1,8834	2,1188
1,74	0,554	0,2409	0,4819	0,7228	0,9637	1,2046	1,4456	1,6865	1,9274	2,1684
1,76	0,560	0,2465	0,4930	0,7395	0,9860	1,2325	1,4790	1,7255	1,9720	2,2185
1,78	0,567	0,2521	0,5043	0,7564	1,0085	1,2607	1,5128	1,7649	2,0171	2,2692
1,80	0,573	0,2578	0,5157	0,7735	1,0313	1,2892	1,5470	1,8048	2,0626	2,3205
1,82	0,579	0,2636	0,5272	0,7908	1,0544	1,3180	1,5816	1,8451	2,1087	2,3723
1,84	0,586	0,2694	0,5388	0,8083	1,0777	1,3471	1,6165	1,8859	2,1553	2,4248
1,86	0,592	0,2753	0,5506	0,8259	1,1012	1,3765	1,6518	1,9271	2,2024	2,4778
1,88	0,568	0,2813	0,5625	0,8438	1,1250	1,4063	1,6876	1,9688	2,2501	2,5313
1,90	0,605	0,2873	0,5745	0,8618	1,1491	1,4364	1,7236	2,0109	2,2982	2,5855
1,92	0,611	0,2934	0,5867	0,8801	1,1734	1,4668	1,7601	2,0535	2,3468	2,6402
1,94	0,618	0,2995	0,5990	0,8985	1,1980	1,4975	1,7970	2,0965	2,3960	2,6955
1,96	0,624	0,3057	0,6114	0,9171	1,2228	1,5285	1,8342	2,1399	2,4456	2,7513
1,98	0,630	0,3120	0,6240	0,9359	1,2479	1,5599	1,8719	2,1838	2,4958	2,8078
2,00	0,636	0,3183	0,6366	0,9549	1,2732	1,5916	1,9099	2,2282	2,5465	2,8648
2,02	0,643	0,3247	0,6494	0,9741	1,2988	1,6235	1,9482	1,2730	2,5977	2,9224
2,04	0,649	0,3312	0,6623	0,9935	1,3247	1,6558	1,9870	2,3182	2,6494	2,9805
2,06	0,656	0,3377	0,6754	1,0131	1,3508	1,6885	2,0262	2,3689	2,7016	3,0393
2,08	0,662	0,3443	0,6886	1,0329	1,3771	1,7214	2,0657	2,4100	2,7543	3,0986
2,10	0.668	0,3509	0,7019	1,0528	1,4037	1,7547	2,1056	2,4566	2,8075	3,1584
2,12	0,675	0,3577	0,7153	1,0730	1,4306	1,7883	2,1459	2,5036	2,8612	3,2189

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,14	0,675	0,3644	0,7289	1,0933	1,4577	1,8222	2,1866	2,5510	2,9155	3,2799
2,16	0 688	0,3713	0 7426	1,1138	1,4851	1,8564	2,2277	2,5989	2,9702	3,3415
2,18	0,694	0,3782	0,7564	1, 346	1,5127	1,8909	2,2691	2,6473	3,0255	3,4037
2,20	0,700	0,3852	0.7703	1,1555	1,5406	1,9258	2,3109	2,6961	3,0812	3,4664
2,22	0,707	0,3922	0,7844	1,1766	1,5688	1,9609	2,3531	2 7453	3,1375	3,5297
2,24	0,713	0,3993	0,7986	1,1979	1,5972	1,9964	2,3957	2,7950	3,1943	3,5936
2,26	0,719	0,4064	0,8 29	1,2193	1,6258	2,0322	2,4387	2 8451	3,2516	3,6580
2,28	0,726	0,4137	0,8274	1,2410	1,6547	2,0684	2,4821	3,8957	3,3094	3,7231
2,30	0,732	0,4210	0,8419	1,2629	1,6839	2,1048	2,5258	2.9468	3,3677	3,7887
2,32	0,739	0,4 83	0,8566	1,2850	1,7133	2,1416	2,5699	2,9982	3,4265	3,8549
2 34	0,745	0,4357	0,8715	1,3072	1,7429	2,1787	2,6144	3,0501	3,4859	3,9216
2,36	0,751	0,4432	0,8864	1,3296	1,7729	2,2161	2,6593	3,1025	3,5457	3,9889
2,38	0, 58	0,4508	0 9015	1,35 3	1,8030	2,2538	2,7046	3,1553	3,6061	4,0568
2,40	0,764	0,4584	0,9167	1,3751	1,8335	2,2918	2,7502	3,2086	3,6669	4,1253
2,42	0,770	0,4660	0,9321	1,3981	1,8641	2,3302	2,7962	3,2633	3,7283	4,1943
2,44	0 783	0,4738	0,9475	1,4213	1,8951	2,3689	2,8426	3,3164	3,7902	4,2640
2,46	0,787	0,4816	0,9631	1,4447	1,9263	2,4079	2,8894	3,3710	3,8526	4,3341
2,48	0,789	0,4894	0,9789	1,4683	1,9577	2,4472	2,9366	3,4260	3,9155	4,4049
2,50	0,796	0,4974	0,9947	1,4921	1,9894	2,4868	2,9842	3,4815	3,9789	4,4762
2,52	0,802	0, 053	1,0107	1,5160	2,0214	2,5267	3,0321	3,5374	4,0428	4,5481
2,54	0,809	0,5134	1,0268	1,5402	2,0536	2,5670	3,0804	3,5938	4,1072	4,6206

BIBLIOTECA ENC. POP. ILUST.

2,56	0,815	0,5215	1,0430	1,5646	2,0861	2,6076	3,1291	3,6506	4,1722	4,6937
2,58	0,821	0,5297	1,0594	1,5891	2,1188	2,6485	3,1782	3,7079	4,2376	4,7673
2,60	0,828	0,5379	1,0759	1,6138	2,1518	2,6897	3,2277	3,7656	4,3035	4,8415
2,62	0,834	0,5463	1,0925	1,6388	2,1850	2,7313	3,2775	3,8238	4,3700	4,9163
2,64	0,840	0,5546	1,1092	1,6639	2,2185	2,7731	3,3277	3,8824	4,4370	4,9916
2,66	0,847	0,5631	1,1261	1,6892	2,2522	2,8153	3,3783	3,9414	4,5045	5,0675
2,68	0,853	0,5716	1,1431	1,7147	2,2862	2,8578	3,4293	4,0009	4,5725	5,1440
2,70	0,859	0,5801	1,1602	1,7404	2,3205	2,9006	3,4807	4,0608	4,6410	5,2211
2,72	0,866	0,5887	1,1775	1,7663	2,3550	2,9437	3,5325	4,1212	4,7100	5,2987
2,74	0,872	0,5974	1,1949	1,7923	2,3897	2,9872	3,5846	4,1821	4,7795	5,3769
2,76	0,879	0,6062	1,2124	1,8186	2,4248	3,0309	3,6371	4,2433	4,8495	5,4557
2,78	0,885	0,6150	1,2300	1,8450	2,4600	3,0750	3,6900	4,3050	4,9201	5,5351
2,80	0,891	0,6239	1,2478	1,8717	2,4956	3,1194	3,7433	4,3672	4,9911	5,6150
2,82	0,898	0,6328	1,2657	1,8985	2,5313	3,1642	3,7970	4,4298	5,0627	5,6955
2,84	0,904	0,6418	1,2837	1,9255	2,5674	3,2092	3,8510	4,4929	5,1347	5,7766
2,86	0,910	0,6509	1,3018	1,9527	2,6036	3,2546	3,9055	4,5564	5,2073	5,8582
2,88	0,917	0,6600	1,3201	1,9801	2,6402	3,3002	3,9603	4,6203	5,2804	5,9404
2,90	0,923	0,6692	1,3385	2,0077	2,6770	3,3462	4,0155	4,6847	5,3540	6,0232
2,92	0,929	0,6785	1,3570	2,0355	2,7140	3,3925	4,0711	4,7496	5,4281	6,1066
2,94	0,936	0,6878	1,3757	2,0635	2,7513	3,4392	4,1270	4,8149	5,5027	6,1905
2,96	0,942	0,6972	1,3945	2,0917	2,7889	3,4861	4,1834	4,8806	5,5778	6,2750
2,98	0,949	0,7067	1,4134	2,1200	2,8267	3,5334	4,2401	4,9468	5,6534	6,3601
3,00	0,955	0,7162	1,4324	2,1486	2,8648	3,5810	4,2972	5,0134	5,7296	6,4458
3,02	0,961	0,7258	1,4516	2,1773	2,9031	3,6289	4,3547	5,0804	5,8062	6,5320
3,04	0,968	0,7354	1,4708	2,2063	2,9417	3,6771	4,4125	5,1480	5,8834	6,6188
3,06	0,974	0,7451	1,4903	2,2354	2,9805	3,7257	4,4708	5,2159	5,9611	6,7062
3,08	0,980	0,7549	1,5098	2,2647	3,0196	2,7745	4,5294	5,2843	6,0392	6,7941
3,10	0,987	0,7647	1,5295	2,2942	3,0590	3,8237	4,5884	5,3532	6,1179	6,8827
3,12	0,993	0,7746	1,5493	2,3239	3,0986	3,8732	4,6468	5,4225	6,1971	6,9718
3,14	1,000	0,7846	1,5692	3,3538	3,1384	3,9230	4,7076	5,4922	6,2768	7,0614
3,16	1,006	0,7946	1,5893	2,3839	3,1785	3,9731	4,7678	5,5624	6,3570	7,1517

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,18	1,012	0,8047	1,6094	2,4142	3,2189	4,0236	4,8283	5,6330	6,4378	7,2425
3,20	1,018	0,8149	1,6297	2,4446	3,2595	4,0744	4,8892	5,7041	6,5190	7,3339
3,22	1,025	0,8251	1,6502	2,4753	3,3004	4,1255	4,9505	5,7756	6,6007	7,4258
3,24	1,031	0,8354	1,6707	2,5061	3,3415	4,1769	5,0122	5,8476	6,6830	7,5184
3,26	1,038	0,8457	1,6914	2,5372	3,3829	4,2286	5,0743	5,9200	6,7657	7,6115
3,28	1,044	0,8561	1,7123	2,5684	3,4245	4,2806	5,1368	5,9929	6,8490	7,7051
3,30	1,051	0,8666	1,7332	2,5998	3,4664	4,3330	5,1996	6,0662	6,9328	7,7994
3,32	1,057	0,8771	1,7543	2,6314	3,5085	4,3857	5,2628	6,1399	7,0171	7,8942
3 34	1,063	0,8877	1,7755	2,6632	3,5509	4,4387	5,3264	6,2141	7,1019	7,8896
3,36	1,070	0,8984	1,7968	2,6952	3,5936	4,4920	5,3904	6,2888	7,1872	8,0853
3,38	1,076	0,9091	1,8182	2,7274	3,6365	4.5456	5,4547	6,3639	7,2730	8,1821
3,40	1,082	0,9199	1,8398	2,7597	3,6797	4,5996	5,5195	6,4394	7,3593	8,2792
3,42	1,089	0,9308	1,8615	2,7923	3,7231	4,6539	5,5846	6,5154	7,4462	8,3769
3,44	1,095	0,9417	1,8834	2,8251	3,7668	4,7084	5,6501	6,5918	7,5335	8,4752
3,46	1,101	0,9527	1,9053	2,8580	3,8107	4,7633	5,7160	6,6687	7,6214	8,5740
3,48	1,108	0,9637	1,9274	2,8911	3,8549	4,8186	5,7823	6,7460	7,7097	8,6734
3,50	1,114	0,9748	1,9496	2,9245	3,8993	4,8741	5,8489	6,8238	7,7986	8,7734
3,52	1,120	0,9860	1,9720	2,9580	3,9440	4,9300	5,9160	6,9020	7,8880	8,8740
3,54	1,127	0,9972	1,9945	2,9917	3,9889	4,9862	5,9834	6,9806	7,9779	8,9751
3,56	1,133	1,0085	2,0171	3,0256	4,0341	5,0427	6,0512	7,0597	8,0683	9,0768
3,58	1,140	1,0199	2,0398	3,0597	4.0796	5.0995	6.1194	7,1393	8.1592	9,1791

3,60	1,146	1,0313	2,0626	3,0940	4,1253	5,1566	6,1879	7,2193	8,2506	9,2819
3,62	1,152	1,0428	2,0856	3,1284	4,1713	5,2141	6,2569	7,2997	8,3425	9,3853
3,64	1,159	1,0544	2,1087	3,1631	4,2175	5,2718	6,3262	7,3806	8,4350	9,4893
3,66	1,165	1,0060	2,1320	3,1980	4,2640	5,3299	6,3959	7,4619	8,5279	9,5939
3,68	1,171	1,0777	2,1553	3,2330	4,3107	5,3883	6,4660	7,5437	8,6214	9,6990
3,70	1,178	1,0894	2,1788	3,2682	4,3577	5,4471	6,5365	7,6259	8,7153	9,8047
3,72	1,184	1,1012	2,2024	3,3037	4,4049	5,5061	6,6073	7,7086	8,8098	9,9110
3,74	1,190	1,1131	2,2262	3,3393	4,4524	5,5655	6,6786	7,7917	8,9048	10,0179
3,76	1,197	1,1250	2,2501	3,3751	4,5001	5,6252	6,7502	7,8752	9,0003	10,1253
3,78	1,203	1,1370	2,2741	3,4111	4,5481	5,6852	6,8222	7,9592	9,0963	10,2333
3,80	1,210	1,1491	2,2982	3,4473	4,5964	5,7455	6,8946	8,0437	9,1928	10,3419
3,82	1,216	1,1612	2,3225	3,4837	4,6449	5,8061	6,9674	8,1286	9,2898	10,4510
3,84	1,222	1,1734	2,3468	3,5203	4,6937	5,8671	7,0405	8,2139	9,3873	10,5608
3,86	1,229	1,1857	2,3713	3,5570	4,7427	5,9284	7,1140	8,2997	9,4854	10,6711
3,88	1,235	1,1980	2,3960	3,5940	4,7920	5,9900	7,1879	8,3859	9,5839	10,7819
3,90	1,241	1,2104	2,4207	3,6311	4,8415	6,0519	7,2622	8,4726	9,6830	10,8934
3,92	1,248	4,2228	2,4456	3,6685	1,8913	6,1141	7,3369	8,5597	9,7826	11,0054
3,94	1,254	1,2353	2,4707	3,7060	4,9413	6,1766	7,4120	8,6473	9,8826	11,1180
3,96	1,261	1,2479	2,4958	3,7437	4,9916	6,2395	7,4874	8,7353	9,9832	11,2311
3,98	1,267	1,2605	2,5211	3,7816	5,0422	6,3027	7,5632	8,8238	10,0843	11,3449
4,00	1,273	1,2732	2,5465	3,8197	5,0930	6,3662	7,6394	8,9127	10,1859	11,4592
4,02	1,280	1,2860	2,5720	3,8580	5,1440	6,4300	7,7160	9,0020	10,2880	11,5740
4,04	1,286	1,2988	2,5977	3,8965	5,1953	6,4942	7,7930	9,0938	10,3907	11,6895
4,06	1,292	1,3117	2,6234	3,9352	5,2469	6,5287	7,8703	9,1821	10,4939	11,8055
4,08	1,299	1,3247	2,6494	3,9740	5,2987	6,6234	7,9181	9,2727	10,5973	11,9221
4,10	1,305	1,2377	2,6754	4,0131	5,3508	6,6885	8,0262	9,3639	10,7017	12,0393
4,12	1,312	1,3508	2,7016	4,0523	5,4031	6,7539	8,1047	9,4555	10,8063	12,1570
4,14	1,318	1,3639	2,7278	4,0918	5,4557	6,8196	8,1835	9,5475	10,9114	12,2753
4,16	1,324	1,3771	2,7543	4,1314	5,5085	6,8857	8,2628	9,6399	11,0171	12,3943
4,18	1,331	1,3904	2,7808	4,1712	5,5616	6,9520	8,3425	9,7329	11,1233	12,5137
4,20	1,337	1,4037	2,8075	4,2112	5,6150	7,0187	8,4225	9,8262	11,2300	12,6337

Regla práctica para cubicar árboles en rollo.—El empleo de las maderas de construccion requiere generalmente que estén bajo la forma de prismas cuadrangulares ó rectangulares, quitando para ello toda ó parte de la albura. La cubicacion en rollo se acaba de indicar, y para poder estimar la cantidad de madera útil de un rollo, luégo que se haya escuadrado y separado la albura, se siguen los procedimientos de cubicacion al $\frac{1}{4}$ sin deduccion, y al $\frac{1}{5}$ y al $\frac{1}{6}$ deducidos, que dan respectivamente el 78 por 100, 50,3 por 100 y 54 por 100 del volúmen cilíndrico. El primero se aplica á los robles y pinabetes para madera de construccion que deban sufrir una ligera labra; el $\frac{1}{5}$ deducido corresponde próximamente á los robles escuadrados á arista viva y sin albura; y la cubicacion al $\frac{1}{6}$ deducido á los mismos, labrados con ménos perfeccion.

Cubicacion al $\frac{1}{3}$ *y al* $\frac{1}{4}$ *sin deduccion.*—Se emplean para obtener el volúmen ántes de quitar la corteza; se obtiene elevando el cuadrado la tercera ó la cuarta parte de la circunferencia del árbol y se multiplica por la altura. Las fórmulas son:

$$\text{Vol. } \frac{1}{4} \text{ sin deduccion} = \frac{1}{4} C \times \frac{1}{4} C \times H =$$

$$= \frac{1}{16} C^2 H$$

ó bien

$$= \frac{\pi}{16} D^2 H = 0{,}6168 . H$$

en las cuales representa *C*, la circunferencia del tronco; *D*, el diámetro, y *H*, la altura.

Para el cálculo del volúmen al $\frac{1}{3}$ sin deducción, la fórmula es análoga á la precedente.

Ejemplo. Un árbol tiene una circunferencia media de 1,60 metros, y una altura de 10 metros; su volúmen al $\frac{1}{4}$ sin duduccion será

$$0,40 \times 0,40 \times 10 = 1,600 \text{ metros cúbicos.}$$

Su volúmen calculado como cilindro sería

$$(1,60)^2 \times 0,0796 \times 10 = 2,038 \text{ metros cúbicos.}$$

Se evitan estas operaciones con la tabla que sigue á continuacion, donde están calculados los volúmenes de un tronco al $\frac{1}{4}$ sin deduccion, correspondientes á diversas circunferencias y diámetros, estando dispuesta á doble entrada, como la tabla para determinar el volúmen cilíndrico que precede, y cuyo uso hemos explicado por medio de un ejemplo.

TABLA PARA CUBICAR LAS MADERAS AL 1/4 SIN DEDUCCION.

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,10	0,032	0,0006	0,0012	0,0019	0,0025	0,0031	0,0037	0,0044	0,0050	0,0056
0,12	0,038	0,0009	0,0018	0,0027	0,0036	0,0045	0,0054	0,0063	0,0072	0,0081
0,14	0,045	0,0012	0,0024	0,0037	0,0049	0,0061	0,0073	0,0086	0,0098	0,0110
0,16	0,051	0,0016	0,0032	0,0048	0,0064	0,0080	0,0096	0,0112	0,0128	0,0144
0,18	0,057	0,0020	0,0040	0,0061	0,0081	0,0101	0,0121	0,0142	0,0162	0,0182
0,20	0,064	0,0025	0,0050	0,0075	0,0100	0,0125	0,0150	0,0175	0,0200	0,0225
0,22	0,070	0,0030	0,0060	0,0091	0,0121	0,0151	0,0181	0,0212	0,0242	0,0272
0,24	0,076	0,0035	0,0072	0,0108	0,0144	0,0180	0,0216	0,0252	0,0288	0,0324
0,26	0,083	0,0042	0,0084	0,0127	0,0169	0,0211	0,0253	0,0296	0,0338	0,0380
0,28	0,089	0,0049	0,0098	0,0147	0'0196	0,0245	0,0294	0,0343	0,0392	0,0441
0,30	0,095	0,0056	0,0112	0,0169	0,0225	0,0281	0,0337	0,0394	0,0450	0,0506
0,32	0,102	0,0064	0,0128	0,0192	0,0256	0,0320	0,0384	0,0448	0,0512	0,0576
0,34	0,108	0,0072	0,0144	0,0217	0,0289	0,0361	0,0433	0,0506	0,0578	0,0650
0,36	0,115	0,0081	0,0162	0,0243	0,0324	0,0405	0,0486	0,0567	0,0648	0,0729
0,38	0,121	0,0090	0,0180	0,0271	0,0361	0,0451	0,0541	0,0632	0,0722	0,0812
0,40	0,127	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
0,42	0,134	0,0110	0,0220	0,0331	0,0441	0,0554	0,0661	0,0772	0,0882	0,0992
0,44	0,140	0,0121	0,0242	0,0363	0,0484	0,0605	0,0726	0,0847	0,0968	0,1089
0,46	0,146	0,0132	0,0264	0,0397	0,0529	0,0661	0,0793	0,0926	0,1058	0,1190
0,48	0,153	0,0144	0,0288	0,0432	0,0576	0,0720	0,0864	0,1008	0,1152	0,1296

0,50	0,159	0,0156	0,0312	0,0469	0,0625	0,0781	0,0937	0,1094	0,1250	0,1406
0,52	0,166	0,0169	0,0338	0,0507	0,0676	0,0845	0,1014	0,1183	0,1352	0,1521
0,54	0,172	0,0182	0,0364	0,0547	0,0729	0,0911	0,1093	0,1276	0,1458	0,1640
0,56	0,178	0,0196	0,0392	0,0588	0,0784	0,0980	0,1176	0,1372	0,1568	0,1764
0,58	0,185	0,0210	0,0420	0,0631	0,0841	0,1051	0,1261	0,1472	0,1682	0,1892
0,60	0,191	0,0225	0,0450	0,0675	0,0900	0,1125	0,1350	0,1575	0,1800	0,2025
0,62	0,197	0,0240	0,0480	0,0721	0,0961	0,1201	0,1441	0,1682	0,1922	0,2162
0,64	0,204	0,0256	0,0512	0,0768	0,1024	0,1280	0,1536	0,1792	0,2048	0,2304
0,66	0,210	0,0272	0,0544	0,0817	0,1089	0,1361	0,1633	0,1906	0,2178	0,2450
0,68	0,216	0,0289	0,0578	0,0867	0,1156	0,1445	0,1734	0,2023	0,2312	0,2601
0,70	0,223	0,0306	0,0612	0,0919	0,1225	0,1531	0,1837	0,2144	0,2450	0,2756
0,72	0,229	0,0324	0,0648	0,0972	0,1296	0,1620	0,1944	0,2268	0,2592	0,2916
0,74	0,236	0,0342	0,0684	0,1027	0,1369	0,1711	0,2053	0,2396	0,2738	0,3080
0,76	0,242	0,0361	0,0722	0,1083	0,1444	0,1805	0,2166	0,2527	0,2888	0,3249
0,78	0,248	0,0380	0,0760	0,1141	0,1521	0,1901	0,2281	0,2662	0,3042	0,3422
0,80	0,255	0,0400	0,0800	0,1200	0,1600	0,2000	0,2400	0,2800	0,3200	0,3600
0,82	0,261	0,0420	0,0840	0,1261	0,1681	0,2101	0,2521	0,2942	0,3362	0,3782
0,84	0,267	0,0441	0,0882	0,1323	0,1764	0,2205	0,2646	0,3087	0,3528	0,3969
0,86	0,274	0,0462	0,0924	0,1387	0,1849	0,2311	0,2773	0,3236	0,3698	0,4160
0,88	0,280	0,0484	0,0968	0,1452	0,1936	0,2420	0,2904	0,3388	0,3872	0,4356
0,90	0,286	0,0506	0,1012	0,1519	0,2025	0,2531	0,3037	0,3543	0,4050	0,4556
0,92	0,293	0,0529	0,1058	0,1587	0,2116	0,2645	0,3174	0,3703	0,4232	0,4761
0,94	0,299	0,0552	0,1104	0,1657	0,2209	0,2761	0,3313	0,3866	0,4418	0,4970
0,96	0,306	0,0576	0,1152	0,1728	0,2304	0,2880	0,3456	0,4032	0,4608	0,5184
0,98	0,312	0,0600	0,1200	0,1801	0,2401	0,3001	0,3601	0,4202	0,4802	0,5402
1,00	0,318	0,0625	0,1250	0,1875	0,2500	0,3125	0,3750	0,4375	0,5000	0,5625
1,02	0,325	0,0650	0,1300	0,1951	0,2601	0,3251	0,3901	0,4552	0,5202	0,5852
1,04	0,331	0,0676	0,1352	0,2028	0,2704	0,3380	0,4056	0,4732	0,5408	0,6084
1,06	0,337	0,0702	0,1404	0,2107	0,2809	0,3511	0,4213	0,4916	0,5618	0,6320
1,08	0,344	0,0729	0,1458	0,2187	0,2916	0,3645	0,4374	0,5103	0,5832	0,6561
1,10	0,350	0,0756	0,1512	0,2269	0,3025	0,3781	0,4537	0,5294	0,6050	0,6806

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,12	0,357	0,0784	0,1568	0,2352	0,3136	0,3920	0,4704	0,5488	0,6272	0,7056
1,14	0,363	0,0812	0,1624	0,2437	0,3249	0,4061	0,4873	0,5686	0,6498	0,7310
1,16	0,369	0,0841	0,1682	0,2523	0,3364	0,4205	0,5046	0,5887	0,6728	0,7569
1,18	0,376	0,0870	0,1740	0,2611	0,3481	0,4351	0,5221	0,6092	0,6962	0,7832
1,20	0,382	0,0900	0,1800	0,2700	0,3600	0,4500	0,5400	0,6300	0,7200	0,8100
1,22	0,388	0,0930	0,1860	0,2791	0,3721	0,4651	0,5581	0,6512	0,7442	0,8372
1,24	0,395	0,0961	0,1922	0,2883	0,3844	0,4805	0,5766	0,6727	0,7688	0,8649
1,26	0,401	0,0992	0,1984	0,2977	0,3969	0,4961	0,5953	0,6946	0,7938	0,8930
1,28	0,407	0,1024	0,2048	0,3072	0,4096	0,5120	0,6144	0,7168	0,8192	0,9216
1,30	0,414	0,1056	0,2112	0,3169	0,4225	0,5281	0,6337	0,7394	0,8450	0,9506
1,32	0,420	0,1089	0,2178	0,3267	0,4356	0,5445	0,6534	0,7623	0,8712	0,9801
1,34	0,427	0,1122	0,2244	0,3367	0,4489	0,5611	0,6733	0,7856	0,8978	1,0100
1,36	0,433	0,1156	0,2312	0,3468	0,4624	0,5780	0,6936	0,9092	0,9248	1,0404
1,38	0,439	0,1190	0,2380	0,3571	0,4761	0,5951	0,7141	0,8332	0,9522	1,0712
1,40	0,446	0,1225	0,2450	0,3675	0,4900	0,6125	0,7350	0,8575	0,9800	1,1025
1,42	0,452	0,1260	0,2520	0,3781	0,5041	0,6301	0,7561	0,8822	1,0082	1,1342
1,44	0,458	0,1296	0,2592	0,3888	0,5184	0,6480	0,7776	0,9072	1,0368	1,1664
1,46	0,465	0,1332	0,2664	0,3997	0,5329	0,6661	0,7993	0,9326	1,0658	1,1990
1,48	0,471	0,1369	0,2738	0,4107	0,5476	0,6845	0,8214	0,9583	1,0952	1,2321
1,50	0,477	0,1406	0,2812	0,4219	0,5625	0,7031	0,8437	0,9844	1,1250	1,2656
1,52	0,484	0,1444	0,2888	0,4332	0,5776	0,7220	0,8664	1,0108	1,1552	1,2996
1,54	0,490	0,1482	0,2964	0,4447	0,5929	0,7411	0,8893	1,0376	1,1858	1,3340

1,56	0,497	0,1521	0,3042	0,4563	0,6084	0,7605	0,9126	1,0647	1,2168	1,3689
1,58	0,503	0,1560	0,3120	0,4681	0,6241	0,7801	0,9361	1,0922	1,2482	1,4042
1,60	0,509	0,1600	0,3200	0,4800	0,6400	0,8000	0,9600	1,1200	1,2800	1,4400
1,62	0,516	0,1640	0,3280	0,4921	0,6561	0,8201	0,9841	1,1482	1,3122	1,4762
1,64	0,522	0,1681	0,3362	0,5043	0,6724	0,8405	1,0086	1,1767	1,3448	1,5129
1,66	0,528	0,1722	0,3444	0,5167	0,6889	0,8611	1,0333	1,2056	1,3778	1,5500
1,68	0,535	0,1764	0,3528	0,5292	0,7056	0,8820	1,0584	1,2348	1,4112	1,5876
1,70	0,541	0,1806	0,3612	0,5419	0,7225	0,9031	1,0837	1,2644	1,4450	1,6256
1,72	0,547	0,1849	0,3698	0,5547	0,7396	0,9245	1,1094	1,2943	1,4792	1,6641
1,74	0,554	0,1892	0,3784	0,5677	0,7569	0,9461	1,1353	1,3246	1,5138	1,7030
1,76	0,560	0,1936	0,3872	0,5808	0,7744	0,9680	1,1616	1,3552	1,5488	1,7424
1,78	0,567	0,1980	0,3960	0,5941	0,7921	0,9901	1,1881	1,3862	1,5842	1,7822
1,80	0,573	0,2025	0,4050	0,6075	0,8100	1,0125	1,2150	1,4175	1,6200	1,8225
1,82	0,579	0,2070	0,4140	0,6211	0,8281	1,3351	1,2421	1,4492	1,6562	1,8632
1,84	0,586	0,2116	0,4232	0,6348	0,8464	1,0580	1,2696	1,4812	1,6928	1,9044
1,86	0,592	0,2162	0,4324	0,6487	0,8649	1,0811	1,2973	1,5136	1,7298	1,9460
1,88	0,598	0,2209	0,4418	0,6627	0,8836	1,1045	1,3254	1,5463	1,7672	1,9881
1,90	0,605	0,2256	0,4512	0,6769	0,9025	1,1281	1,3537	1,5794	1,8050	2,0306
1,92	0,611	0,2304	0,4608	0,6912	0,9216	1,1520	1,3824	1,6128	1,8432	2,0736
1,94	0,618	0,2352	0,4704	0,7057	0,9409	1,1761	1,4113	1,6466	1,8818	2,1170
1,96	0,624	0,2401	0,4802	0,7203	0,9604	1,2005	1,4406	1,6807	1,9208	2,1609
1,98	0,630	0,2450	0,4900	0,7351	0,9801	1,2251	1,4701	1,7152	1,9602	2,2052
2,00	0,636	0,2500	0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,5000	1,7500	2,0000	2,2500
2,02	0,643	0,2550	0,5100	0,7651	1,0201	1,2751	1,5301	1,7852	2,0402	2,2952
2,04	0,649	0,2601	0,5202	0,7803	1,0404	1,3005	1,5606	1,8207	2,0808	2,3409
2,06	0,656	0,2652	0,5304	0,7957	1,0609	1,3261	1,5913	1,8566	2,1218	2,3870
2,08	0,662	0,2704	0,5408	0,8112	1,0816	1,3520	1,6224	1,8928	2,1632	2,4336
2,10	0,668	0,2756	0,5512	0,8269	1,1025	1,3781	1,6537	1,9294	2,2050	2,4806
2,12	0,675	0,2809	0,5618	0,8427	1,1236	1,4045	1,6854	1,9663	2,2472	2,5281
2,14	0,681	0,2862	0,5724	0,8587	1,1449	1,4311	1,7173	2,0036	2,2898	2,5760
2,16	0,688	0,2916	0,5832	0,8748	1,1664	1,4580	1,7496	2,0412	2,3328	2,6244

Circunferencias	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,18	0,694	0,2970	0,5940	0,8911	1,1881	1,4851	1,7821	2,0792	2,3762	2,6732
2,20	0,700	0,3025	0,6050	0,9075	1,2100	1,5125	1,8150	2,1175	2,4200	2,7225
2,22	0,707	0,3080	0,6160	0,9241	1,2321	1,5401	1,8481	2,1562	2,4642	2,7722
2,24	0,713	0,3136	0,6272	0,9408	1,2544	1,5680	1,8816	2,1952	2,5088	2,8224
2,26	0,719	0,3192	0,6384	0,9577	1,2769	1,5961	1,9153	2,2346	2,5538	2,8730
2,28	0,726	0,3249	0,6498	0,9747	1,2996	1,6245	1,9494	2,2743	2,5992	2,9241
2,30	0,732	0,3306	0,6612	0,9919	1,3225	1,6531	1,9837	2,3144	2,6450	2,9756
2,32	0,739	0,3364	0,6728	1,0092	1,3456	1,6820	2,0184	2,3548	2,6912	3,0276
2,34	0,745	0,3422	0,6844	1,0267	1,3689	1,7111	2,0533	2,3956	2,7378	3,0800
2,36	0,751	0,3481	0,6962	1,0443	1,3924	1,7405	2,0886	2,4367	2,7848	3,1329
2,38	0,758	0,3540	0,7080	1,0621	1,4161	1,7701	2,1241	2,4782	2,8322	3,1862
2,40	0,764	0,3600	0,7200	1,0800	1,4400	1,8000	2,1600	2,5200	2,8800	3,2400
2,42	0,770	0,3660	0,7320	1,0981	1,4641	1,8301	2,1961	2,5622	2,9282	3,2942
2,44	0,777	0,3721	0,7442	1,1163	1,4884	1,8605	2,2326	2,6047	2,9768	3,3489
2,46	0,783	0,3782	0,7564	1,1347	1,5129	1,8911	2,2693	2,6476	3,0258	3,4040
2,48	0,790	0,3844	0,7688	1,1532	1,5376	1,9220	2,3064	2,6908	3,0752	3,4596
2,50	0,796	0,3906	0,7812	1,1719	1,5625	1,9531	2,3437	2,7344	3,1250	3,5156
2,52	0,802	0,3969	0,7938	1,1907	1,5876	1,9845	2,3814	2,7783	3,1752	3,5721
2,54	0,809	0,4032	0,8064	1,2097	1,6129	2,0161	2,4193	2,8226	3,2258	3,6290
2,56	0,815	0,4096	0,8192	1,2288	1,6384	2,0480	2,4576	2,8672	3,2768	3,6864
2,58	0,821	0,4160	0,8320	1,2481	1,6641	2,0801	2,4961	2,9122	3,3282	3,7442
2,60	0,828	0,4225	0,8450	1,2675	1,6900	2,1125	2,5350	2,9575	3,3800	3,8025

2,62	0,834	0,4290	0,8580	1,2871	1,7161	2,1451	2,5741	3,0032	3,4322	3,8612
2,64	0,840	0,4356	0,8712	1,3068	1,7424	2,1780	2,6136	3,0492	3,4848	3,9204
2,66	0,847	0,4422	0,8844	1,3267	1,7689	2,2111	2,6533	3,0956	3,5378	3,9800
2,68	0,853	0,4489	0,8978	1,3467	1,7956	2,2445	2,6934	3,1423	3,5912	4,0401
2,70	0,860	0,4556	0,9112	1,3669	1,8225	2,2781	2,7337	3,1894	3,6450	4,1006
2,72	0,866	0,4624	0,9248	1,3872	1,8496	2,3120	2,7744	3,2368	3,6992	4,1616
2,74	0,872	0,4692	0,9384	1,4077	1,8769	2,3461	2,8153	3,2846	3,7538	4,2230
2,76	0,879	0,4761	0,9522	1,4283	1,9044	2,3805	2,8566	3,3327	3,8088	4,2849
2,78	0,885	0,4830	0,9660	1,4491	1,9321	2,4151	2,8981	3,3812	3,8642	4,3472
2,80	0,891	0,4900	0,9800	1,4700	1,9600	2,4500	2,9400	3,4300	3,9200	4,4100
2,82	0,898	0,4970	0,9940	1,4911	1,9881	2,4851	2,9821	3,4792	3,9762	4,4732
2,84	0,904	0,5041	1,0082	1,5123	2,0164	2,5205	3,0246	3,5287	4,0328	4,5369
2,86	0,910	0,5112	1,0224	1,5337	2,0449	2,5561	3,0673	3,5786	4,0898	4,6010
2,88	0,917	0,5184	1,0368	1,5552	2,0736	2,5920	3,1104	3,6268	4,1472	4,6656
2,90	0,923	0,5256	1,0512	1,5769	2,1025	2,6281	3,1537	3,6794	4,2050	4,7306
2,92	0,930	0,5329	1,0658	1,5987	2,1316	2,6645	3,1974	3,7303	4,2632	4,7961
2,94	0,936	0,5402	1,0804	1,6207	2,1609	2,7011	3,2413	3,7816	4,3218	4,8620
2,96	0,942	0,5476	1,0952	1,6428	2,1904	2,7380	3,2856	3,8332	4,3808	4,9284
2,98	0,949	0,5550	1,1100	1,6651	2,2201	2,7751	3,3301	3,8852	4,4402	4,9952
3,00	0,955	0,5625	1,1250	1,6875	2,2500	2,8125	3,3750	3,9375	4,5000	5,0625
3,02	0,961	0,5700	1,1400	1,7101	2,2801	2,8501	3,4201	3,9902	4,5602	5,1302
3,04	0,968	0,5776	1,1552	1,7328	2,3104	2,8880	3,4656	4,0432	4,6208	5,1981
3,06	0,974	0,5852	1,1704	1,7557	2,3409	2,9261	3,5113	4,0966	4,6818	5,2670
3,08	0,980	0,5929	1,1858	1,7787	2,3716	2,9645	3,5574	4,1503	4,7432	5,3361
3,10	0,987	0,6006	1,2012	1,8019	2,4025	3,0031	3,6037	4,2044	4,8050	5,4056
3,12	0,993	0,6084	1,2168	1,8252	2,4336	3,0420	3,6504	4,2588	4,8672	5,4756
3,14	1,000	0,6162	1,2324	1,8487	2,4649	3,0811	3,6973	4,3136	4,9298	5,5460
3,16	1,006	0,6241	1,2482	1,8723	2,4964	3,1205	3,7446	4,3687	4,9928	5,6169
3,18	1,012	0,6320	1,2640	1,8961	2,5281	3,1601	3,7921	4,4242	5,0562	5,6882
3,20	1,018	0,6400	1,2800	1,9200	2,5600	3,2000	3,8400	4,4800	5,1200	5,7600
3,22	1,025	0,6480	1,2960	1,9441	2,5921	3,2401	3,8881	4,5263	5,1842	5,8322

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,24	1,031	0,6561	1,3122	1,9683	2,6244	3,2805	3,9366	4,5927	5,2488	5,9049
3,26	1,038	0,6642	1,3284	1,9927	2,6569	3,3211	3,9853	4,6496	5,3138	5,9780
3,28	1,044	0,6724	1,3448	2,0172	2,6896	3,3620	4,0344	4,7068	5,3792	6,0516
3,30	1,051	0,6806	1,3612	2,0419	2,7225	3,4031	4,0837	4,7644	5,4450	6,1256
3,32	1,057	0,6889	1,3778	2,0667	2,7556	3,4445	4,1334	4,8223	5,5112	6,2001
3,34	1,063	0,6972	1,3944	2,0917	2,7889	3,4861	4,1833	4,8806	5,5778	6,2750
3,36	1,070	0,7056	1,4112	2,1168	2,8224	3,5280	4,2336	4,9392	5,6448	6,3504
3,38	1,076	0,7140	1,4280	2,1421	2,8561	3,5701	4,2841	4,9982	5,7122	6,4262
3,40	1,082	0,7225	1,4450	2,1675	2,8900	3,6125	4,3350	5,0575	5,7800	6,5025
3,42	1,089	0,7310	1,4620	2,1931	2,9241	3,6551	4,3861	5,1172	5,8482	6,5792
3 44	1,095	0,7396	1,4792	2,2188	2,9584	3,6980	4,4376	5,1772	5,9168	6,6564
3,46	1,101	0,7482	1,4964	2,2447	2,9929	3,7411	4,4893	5,2376	5,9858	6,7340
3,48	1,108	0,7569	1,5138	2,2707	3,0276	3,7845	4,5414	5,2983	6,0552	6,8121
3,50	1,114	0,7656	1,5312	2,2969	3,0625	3,8281	4,5937	5,3594	6,1250	6,8906
3,52	1,120	0,7744	1,5488	2,3232	3,0976	3,8720	4,6464	5,4208	6,1952	6,9696
3,54	1,127	0,7832	1,5664	2,3497	3,1329	3,9161	4,6993	5,4826	6,2658	7,0490
3,56	1,133	0,7921	1,5842	2,3763	3,1684	3,9605	4,7526	5,5447	6,3368	7,1289
3,58	1,140	0,8010	1,6020	2,4031	3,2041	4,0051	4,8061	5,6072	6,4082	7,2092
3,60	1,146	0,8100	1,6200	2,4300	3,2400	4,0500	4,8600	5,6700	6,4800	7,2900
3,62	1,152	0,8190	1,6380	2,4571	3,2761	4,0951	4,9141	5,7332	6,5522	7,3712
3,64	1,159	0,8281	1,6562	2,4843	3,3124	4,1405	,,9686	5,7967	6,6248	7,4529
3,66	1,165	0,8372	1,6744	2,5117	3,3489	4,1861	5,0233	5,8606	6,6978	7,5350
3,68	1,171	0,8464	1,6928	2,5392	3,3856	4,2320	5,0784	5,9248	6,7712	7,6176

0,8556	1,7112	2,5669	3,4225	4,2781	5,1337	5,9894	6,8450	7,7006	1,178
0,8649	1,7298	2,5947	3,4596	4,3245	5,1894	6,0543	6,9197	7,7841	1,184
0,8742	1,7484	2,6227	3,4969	4,3711	5,2453	6,1196	6,9938	7,8680	1,190
0,8836	1,7672	2,6508	3,5344	4,4180	5,3016	6,1852	7,0683	7,9524	1,197
0,8930	1,7860	2,6791	3,5721	4,4651	5,3581	6,2512	7,1442	8,0372	1,203
0,9025	1,8050	2,7075	3,6160	4,5125	5,4150	6,3175	7,2200	8,1225	1,210
0,9120	1,8240	2,7361	3,6481	4,5601	5,4721	6,3842	7,2962	8,2082	1,216
0,9216	1,8432	2,7648	3,6864	4,6080	5,5296	6,4512	7,3728	8,2944	1,222
0,9312	1,8624	2,7937	3,7249	4,6561	5,5873	6,5186	7,4498	8,3810	1,2 9
0,9409	1,8818	2,8227	3,7636	4,7045	5,6454	6,5863	7,5272	8,4681	1,235
0,9506	1,9012	2,8519	3,8025	4,7531	5,7037	6,6544	7,6050	8,5556	1,241
0,9604	1,9208	2,8812	3,8416	4,8020	5,7624	6,7228	7,6832	8,6436	1,248
0,9702	1,9404	2,9107	3,8809	4,8511	5,8213	6,7916	7,7618	8,7320	1,254
0,9801	1,9602	2,9403	3,9204	4,9005	5,8806	6,8607	7,8408	8,8209	1,261
0,9900	1,9800	2,9701	3,9601	4,9501	5,9401	6,9302	7,9202	8,9102	1,267
1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	1,273
1,0100	2,0201	3,0301	4,0401	5,0501	6,0602	7,0704	8,0802	9,0902	1,280
1,0201	2,0402	3,0603	4,0804	5,1005	6,1206	7,1407	8,1608	9,1809	1,286
1,0302	2,0604	3,0907	4,1209	5,1511	6,1813	7,2116	8,2418	9,2721	1,295
1,0404	2,0808	3,1212	4,1616	5,2020	6,2424	7,2828	8,3232	9,3636	1,299
1,0506	2,1012	3,1519	4,2025	5,2531	6,3037	7,3541	8,4050	9,4556	1,305
1,0609	2,1218	3,1827	4,2433	5,3045	6,3654	7,4263	8,4872	9,5481	1,312
1,0712	2,1424	3,2137	4,2849	5,3561	6,4273	7,4986	8,5698	9,6410	1,319
1,0816	2,1632	3,2448	4,3264	5,4080	6,4896	7,5712	8,6528	9,7344	1,324
1,0920	2,1841	3,2761	4,3681	5,4601	6,5522	7,6442	8,7362	9,8282	1,331
1,1025	2,2050	3,3075	4,4100	5,5125	6,6150	7,7175	8,8200	9,9225	1,337
1,1130	2,2260	3,3390	4,4521	5,5651	6,6781	7,7911	8,9042	10,0172	1,343
1,1236	2,2472	3,3708	4,4944	5,6180	6,7416	7,8652	8,9888	10,1121	1,350
1,1342	2,2684	3,4027	4,5369	5,6711	6,8053	7,9394	9,0738	10,2080	1,356
1,1449	3,2898	3,4347	4,5796	5,7245	6,8694	8,0143	9,1592	10,3041	1,362
1,1556	2,3112	3,4668	4,6225	5,7781	6,9337	8,0993	9,2450	10,4006	1,369

Error cometido al cubicar al $\frac{1}{n}$ *de la circunferencia.*—Puede calcularse fácilmente el error en que se incurre, calculando el volúmen de un rollo al $\frac{1}{n}$ de su circunferencia en vez de hacerlo por la fórmula del tronco de cono.

$$\text{Vol. t. c} = \frac{1}{3}\pi H(R^2+R'^2+RR')$$

introduciendo en esta fórmula un factor f de correccion para que dé el volúmen real del rollo, se convierte en:

$$\text{Vol. t. c.} = \frac{1}{3} f_\pi H(R^2+R'^2+RR')$$

en la cual, multiplicando y dividiendo por n^2, resulta

$$\text{Vol. t. c.} = \frac{1}{3n^2}\pi H(fR^2n^2+fR'^2n^2+fRR'n^2)$$

Representan: R, el radio mayor del rollo; R' el menor; H, la altura del rollo; f, un factor de correccion para obtener el volúmen real; $\frac{1}{n}$ el divisor, segun el cual se quiere obtener el volúmen de la pieza en rollo.

El volúmen calculado al $\frac{1}{n}$ sin deduccion se obtiene por la fórmula

$$\text{Vol.}\frac{1}{n} = H\left(\frac{2\pi\left(\frac{R+R'}{2}\right)}{n}\right)^2 = \frac{H}{n^2}\left(\pi(R+R')\right)^2;$$

en la cual, verificando la elevacion al cuadrado

y multiplicando y dividiendo por 3, se trasforma en

$$\text{Vol.}\frac{1}{n}=\frac{1}{3n^2}\pi H(3\pi R^2+3\pi R'^2+6\pi RR')$$

El error cometido al cubicar por la fórmula del tronco de cono ó por al $\frac{1}{n}$ sin deduccion, se determina restando ambas expresiones:

$$\text{Vol. t. c.}-\text{Vol.}\ \frac{1}{n}=\frac{1}{3n^2}\pi H(R^2fn^2+R'^2fn^2)+$$
$$+6RR'fn^2-3\pi R^2-3\pi R'^2-6\pi RR')$$
$$=\frac{1}{3n2}\Big(\pi H(R^2\ (fn^2-3\pi)+R'^2(fn^2-3\pi)+$$
$$+RR\ (fn^2-6\pi)\Big)$$

Para obtener la mayor aproximacion al calcular segun este método al $\frac{1}{n}$ es preciso que la ecuacion anterior (que expresa el error) sea igual á cero; en cuyo caso se obtiene el mismo volúmen calculando por el tronco de cono que al $\frac{1}{n}$ sin deduccion. Pero para que esa expresion sea lo menor posible, es preciso igual á cero $fn^2-3\pi$, en cuyo caso resulta

$n=\sqrt{3\pi}$. suponiendo el factor f de conversion la unidad, es decir, que el volúmen del tronco de cono es el real ó verdadero del árbol.

De aquí resulta que el valor de n está comprendido entre 3 y 4, para que la cubicacion al $\frac{1}{n}$ resulte aproximada al volúmen real, y en esto se funda la regla práctica ántes expresada

de calcular el volúmen al $\frac{1}{3}$ y $\frac{1}{4}$ sin deduccion.

Si en las fórmulas precedentes se supone $R=R'$ se obtendrá la comparacion con el volúmen cilíndrico; y si se supone $R'=0$, con la del cono.

Regla práctica para árboles escuadrados: cubicacion al $\frac{1}{5}$ *y al* $\frac{1}{6}$ *deducido*.—Este procedimiento se aplica para obtener el volúmen de madera aprovechable que resulta de un rollo despues de quitada la corteza y la parte de albura que exija la labra.

Para ello se resta de la circunferencia del rollo su $\frac{1}{5}$ ó su $\frac{1}{6}$ parte, de esta resta se eleva la cuarta parte al cuadrado, y multiplicado por la altura da el volúmen buscado; equivale á sustituir el rollo por un prisma cuadrangular de igual altura, y cuyo lado de la base ó seccion es el cuarto de los $\frac{4}{5}$ ó $\frac{5}{6}$ de la circunferencia media del rollo.

Las fórmulas en funcion de la circunferencia C, altura H, ó diámetro D, son

$$\text{Vol. } \frac{1}{5} \text{ deducido} = \left(\frac{C - \frac{C}{5}}{4}\right)^2 \times H = \left(\frac{C}{5}\right)^2 \times H;$$

ó bien

$$\text{Vol. } \frac{1}{5} \text{ deducido} = \frac{\pi^2}{25} D^2 H = 0{,}3948 . D^2 H.$$

Ejemplo: Un árbol cuya circunferencia media sea de 1,60 metros y su altura 10 metros,

su volúmen al $\frac{1}{5}$ deducido, es

$$\text{Vol. } \frac{1}{5} \text{ deducido} = \left(\frac{1'60}{5}\right)^2 \times 10^{m} = 1'024$$

metros cúbicos.

Las fórmulas para cubicar al $\frac{1}{6}$ deducido, son:

$$\text{Vol. } \frac{1}{6} \text{ deducido} = \left(\frac{C - \frac{C}{6}}{4}\right)^2 \times H = \left(\frac{5\ C}{6 \times 4}\right)^2 \times H$$

ó bien

$$\text{Vol. } \frac{1}{6} \text{ deducido} = \frac{25\ \pi^2}{36 \times 16} D^2 H = 0'4284 \times D^2 H$$

Ejemplo: Un árbol cuya circunferencia media sea de 1,60 metros y su altura 10 metros, su volúmen al $\frac{1}{6}$ deducido, es:

$$\text{Vol. } \frac{1}{6} \text{ deducido} = \left(\frac{1'60 \times 5}{24}\right)^2 \times 10 \text{ metros}$$

$= 1'111$ metros cúbicos.

Se usan del mismo modo que las tablas de volúmenes cilíndricos y al $\frac{1}{4}$, ántes explicadas, las dos siguientes para el $\frac{1}{5}$ y el $\frac{1}{6}$ deducidos.

TABLA PARA CUBICAR LAS MADERAS AL $^1/_6$ DEDUCIDO

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,10	0,032	0,0004	0,0009	0,0013	0,0017	0,0022	0,0026	0,0030	0,0035	0,0039
0,12	0,038	0,0006	0,0012	0,0019	0,0025	0,0031	0,0037	0,0044	0,0050	0,0056
0,14	0,045	0,0009	0,0017	0,0026	0,0034	0,0043	0,0051	0,0060	0,0068	0,0077
0,16	0,051	0,0011	0,0022	0,0033	0,0044	0,0056	0,0067	0,0078	0,0089	0,0100
0,18	0,057	0,0014	0,0028	0,0042	0,0056	0,0070	0,0084	0,0098	0,0112	0,0127
0,20	0,064	0,0017	0,0035	0,0052	0,0069	0,0087	0,0104	0,0121	0,0139	0,0156
0,22	0,070	0,0021	0,0042	0,0063	0,0084	0,0105	0,0126	0,0147	0,0168	0,0189
0,24	0,076	0,0025	0,0050	0,0075	0,0100	0,0125	0,0150	0,0175	0,0200	0,0225
0,26	0,083	0,0029	0,0059	0,0088	0,0117	0,0147	0,0176	0,0205	0,0235	0,0264
0,28	0,089	0,0034	0,0068	0,0102	0,0136	0,0170	0,0204	0,0238	0,0272	0,0306
0,30	0,095	0,0039	0,0078	0,0117	0,0156	0,0195	0,0234	0,0273	0,0312	0,0352
0,32	0,102	0,0044	0,0089	0,0133	0,0178	0,0222	0,0267	0,0311	0,0356	0,0400
0,34	0,108	0,0050	0,0100	0,0151	0,0201	0,0251	0,0301	0,0351	0,0401	0,0452
0,36	0,115	0,0056	0,0112	0,0169	0,0225	0,0281	0,0337	0,0394	0,0450	0,0506
0,38	0,121	0,0063	0,0125	0,0188	0,0251	0,0313	0,0376	0,0439	0,0501	0,0564
0,40	0,127	0,0069	0,0139	0,0208	0,0278	0,0347	0,0417	0,0486	0,0556	0,0625
0,42	0,134	0,0077	0,0153	0,0230	0,0306	0,0383	0,0419	0,0536	0,0613	0,0689
0,44	0,140	0,0084	0,0168	0,0252	0,0336	0,0420	0,0504	0,0588	0,0672	0,0756
0,46	0,146	0,0092	0,0184	0,0276	0,0367	0,0459	0,0551	0,0643	0,0735	0,0827
0,48	0,153	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900

0,50	0,159	0,0108	0,0217	0,0325	0,0434	0,0542	0,0651	0,0759	0,0868	0,0977
0,52	0,166	0,0117	0,0235	0,0352	0,0469	0,0587	0,0704	0,0822	0,0939	0,1056
0,54	0,172	0,0127	0,0253	0,0380	0,0606	0,0633	0,0759	0,0886	0,1012	0,1139
0,56	0,178	0,0136	0,0272	0,0408	0,0544	0,0681	0,0817	0,0953	0,1089	0,1225
0,58	0,185	0,0146	0,0292	0,0438	0,0584	0,0730	0,0876	0,1022	0,1168	0,1314
0,60	0,191	0,0156	0,0312	0,0469	0,0625	0,0781	0,0937	0,1094	0,1250	0,1406
0,62	0,197	0,0167	0,0334	0,0501	0,0667	0,0834	0,1001	0,1168	0,1335	0,1502
0,64	0,204	0,0178	0,0356	0,0533	0,0711	0,0889	0,1067	0,1244	0,1422	0,1600
0,66	0,210	0,0189	0,0378	0,0567	0,0756	0,0945	0,1134	0,1323	0,1512	0,1702
0,68	0,216	0,0201	0,0401	0,0602	0,0803	0,1003	0,1204	0,1405	0,1606	0,1806
0,70	0,223	0,0213	0,0425	0,0638	0,0851	0,1063	0,1276	0,1489	0,1701	0,1914
0,72	0,229	0,0225	0,0450	0,0675	0,0900	0,1125	0,1350	0,1575	0,1800	0,2025
0,74	0,236	0,0238	0,0475	0,0713	0,0951	0,1188	0,1426	0,1664	0,1901	0,2139
0,76	0,242	0,0251	0,0501	0,0752	0,1003	0,1253	0,1504	0,1755	0,2006	0,2256
0,78	0,248	0,0264	0,0528	0,0792	0,1056	0,1320	0,1584	0,1848	0,2112	0,2377
0,80	0,255	0,0278	0,0556	0,0833	0,1111	0,1389	0,1667	0,1944	0,2222	0,2500
0,82	0,261	0,0292	0,0584	0,0876	0,1167	0,1459	0,1751	0,2043	0,2335	0,2627
0,84	0,267	0,0306	0,0612	0,0919	0,1225	0,1531	0,1837	0,2144	0,2450	0,2756
0,86	0,274	0,0321	0,0642	0,9963	0,1284	0,1605	0,1926	0,2247	0,2568	0,2889
0,88	0,280	0,0336	0,0672	0,1008	0,1344	0,1681	0,2017	0,2353	0,2689	0,3025
0,90	0,286	0,0352	0,0703	0,1055	0,1406	0,1758	0,2109	0,2461	0,2813	0,3164
0,92	0,293	0,0367	0,0735	0,1102	0,1469	0,1837	0,2204	0,2572	0,2939	0,3306
0,94	0,299	0,0384	0,0767	0,1151	0,1534	0,1918	0,2301	0,2685	0,3068	0,3452
0,96	0,306	0,0400	0,0800	0,1200	0,1600	0,2000	0,2400	0,2800	0,3200	0,3600
0,98	0,312	0,0417	0,0834	0,1251	0,1667	0,2084	0,2501	0,2918	0,3335	0,3752
1,00	0,318	0,0434	0,0868	0,1302	0,1736	0,2170	0,2604	0,3038	0,3472	0,3906
1,02	0,325	0,0452	0,0903	0,1355	0,1806	0,2258	0,2709	0,3161	0,3612	0,4064
1,04	0,331	0,0469	0,0939	0,1408	0,1878	0,2347	0,2817	0,3286	0,3756	0,4225
1,06	0,337	0,0488	0,0975	0,1463	0,1951	0,2438	0,2926	0,3414	0,3901	0,4389
1,08	0,344	0,0506	0,1012	0,1519	0,2025	0,2536	0,3037	0,3544	0,4050	0,4556
1,10	0,350	0,0525	0,1050	0,1575	0,2101	0,2612	0,3151	0,3678	0,4201	0,4726

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,12	0,357	0,0544	0,1089	0,1633	0,2178	0,2722	0,3266	0,3811	0,4356	0,4900
1,14	0 363	0,0564	0,1128	0,1692	0,2256	0,2820	0,3384	0,3948	0,4512	0,5077
1,16	0,369	0,0584	0,1168	0,1752	0,2336	0,2920	0,3504	0,4088	0,4672	0,5256
1,18	0,376	0,0604	0,1209	0,1813	0,2418	0,3022	0,3626	0,4230	0,4835	0,5439
1,20	0,382	0,0625	0,1250	0,1875	0,2500	0,3125	0,3750	0,4375	0,5000	0,5625
1,22	0,388	0,0646	0,1292	0,1938	0,2584	0,3230	0,3876	0,4522	0,5168	0,5814
1,24	0,395	0,0667	0,1335	0,2002	0,2669	0,3337	0,4004	0,4672	0,5339	0,6006
1,26	0,401	0,0689	0,1378	0,2067	0,2756	0,3445	0,4134	0,4823	0,5512	0,6202
1,28	0,407	0,0711	0,1422	0,2133	0,2844	0,3556	0,4267	0,4978	0,5689	0,6400
1,30	0,414	0,0734	0,1467	0,2201	0,2934	0,3668	0,4401	0,5134	0,5868	0,6602
1,32	0,420	0,0756	0,1512	0,2269	0,3025	0,3781	0,4537	0,5294	0,6050	0,6806
1,34	0,427	0,0779	0,1559	0,2338	0,3117	0,3897	0,4676	0,5455	0,6235	0,7014
1,36	0,433	0,0803	0,1606	0,2408	0,3211	0,4014	0,4817	0,5619	0,6422	0,7225
1,38	0,439	0,0827	0,1653	0,2480	0,3306	0,4133	0,4960	0,5786	0,6612	0,7439
1,40	0,446	0,0851	0,1701	0,2552	0,3403	0,4253	0,5104	0,5955	0,6805	0,7656
1,42	0,452	0,0875	0,1750	0,2626	0,3501	0,4376	0,5251	0,6126	0,7001	0,7877
1,44	0,458	0,0900	0,1800	0,2700	0,3600	0,4500	0,5400	0,6300	0,7200	0,8100
1,46	0,465	0,0925	0,1850	0,2776	0,3701	0,4626	0,5551	0,6476	0,7401	0,8327
1,48	0,471	0,0951	0,1901	0,2852	0,3803	0,4753	0,5704	0,6655	0,7606	0,8556
1,50	0,477	0,0977	0,1953	0,2930	0,3906	0,4883	0,5859	0,6836	0,7812	0,8789
1,52	0,484	0,1003	0,2006	0,3008	0,4011	0,5014	0,6017	0,7019	0,8022	0,9025
1,54	0,490	0,1029	0,2059	0,3088	0,4117	0,5147	0,6176	0,7205	0,8235	0,9264

1,56	0,497	0,1056	0,2112	0,3169	0,4225	0,5281	0,6337	0,7394	0,8450	0,9506
1,58	0,503	0,1083	0,2167	0,3251	0,4334	0,5418	0,6501	0,7585	0,8668	0,9752
1,60	0,509	0,1111	0,2222	0,3333	0,4444	0,5556	0,6667	0,7778	0,8889	1,0000
1,62	0,516	0,1139	0,2278	0,3417	0,4556	0,5695	0,6834	0,7973	0,9112	1,0252
1,64	0,522	0,1167	0,2335	0,3502	0,4669	0,5837	0,7004	0,8171	0,9339	1,0506
1,66	0,528	0,1196	0,2392	0,3588	0,4784	0,5980	0,7176	0,8372	0,9568	1,0764
1,68	0,535	0,1225	0,2450	0,3675	0,4900	0,6125	0,7350	0,8575	0,9800	1,1025
1,70	0,541	0,1254	0,2509	0,3763	0,5017	0,6271	0,7526	0,8780	1,0035	1,1289
1,72	0,547	0,1284	0,2568	0,3852	0,5136	0,6420	0,7704	0,8988	1,0272	1,1556
1,74	0,554	0,1314	0,2628	0,3942	0,5256	0,6570	0,7884	0,9198	1,0512	1,1827
1,76	0,560	0,1344	0,2689	0,4033	0,5378	0,6722	0,8067	0,9411	1,0756	1,2100
1,78	0,567	0,1375	0,2750	0,4126	0,5501	0,6876	0,8251	0,9626	1,1001	1,2337
1,80	0,573	0,1406	0,2812	0,4219	0,5625	0,7031	0,8439	0,9844	1,1250	1,2656
1,82	0,579	0,1438	0,2875	0,4313	0,5751	0,7188	0,8626	1,0064	1,1501	1,2939
1,84	0,586	0,1469	0,2339	0,4408	0,5878	0,7347	0,8817	1,0286	1,1756	1,3225
1,86	0,592	0,1502	0,3003	0,4505	0,6006	0,7503	0,9009	1,0311	1,2012	1,3514
1,88	0,568	0,1534	0,3068	0,4602	0,6136	0,7670	0,9204	1,0738	1,2272	1,3806
1,90	0,605	0,1567	0,3134	0,4700	0,6267	0,7834	0,9401	1,0968	1,2535	1,4101
1,92	0,611	0,1600	0,3200	0,4800	0,6400	0,8000	0,9600	1,1200	1,2800	1,4400
1,94	0,618	0,1633	0,3267	0,4960	0,6534	0,8168	0,9801	1,1435	1,3068	1,4702
1,96	0,624	0,1667	0,3335	0,5002	0,6669	0,8337	1,0004	1,1672	1,3339	1,5006
1,98	0,630	0,1702	0,3403	0,5105	0,6806	0,8508	1,0209	1,1911	1,3612	1,5314
2,00	0,636	0,1736	0,3472	0,5208	0,6944	0,8681	1,0416	1,2152	1,3889	1,5625
2,02	0,643	0,1771	0,3542	0,5313	0,7084	0,8855	1'0626	1,2397	1,4168	1,5939
2,04	0,649	0,1806	0,3612	0,5419	0,7225	0,9031	1,0837	1,2644	1,4450	1,6256
2,06	0,656	0,1842	0,3684	0,5525	0,7367	0,9209	1,1051	1,2893	1,4735	1,6577
2,08	0,662	0,1878	0,3756	0,5633	0,7511	0,9389	1,1267	1,3144	1,5022	1,6900
2,10	0,668	0,1914	0,3828	0,5742	0,7656	0,9570	1,1484	1,3398	1,5313	1,7227
2,12	0,675	0,1951	0,3901	0,5852	0,7803	0,9753	1,1704	1,3655	1,5606	1,7556
2,14	0,681	0,1988	0,3975	0,5963	0,7951	0,9938	1,1926	1,3914	1,5901	1,7889
2,16	0,688	0,2025	0,4050	0,6075	0,8100	1,0125	1,2150	1,4175	1,6200	1,8225

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,18	0,694	0,2063	0,4125	0,6188	0,8251	1,0313	1,2376	1,4439	1,6501	1,8564
2,20	0,700	0,2101	0,4201	0,6302	0,8403	1,0503	1,2604	1,4705	1,6805	1,8906
2,22	0,707	0,2139	0,4278	0,6417	0,8556	1,0695	1,2834	1,4973	1,7112	1,9252
2,24	0,713	0,2178	0,4356	0,6533	0,8711	1,0889	1,3067	1,5244	1,7422	1,9600
2,26	0,719	0,2217	0,4434	0,6651	0,8867	1,1084	1,3301	1,5518	1,7735	1,9952
2,28	0,726	0,2256	0,4512	0,6769	0,9025	1,1281	1,3537	1,5794	1,8050	2,0306
2,30	0,732	0,2296	0,4592	0,6888	0,9184	1,1489	1,3776	1,6072	1,8368	2,0664
2,32	0,739	0,2336	0,4672	0,7008	0,9344	1,1681	1,4017	1,6353	1,8689	2,1025
2,34	0,745	0,2377	0,4753	0,7130	0,9506	1,1883	1,4259	1,6636	1,9012	2,1389
2,36	0,751	0,2418	0,4835	0,7252	0,9670	1,2087	1,4505	1,6922	1,9340	2,1756
2,38	0,758	0,2458	0,4917	0,7376	0,9834	1,2293	1,4751	1,7210	1,9668	2,2127
2,40	0,764	0,2500	0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,5000	1,7500	2,0000	2,2500
2,42	0,770	0,2542	0,5084	0,7625	1,0167	1,2709	1,5251	1,7793	2,0335	2,2876
2,44	0,777	0,2584	0,5168	0,7752	1,0336	1,2920	1,5504	1,8088	2,0672	2,3256
2,46	0,783	0,2627	0,5253	0,7880	1,0506	1,3133	1,5759	1,8386	2,1012	2,3639
2,48	0,790	0,2669	0,5339	0,8008	1,0678	1,3347	1,6017	1,8686	2,1355	2,4025
2,50	0,796	0,2713	0,5425	0,8138	1,0851	1,3563	1,6276	1,8989	2,1701	2,4414
2,52	0,802	0,2756	0,5512	0,8269	1,1025	1,3781	1,6537	1,9294	2,2050	2,4806
2,54	0,809	0,2800	0,5600	0,8400	1,1201	1,4001	1,6801	1,9601	2,2401	2,5201
2,56	0,815	0,2844	0,5689	0,8533	1,1378	1,4222	1,7067	1,9911	2,2756	2,5600
2,58	0,821	0,2889	0,5778	0,8667	1,1556	1,4445	1,7334	2,0223	2,3112	2,6002
2,60	0,828	0,2934	0,5868	0,8802	1,1736	1,4670	1,7600	2,0538	2,3472	2,6406

2,62	0,834	0,2979	0,5959	0,8938	1,1917	1,4897	1,7876	2,0855	2,3835	2,6814
2,64	0,840	0,3025	0,6050	0,9075	1,2100	1,5125	1,8150	2,1175	2,4200	2,7225
2,66	0,847	0,3071	0,6142	0,9213	1,2284	1,5355	1,8426	2,1497	2,4568	2,7639
2,68	0,853	0,3117	0,6235	0,9352	1,2469	1,5587	1,8704	2,1821	2,4939	2,8056
2,70	0,860	0,3164	0,6328	0,9492	1,2656	1,5820	1,8984	2,2148	2,5312	2,8477
2,72	0,866	0,3211	0,6422	0,9633	1,2844	1,6059	1,9267	2,2478	2,5689	2,8900
2,74	0,872	0,3259	0,6517	0,9766	1,3034	1,6293	1,9551	2,2810	2,6068	2,9327
2,76	0,879	0,3306	0,6612	0,9919	1,3225	1,6531	1,9837	2,3144	2,6450	2,9756
2,78	0,885	0,3354	0,6709	1,0063	1,3417	1,6772	2,0126	2,3480	2,6835	3,0189
2,80	0,891	0,3403	0,6805	1,0208	1,3611	1,7014	2,0416	2,3819	2,7222	3,0625
2,82	0,898	0,3452	0,6903	1,0355	1,3806	1,7258	2,0709	2,4161	2,7612	3,1064
2,84	0,904	0,3501	0,7001	1,0502	1,4003	1,7503	2,1004	2,4505	2,8006	3,1506
2,86	0,910	0,3550	0,7100	1,0651	1,4201	1,7751	2,1301	2,4851	2,8401	3,1952
2,88	0,917	0,3600	0,7200	1,0800	1,4400	1,8000	2,1600	2,5200	2,8800	3,2400
2,90	0,923	0,3650	0,7300	1,0950	1,4601	1,8251	2,1901	2,5551	2,9201	3,2851
2,92	0,930	0,3701	0,7401	1,1102	1,4803	1,8503	2,2204	2,5905	2,9606	3,3306
2,94	0,936	0,3752	0,7503	1,1255	1,5006	1,8758	2,2509	2,6261	3,0012	3,3764
2,96	0,942	0,3803	0,7606	1,1408	1,5211	1,9014	2,2817	2,6619	3,0422	3,4225
2,98	0,949	0,3854	0,7709	1,1563	1,5417	1,9272	2,3126	2,6980	3,0835	3,4689
3,00	0,955	0,3906	0,7812	1,1719	1,5625	1,9531	2,3437	2,7343	3,1250	3,5156
3,02	0,961	0,3958	0,7917	1,1875	1,5834	1,9792	2,3751	2,7709	3,1668	3,5626
3,04	0,968	0,4011	0,8022	1,2033	1,6044	2,0056	2,4067	2,8078	3,2089	3,6100
3,06	0,974	0,4064	0,8128	1,2192	1,6256	2,0320	2,4384	2,8448	3,2512	3,6577
3,08	0,980	0,4117	0,8235	1,2352	1,6469	2,0587	2,4704	2,8821	3,2939	3,7056
3,10	0,987	0,4171	0,8342	1,2513	1,6684	2,0855	2,5026	2,9197	3,3368	3,7539
3,12	0,993	0,4225	0,8450	1,2675	1,6900	2,1125	2,5350	2,9575	3,3800	3,8025
3,14	1,000	0,4279	0,8559	1,2838	1,7117	2,1397	2,5676	2,9955	3,4235	3,8514
3,16	1,006	0,4334	0,8668	1,3002	1,7336	2,1670	2,0004	3,0338	3,4672	3,9006
3,18	1,012	0,4389	0,8778	1,3167	1,7556	2,1945	2,6334	3,0723	3,5112	3,9502
3,20	1,018	0,4444	0,8889	1,3333	1,7778	2,2222	2,6667	3,1111	3,5556	4,0000
3,22	1,025	0,4500	0,9000	1,3501	1,8001	2,2501	2,7001	3,1501	3,6001	4,0502

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,24	1,031	0,4556	0,9112	1,3669	1,8225	2,2781	2,7337	3,1894	3,6450	4,1006
3,26	1,038	0,4613	0,9225	1,3838	1,8451	2,3063	2,7676	3,2289	3,6901	4,1514
3,28	1,044	0,4669	0,9339	1,4008	1,8678	2,3347	2,8017	3,2686	3,7356	4,2025
3,30	1,051	0,4727	0,9453	1,4180	1,8906	2,3633	2,8359	3,3086	3,7812	4,2539
3,32	1,057	0,4784	0,9568	1,4352	1,9136	2,3920	2,8704	3,3488	3,8272	4,3056
3,34	1,063	0,4842	0,9684	1,4526	1,9367	2,4209	2,9051	3,3893	3,8735	4,3577
3,36	1,070	0,4900	0,9800	1,4700	1,9600	2,4500	2,9400	3,4300	3,9200	4,4100
3,38	1,076	0,4958	0,9917	1,4875	1,9834	2,4792	2,9751	3,4709	3,9668	4,4626
3,40	1,083	0,5017	1,0035	1,5052	2,0069	2,5087	3,0104	3,5121	4,0139	4,5156
3,42	1,089	0,5077	1,0153	1,5230	2,0306	2,5383	3,0459	3,5536	4,0612	4,5689
3,44	1,095	0,5136	1,0272	1,5408	2,0544	2,5681	3,0817	3,5953	4,1089	4,6225
3,46	1,101	0,5196	1,0392	1,5588	2,0784	2,5980	3,1176	3,6372	4,1568	4,6764
3,48	1,108	0,5256	1,0512	1,5769	2,1025	2,6281	3,1537	3,6794	4,2050	4,7306
3,50	1,114	0,5317	1,0634	1,5950	2,1267	2,6584	3,1901	3,7218	4,2535	4,7851
3,52	1,120	0,5378	1,0756	1,6133	2,1511	2,6889	3,2267	3,7644	4,3022	4,8400
3,54	1,127	0,5439	1,0878	1,6317	2,1756	2,7195	3,2634	3,8073	4,3512	4,8952
3,56	1,133	0,5501	1,1001	1,6502	2,2003	2,7503	3,3004	3,8505	4,4005	4,9506
3,58	1,140	0,5563	1,1125	1,6688	2,2251	2,7813	3,3376	3,8939	4,4501	5,0064
3,60	1,146	0,5625	1,1250	1,6875	2,2500	2,8125	3,3750	3,9375	4,5000	5,0625
3,62	1,152	0,5688	1,1375	1,7063	2,2751	2,8438	3,4126	3,9814	4,6501	5,1189
3,64	1,159	0,5751	1,1501	1,7252	2,3003	2,8753	3,4504	4,0255	4,6006	5,1756
3,66	1,165	0,5814	1,1628	1,7442	2,3256	2,9070	3,4884	4,0698	4,6512	5,2327
3,68	1,171	0,5878	1,1756	1,7663	2,3511	2,9389	3,5267	4,1144	4,7022	5,2900

3,70	1,178	0,5942	1,1884	1,7826	2,3767	2,9709	3,5651	4,1593	4,7535	5,3477
3,72	1,184	0,6006	1,2012	1,8019	2,4025	3,0031	3,6037	4,2044	4,8050	5,4036
3,74	1,190	0,6071	1,2142	1,8213	2,4284	3,0355	3,6426	4,2497	4,8568	5,4639
3,76	1,197	0,6136	1,2272	1,8408	2,4544	3,0681	3,6817	4,2953	4,9089	5,5225
3,78	1,203	0,6202	1,2403	1,8605	2,4806	3,1008	3,7209	4,3411	4,9612	5,5814
3,80	1,210	0,6267	1,2535	1,8802	2,5069	3,1336	3,7604	4,3871	5,0138	5,6405
3,82	1,216	0,6333	1,2667	1,9000	2,5334	3,1668	3,8001	4,4335	5,0668	5,7002
3,84	1,222	0,6400	1,2800	1,9200	2,5600	3,2000	3,8400	4,4800	5,1200	5,7600
3,86	1,229	0,6467	1,2934	1,9400	2,5867	3,2334	3,8801	4,5268	5,1735	5,8201
3,88	1,235	0,6534	1,3068	1,9602	2,6136	3,2670	3,9204	4,5738	5,2272	5,8806
3,90	1,241	0,6602	1,3203	1,9805	2,6406	3,3008	3,9609	4,6211	5,2812	5,9414
3,92	1,248	0,6669	1,3339	2,0008	2,6678	3,3347	4,0017	4,6686	5,3355	6,0025
3,94	1,254	0,6738	1,3475	2,0213	2,6951	3,3688	4,0426	4,7164	5,3901	6,0639
3,96	1,261	0,6806	1,5612	2,0419	2,7225	3,4031	4,0837	4,7644	5,4450	6,1256
3,98	1,267	0,6875	1,3750	2,0625	2,7501	3,4376	4,1251	4,8126	5,5001	6,1876
4,00	1,273	0,6944	1,3839	2,0833	2,7778	3,4722	4,1667	4,8611	5,5556	6,2500
4,02	1,280	0,7014	1,4028	2,1042	2,8056	3,5070	4,2084	4,9098	5,6113	6,3126
4,04	1,286	0,7084	1,4168	2,1252	2,8336	3,5420	4,2504	4,9588	5,6672	6,3756
4,06	1,292	0,7154	1,4309	2,1463	2,8617	3,5771	4,2926	5,0079	5,7235	6,4389
4,08	1,299	0,7225	1,4450	2,1675	2,8900	3,6125	4,3350	5,0575	5,7800	6,5025
4,10	1,305	0,7296	1,4592	2,1888	2,9184	3,6480	4,3776	5,1072	5,8368	6,5664
4,12	1,312	0,7367	1,4735	2,2102	2,9469	3,6836	4,4204	5,1571	5,8939	6,6306
4,14	1,318	0,7439	1,4878	2,2317	2,9756	3,7195	4,4634	5,2073	5,9513	6,6952
4,16	1,324	0,7511	1,5022	2,2533	3,0044	3,7555	4,5066	5,2577	6,0089	6,7600
4,18	1,331	0,7583	1,5167	2,2751	3,0334	3,7917	4,5500	5,3084	6,0668	6,8252
4,20	1,337	0,7656	1,5312	2,2968	3,0625	3,8281	4,5936	5,3593	6,1250	6,8906
4,22	1,343	0,7729	1,5458	2,3188	3,0917	3,8646	4,6376	5,4105	6,1835	6,9564
4,24	1,350	0,7803	1,5606	2,3408	3,1211	3,9015	4,6817	5,4621	6,2422	7,0225
4,26	1,356	0,7877	1,5753	2,3630	3,1506	3,9383	4,7260	5,5137	6,3013	7,0889
4,28	1,362	0,7951	1,5901	2,3852	3,1803	3,9753	4,7704	5,5655	6,3606	7,1556
4,30	1,369	0,8025	1,6050	2,4075	3,2101	4,0126	4,8150	5,6170	6,4202	7,2227

TABLAS PARÀ CUBICAR LOS ÀRBOLES AL $^1/_5$ DEDUCIDO.

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,10	0,032	0,0004	0,0008	0,0012	0,0016	0,0020	0,0024	0,0028	0,0032	0,0036
0,12	0,038	0,0006	0,0012	0,0017	0,0023	0,0029	0,0035	0,0040	0,0046	0,0052
0,14	0,045	0,0008	0,0016	0,0024	0,0031	0,0039	0,0047	0,0055	0,0063	0,0071
9,16	0,051	0,0010	0,0020	0,0031	0,0041	0,0051	0,0061	0,0072	0,0082	0,0092
0,18	0,057	0,0013	0,0026	0,0039	0,0052	0,0065	0,0078	0,0091	0,0104	0,0117
0,20	0,064	0,0016	0,0032	0,0048	0,0064	0,0080	0,0096	0,0112	0,0128	0,0144
0,22	0,070	0,0019	0,0039	0,0058	0,0077	0,0097	0,0116	0,0136	0,0155	0,0174
0,24	0,076	0,0023	0,0046	0,0069	0,0092	0,0115	0,0138	0,0161	0,0184	0,0207
0,26	0,083	0,0027	0,0054	0,0081	0,0108	0,0135	0,0162	0,0189	0,0216	0,0243
0,28	0,089	0,0031	0,0063	0,0094	0,0125	0,0157	0,0188	0,0220	0,0251	0,0282
0,30	0,095	0,0036	0,0072	0,0108	0,0144	0,0180	0,0216	0,0252	0,0288	0,0324
0,32	0,102	0,0041	0,0082	0,0123	0,0164	0,0205	0,0246	0,0287	0,0328	0,0369
0,34	0,108	0,0046	0,0092	0,0139	0,0185	0,0231	0,0277	0,0324	0,0370	0,0416
0,36	0,115	0,0052	0,0104	0,0156	0,0207	0,0259	0,0311	0,0363	0,0415	0,0467
0,38	0,121	0,0058	0,0116	0,0173	0,0231	0,0289	0,0347	0,0404	0,0462	0,0520
0,40	0,127	0,0064	0,0128	0,0192	0,0256	0,0320	0,0384	0,0448	0,0512	0,0576
0,42	0,134	0,0071	0,0141	0,0212	0,0282	0,0353	0,0423	0,0494	0,0564	0,0635
0,44	0,140	0,0077	0,0155	0,0232	0,0310	0,0387	0,0465	0,0542	0,0620	0,0697
0,46	0,146	0,0085	0,0169	0,0254	0,0339	0,0423	0,0508	0,0592	0,0677	0,0762
0,48	0,153	0,0092	0,0184	0,0276	0,0369	0,0461	0,0553	0,0645	0,0737	0,0829

0,50	0,159	0,0100	0,0200	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600	0,0700	0,0800	0,0900
0,52	0,166	0,0108	0,0216	0,0324	0,0433	0,0541	0,0649	0,0757	0,0865	0,0973
0,54	0,172	0,0117	0,0233	0,0350	0,0467	0,0583	0,0700	0,0816	0,0933	0,1050
0,56	0,178	0,0125	0,0251	0,0376	0,0502	0,0627	0,0753	0,0878	0,1004	0,1129
0,58	0,185	0,0135	0,0269	0,0404	0,0538	0,0673	0,0807	0,0942	0,1076	0,1211
0,60	0,191	0,0144	0,0288	0,0432	0,0576	0,0720	0,0864	0,1008	0,1152	0,1296
0,62	0,197	0,0154	0,0308	0,0461	0,0615	0,0769	0,0923	0,1076	0,1230	0,1384
0,64	0,204	0,0164	0,0328	0,0492	0,0655	0,0819	0,0983	0,1147	0,1311	0,1475
0,66	0,210	0,0174	0,0348	0,0523	0,0697	0,0871	0,1045	0,1220	0,1394	0,1568
0,68	0,216	0,0185	0,0370	0,0555	0,0740	0,0925	0,1110	0,1295	0,1480	0,1665
0,70	0,223	0,0196	0,0392	0,0588	0,0784	0,0980	0,1176	0,1372	0,1568	0,1764
0,72	0,229	0,0207	0,0415	0,0622	0,0829	0,1037	0,1244	0,1452	0,1659	0,1866
0,74	0,236	0,0219	0,0438	0,0657	0,0876	0,1095	0,1314	0,1533	0,1752	0,1971
0,76	0,242	0,0231	0,0462	0,0693	0,0924	0,1155	0,1386	0,1617	0,1848	0,2079
0,78	0,248	0,0243	0,0487	0,0730	0,0973	0,1217	0,1460	0,1704	0,1947	0,2190
0,80	0,255	0,0256	0,0512	0,0768	0,1024	0,1280	0,1536	0,1792	0,2048	0,2304
0,82	0,261	0,0269	0,0538	0,0807	0,1076	0,1345	0,1614	0,1883	0,2152	0,2421
0,84	0,267	0,0282	0,0564	0,0847	0,1129	0,1411	0,1693	0,1976	0,2258	0,2540
0,86	0,274	0,0296	0,0592	0,0888	0,1183	0,1479	0,1775	0,2071	0,2367	0,2663
0,88	0,280	0,0310	0,0620	0,0929	0,1239	0,1549	0,1859	0,2168	0,2478	0,2788
0,90	0,286	0,0324	0,0648	0,0972	0,1296	0,1620	0,1944	0,2268	0,2592	0,2916
0,92	0,293	0,0339	0,0677	0,1016	0,1354	0,1693	0,2031	0,2370	0,2708	0,3047
0,94	0,299	0,0353	0,0707	0,1060	0,1414	0,1767	0,2121	0,2474	0,2828	0,3181
0,96	0,306	0,0369	0,0737	0,1106	0,1475	0,1843	0,2212	0,2580	0,2949	0,3318
0,98	0,312	0,0384	0,0768	0,1152	0,1537	0,1921	0,2305	0,2689	0,3073	0,3457
1,00	0,318	0,0400	0,0800	0,1200	0,1600	0,2000	0,2400	0,2800	0,3200	0,3600
1,02	0,325	0,0416	0,0832	0,1248	0,1665	0,2081	0,2497	0,2913	0,3329	0,3745
1,04	0,331	0,0433	0,0865	0,1298	0,1731	0,2163	0,2596	0,3028	0,3461	0,3894
1,06	0,337	0,0449	0,0899	0,1348	0,1798	0,2247	0,2697	0,3146	0,3596	0,4045
1,08	0,344	0,0467	0,0933	0,1400	0,1866	0,2233	0,2799	0,3266	0,3732	0,4199
1,10	0,350	0,0484	0,0968	0,1452	0,1936	0,2420	0,2904	0,3388	0,3872	0,4356

Circunferencias	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,12	0,357	0,0502	0,1004	0,1505	0,2007	0,2509	0,3011	0,3512	0,4014	0,4516
1,14	0,363	0,0520	0,1040	0,1560	0,2079	0,2599	0,3119	0,3639	0,4159	0,4679
1,16	0,369	0,0538	0,1076	0,1615	0,2153	0,2691	0,3229	0,3768	0,4306	0,4844
1,18	0,376	0,0557	0,1114	0,1671	0,2228	0,2785	0,3342	0,3899	0,4456	0,5013
1,20	0,382	0,0576	0,1152	0,1728	0,2304	0,2880	0,3456	0,4032	0,4608	0,5184
1,22	0,388	0,0595	0,1191	0,1786	0,2381	0,2977	0,3572	0,4168	0,4763	0,5358
1,24	0,395	0,0615	0,1230	0,1845	0,2460	0,3075	0,3690	0,4305	0,4920	0,5535
1,26	0,401	0,0635	0,1270	0,1905	0,2540	0,3175	0,3810	0,4445	0,5080	0,5715
1,28	0,407	0,0655	0,1311	0,1966	0,2621	0,3277	0,3932	0,4588	0,5243	0,5898
1,30	0,414	0,0676	0,1352	0,2028	0,2704	0,3380	0,4056	0,4732	0,5408	0,6084
1,32	0,420	0,0697	0,1394	0,2091	0,2788	0,3485	0,4182	0,4879	0,5570	0,6273
1,34	0,427	0,0718	0,1436	0,2155	0,2873	0,3591	0,4309	0,5028	0,5746	0,6464
1,36	0,433	0,0740	0,1480	0,2220	0,2960	0,3700	0,4439	0,5179	0,5919	0,6659
1,38	0,439	0,0762	0,1524	0,2285	0,3047	0,3809	0,4571	0,5332	0,6094	0,6856
1,40	0,446	0,0784	0,1568	0,2352	0,3136	0,3920	0,4704	0,5488	0,6272	0,7056
1,42	0,452	0,0807	0,1613	0,2420	0,3226	0,4033	0,4839	0 5646	0,6452	0,7259
1,44	0,458	0,0829	0,1659	0,2488	0,3318	0,4147	0,4977	0,5806	0,6636	0,7465
1,46	0,465	0,0853	0,1705	0,2558	0,3411	0,4263	0,5116	0,5968	0,6821	0,7674
1,48	0,471	0,0876	0,1752	0,2628	0,3505	0,4381	0,5257	0,6133	0,7009	0,7885
1,50	0 477	0,0900	0,1800	0,2700	0,3600	0,4500	0,5400	0,6300	0,7200	0,8100
1,52	0,484	0,0924	0,1848	0,2772	0,3697	0,4621	0,5545	0,6469	0,7393	0,8317
1,54	0,490	0,0949	0,1897	0,2846	0,3795	0,4743	0,5692	0,6640	0,7589	0,8538

169 BIBLIOTECA ENC. POP. ILUST.

1,56	0,497	0,0973	0,1947	0,2920	0,3894	0,4867	0,5841	0,6814	0,7788	0,8761
1,58	0,503	0,0999	0,1997	0,2996	0,3994	0,4993	0,5991	0,6990	0,7988	0,8987
1,60	0,509	0,1024	0,2048	0,3072	0,4096	0,5120	0,6144	0,7168	0,8192	0,9216
1,62	0,516	0,1050	0,2100	0,3149	0,4199	0,5249	0,6299	0,7348	0,8399	0,9448
1,64	0,522	0,1076	0,2152	0,3228	0,4303	0,5379	0,6455	0,7531	0,8607	0 9683
1,66	0,528	0,1102	0,2204	0,3307	0,4409	0,5511	0,6613	0,7716	0,8818	0,9920
1,68	0,535	0,1129	0,2258	0,3387	0,4515	0,5645	0,6774	0,7903	0,9032	0,0161
1,70	0,541	0,1156	0,2312	0,3468	0,4624	0,5780	0,6936	0,8092	0,9428	1 0404
1,72	0,547	0,1183	0,2367	0,3550	0,4733	0,5917	0,7100	0,8284	0,9467	1,0650
1,74	0,554	0,1211	0,2422	0,3633	0,4844	0,6055	0,7266	0,8477	0,9688	1,0899
1,76	0,560	0,1239	0,2478	0,3717	0,4956	0,6195	0,7434	0,8673	1,9912	1,1151
1,78	0,567	0,1267	0,2535	0,3802	0,5069	0,6337	0,7604	0,8872	1,0139	1,1406
1,80	0,573	0,1296	0,2592	0,3888	0,5184	0,6480	0,7776	0,9070	1 0368	1,1664
1,82	0,579	0,1325	0,2650	0,3975	0,5300	0,6625	0,7950	0,9275	1,0600	1,1925
1,84	0,586	0,1354	0,2708	0,4063	0,5417	0,6771	0,8125	0,9480	1,0834	1,2188
1,86	0,592	0,1384	0,2768	0,4152	0,5535	0,6919	0,8303	0,9687	1,1071	1,2455
1,88	0,598	0,1414	0,2828	0,4241	0,5655	0,7069	0,8483	0,9896	1,1310	1,2724
1,90	0,605	0,1444	0,2888	0,4332	0,5776	0,7220	0,8664	1,0108	1,1552	1,2996
1,92	0,611	0,1475	0,2949	0,4424	0,5898	0,7373	0,8847	1,0322	1,1796	1,3271
1,94	0,618	0,1505	0,3011	0,4516	0,6022	0,7527	0,9033	1,0538	1,2044	1,3549
1,96	0,624	0,1537	0,3073	0,4610	0,6147	0,7683	0,9220	1,0756	1,2293	1,3830
1,98	0,630	0,1568	0,3136	0,4704	0,6273	0,7841	0,9409	1,0977	1,2545	1,4113
2,00	0,636	0,1600	0,3200	0,4800	0,6400	0,8000	0,9600	1,1200	1,2800	1,4400
2,02	0,643	0,1632	0,3264	0,4896	0,6529	0,8161	0,9793	1,1425	1,3057	1,4689
2,04	0,649	0,1665	0,3329	0,4994	0,6659	0,8323	0,9988	1,1652	1,3317	1,4982
2,06	0,656	0,1697	0,3395	0'5092	0,6790	0,8487	1,0185	1,1882	1,3580	1,5277
2,08	0,662	0,1731	0,3461	0,5192	0,6922	0,8653	1,0383	1,2114	1,3844	1,5575
2,10	0,668	0,1764	0,3528	0,5292	0,7056	0,8820	1,0584	1,2348	1,4112	1,5876
2,12	0,675	0,1798	0,3596	0,5393	0,7191	0,8989	1 0787	1,2584	1,4382	1,6180
2,14	0,681	0,1832	0,3664	0,5496	0,7327	0,9159	1,0991	1,2823	1,4655	1,6487
2,16	0,688	0,1866	0,3762	0,5599	0,7465	0,9331	1,1197	1,3064	1 4930	1,6796

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,18	0,694	0,1901	0,3802	0,5703	0,7604	0,9505	1,1406	1,3307	1,5208	1,7109
2,20	0,700	0,1936	0,3872	0,5808	0,7744	0,9680	1,1616	1,3552	1,5488	1,7424
2,22	0,707	0,1971	0,3943	0,5914	0,7885	0,9857	1,1828	1,3800	1,5771	1,7742
2,24	0,713	0,2007	0,4014	0,6021	0,8028	1,0035	1,2042	1,4049	1,6056	1,8063
2,26	0,719	0,2043	0,4086	0,6129	0,8172	1,0215	1,2258	1,4301	1,6344	1,8387
2,28	0,726	0,2079	0,4159	0,6238	0,8317	1,0397	1,2476	1,4556	1,6635	1,8714
2,30	0,732	0,2116	0,4232	0,6348	0,8464	1,0580	1,2696	1,4812	1,6928	1,9044
2 32	0,739	0,2153	0,4306	0,6459	0,8612	1,0765	1,2918	1,5071	1,7224	1,9377
2,34	0,745	0,2190	0,4380	0,6571	0,8761	1,0951	1,3141	1,5332	1,7522	1,9712
2,36	0,751	0,2228	0,4456	0,6684	0,8911	1,1139	1,3367	1,5595	1,7823	2,0051
2,38	0,758	0,2266	0,4532	0,6797	0,9063	1,1329	1,3595	1,5860	1,8126	2,0392
2,40	0,764	0,2304	0,4608	0,6912	0,9216	1,1520	1,3824	1,6128	1,8432	2,0736
2,42	0,770	0,2343	0,4685	0,7028	0,9370	1,1713	1,4055	1,6398	1,8740	2,1083
2,44	0,777	0,2381	0,4763	0,7144	0,9526	1,1907	1,4289	1,6670	1,9052	2,1433
2,46	0,783	0,2421	0,4841	0,7262	0,9683	1,2103	1,4524	1,6944	1,9365	2,1786
2,48	0,790	0,2460	0,4920	0,7380	0,9841	1,2301	1,4761	1,7221	1,9681	2,2141
2,50	0,796	0,2500	0,5000	0,7500	1,0000	1,2500	1,5000	1,7500	2,0000	2,2500
2,52	0,802	0,2540	0,5080	0,7620	1,0161	1,2701	1,5241	1,7781	2,0321	2,2861
2,54	0,809	0,2581	0,5161	0,7742	1,0323	1,2903	1,5484	1,8064	2,0645	2,3226
2,56	0,815	0,2621	0,5243	0,7864	1,0486	1,3107	1,5729	1,8350	2,0972	2,3593
2,58	0,821	0,2663	0,5325	0,7988	1,0650	1,3313	1,5975	1,8638	2,1300	2,3963
2,60	0,828	0,2704	0,5408	0,8112	1,0816	1,3520	1,6224	1,8928	2,1632	2,4336
2,62	0,834	0,2746	0,5492	0,8237	1,0983	1,3729	1,6475	1,9220	2,1966	2,4712

2,64	0,840	0,2788	0,5576	0,8364	1,1151	1,3939	1,6727	1,9515	2,2303	2,5091
2,66	0,847	0,2830	0,5660	0,8491	1,1321	1,4151	1,6981	1,9812	2,2642	2,5472
2,68	0,853	0,2873	0,5746	0,8619	1,1492	1,4365	1,7238	2,0111	2,2984	2,5857
2,70	0,860	0,2916	0,5832	0,8748	1,1664	1,4580	1,7496	2,0412	2,3328	2,6244
2,72	0,866	0,2959	0,5919	0,8878	1,1837	1,4797	1,7756	2,0716	2,3675	2,6634
3,74	0,872	0,3003	0,6006	0,9009	1,2012	1,5015	1,8018	2,1021	2,4024	2,7027
2,76	0,879	0,3047	0,6094	0,9141	1,2188	1,5235	1,8382	2,1329	2,4376	2,7423
2,78	0,885	0,3091	0,6183	0,9274	1,2365	1,5457	1,8548	2,1640	2,4731	2,7822
2,80	0,891	0,3136	0,6272	0,9408	1,2544	1,5680	1,8816	2,1952	2,5088	2,8224
2,82	0,898	0,3181	0,6362	0,9543	1,2724	1,5905	1,9086	2,2267	2,5448	2,8629
2,84	0,904	0,3226	0,6452	0,9679	1,2905	1,6131	1,9357	2,2584	2,5810	2,9036
2,86	0,910	0,3272	0,6544	0,9816	1,3087	1,6359	1,9631	2,2903	2,6175	2,9447
2,88	0,917	0,3318	0,6636	0,9953	1,3271	1,6589	1,9907	2,3224	2,6542	2,9960
2,90	0,923	0,3364	0,6728	1,0092	1,3456	1,6820	2,0184	2,3548	2,6912	3,0276
2,92	0,930	0,3411	0,6821	1,0232	1,3642	1,7053	2,0463	2,3874	2,7284	3,0695
2,94	0,936	0,3457	0,6915	1,0372	1,3830	1,7287	2,0745	2,4202	2,7660	3,1117
2,96	0,942	0,3505	0,7009	1,0514	1,4019	1,7523	2,1028	2,4532	2,8037	3,1542
2,98	0,949	0,3552	0,7104	1,0656	1,4209	1,7761	2,1313	2,4865	2,8417	3,1969
3,00	0,955	0,3600	0,7200	1,0800	1,4400	1,8000	2,1600	2,5200	2,8800	3,2400
3,02	0,961	0,3648	0,7296	1,0944	1,4593	1,8241	2,1889	2,5537	2,9185	3,2833
3,04	0,968	0,3697	0,7393	1,1090	1,4787	1,8483	2,2180	2,5876	2,9573	3,3270
3,06	0,974	0,3745	0,7491	1,1236	4,4982	1,8727	2,2473	2,6218	2,9964	3,3709
3,08	0,980	0,3795	0,7589	1,1384	1,5178	1,8973	2,2767	2,6562	3,0356	3,4151
3,10	0,987	0,3844	0,7688	1,1532	1,5376	1,9220	2,3064	2,6908	3,0722	3,4596
3,12	0,993	0,3894	0,7788	1,1681	1,5575	1,9469	2,3363	2,7256	3,1150	3,5044
3,14	1,000	0,3944	0,7888	1,1832	1,5775	1,9719	2,3663	2,7607	3,1551	3,5495
3,16	1,006	0,3994	0,7988	1,1983	1,5977	1,9971	2,3965	2,7960	3,1954	3,5948
3,18	1,012	0,4045	0,8090	1,2135	1,6180	2,0225	2,4270	2,8315	3,2360	3,6405
3,20	1,018	0,4096	0,8192	1,2288	1,6384	2,0480	2,4576	2,8672	3,2768	3,6864
3,22	1,025	0,4147	0,8295	1,2442	1,6589	2,0737	2,4884	2,9032	3,3179	3,7326
3,24	1,031	0,4199	0,8398	1,2597	1,6797	2,0995	2,5194	2,9393	3,3592	3,7791

Circunferencias.	Diámetros.	ALTURAS.								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,26	1,038	0,4251	0,8502	1,2753	1'7004	2,1255	2,5506	2,9757	3,4008	3,8259
3,28	1,044	0,4303	0,8607	1,2910	1,7213	2,1517	2,5820	3,0124	3,4427	3,8730
3,30	1,051	0,4353	0,8712	1,3068	1,7424	2,1780	2,6136	3,0492	3,4848	3,9204
3,32	1,057	0,4409	0,8818	1,3227	1,7636	2,2045	2,6454	3,0863	3,5272	3,9681
3,34	1,063	0,4462	0,8924	1,3387	1,7849	2,2311	2,6773	3,1236	3,5698	4,0160
3,36	1,070	0,4516	0,9032	1,3548	1,8063	2,2579	2,7095	3,1611	3,6127	4,0643
3,38	1,076	0,4570	0,9140	1,3709	1,8279	2,2849	2,7419	3,1988	3,6558	4,1128
3,40	1,082	0,4624	0,9248	1,3872	1,8496	2,3120	2,7744	3,2368	3,6992	4,1616
3,42	1,089	0,4679	0,9357	1,4036	1,8714	2,3393	2,8071	3,2750	3,7428	4,2107
3,44	1,095	0,4733	0,9467	1,4200	1,8934	2,3667	2,8401	3,3134	3,7868	4,2601
3,46	1,101	0,4789	0,9577	1,4366	1,9155	2,3943	2,8732	3,3520	3,8309	4,3098
3,48	1,108	0,4844	0,9688	1,4532	1,9377	2,4221	2,9065	3,3909	3,8753	4,3597
3,50	1,114	0,4900	0,9800	1,4700	1,9600	2,4500	2,9400	3,4300	3,9200	4,4100
3,52	1,120	0,4956	0,9912	1,4868	1,9825	2,4781	2,9737	3,4693	3,9649	4,4605
3,54	1,127	0,5013	1,0025	1,5038	2,0051	2,5063	3,0076	3,5088	4,0101	4,5114
3,56	1,133	0,5069	1,0139	1,5208	2,0278	2,5347	3,0417	3,5486	4,0556	4,5625
3,58	1,140	0,5127	1,0253	1,5380	2,0506	2,5633	3,0759	3,5886	4,1012	4,6139
3,60	1,146	0,5184	1,0368	1,5552	2,0736	2,5920	3,1104	3,6288	4,1472	4,6656
3,62	1,152	0,5242	1,0484	1,5725	2,0967	2,6209	3,1451	3,6692	4,1934	4,7176
3,64	1,159	0,5300	1,0600	1,5900	2,1199	2,6499	3,1799	3,7099	4,2399	4,7699
3,66	1,165	0,5358	1,0716	1,6075	2,1433	2,6791	3,2149	3,7508	4,2866	4,8224
3,68	1,171	0,5417	1,0834	1,6251	2,1668	2,7085	3,2502	3,7919	4,3336	4,8753

3,70	1,178	0,5476	1,0952	1,6428	2,1904	2,7380	3,2856	3,8332	4,3808	4,9284
3,72	1,184	0,5535	1,1074	1,6606	2,2141	2,7677	3,3212	3,8748	4,4283	4,9818
3,74	1,190	0,5595	1,1190	1,6785	2,2380	2,7975	3,3570	3,9165	4,4760	5,0355
3,76	1,197	0,5655	1,1310	1,6955	2,2620	2,8275	3,3930	3,9585	4,5240	5,0895
3,78	1,203	0,5715	1,1431	1,7149	2,2861	2,8577	3,4292	4,0008	4,5723	5,1438
3,80	1,210	0,5776	1,1552	1,7328	2,3104	2,8880	3,4656	4,0432	4,6208	5,1984
3,82	1,216	0,5837	1,1674	1,7511	2,3348	2,9185	3,5022	4,0859	4,6696	5,2533
3,84	1,222	0,5898	1,1796	1,7695	2,3593	2,9491	3,5389	4,1288	4,7186	5,3084
3,86	1,229	0,5960	1,1920	2,7880	2,3839	2,9799	3,5759	4,1719	4,7679	5,3639
3,88	1,235	0,6022	1,2044	1,8065	2,4087	3,0109	3,6131	4,2152	4,8174	5,4196
3,90	1,241	0,6084	1,2168	1,8252	2,4336	3,0420	3,6504	4,2588	4,8672	5,4756
3,92	1,248	0,6147	1,2293	1,8440	2,4586	3,0733	3,6879	4,3026	4,9172	5,5319
3,94	1,254	0,6209	1,2419	1,8628	2,4838	3,1047	3,7257	4,3466	4,9676	5,5885
3,96	1,261	0,6273	1,2545	1,8818	2,5091	3,1363	3,7636	4,3908	5,0181	5,6454
3,98	1,267	0,6336	1,2672	1,9008	2,5345	3,1681	3,8017	4,4353	5,0689	5,7025
4,00	1,273	0,6400	1,2800	1,9200	2,5600	3,2000	3,8400	4,4800	5,1200	5,7600
4,02	1,280	0,6464	1,2928	1,9392	2,5857	3,2321	3,8785	4,5249	5,1713	5,8177
4,04	1,286	0,6528	1,3057	1,9586	2,6115	3,2643	3,9172	4,5700	5,2229	5,8758
4,06	1,292	0,6593	1,3187	1,9780	2,6374	3,2967	3,9561	4,6154	5,2748	5,9341
4,08	1,299	0,6658	1,3317	1,9976	2,6634	3,3293	3,9951	4,6610	5,3268	5,9927
4,10	1,305	0,6724	1,3448	2,0172	2,6896	3,3620	4,0344	4,7068	5,3792	6,0516
4,12	1,312	0,6789	1,3580	2,0369	2,7159	3,3949	4,0739	4,7528	5,4318	6,1108
4,14	1,318	0,6855	1,3712	2,0568	2,7423	3,4279	4,1135	4,8001	5,4847	6,1709
4,16	1,324	0,6922	1,3841	2,0767	2,7689	3,4611	4,1533	4,8456	5,5378	6,2300
4,18	1,331	0,6988	1,3978	2,0967	2,7956	3,4945	4,1934	4,8962	5,5912	6,2901
4,20	1,337	0,7056	1,4112	2,1168	2,8224	3,5280	4,2336	4,9392	5,6448	6,3504
4,22	1,343	0,7123	1,4247	2,1370	2,8493	3,5617	4,2740	4,9860	5,6987	6,4110
4,24	1,350	0,7191	1,4382	2,1573	2,8764	3,5955	4,3146	5,0337	5,7528	6,4719
4,26	1,356	0,7259	1,4518	2,1777	2,9036	3,6295	4,3554	5,0813	5,8072	6,5331
4,28	1,362	0,7327	1,4655	2,2082	2,9309	3,6637	4,4164	5,1392	5,8619	6,6246
4,30	1,369	0,7396	1,4792	2,2188	2,9584	3,6980	4,4376	5,1772	5,9168	6,6564

Comparacion de volúmenes.—Representando H la altura y R el radio medio del rollo, el volúmen cilíndrico y el volúmen al $\frac{1}{5}$ deducido, serán:

$$\text{Vol. ci.} = \pi R^2 H \qquad \text{Vol. } \frac{1}{5} = \left(\frac{2\pi R}{5}\right)^2 H$$

y comparando ambas expresiones, resulta:

$$\text{Vol. al } \frac{1}{5} = 0{,}50 \text{ del Vol. ci.}$$

tambien se deduce fácilmente

$$\text{Vol. } \frac{1}{4} = 1{,}56 \text{ Vol. } \frac{1}{5}; \quad \text{Vol. } \frac{1}{4} = 0{,}78 \text{ Vol. ci.};$$

y en números aproximados el Vol. ci. y el Vol. $\frac{1}{5}$ guardan la relacion 2:1, y el Vol. $\frac{1}{4}$ y el Vol. $\frac{1}{5}$, la de $1\frac{1}{2}$: 1.

Las costumbres de cada localidad fijan la apreciacion que se debe aceptar al hacer las tasaciones de los volúmenes leñosos, y las tolerancias de albura y el descuento que se hace por este concepto al estimar el valor en metálico de los productos.

Factor de conversion para pasar del volúmen calculado al real.—Los troncos de los árboles presentan una forma tronco-cónica, pudiendo considerarse descomponibles en trozos cilíndricos, tronco-cónicos y en cono terminal. Una seccion vertical por el eje del árbol está limitada por curvas, ordinariamente convexas, rara vez cóncavas. El volúmen *dendrométrico* ó real de un tronco, se obtiene descomponiendo éste en

trozos de modo que cada uno tenga una forma geométrica regular, y se calcula su volúmen, midiendo con exactitud sus dimensiones, que se sustituyen en las fórmulas correspondientes del volúmen de un cilindro, de un cono ó de un tronco de cono.

Para hallar el factor de conversion *f* para pasar del volúmen calculado como si el rollo fuese un cilindro, ó un tronco de cono ó un cono, y el volúmen real del mismo, basta determinar la relacion $f = \frac{Vol.\ real}{Vol.\ calculado}$

Se hacen repetidas experiencias con árboles de prueba, y de ellas se deduce un término medio para valor de *f*; este factor de conversion varía, no solo con las especies arbóreas, si que tambien en una misma segun sean la situacion, exposicion y en general todos los factores que influyen en la vegetacion. Y por esto conviene determinar los factores de conversion por agrupaciones homogéneas relativas á magnitudes, localidades y especies botánicas.

Volúmen de las ramas.—Para fijar la relacion entre el volúmen de las ramas y el del tronco, se determina el valor correspondiente de diversos árboles de experiencia, y de ellos se deduce el coeficiente, que suele ser de $\frac{1}{6}$ á $\frac{1}{4}$, segun sean las especies arbóreas y la espesura en que se hayan criado las plantas.

Puede servir para dar una idea general de la relacion en que suelen estar los productos resultantes de un árbol, segun su magnitud, la siguiente tabla de experiencia.

ARBOLES.		PRODUCTOS DEL TRONCO.			
CIRCUNFERENCIA.	ALTURA.	MADERAS DE CONSTRUCCION	LEÑAS GRUESAS.	RAMAJE.	
Metros.	Metros.	Estérios.	Estérios.	Estérios	Faginas.
0,33	4	0,027	0,050	0,000	1/2
	5	0,031	0,062		
	6	0,040	0,074		
	7	0,047	0,086		
	8	0,054	0,099		
0,66	5	0,136	0,250	0,160	1 á 2
	6	0,163	0'300	0,200	
	7	0,190	0,350	0,220	
	8	0,217	0'400	0,260	
	9	0,245	0,450	0,300	
	10	0,272	0,550	0,330	
	11	0,299	0,550	0,370	
1,00	5	0,312	0,555	0,370	4 á 6
	6	0,375	0,666	0,440	
	7	0,437	0,777	0,520	
	8	0,500	0,888	0,590	
	9	0,562	0,999	0,660	
	10	0,625	1,110	0,770	
	11	0,687	1,221	0,810	
	12	0,750	1,332	0,890	
1,33	6	0,663	1,200	1,000	6 á 10
	7	0,773	1,500	1,060	
	8	0,884	1,700	1,140	
	9	0,994	1,850	1,170	
	10	1,105	2,000	1,320	
	11	1,215	2,550	1,700	
	12	1,326	2,800	1,870	
	13	1,436	3,000	2,000	
	14	1,548	3,400	2,260	
	15	1,658	3,700	2,470	
1,66	7	1,206	2,500	1,670	10 á 15
	8	1,377	3,000	2,000	
	9	1,549	3,400	2,260	
	10	1,722	3,800	2,540	
	11	1,894	4,000	2,660	
	12	2,066	4,300	2,860	
	13	2,288	5,000	3,320	
	14	2,410	5.800	3,860	
	15	2,582	6,000	4.000	

ARBOLES.		PRODUCTOS DEL TRONCO.			
CIRCUNFERENCIA.	ALTURA.	MADERAS DE CONSTRUCCION	LEÑAS GRUESAS	RAMAJE.	
				Estérios	Faginas
Metros.	Metros.	Estérios.	Estérios.		
2,00	7	1,750	3,800	2,530	15 á 20
	8	2,000	4,200	2,800	
	9	2,250	5,000	3,320	
	10	2,500	5,800	3,860	
	11	2,750	6,200	4,140	
	12	3,000	6,600	4,400	
	13	3,250	7,000	4,660	
	14	3,500	7,500	5,000	
	15	3,750	8,000	5,320	
	16	4,000	8,600	5,740	
2,33	7	2,375	5,500	3,660	20 á 25
	8	2,714	6,000	4,000	
	9	3,053	6,600	4,400	
	10	3,393	7,400	4,940	
	11	3,732	8,000	5,320	
	12	4,071	8,600	5,720	
	13	4,410	9,500	6,350	
	14	4,750	10,600	7,060	
	15	5,088	11,000	7,320	
	16	5,458	11,600	7,740	
2,66	7	3,095	6,600	4,400	20 á 25
	8	3,537	7,500	5,000	
	9	3,972	8,500	5,660	
	10	4,422	9,500	6,340	
	11	4,864	10,600	7,060	
	12	5,306	11,500	7,660	
	13	5,748	12,000	8,000	
	14	6,190	13,000	8,660	
	15	6,632	14,000	9,330	
	16	7,074	15,000	10,000	
	17	7,516	16,000	10,660	
3,00	7	3,937	8,500	5,660	25 á 30
	8	4,500	10,000	6,660	
	9	5,062	11,000	7,320	
	10	5,625	12,000	8,000	
	11	6,187	13,000	8,660	
	12	6,750	14,000	9,330	
	13	7,312	16,000	10,660	
	14	7,874	17,000	11,320	
	15	8,456	18,000	12,000	
	16	9,000	19,500	13,000	
	17	9,562	20,000	13,330	

Los volúmenes de las maderas de construccion se han calculado al $\frac{1}{4}$ sin deduccion.

El estério es el volúmen de un cubo, cuyo lado tiene un metro, donde se coloca la madera de modo que lo llene lo más perfectamente posible, resultando que en dicho volúmen de un metro cúbico se comprende el de la leña y el de los espacios que quedan huecos; esta cantidad de leña constituye un estério.

La fagina consiste en un haz de leña, de 55 á 60 centímetros de circunferencia, por 1,20 metros de largo.

Volúmen determinado por el método hidrostático.—La cubicacion de un tronco por las fórmulas de un cono, tronco de cono ó cilindro, da un volúmen aproximado al real de la madera; para obtenerlo con más exactitud se puede seguir el procedimiento indicado de fraccionar la madera en trozos y calcular con la mayor exactitud los volúmenes de las diversas porciones, cuya suma será la del volúmen total del tronco. Más expedito es el sistema hidrostático, por cuyo medio se averigua el volúmen de una gran masa leñosa; se pesa la madera al aire y luégo se sumerge en un estanque lleno de agua, pesándola de nuevo en esta situacion, y la diferencia entre los dos pesos obtenidos es el peso de un volúmen de agua igual al volúmen de la madera, que en el sistema métrico cada kilógramo de peso representa el volúmen de un decímetro cúbico; de modo que si la diferencia entre los pesos obtenidos era de 1.420 kilógra-

mos, el volúmen de la madera corresponde á 1.420 decímetros cúbicos, ó bien 1 metro cúbico 420 decímetros cúbicos. Si se emplea un estanque de capacidad conocida, y graduado en sus paredes á diversos niveles, se puede simplificar la operacion; se llena de agua, y luégo se introduce la madera que se quiere cubicar, la cual naturalmente hace salir un volúmen de agua igual al de la madera, que despues de extraida deja el estanque con el agua á un nivel inferior al que tenía ántes de la inmersion; se calcula el volúmen del agua que desalojó la madera, y éste es el correspondiente á los productos leñosos que se deseaba averiguar.

Este procedimiento puede servir para determinar factores de conversion, para tener aproximadamente el volúmen real de las maderas, ó de una unidad de leñas, por ejemplo, de un estério ó de una fagina.

Maderas escuadradas.—Las maderas escuadradas se cubican como sólidos geométricos, aplicando las fórmulas que deduce la geometría. Generalmente son prismas rectangulares, y en este caso tiene aplicacion la tabla que se inserta á continuacion.

VOLÚMEN POR METRO DE LONGITUD DE UNA PIEZA DE MADERA DE SECCION RECTANGULAR.

TABLA Y CANTO.	VOLÚMEN POR METRO LINEAL.	TABLA Y CANTO.	VOLÚMEN POR METR LINEAL.	TABLA Y CANTO.	VOLÚMEN POR METRO LINEAL.	TABLA Y CANTO.	VOLÚMEN POR METRO LINEAL.	TABLA Y CANTO.	VOLÚMEN POR METRO LINEAL.	TABLA Y CANTO	VOLÚMEN POR METRO LINEAL.
Centíms.	Met. cúb.	Centíms.	Met. cúb.	Centíms.	Met. cúb.	Centíms.	Met. cúb.	Centíms.	Met. cúb.	Centíms.	Met. cúb.
10 × 10	0,0100	20 × 20	0,0400	30 × 30	0,0900	40 × 40	0,1600	50 × 50	0,2500	60 × 60	0,3 00
12	0,0120	22	0,0440	32	0,0960	42	0,1680	52	0,2600	62	0,3720
14	0,0140	24	0,0480	34	0,1020	44	0,1760	54	0,2700	64	0,3840
16	0,0160	26	0,0520	36	0,1080	46	0,1840	56	0,2800	66	0,3960
18	0,0180	28	0,0560	38	0,1140	48	0,1920	58	0,2900	68	0,4080
12 × 12	0,0144	22 × 22	0,0484	32 × 32	0,1024	42 × 42	0,1764	52 × 52	0,2704	62 × 62	0,3844
14	0,0168	24	0,0528	34	0,1088	44	0,1848	54	0,2808	64	0,3968
16	0,0192	26	0,0572	36	0,1152	46	0,1932	56	0,2912	66	0,4092
18	0,0216	28	0,0616	38	0,1216	48	0,2016	58	0,3016	68	0,4216
20	0,0240	30	0,0660	40	0,1380	50	0,2100	60	0,3120	70	0,4340
14 × 14	0,0196	24 × 24	0,0576	34 × 34	0,1156	44 × 44	0,1936	54 × 54	0,2916	64 × 64	0,4096
16	0,0224	26	0,0624	36	0,1224	46	0,2024	56	0,3024	66	0,4224
18	0,0252	28	0,0672	38	0,1292	48	0,2112	58	0,3132	68	0,4352
20	0,0280	30	0,0720	40	0,1360	50	0,2200	60	0,3240	70	0,4480
22	0,0308	32	0,0768	42	0,1428	52	0,2288	62	0,3348	72	0,4608
16 × 16	0,0256	26 × 26	0,0676	36 × 36	0,1296	46 × 46	0,2116	56 × 56	0,3136	66 × 66	0,4356
18	0,0288	28	0,0728	38	0,1368	48	0,2208	58	0,3248	68	0,4488
20	0,0320	30	0,0780	40	0,1440	50	0,2300	60	0,3360	70	0,4620
22	0,0352	32	0,0832	42	0,1512	52	0,2392	62	0,3472	72	0,4752
24	0,0384	34	0,0884	44	0,1584	54	0,2484	64	0,3584	74	0,4884
18 × 18	0,0324	28 × 28	0,0784	38 × 38	0,1444	48 × 48	0,2304	58 × 58	0,3364	68 × 68	0,4624
20	0,0360	30	0,0840	40	0,1520	50	0,2400	60	0,3480	70	0,4760
22	0,0396	32	0,0996	42	0,1596	52	0,2496	62	0,3596	72	0,4896
24	0,0432	34	0,0952	44	0,1672	54	0,2592	64	0,3712	74	0,5032
26	0,0468	36	0,1008	46	0,1748	56	0,2688	66	0,3828	76	0,5168

Madera de sierra.—El volúmen de las tablas se deduce de sus dimensiones, aplicando la fórmula correspondiente del prisma rectangular:

$$\text{Vol prisma} = a \times b \times h$$

representando a, b y h, respectivamente el grueso, ancho y el largo de la pieza.

En algunos casos conviene averiguar el número de tablas que pueden obtenerse de un rollo; el volúmen del rollo calculado como cilindro es

$$\pi R^2 H = \frac{1}{4} \pi D^2 H;$$

siendo R el radio del rollo; D el diámetro y H su largo. Y representando a, b y h, lo mismo que ántes, el número de tablas que se podrán elaborar de un rollo, lo expresa la fórmula

$$\frac{\frac{1}{4} \pi D^2 H}{a \times b \times h},$$

siempre que las dimensiones de la tabla en relacion con las del rollo no motiven que se desperdicie madera.

Las tablas se suelen vender por cientos ó millares.

Postes telegráficos.—Las dimensiones ordinarias son 0,20 metros de diámetro medio y 8 metros de longitud, lo cual da un volúmen de 0.250 metros cúbicos. La duracion de un poste, inyectado ó no, se estima en diez años, empleándose unos 15 por cada kilómetro. Generalmente se venden por unidades ó por cientos, segun la importancia del suministro.

Traviesas para ferro-carriles.—Se obtienen aserrando la madera de las dimensiones propias para el objeto; las mejores son de roble, aunque tambien se usa el haya y pino silvestre inyectado de sulfato de cobre ú otra sustancia antiséptica que aumente su duracion. Generalmente se toman para este uso maderas de forma poco regular y de calidad algo defectuosa, aprovechándose para ello maderas que hubieran sido impropias para madera de sierra ó de construccion. Se hacen de dos dimensiones=de 1.ª clase, $2^{m},50$—$2^{m},60$ de longitud, $0,^{m}30$ á $0^{m},32$ de ancho, con $0^{m},13$ á $0^{m},15$ de grueso; de 2.ª clase, igual largo que las anteriores, $0^{m},21$ á $0^{m},26$ de ancho y $0^{m},12$ á $0^{m},13$ de espesor.

Se estiman necesarios 120 á 130 metros cúbicos de madera en rollo para obtener 100 metros cúbicos de traviesas labradas, ó próximamente 1.234 piezas, de las que $\frac{1}{6}$ pueden ser de 1.ª clase y $\frac{5}{6}$ de 2.ª clase. Un metro cúbico de madera en rollo proporciona por término medio 10 traviesas, quedando de desperdicion 20 por 100 en el roble y 30 por 100 en el haya.

En la construccion de un kilómetro de vía férrea, se suelen emplear unas 1.250 traviesas, comprendiendo las vías muertas ó de desvio.

Las traviesas de roble duran de 10 á 15 años; las de haya inyectada de 9 á 10 años, aunque estos números son muy variables.

Duelas.—De roble y de castaño principalmente se obtienen duelas para tonelería; se necesitan unos siete metros cúbicos de madera

para obtener *un millar* de 2.500 piezas, segun uso en los Vosgos, siendo de menor número dicha unidad en otras localidades.

Zuecos.—Los mayores se hacen de nogal, de haya, de abedul, aliso y tambien de temblón; un metro cúbico de haya da 108 pares de zuecos, cuyo volúmen es $0^{mc},122.344$, y por lo tanto el desperdicio de madera en un metro cúbico al hacer los zuecos, es de $0^{mc},877.636$.

Rodrigones.—Principalmente se emplean para obtener los rodrigones usados en las viñas, el castaño y el roble; un metro cúbico de madera da 1.434 rodrigones, y el desperdicio de madera resulta ser de $0^{mc},3112$: el millar suele valer 25 pesetas.

Palas.—De un metro cúbico de madera se obtienen unas 50 palas.

Leñas.—En muchas localidades las leñas se venden al peso por cargas de caballería mayor ó menor (8 ó 10 arrobas), y por carros (40 arrobas). Por el procedimiento hidrostático se puede determinar el volúmen de madera que entra en una carga ó peso dado, y tambien se usan las faginas ó haces; á veces se regula la dimension del haz por el largo de la cuerda con que le atan, que en Baleares tiene de 10 á 16 $^1/_2$ palmos; en Gerona un metro, etc.; otras veces se construyen de modo que tengan un peso determinado, y así los haces de Barcelona pesan cuatro arrobas, las gavillas de Cádiz una arroba, la *orga* de Guipúzcoa tiene 30 fajos de 1 $^1/_2$ arrobas cada uno, etc. En Cuba se usa la *cuerda*, que consiste en el volúmen de un paralelipípedo

de 10×5×2 piés ingleses. En Francia es medida vulgar la cuerda, que consiste en un paralepípedo de 8 piés de largo y 4 de altura y de profundidad, es decir, 128 piés cúbicos, dimensiones que varían con las localidades. En la sierra del Guadarrama se usa la medida de volúmen llamada *cárcel*, que mide 100 piés cúbicos, siendo sus dimensiones 10×5×2 piés; la llamada *cárcel de Valsain* tiene 160 piés cúbicos de volúmen, y sus dimensiones son 10×5 piés ×28 pulgadas francesas. El *estério* es un espacio de un metro cúbico, lleno de leña, comprendido los intersticios ó huecos que resultan, de modo que el volúmen de madera que en él se comprende es naturalmente menor de un metro cúbico, y la mayor ó menor cantidad de leña que entre en dicha medida, depende del tamaño de la leña y de la habilidad en colocarla de modo que resulten pocos huecos.

Poder calorífico.—Se llama *caloria*, el calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un kilógramo de agua; si se mezclan un kilógramo de agua á 75° (79° segun algun físico) con un kilógramo de hielo fundente, se obtienen dos kilógramos de agua á cero; el $\frac{1}{75}$ de este calor se toma por unidad.

Segun Rumford, un kilógramo de leña seca produce al arder 3.597 calorias; las experiencias hechas por Hassenfratz con leñas de 28 especies diferentes dieron por resultado que un kilógramo de leña desarrolla un calor capaz de fundir de 32 á 49 kilógramos de hielo, ó lo

que es lo mismo, de 2.400 á 3.675 calorias (32×75=2.400; 49×75=3.675). Clement admite que sólo el carbono produce el calor; dando 7.050 unidades (7.161 admiten Dulong y Nördlinger) por kilógramo, ha encontrado que á la madera seca corresponden 3.666. Las experiencias hechas por Márcos Bull, manifiestan que el poder calorífico de las maderas varía entre 6 y 6,4, y que las cantidades de calor son proporcionales á la de carbon que producen, de modo que se puede en la práctica considerar igual el poder calorífico de la leña seca para todas las especies, tomando por unidad cantidades iguales en peso. Peclet ha establecido las siguientes leyes:

1.° El valor calorífico de la madera desecada artificialmente es de 3.500 unidades. 2.° El de un kilógramo de madera á los doce meses de cortada (conteniendo 20 á 25 por 100 de agua) es de 2.600.

De estas buenas consideraciones resulta que el valor calorífico es constante por kilógramo de madera, y que varía con el volúmen, segun sean las densidades de las maderas; cuanto más densa la madera, á igualdad de volúmen, mayor calor desarrolla, y al contrario. En esto se funda que es más práctico estimar las leñas á peso que por volúmen, porque así se aprecia su valor real como combustible.

Las maderas difieren por la manera de árder, dando un calor intenso en poco tiempo, ó moderado, pero de mayor duracion. Las maderas húmedas dan ménos calor porque el agua ab-

sorbe parte del calor latente para pasar al estado de vapor. Se distinguen maderas duras y blancas: duras y compactas son las de roble, olmo, carpe, haya, fresno, etc.; blancas, blandas y ligeras lo son las de abedul, pinos, pinabete, temblón, chopos, etc. Los carbones densos son los que dan más calor; las maderas ligeras muy porosas dejan entrar el aire en sus tejidos, se resquebrajan por la accion del calor y arden simultáneamente los carbones y los gases, dando abundante llama pero poca áscua. Fraccionando las maderas duras, arden de un modo análogo á las blandas, es decir, con más llama. Las fábricas de cristal y de porcelana, donde hace falta un fuego muy intenso y vivo, emplean maderas ligeras, divididas y desecadas; las tahonas exigen leña que dé mucha llama. El roble arde con poca llama, pero dá excelente áscua y carbon superior.

Factor de conversion de metros cúbicos á estérios.—Para determinar este valor se cubican varios troncos, y luégo se convierten en leña, midiendo el número de estérios que compone, y se establece de este modo la proporcion entre el volúmen real de la madera y el número de estérios que compone, lo cual constituye el factor de conversion, que varía con las especies y las dimensiones de los troncos.

Para pasar de metros cúbicos á estérios se puede aceptar, por término medio, los factores 1,52 y 2,22, segun que la leña provenga del tronco ó de la copa; los factores inversos, para convertir estérios en metros cúbicos son

$\frac{1}{1,52}$ =0,65 y $\frac{1}{2.22}$ =0,45 respectivamente en ambos casos.

Determinando el volúmen real del ramaje contenido en un estério de ramaje de roble, resulta, por término medio, un volúmen de 0,522745 metros cúbicos, y el factor de conversion es, por lo tanto, 1,91 para pasar de metros cúbicos á estérios.

Asimismo dos estérios de leñas menudas suelen componer un volúmen real de 1,057194 metros cúbicos, de donde resulta que el factor de conversion para reducir metros cúbicos á estérios es 1,88.

FACTORES DE CONVERSION DE METROS CÚBICOS Á ESTÉRIOS Y VICEVERSA.

ESPECIE.	CLASE DE MADERA Y DE SU CORTEZA.	Madera contenida en un estério.	Volúmen de los huecos en el estério.	Factor para pasar de metros ^{3} á estérios.	Factor para pasar de estérios á metros ^{3}.
Pinabete y abeto...	Leña de tronco; de fácil raja; corteza muy compacta.	0,76	0,24	1,31	0,76
	Id. id.; de regular raja; corteza lisa y compacta....	0,70	0,30	1,43	0,70
	Id. id.; de raja difícil; corteza irregular.....	0,62	0,38	1,61	0,62
Haya.....	De fácil raja; corteza muy compacta y lisa.....	0,77	0,23	1,29	0,77
	Bien rajable; corteza bastante lisa.....	0,71	0,29	1,41	0,71
	Difícilmente rajable; corteza irregular.....	0,65	0,35	1,54	0,65
	Ramaje pequeño; corteza uniforme.....	0,60	0,40	1,65	0,60
	Ramaje menudo; de la cima y tortuoso.....	0,58	0,42	1,72	0,58
Roble.....	Raja fácil; corteza compacta y lisa.....	0,68	0,32	1,45	0,68
	Raja difícil; corteza irregular.....	0,61	0,39	1,64	0,61
	Ramaje bastante regular.....	0,55	0,45	1,82	0,55
	Ramaje curvo y nudoso.....	0,46	0,54	2,17	0,46
Pino.....	Raja fácil; leña gruesa.....	0,70	0,30	1,43	0,70
	Raja difícil; leña gruesa.....	0,62	0,38	1,61	0,62
	Ramillas y ramaje recto.....	0,62	0,38	1,61	0,62
	Ramillas de la copa y ramas curvas.....	0,54	0,46	1,85	0,54

Tasaciones.—La tasacion del material leñoso puede hacerse en metros cúbicos ó en unidades comerciales con arreglo á un marco de maderas, ó en dinero descontando los gastos de apéo, labra, trasporte y beneficio que deba reportar el rematante de la corta. El objeto final es conocer el valor metálico, y para ello lo más propio es conocer el valor del metro cúbico de cada clase de árboles por especies y dimensiones, ó bien del metro cúbico de madera de piezas de marco, como se hace en marina, que paga la madera á un tanto por metro cúbico variable con las siete especies que admite.

Puede servir para dar una idea de la produccion de un monte el estado que luégo se continúa, en el cual se consideran por M. Noirot-Bonnet seis clases de suelo, con arreglo á sus condiciones:

1.ª Llanuras muy fértiles, tierra de primera calidad, y orillas de los rios.—Especies: olmo, fresno y roble.

2.ª Llanuras fértiles, tierra dispuesta para convertirse en suelo arable.—Especies: roble, haya y temblón.

3.ª Llanuras ordinarias, fondo fresco, tierras cultivables.—Especies: roble, carpe, temblón y aliso.

4.ª Buen terreno, vertientes al Norte.—Especies: haya, carpe y roble.

5.ª Terreno mediano, seco, diversas exposiciones.—Especies: roble, carpe, aliso, arce, etc.

6.ª Terreno montuoso, seco, pedregoso ó arenoso.—Especies; roble, carpe, aliso y cornejo.

PRODUCTO MEDIO DE UNA HECTÁREA DE MONTE MEDIO.

EDAD DE LOS ÁRBOLES.	NÚMERO DE CUERDAS DE 80 PIÉS CÚBICOS Ó DE ESTERIOS QUE PRODUCE UNA HECTÁREA.											
	SUELO DE 1.ª CLASE.		SUELO DE 2.ª CLASE.		SUELO DE 3.ª CLASE.		SUELO DE 4.ª CLASE.		SUELO DE 5.ª CLASE.		SUELO DE 6.ª CLASE.	
Años.	Cuerdas.	Estérios.	Cuerdas.	Estérios.	Cuerdas.	Estérios.	Cuerdas.	Estérios.	Cuerdas.	Estérios.	Cuerdas.	Estérios.
10	30	82	23	63	20	55	15	41	7	19	7	19
15	47	128	35	96	32	88	25	68	12	33	12	33
20	67	183	50	137	45	123	38	104	20	55	18	49
25	87	238	65	178	60	164	51	140	28	76	23	63
30	107	293	80	219	75	205	64	175	35	96	28	73
35	127	348	95	260	90	246	76	208	41	112	33	90
40	147	402	110	301	105	288	87	238	47	128	38	104

Crecimientos futuros.—En algunas ocasiones puede convenir el conocimiento del crecimiento futuro de un árbol, para lo cual Hartig propone el siguiente procedimiento:

Se mide el espesor de las diez últimas capas anuales en un árbol de prueba y la altura, y se determina el volúmen de la parte interior, segregadas las diez capas. Se supone constante la altura del árbol, y se resta el volúmen de aquella zona del volúmen actual y total del tronco, resultando así el volúmen del crecimiento durante los diez últimos años, el cual Hartig supone que es igual al de los diez siguientes.

Sea R el radio del tronco á 1,50 metros sobre el suelo; H la altura del tronco, que se supone constante; δ el espesor de las diez últimas capas leñosas.

Volúmen del tronco actualmente:

$$= \frac{1}{3} \pi H R^2$$

Volúmen del tronco hace diez años:

$$= \frac{1}{3} \pi H (R - \delta)^2$$

Crecimiento durante los diez últimos años:

$$= \frac{1}{3} \pi H (R^2 - (R - \delta)^2)$$

$$= \frac{1}{3} \pi H (R^2 - R^2 + 2 R \delta - \delta^2)$$

$$= \frac{1}{3} \pi H (2 R \delta - \delta^2)$$

Crecimiento medio al año:

$$= \frac{1}{3} \pi H \left(\frac{2 R \delta - \delta^2}{10} \right)$$

Cotta supone que el grueso de las capas ó crecimientos en los diez años siguientes será el mismo que en los diez precedentes, y así obtiene las expresiones.

Volúmen actual del tronco:

$$= \frac{1}{3} \pi H R^2$$

Volúmen del tronco dentro de diez años:

$$= \frac{1}{3} \pi H (R + \delta)^2$$

Crecimiento durante los diez años:

$$= \frac{1}{3} \pi H \left((R + \delta)^2 - R^2 \right)$$

$$= \frac{1}{3} \pi H (R^2 + 2R\delta + \delta^2 - R^2)$$

$$= \frac{1}{3} \pi H (2R\delta + \delta^2)$$

Crecimiento medio futuro al año:

$$= \frac{1}{3} \pi H \left(\frac{2R\delta + \delta^2}{10} \right)$$

Crecimiento futuro medio al año, segun Cotta:

$$\frac{1}{3} \pi H \frac{2R\delta + \delta^2}{10}$$

Idem id. id. id., segun Hartig:

$$\frac{1}{3} \pi H \frac{2R\delta - \delta^2}{10}$$

Diferencia $\frac{1}{3} \pi H \frac{2\delta^2}{10} = \frac{1}{15} \pi H \delta^2$

Por lo tanto, el método de Cotta da un resul-

tado mayor que el de Hartig al calcular el crecimiento futuro.

Creemos innecesario entrar en más detalles acerca de esta materia, bastando lo precedente para poder formar una idea general de los problemas que resuelve la dasonomia, y por ser ajena á la índole del *Manual* una extension propia de los tratados superiores que tratan de esta materia. Asimismo omitimos el cálculo de volúmenes por el teorema de Simpson, ó por los diversos medios que facilita el cálculo diferencial é integral.

VII. MARCOS DE MADERAS.

Marcos.—Segun la aplicacion á que se destinan, reciben las maderas diversas denominaciones, tales como *maderas de construccion civil, piezas de marina, maderas industriales* ó *maderijas*, comprendiéndose en las últimas las dedicadas á gran variedad de usos en ebanistería, carretería, tonelería y otros ramos. Respecto á la forma que se da á la madera se distinguen las clases: *madera en rollo* ó *rollos*, que son troncos con corteza ó descortezados groseramente, formando un volúmen aproximadamente cilíndrico; *madera escuadrada* ó *de hilo*, la que se labra á cuatro caras, distinguiéndose con el nombre de *arista viva* cuando la seccion es perfecta; *madera de raja*, la que se obtiene por desgaje en el sentido longitudinal de las fibras, como por ejemplo, las duelas; *madera*

de sierra, la que se prepara por medio de este instrumento.

Las piezas vendidas en el monte suelen serlo en pié ó en rollo luégo de apeadas, miéntras que en los mercados acostumbran ofrecerse escuadradas, para evitar el mayor coste del trasporte correspondiente á la cantidad de madera que se desperdicia en el desbaste y no tiene aplicacion, con arreglo á dimensiones más ó ménos constantes, cuyo conjunto constituye el *marco*; en éste se consigna para cada pieza de madera su largo, y los dos lados de su seccion trasversal, denominados *tabla* ó *ancho*, y *canto* ó *grueso*, respectivamente el mayor y menor lado de la *escuadria* ó seccion trasversal, y en los *rollos* se sustituyen estos datos por el diámetro ó la circunferencia del árbol. En las piezas de marina se emplean los nombres *ancho á la grua*, que es la distancia entre las dos caras curvas de una pieza, medida sobre las caras planas; y *grueso á la línea*, que es la distancia entre las dos caras planas, medidas sobre las curvas. Tambien se usa la denominacion *abra*, que representa la distancia entre dos puntos marcados sobre los dos ejes de las caras planas, á un metro de su punto de encuentro en una pieza angular, ó sea una *curva*, como por ejemplo, de la *curva coral*, *curva de peralto*, etc.

Las piezas de marina se clasifican en grupos dependientes de la forma geométrica, llamados *marcas*, que se subdividen á su vez con arreglo á las dimensiones en *especies*, sirviendo de regla para esta última division, que un metro cúbico

de madera tiene igual valor para una misma *especie*, sea cual fuere la *marca* á que corresponda. En los arsenales del reino se admiten siete *especies* de madera para el roble, desde la primera hasta la sétima, que es la de ménos valor, y las *marcas* correspondientes á las diversas formas de madera que se requieren para la construccion de un buque, como son quilla, codaste, madre de timon, roda, baos, ligazones, etc.; sus dimensiones y cualidades son invariables, rigiéndose al efecto por las tarifas é instrucciones de 6 de Mayo de 1860 para el reconocimiento, recibo y clasificacion de las perchas para arboladuras y demas madera de pino empleada en la construccion naval; y por las de 31 de Enero de 1865 para el recibo y clasificacion de las maderas de roble y de los tablones de roble, álamo negro, haya y otras maderas aplicables á la construccion naval.

Así como las piezas de marina están sujetas á las dimensiones invariables de una sola *tarifa* para todo el reino, por el contrario, las maderas de construccion civil se presentan en los mercados bajo gran diversidad de formas y dimensiones, que ni áun para una misma provincia son constantes; ántes bien varían sin limitacion precisa, recibiendo asimismo denominaciones muy diversas. La variedad de dialectos y los diferentes sistemas de pesas y medidas que vulgarmente rigen en las diversas provincias, unido á los distintos usos y costumbres de cada una de ellas, explican la gran variedad de *marcos de maderas* y unidades de medida para

otros productos forestales, y que por efecto del uso tradicional se van conservando, sin que se refundan en uno fijo y constante, dispuesto con arreglo al sistema métrico, el cual, como con éste sucede, se vaya, con el trascurso del tiempo, generalizando en las transacciones del comercio de productos forestales. Por regla general, puede considerarse el *marco de Castilla* como uno de los tipos más usado, en cuanto está aceptado en muchas provincias, salvo algunas variaciones en las dimensiones de las piezas, ó exclusion de alguna de ellas por efecto de las necesidades, ó mejor de una costumbre de la localidad. Sirve de fundamento en la mayoría de los *marcos* para la clasificacion de las piezas, su largo y las dimensiones de la seccion trasversal, ó sea *escuadria*.

El *marco valenciano* prescinde, sin embargo, de las dimensiones lineales para la clasificacion de sus tipos; adopta como unidad de medida el volúmen, y dentro de uno fijo admite variaciones en la escuadria y en la longitud, con lo cual presenta un carácter de originalidad que no tienen los demas *marcos*, y permite aprovechar la mayor cantidad posible de madera, porque dentro de cada tipo hay una gran libertad de dimensiones. Así una pieza del marco valenciano, si por cualquier causa ó defecto de la madera no llega al tipo para que fué labrada en el monte, la pérdida que ocasiona esta circunstancia se reduce á unos *avos*, y la pieza se clasifica en el tipo inmediato inferior, sin necesidad de dividirla para sacar de ella un cierto número de piezas menores con pérdida de su valor, como

súcede en otros marcos. La unidad de volúmen, llamada *carga*, es igual para cualquier pieza del *marco*; la *carga* se considera dividida en 24 *avos*; el *avo* tiene 20 *sueldos*, y el *sueldo* 12 *dineros*.

La mayor parte de las provincias carecen de marco especial, efecto de la gran variedad de dimensiones bajo las cuales se usan las maderas, segun las aplicaciones que deban recibir, ó tambien por consumirse maderas procedentes de diversas provincias. La reseña completa de los usuales en España los detallamos en la obra titulada *Marcos de maderas para la construccion civil y naval, con el precio que tienen éstas y otros productos forestales en las principales provincias de España.* Segunda edicion; Madrid, 1879. Los marcos más usados y extendidos en los principales mercados forestales los consignamos á continuacion, en la imposibilidad de hacerlo con todos.

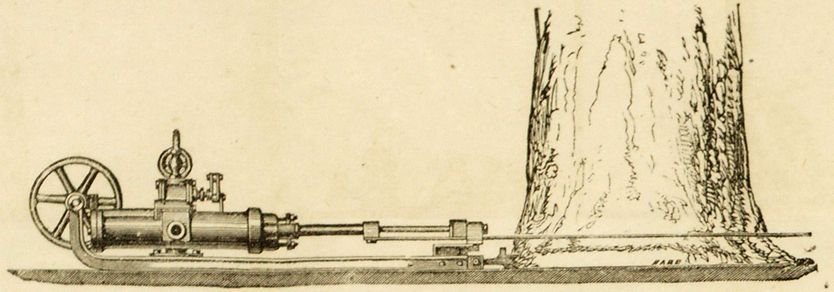


Fig. 1.ª

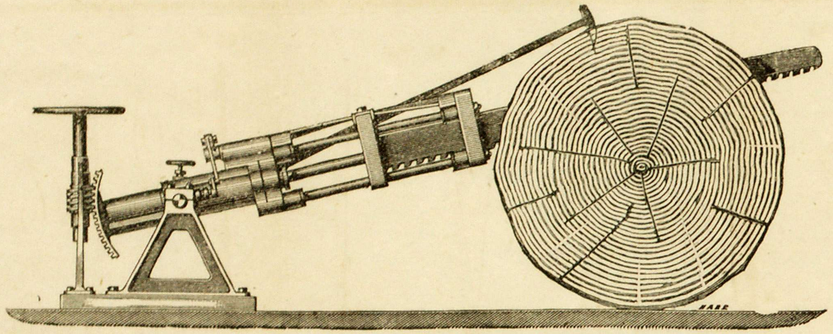


Fig. 2.ª

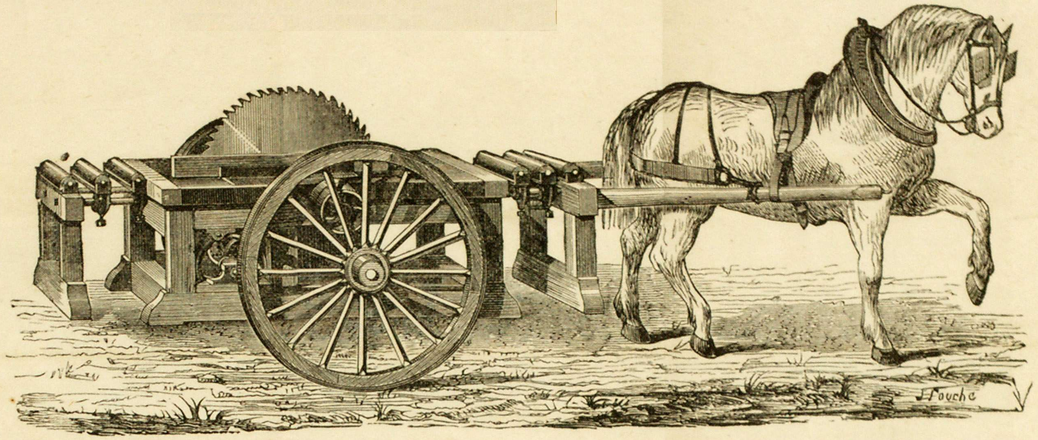


Fig. 3.ª

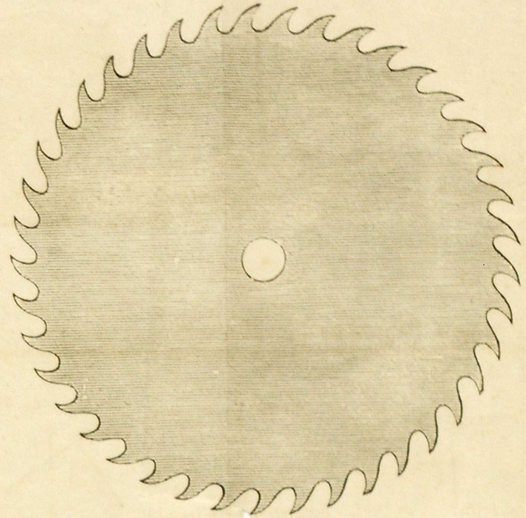


Fig. 4.ª

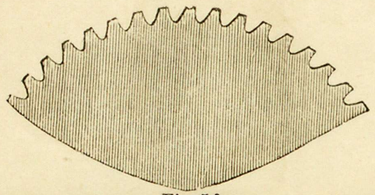


Fig. 5.ª

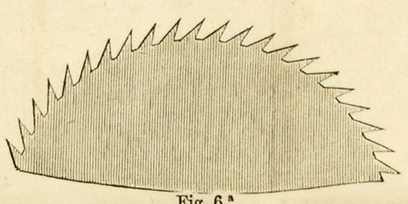


Fig. 6.ª

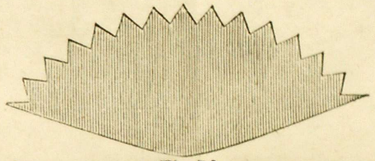


Fig. 7.ª

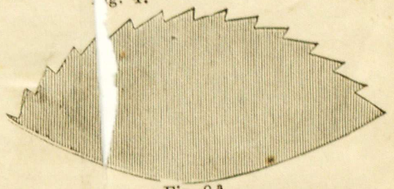


Fig. 8.ª

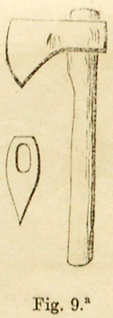


Fig. 9.ª

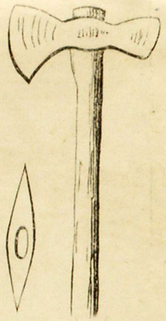


Fig. 10.

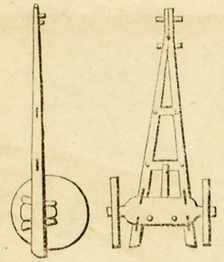


Fig. 11.

Fig. 12.

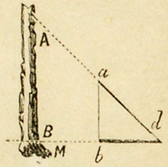


Fig. 13.

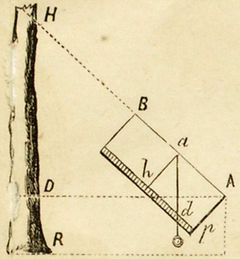


Fig. 14.

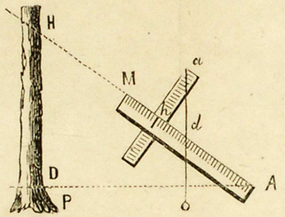


Fig. 16.

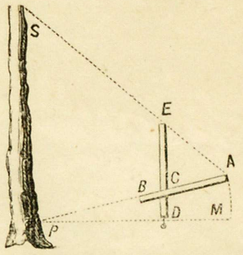


Fig. 17.

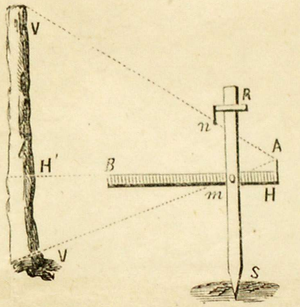


Fig. 18.

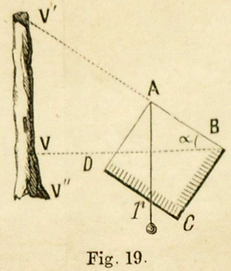


Fig. 19.

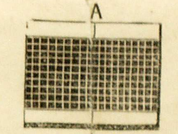


Fig. 15.

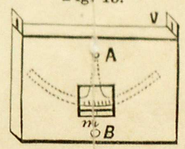


Fig. 21.

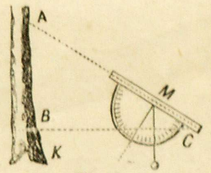


Fig. 20.

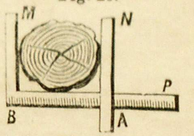
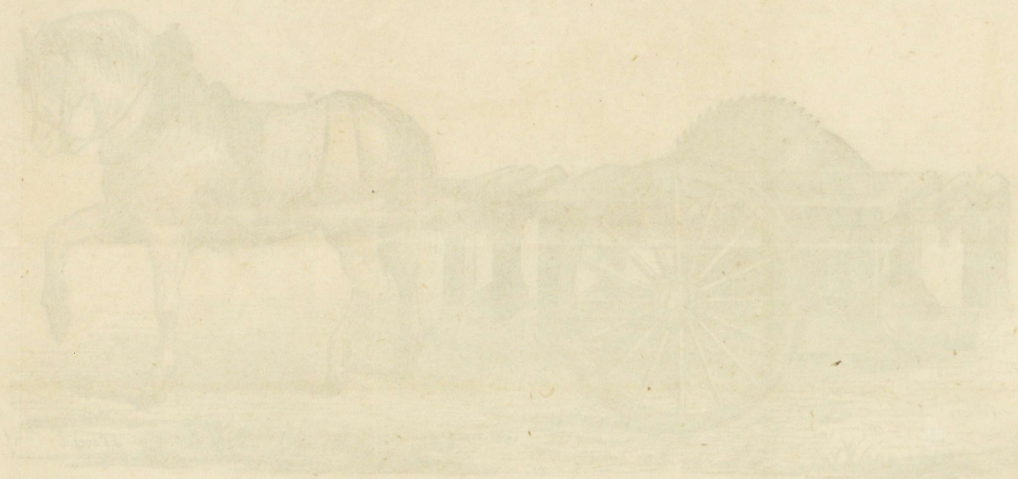
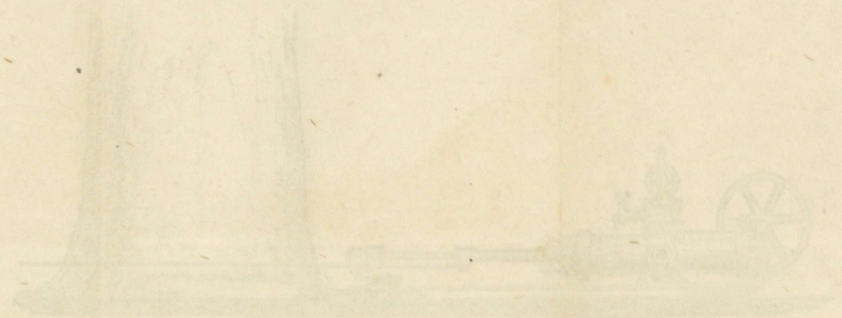
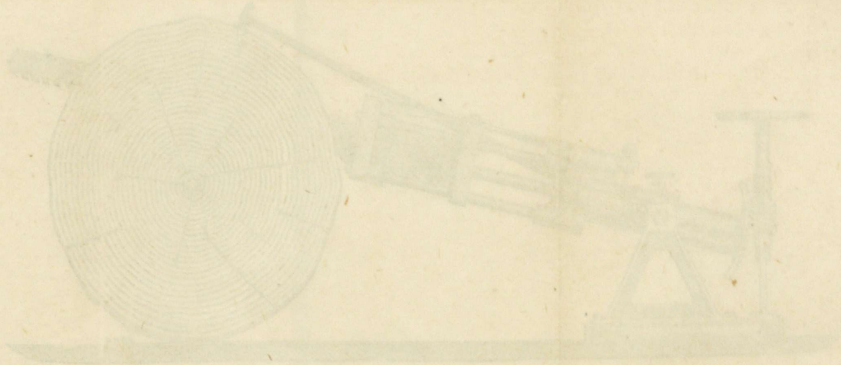


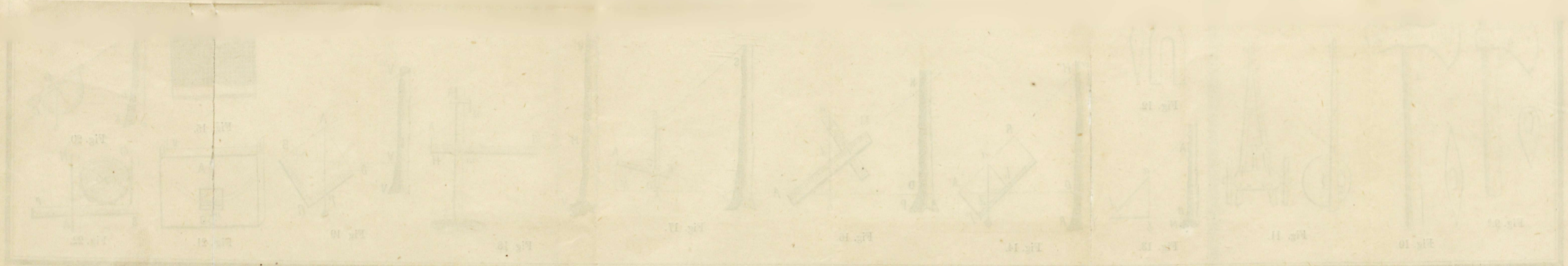
Fig. 22.

Casa editorial de Gregorio Estrada, Doctor Fourquet, 7, Madrid.









UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
0700551261