

Propuesta de normalización de las dimensiones comerciales para madera*

JAIME SALAZAR CONTRERAS

Ingeniero Agrícola M.Sc. en Estructuras.

Profesor Asociado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional - Bogotá.

LORENZA SALAMANCA CHAVEZ

Ingeniera Agrícola. Universidad Nacional - Bogotá.

* Mención especial en el Primer Concurso Nacional sobre Normalización Técnica-ICONTEC-Bogotá, agosto de 1989.

Concientes de la necesidad de que exista una estandarización en las medidas de los elementos obtenidos de la madera, el presente trabajo hace eco al interés que tienen entidades como la Junta del Acuerdo de Cartagena, la Andi, el Centro Nacional de Estudios de la Construcción y el mismo ICONTEC, con el propósito de racionalizar este recurso y se haga más competitivo frente a otros materiales de construcción.

Actualmente la base para los diseños estructurales son las normas extranjeras y principalmente las recomendaciones presentadas por la JUNAC.

Inicialmente y de modo global se presenta lo que es la madera aserrada, definiciones, procesos de elaboración, el equipo que en general se usa en nuestro medio, formas como eventualmente se puede aserrar la madera y a grosso modo como se halla la madera en el comercio actual.

La propuesta de normalización se basa en los números preferenciales y su aplicación para la determinación de las dimensiones de la madera estructural.

GENERALIDADES

Objetivo

La presente propuesta tiene por objeto establecer la normalización en las medidas de la madera como elemento estructural para que su uso sea más racional, económico y rentable como material importante en las construcciones.

Definiciones

- Aserrar: proceso manual y mecánico que transforma la madera para obtener piezas que puedan ser usadas posteriormente.
- Bloque: es la pieza de madera de mayores dimensiones que se saca de una troza para reaserrarlo y obtener otros elementos de dimensiones menores.

- Labrar: operación mediante la cual se le da a la madera las condiciones o formas adecuadas para ser usada.
- Madera aserrada: es el producto de la sierra y el cepillo, sin más proceso de elaboración que ser aserrada, reaserrada, cepillada y pulida longitudinalmente, además de ser cortada transversalmente para darle el tamaño y el labrado adecuado.
- Sección transversal: plano o superficie que resulta al cortar perpendicularmente al eje de la pieza de madera.
- Sección longitudinal: plano que resulta al cortar paralelamente al eje de la pieza.
- Tronco o troza: parte del árbol que va de la copa a las raíces y de la cual se obtienen las piezas de madera.

Espesor (e): es la dimensión menor de la escuadría.

Arista: línea que se forma al intersectarse dos superficies planas adyacentes.

Cara: es la superficie formada por la dimensión mayor (a) y la longitud (L) de la pieza.

Canto: es la superficie formada por la dimensión menor (e) y la longitud (L) de la pieza.

Cabeza: es la sección transversal de cada extremo de la pieza.

Geometría de una pieza de madera aserrada

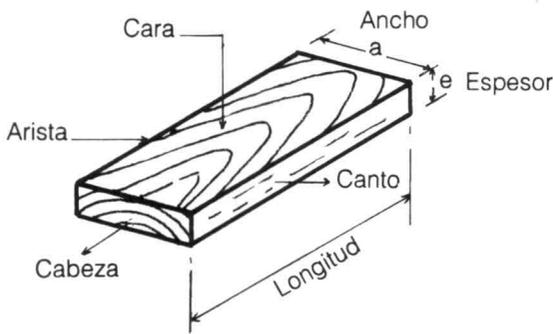


FIGURA 1

La escuadría: es el término que se emplea como expresión numérica de las dimensiones de una sección recta, en la cual se tiene el ancho y el espesor. Si la madera está en rollo, entonces se hablará de la circunferencia o del diámetro, en lugar de la escuadría (fig. 1).

Ancho (a): es la dimensión mayor de la escuadría.

LA MADERA ASERRADA

Objetivos fundamentales del proceso de aserrió

- Máxima producción y productividad
- Aprovechamiento integral de la madera
- Optima calidad de la madera aserrada
- Productos secundarios o precios competitivos.

Operaciones del aserrado

Para obtener piezas de madera aserrada se realizan dos procesos básicos: la transformación primaria o aserrado y la transformación secundaria o reaserrado, dentro de los cuales se incluyen otras operaciones. En los aserraderos pequeños las operaciones que se realizan generalmente son: el asierre, el desorillado o el canteo y el cabeceo o despuntado que muchas veces son efectuados por la misma máquina y generalmente se omite la operación de desorille y cabeceo. En un aserradero de alta producción las operaciones que suelen realizarse siguen el proceso mostrado en el diagrama 1; si el aserradero está bien tecnificado se suele realizar de una vez

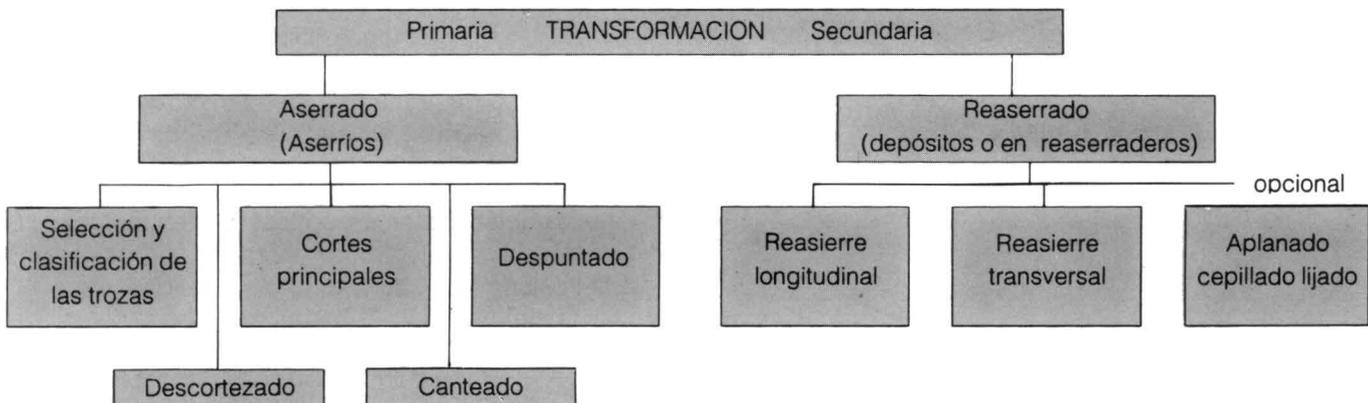


Diagrama 1

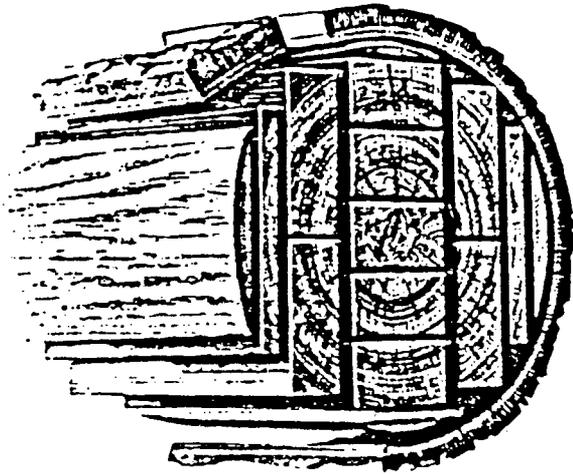


FIGURA.2

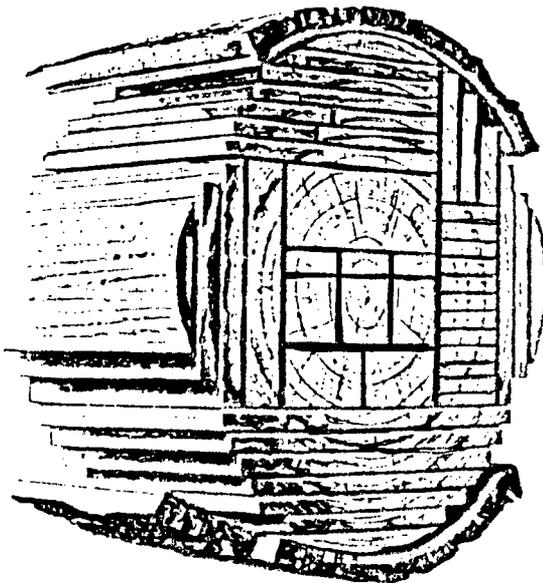


FIGURA 3

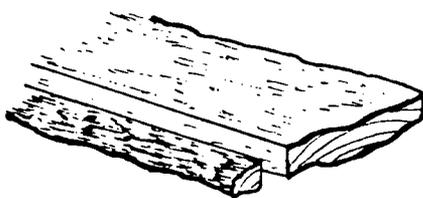


FIGURA 4

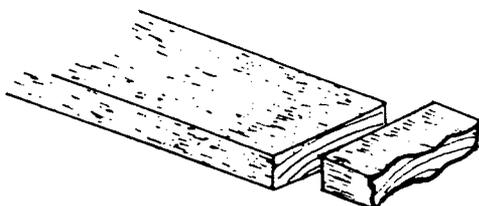


FIGURA 5

la clasificación, selección, apilado, manejo y transporte del material terminado.

La transformación primaria o aserrado: se transforma la troza por medio de sierras, dándole a la madera la escuadría requerida para obtener la máxima cantidad de piezas de alta calidad (figs. 2 y 3).

Selección y clasificación de las trozas: se determina si se transformarán especies coníferas, latifoliadas o en dado caso las dos porque de ello dependerá el equipo necesario para su transformación. Se tiene en cuenta: el diámetro de las trozas, la longitud, la conicidad, forma de las trozas, calidad, defectos y uso final.

El descortezado: consiste en arrancar la corteza antes de que el tronco entre a la sierra.

Los cortes: es el recorte de la troza en diferentes disposiciones para obtener el máximo número de piezas de modo que se tengan las dimensiones más ventajosas reduciendo los desperdicios, como se observa en las figuras. 2 y 3.

El canteado: es la operación de labrar los cantos o bordes de la pieza de madera. fig. 4.

El despuntado o cabeceo: operación mediante la cual se le da a la pieza una longitud estandar para escuadrar los extremos y eliminar los defectos. fig. 5.

El reaserrado o transformación secundaria: consiste en el recorte de los bloques en elementos de secciones y longitudes nominales estandarizadas, realizándose un reasierre longitudinal y otro transversal principalmente, pero también suelen hacerse las otras tres (aplanado, cepillado, lijado). Con el aplanado se busca que las superficies queden totalmente planas, sin torsiones; con el cepillado se busca que las superficies queden libres de asperezas o para reducir las dimensiones de la sección y con el lijado la madera se prepara para ser recubierta o para hacer resaltar la belleza de su estructura.

Equipo utilizado

Para el aserrío de la madera se cuenta con máquinas: semimecanizadas, totalmente mecanizadas y automáticas.

Existen también sistemas ópticos y electrónicos que determinan las propiedades importantes para el aserrío (diámetro, longitud, volumen, formas, calidad, etc.).

Sin tener en cuenta el grado de mecanización y automatización, estas máquinas están conformadas en general por: una estructura donde están todos los mecanismos y piezas de la máquina, mesas o carros para situar y

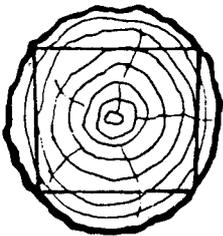


FIGURA 6

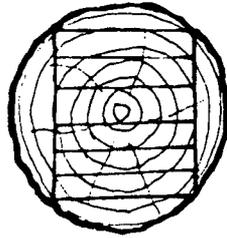


FIGURA 7

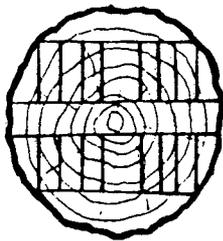


FIGURA 8

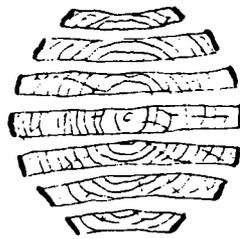


FIGURA 9

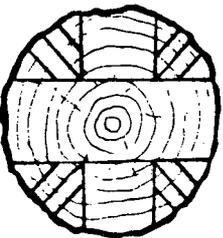


FIGURA 10

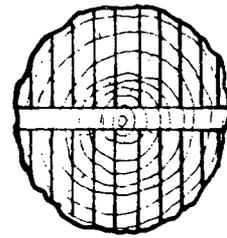


FIGURA 11

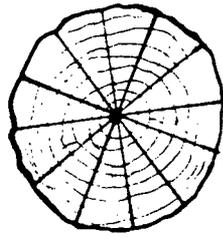


FIGURA 12

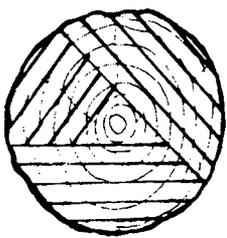


FIGURA 13

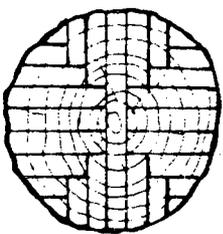


FIGURA 14

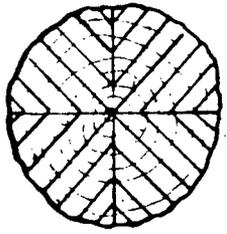


FIGURA 15

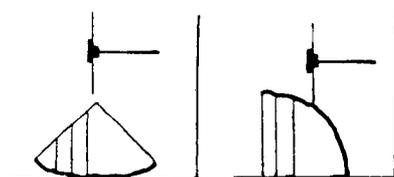
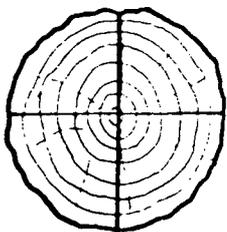


FIGURA 16

orientar las piezas de madera, mecanismos de corte y de avance, dispositivos de fijación de la herramienta cortante, los mandos y controles.

Pero el equipo básico para realizar las operaciones enunciadas consiste en:

- Sierras: circulares, sin fin, de bastidor
- Planeadoras
- Máquinas e implementos para cepillar
- Máquinas para lijar y pulir
- Máquinas para machihembrar

Formas de aserrar las trozas

El manejo eficiente en las operaciones de aserrío proporciona beneficios económicos y gran parte de la responsabilidad la tiene el aserrador, quien debe ser una persona experta y diestra para aprovechar al máximo la troza al menor costo posible de producción. Es importante que antes de cortar la troza se considere cuál será el uso de la madera para evitar desperdicios innecesarios y la mala calidad del elemento final. Dependiendo de la especie se tienen diferentes sistemas de corte de la troza, como se puede ver en las figs. 6 a 16.

Aspectos que se deben tener en cuenta para realizar los cortes

- La estructura de la madera: especie, diámetro de la troza, longitud, conicidad.
- Los efectos de contracción y/o hinchazón.
- Las sobremedidas que contrarrestarán las pérdidas.
- Los defectos: nudos, rajaduras.
- El uso final de las piezas.
- Para iniciar el aserrío de una troza se debe crear una base estable y plana, cuyas caras se irán formando al girarla 90° obteniéndose las tablas costeras (fig. 17).
- Hacer estos cortes primarios evita que se tengan que cantar todas las piezas obtenidas posteriormente.
- Al hacer los cortes de la troza es posible que para lograr el máximo aprovechamiento sea necesario modificar la regularidad de los elementos, por ello se presentan: cortes con aristas vivas en la cara inferior

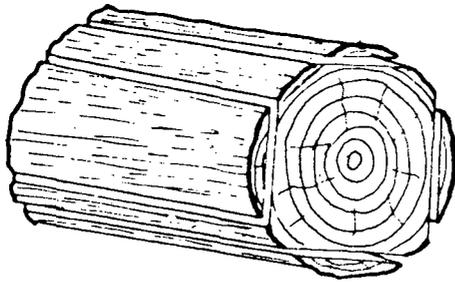


FIGURA 17

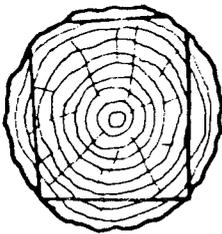


FIGURA 18



FIGURA 19

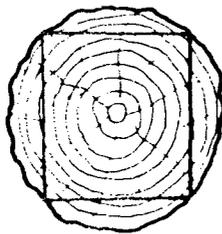


FIGURA 20

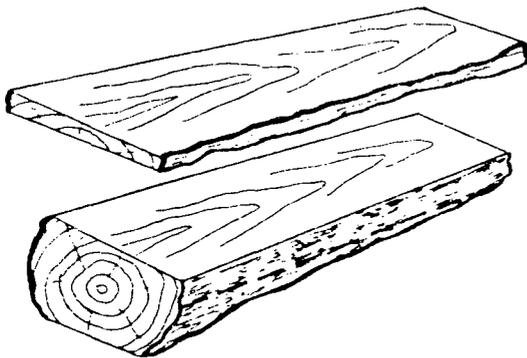


FIGURA 21

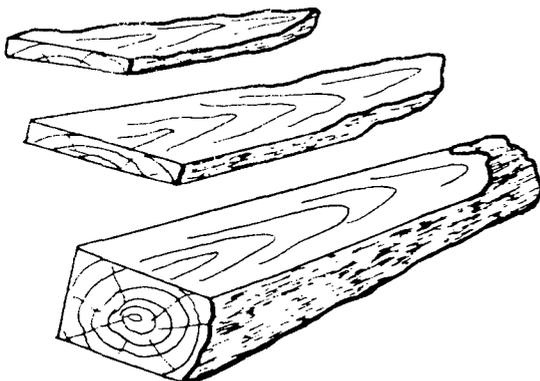


FIGURA 22

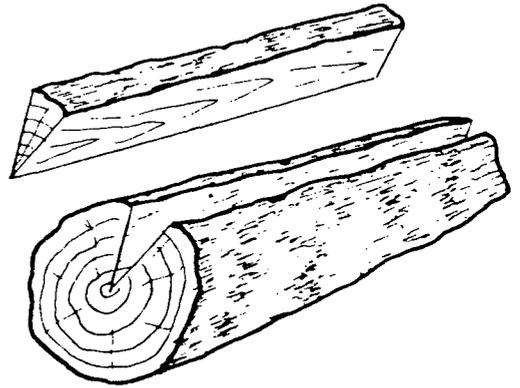


FIGURA 23

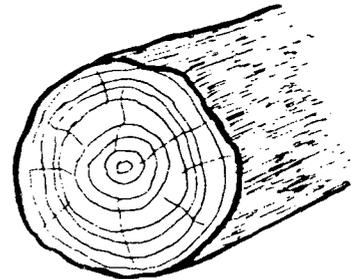


FIGURA 24

y truncadas en la parte superior, cortes con aristas redondeadas, cortes con pieza entera figs. 18 a 20.

- Como generalmente las trozas no son totalmente cilíndricas sino con tendencia a la conicidad (ref. (12)), el corte a lo largo de ellas puede hacerse por:
- Cortes cónicos, céntricos, radiales, rotatorio (figs. 21 a 24).
- En las figuras 2 y 3 se muestran diversas distribuciones para obtener tablas de una troza.

La madera en el comercio actual

Del aserradero la madera puede salir verde, secada al aire o artificialmente y va a los depósitos donde generalmente no se le hace ninguna otra transformación; aunque en algunas de ellas se hace un reaserrado o se hacen cortes para obtener piezas más pequeñas.

Según el diagnóstico hecho por el CENAC ⁽³⁾, en los depósitos se presenta la siguiente situación más o menos general:

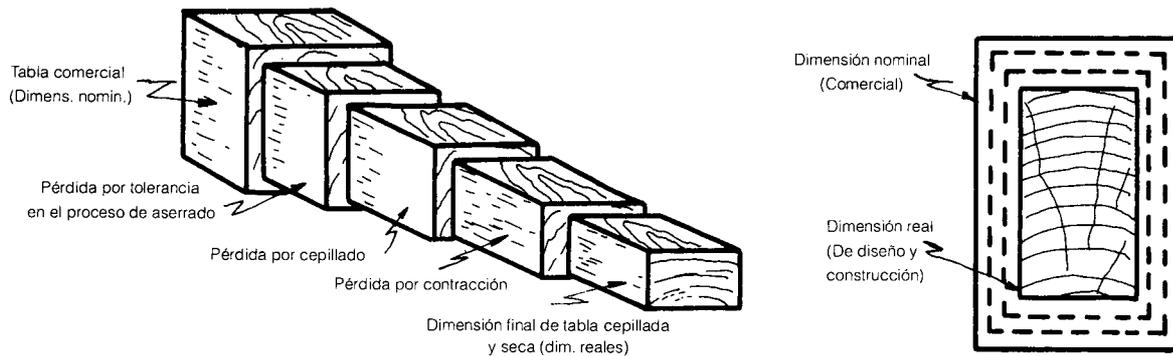


FIGURA 25

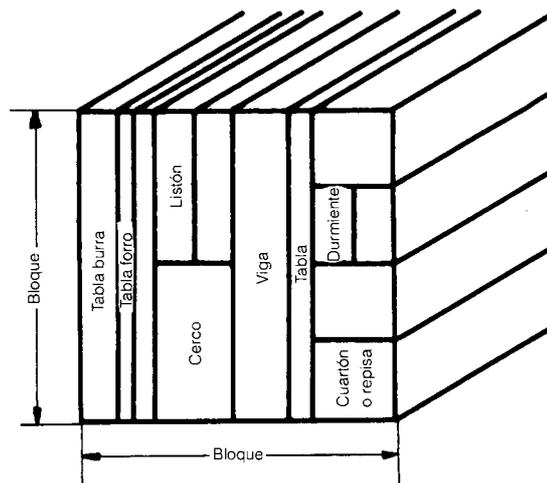


FIGURA 26

- La madera es comprada a los camiones que llegan de los sitios de producción y en la mayoría de los depósitos es vendida tal cual como se compra.
- No se realiza una clasificación por calidad.
- En el almacenamiento no se tienen en cuenta sistemas de producción y preservación de la madera, quedando muchas veces a la intemperie.

Forma como usualmente se encuentra: Comercialmente la madera se obtiene con base en sus dimensiones nominales y no en las reales o estándar. Se le consigue (11):

- 1- Sin aserrar
- 2- Aserrada en bruto
 - * aserrada y cepillada

- * trabajada: machihembrada, traslapada, cortada a un patrón fijo
- * elaborada: madera laminada, tableros contrachapados, tableros de fibra (tablex)

Las dimensiones nominales y reales

Las dimensiones nominales son las que tiene el elemento después de haber sido aserrado, canteado y cabeceado pero que aún no ha sido cepillado y/o dividido en piezas menores, por lo que no se han considerado pérdidas por corte, cepillado y efectos de secado. Con ellas se comercializa la madera (figs. 24 a 27).

En los elementos con las dimensiones reales ya se han considerado las pérdidas anteriormente anotadas y por tanto con ellas se diseña y se llega a la construcción.

Durante las operaciones realizadas a un elemento que se ha obtenido de una troza hasta llegar al elemento

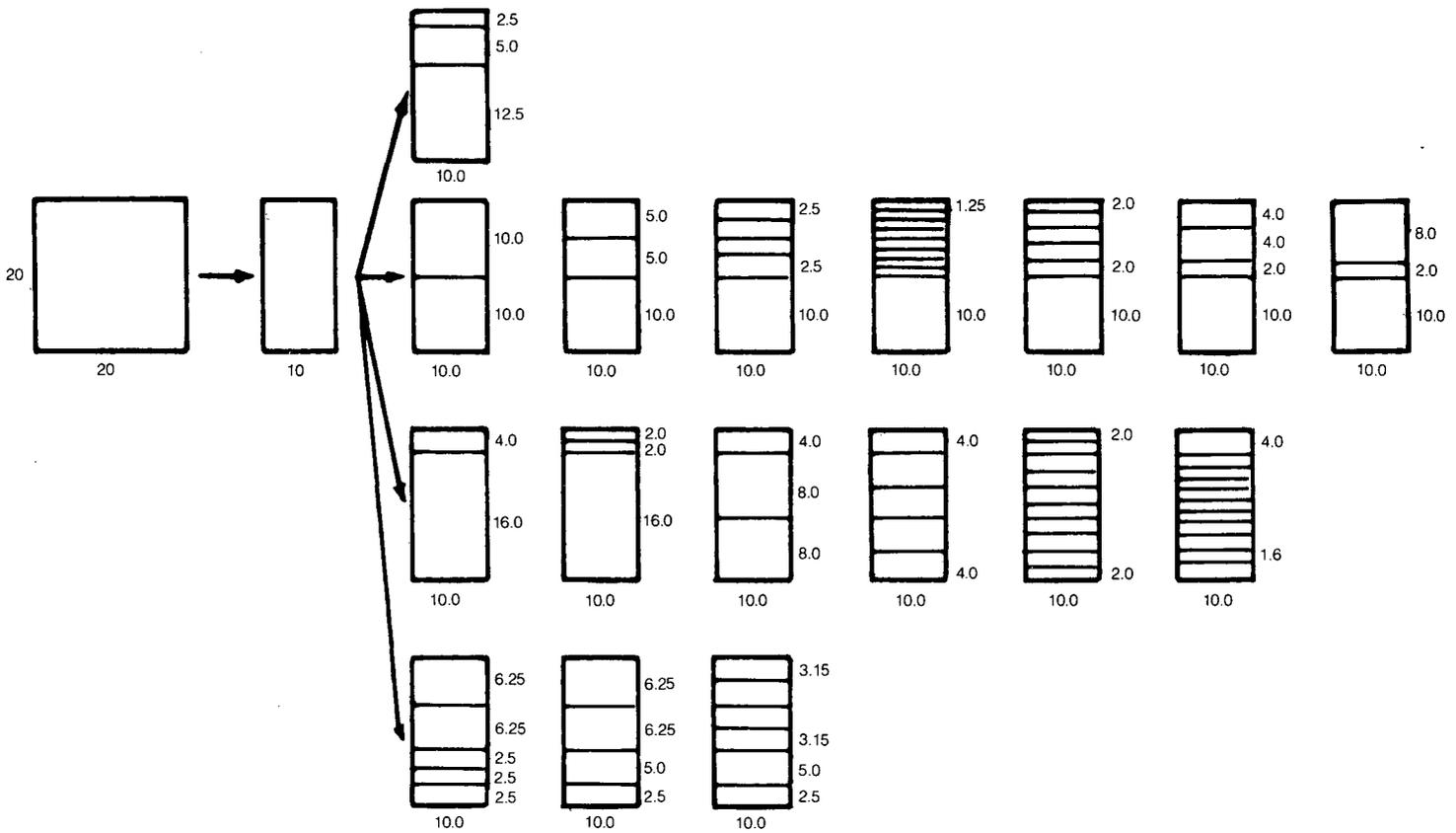


FIGURA 27

usado en una construcción (madera dimensionada, cepillada y seca) se presentan reducciones en las dimensiones (ancho, espesor, largo) ⁽¹²⁾ a causa de:

- Pérdidas por el ancho de corte de la sierra, exactitud del corte (desvíos de la sierra y/o del equipo alimentador).
- Pérdidas por cepillado
- Pérdidas por contracción
- Pocos conocimientos en el manejo del proceso y de las tolerancias que se deben dar para evitar los fenómenos anteriores.

LOS NUMEROS PREFERENCIALES Y SU APLICACION PARA DETERMINAR LAS DIMENSIONES DE LA MADERA ESTRUCTURAL

Concepto

Los Números Preferenciales o Números de Renard, son números teóricos convenientemente redondeados y con un sistema lógico de graduación al seguir una serie numérica.

Aplicación de los Números Preferenciales

Para satisfacer las necesidades tanto de quién saca un producto como del que lo consume, se debe contar con un rango amplio de opciones para tener diferentes soluciones y según Charles Renard ⁽¹⁾ esto se logra aceptablemente cuando se sigue más o menos una progresión geométrica. Su uso es amplio y aplicable en muchas áreas de la producción: para gradación de artículos completos por longitud, área, volumen, peso, magnitud de fuerza y el dimensionamiento de partes que componen los diseños en ingeniería.

Características que se deben tener en cuenta para formar la serie

Inicialmente determinar cuáles son los tamaños o medidas más pequeñas y más grandes para poder determinar las intermedias. Lo segundo es que se asegure un ordenamiento con una amplitud común que los interrelacione, haciendo que los número generados reunan características tales como:

- Ser simples y que puedan ser fácilmente recordados.
- Ser infinitos (prolongables) en las dos direcciones, o sea que se puedan obtener números más pequeños o más grandes.

- Poder realizar el redondeo a los números teóricos.
- Que exista un sistema lógico de graduación.

Derivación de los Números Preferenciales

Los números preferenciales se derivan de las series geométricas cuya expresión general es: $N = ar^{n-1}$

donde

N = enésimo término (último)

a = primer término

r = razón común

n = número de términos

Lo que un productor debe determinar es la razón común de la serie, lo cual dará la variación común entre las dimensiones sucesivas. En esto pensó Renard y encontró que al hacer esta razón una raíz de 10 ($\sqrt[n]{10}$) se presentaba una buena variación y así desarrolló y promulgó las series R5, R10, R20, R40 y R80, correspondiendo la R a Renard y el número a la raíz particular de 10 (o número de pasos en una decena).

Por ejemplo, si en una decena se desea tener 5 escalas, entonces la razón común de la progresión geométrica es $\sqrt[5]{10} = 1.5849$. Así, las razones comunes (r) propuestas por Renard son: $\sqrt[5]{10} \approx 1.58$, $\sqrt[10]{10} \approx 1.26$, $\sqrt[20]{10} \approx 1.12$, $\sqrt[40]{10} \approx 1.06$ y $\sqrt[80]{10} \approx 1.03$.

Las series R5, R10, R20 y R40 son las más usadas, la R80 sólo se considera en casos muy especiales, a estas cuatro series se les conoce como series básicas y los términos que las componen se presentan en las tablas 1 y 2. Los valores de la tabla 1 son los números redondeados o "números preferenciales" a partir de los valores calculados de la tabla 2. En esta última tabla aparece también la diferencia que se presenta al hacer el redondeo (en %), siendo los más extremos +1.26% y -1.01% (con un error relativo de 1/20000).

Características de las Series Básicas (R5, R10, R20 y R40)

- 1- Estas series se pueden usar en cualquier proyecto que involucre valores numéricos con características de cualquier índole y para los cuales no existe una regla particular; sin embargo en casos especiales (pocos), no se presta su aplicación por no ajustarse a las circunstancias, como por ejemplo cuando se

TABLA 1
Series básicas de Números Preferenciales

Número Serial	Series Básicas			
	R5	R10	R20	R40
0	1,00	1,00	1,00	1,00
1				1,06
2			1,12	1,12
3				1,18
4		1,25	1,25	1,25
5				1,32
6			1,40	1,40
7				1,50
8	1,60	1,60	1,60	1,60
9				1,70
10			1,80	1,80
11				1,90
12		2,00	2,00	2,00
13				2,12
14			2,24	2,24
15				2,36
16	2,50	2,50	2,50	2,50
17				2,65
18			2,80	2,80
19				3,00
20		3,15	3,15	3,15
21				3,35
22			3,55	3,55
23				3,75
24	4,00	4,00	4,00	4,00
25				4,25
26			4,50	4,50
27				4,75
28		5,00	5,00	5,00
29				5,30
30			5,60	5,60
31				6,00
32	6,30	6,30	6,30	6,30
33				6,70
34			7,10	7,10
35				7,50
36		8,00	8,00	8,00
37				8,50
38			9,00	9,00
39				9,50
40	10,00	10,00	10,00	10,00

TABLA 2
Derivación de las Series Básicas

Número Serial	Valores Calculados	Mantisa de Logaritmo	% de dif. entre la serie básica y valores calculados	
0	1,0000	000		0
1	1,0593	025	+	0,07
2	1,1220	050	-	0,18
3	1,1885	075	-	0,71
5	1,2589	100	-	0,71
5	1,3335	125	-	1,01
6	1,4125	150	-	0,88
7	1,4962	175	+	0,25
8	1,5849	200	+	0,95
9	1,6788	225	+	1,26
10	1,7783	250	+	1,22
11	1,8836	275	+	0,87
12	1,9953	300	+	0,24
13	2,1135	325	+	0,31
14	2,2387	350	+	0,06
15	2,3714	375	-	0,48
16	2,5119	400	-	0,47
17	2,6607	425	-	0,40
18	2,8184	450	-	0,65
19	2,9854	475	+	0,49
20	3,1623	500	-	0,39
21	3,3497	525	+	0,01
22	3,5481	550	+	0,05
23	3,7584	575	-	0,22
24	3,9811	600	+	0,47
25	4,2170	625	+	0,78
26	4,4668	650	+	0,74
27	4,7315	675	+	0,39
28	5,0119	700	-	0,24
29	5,3088	725	-	0,17
30	5,6234	750	-	0,42
31	5,9566	775	+	0,73
32	6,3096	800	+	0,15
33	6,6834	825	+	0,25
34	7,0795	850	+	0,29
35	7,4989	875	+	0,01
36	7,9433	900	+	0,71
37	8,4140	925	+	1,02
38	8,9125	950	+	0,93
39	9,4406	975	+	0,63
40	10,0000	000		0

requiere alta precisión como puede ser el tiempo de exposición en fotografía.

2- Estas series pueden prolongarse indefinidamente hacia arriba o hacia abajo con solo dividir o multiplicar por 10.

3- Propiedad importante es que el producto de dos números preferenciales es otro número preferencial, que puede ser hallado si se adicionan los dos números seriales (primer columna de las tablas 1 y 2) y se busca el correspondiente número preferencial para este nuevo número serial. Así por ejemplo se desea hallar el número preferencial del número serial 12 el cual se puede expresar como la suma de 4 y 8 a los cuales corresponden los números preferenciales 1.25 y 1.6:

$$1.25 \times 1.6 = 2$$

4- Aunque se pueden presentar algunas dificultades para interpolar valores intermedios, se pueden obtener series por derivación de las básicas con razones que permitan nuevas interpolaciones ⁽¹⁾.

Serie Modificada: es una serie con el mismo grado de las básicas pero que empieza con un término diferente al de estas, como en el caso de la serie que se usó para determinar los tamaños de los tanques de agua que es:

4, 6.3, 10, 16, 25,
40, 6.3, 100, 160, 250, 315
400, etc.

Ventajas al aplicar los Números Preferenciales para determinar las dimensiones de la madera aserrada

- 1- La cercanía entre las dimensiones permite realizar el acabado de un elemento de madera ya que en caso de un corte defectuoso se puede aproximar la dimensión a la más cercana.
- 2- Las dimensiones de los bloques pueden salirse de los estipulados como normales (subrayadas) y ajustarse fácilmente a la serie.
- 3- La serie de Renard proporciona un criterio de estandarización más definido matemáticamente que lo hace más sencillo y general.

TABLA 3
Dimensiones nominales y reales
Ancho (cm)

Nominales	1.00	1.25	1.60	2.00	2.50	3.20	4.00	5.00	6.25	8.0	10.00	12.50	16.00	20.00	25.00	32.00	40.00	50.00	62.50	80.00	100.00	Reales		
1.00	X																						-	
1.25		X																						0.25
1.60			X																					0.60
2.00				X																				1.00
2.50					X																			1.50
3.20						X																		2.00
4.00							X																	3.00
5.00								X*																4.00
6.25									X															5.00
8.00										X														7.00
10.00											X*													9.00
12.50												X												11.00
16.00													X											15.00
20.00														X										19.00
25.00															X									24.00
32.00																X								31.00
40.00																	X							39.00
50.00																		X						49.00
62.50																			X					61.00
80.00																				X				79.00
100.00																					X			99.00
Reales	-	0.25	0.60	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00	7.00	9.00	11.00	15.00	19.00	24.00	31.00	39.00	49.00	61.00	79.00	99.00			

4- El establecer las dimensiones siguiendo una serie fija, permite que la fabricación de juntas o elementos de unión para madera también estén de acuerdo con ellas y puedan seguir así una serie fija para su producción, así como el cálculo preciso de su resistencia, eficiencia y modo de unión.

Formulación de la norma

Las dimensiones nominales. Habiendo determinado que la serie R10 es la que mejor se adapta para formular el dimensionamiento de la madera aserrada por tener la mejor razón común $^{10}\sqrt{10} = 1,2598$, entonces se adoptan

Madera estructural

Bloques	{	Espesor:	20cm y más.	Pieza entera.
		Ancho	20 cm y +	
Vigas	{	Espesor:	10cm - 16cm	La mitad del bloque con una relación aproximada de 1:2 entre sus lados
		Ancho:	20cm - 32cm	
Cerco	{	Espesor:	10cm - 16cm	Es la cuarta parte del bloque con el espesor ancho
		Ancho:	10cm - 16cm	
Planchón	{	Espesor:	5cm - 8cm	Es la cuarta parte del bloque pero con espesor ancho o mitad de la viga
		Ancho:	20cm - 32cm	
Repisa	{	Espesor:	5cm - 8cm	Octava parte del bloque o mitad del cerco
		Ancho:	10cm - 16cm	
Durmiente	{	Espesor:	5cm - 8cm	1/16 del bloque o 1/4 del cerco
		Ancho:	5cm - 8cm	

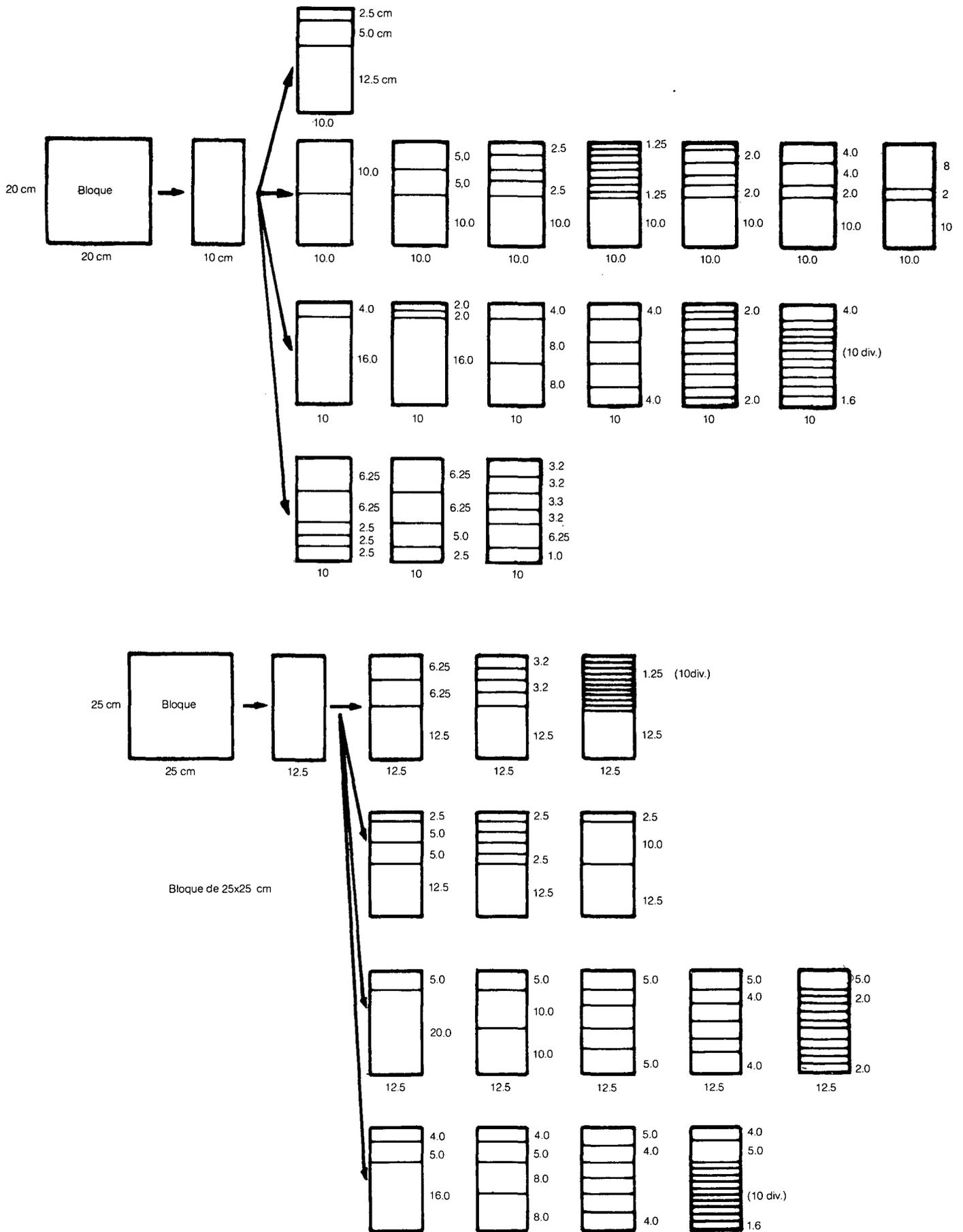


FIGURA 28. Diferentes cortes para los bloques

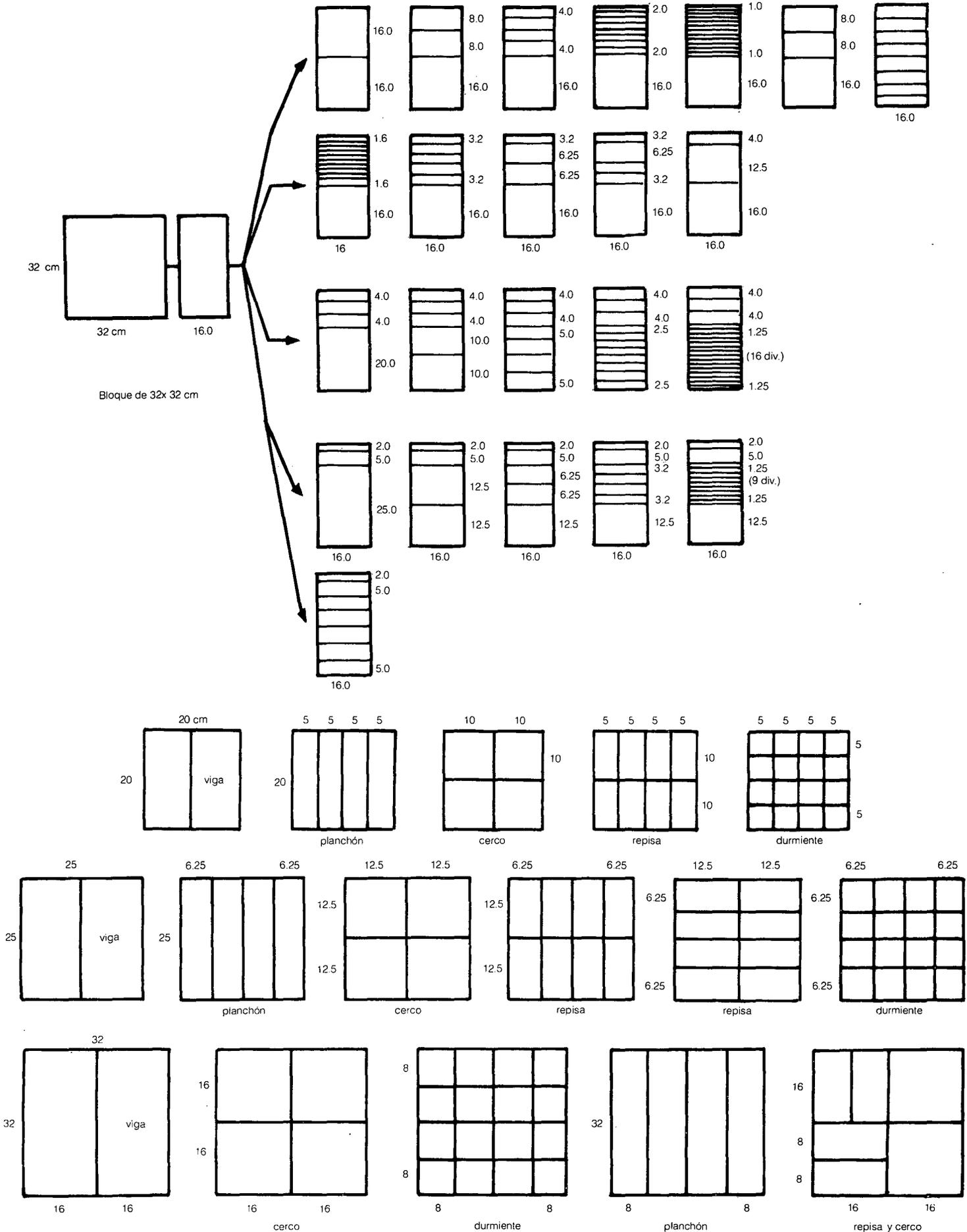


FIGURA 29. División en partes proporcionales

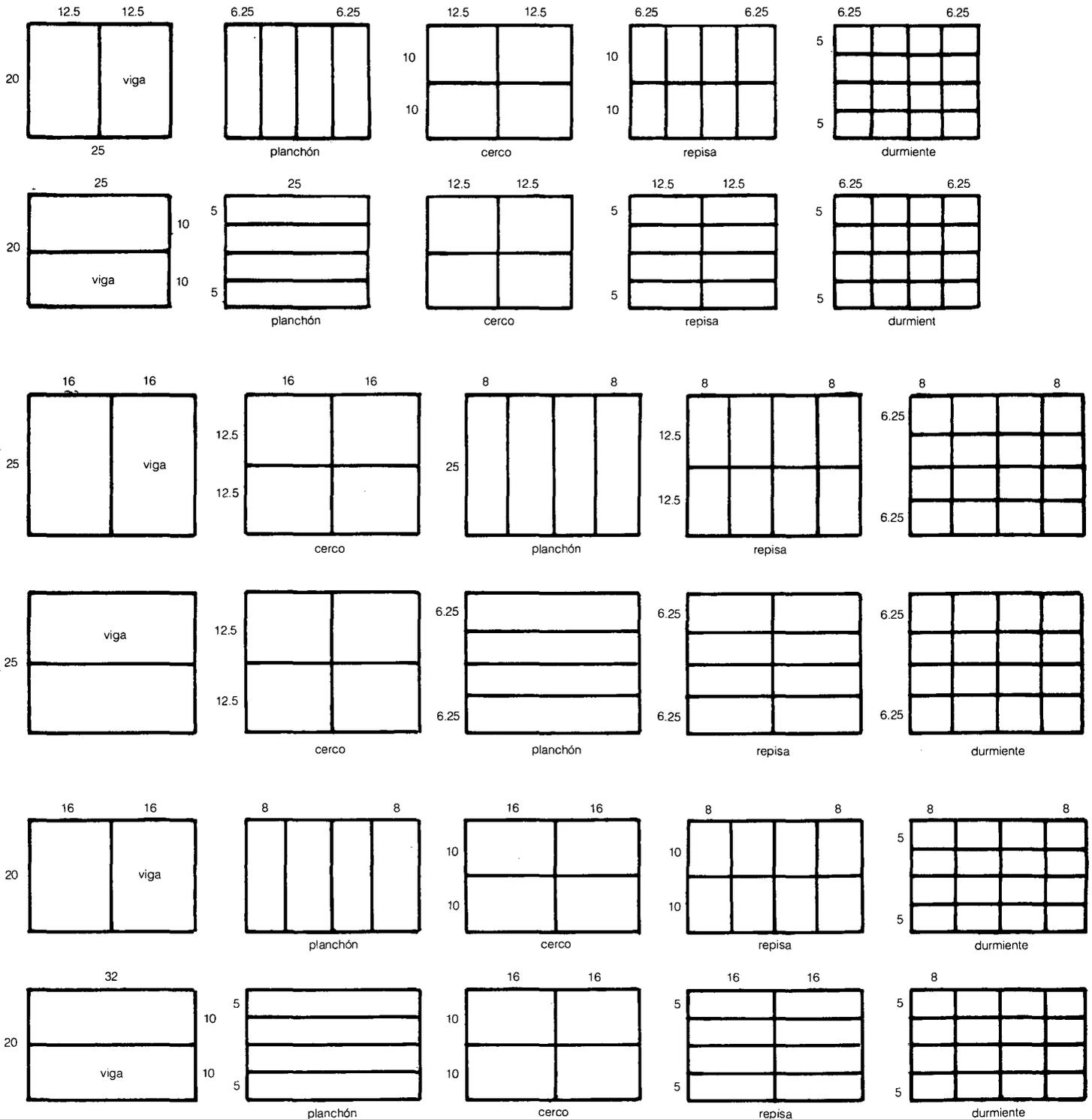


FIGURA 29. (Continuación)

los valores de la columna 3 (R10 de la tabla 1) como dimensiones nominales en centímetros.

Si se distribuyen estos valores como se muestra en la tabla 3, se observa la amplia gama de posibles secciones transversales. La zona demarcada por la línea punteada y dimensiones subrayadas corresponde a las que tienen mayor demanda y se asemejan a las dimen-

siones propuestas por el PADT-REFORT (19) y se distinguen con un asterisco (las exactas). Los valores dentro de esta zona se consideran como tamaños básicos, aunque pueden ser extendidos según la oportunidad de encontrar bloques de mayor dimensión. Y en la tabla se presenta la denominación comercial para los diferentes elementos, ajustándose de alguna manera a los nombres existentes en la actualidad. Así se tienen: (Fig. 28 y 29).

Tablas

Tablón (Tbn)	Espesor:	3.2 y 4cm
	Ancho:	10cm y más

Tabla burra (Tb)	Espesor:	2.5cm
	Ancho:	10cm y más

Tabla chapa (Tch)	Espesor:	2cm
	Ancho:	10cm y más

Listón

Listón Teja (LT)	Espesor:	3.2 y 4cm
	Ancho:	3.2 - 8cm

Listón L	Espesor:	2 y 2.5cm
	Ancho:	3.2 - 8cm

Tiras

Tiras	Espesor:	1.6cm y menos
	Ancho:	3.2cm y más

Además de sección:

2.5x2.5 cm	2x2 cm	1.6x1.6 cm
2x2.5 cm	1.6x2 cm	1.25x1.6 cm
1.6x2.5 cm	1.25x2 cm	1x1.6 cm
1.25x2.5 cm	1x2 cm	1.25x1.25cm
1x2.5 cm	1x1.25 cm	
	1x1 cm	

Si de una troza se pudieran obtener bloques con un lado de 40, 50, 62cm, etc. lo que se hace es obtener de ellos, los bloques menores que aquí se presentan, sólo que se requieran en esta dimensión para un uso especial. Además, nuestras especies no alcanzan a brindar tales bloques.

Si el bloque pasa de 32cm por ejemplo a 35cm, lo que se debe hacer es sacar el bloque de 32 y dejar la pieza restante como una tabla o tablón para obtener otras piezas no estructurales.

Excepción. Los valores de 3.15, 6.3cm y similares se han tomado como 3.2 y 6.25cm para facilitar la obtención de otras dimensiones.

Longitudes. En cuanto a las longitudes, al seguirse una serie de Renard no se tienen las mismas ventajas que

para las secciones transversales, por ser éstas limitadas. Las longitudes que comercialmente se consiguen, alcanzan máximo los 8m escasamente, y la que más se presenta es de 3m para casi todas las especies. Posiblemente la madera conocida como Abarco de Río sea la que presenta mayor longitud (8m), por tanto seguirán siendo las actuales.

Las dimensiones reales. Las dimensiones de una pieza sufren variaciones dimensionales por efectos del corte, el cepillado, el acabado y el contenido de humedad, por lo cual se deben adoptar medidas para reducir esta variación. Se debe tener en cuenta que el tamaño real sea fijado considerando el intervalo del contenido de humedad del ambiente donde será puesto en servicio el elemento (ver la referencia 10).

Las tolerancias y recomendaciones

Concepto. La tolerancia es la máxima variación o margen de error permitido en las dimensiones de una pieza de madera con relación a las especificadas, ya sea en las nominales o en las reales, sin que con ello se afecte la calidad.

TABLA 4

Espesor < 50mm		Espesor > 50mm	
Espesor	Ancho	Espesor	Ancho
+2mm	+4mm	+5mm	+5mm

Requisitos y tolerancia en las dimensiones nominales. Durante las operaciones de habilitado de una pieza debe tenerse en cuenta que:

- La madera en bruto debe cortarse a la dimensión nominal completa permitiéndose ligeras variaciones que inevitablemente se presentan.
- El contenido de humedad esté cercano al rango de humedad para las condiciones en que normalmente estará expuesto el elemento.
- Se prefiere que los elementos con fines estructurales sufran menor reducción sobre aquellos que pueden ser destinados para otros usos (carpintería, muebles, etc.) en el momento de obtener las piezas.
- Desviación permisible en el espesor y el ancho de un elemento de madera (tomado en la referencia 4)
- En la longitud, la desviación (-) "menos", no debe ser permitida, pero la longitud superior puede ser

ilimitada; se aceptan longitudes mayores a las comerciales mas nunca las menores.

- En lo posible es mejor que se deje un excedente en la medida del largo con relación a la especificada (no mayor de 5.0cm) con el fin de proteger los extremos hasta que llegue a la obra.
- El corte longitudinal debe ser hecho en lo posible, conservando la sección transversal uniforme a lo largo de la longitud.
- Si se presenta lo contrario el elemento debe ser cepillado hasta obtener un grueso o ancho estandar y uniforme.
- Cuando se trata de madera destinada para la exportación, las reglas que rigen ⁽¹²⁾, es que en un paquete de piezas de madera no se debe sobrepasar el 10% con piezas que presenten una dimensión mínima por causa de las variaciones en el aserrío. El Inderena da las siguientes tolerancias de la sección transversal de un elemento aserrado:

TABLA 5

Grado de precisión en el corte	Tolerancias Max. permitidas en las dimensiones Nominales	
	Espesor (mm)	Ancho (mm)
Excelente	3	4
Bueno	5	8
Regular	8	12
Malo	más de 8	más de 12

Para madera en bruto y estado húmedo las dimensiones no pueden ser menores que las comerciales, aceptándose un excedente hasta de 5.0mm.

- Como a nivel internacional ya se han tomado decisiones para adoptar el cambio de las medidas inglesas a las métricas, en esta propuesta se consideró solamente el sistema métrico, dando la longitud en metros y la sección transversal en cm o mm.

Tolerancias en las dimensiones reales. Se considera una reducción de 1cm en las dimensiones de la sección transversal respecto de las nominales, sin embargo debe ser un poco mayor para aquellas medidas como 3.20, 6.25, 12.50 y 32cm que serán llevados hasta 2, 5, 11 y 31cm respectivamente con el fin de trabajar en el diseño con números enteros.

- Después de las operaciones de secado, corte, cepillado y pulido, se permite una desviación máxima de $\pm 0.5\text{mm}$ con relación a la dimensión estandar (o real), relacionadas en las tabla 3 y no pueden ser menores después de esta tolerancia.

TABLA 6

sec.transv.	Dimensión < 50mm	Dimensión > 150mm
	- 1mm a + 2mm	- 2mm a + 4mm
largo	- 1mm a	+3mm

- El espesor debe ser constante a lo largo de toda la pieza y cuando no sea uniforme debe ser medida en la parte más delgada.
- Igual que lo anterior sucede con el ancho y también debe ser medido en el extremo más angosto.
- La longitud se toma como la distancia más corta entre dos extremos.

Recomendaciones. Para la determinación de los defectos permisibles y su medición se deben consultar las normas ICONTEC 824, 825 y los dados por la JUNAC (19).

- Para la madera rolliza se siguen las normas ICONTEC 1 557 y 273.

La calidad

Cuando las piezas salen del aserradero, tienen diferentes calidades dependiendo de los defectos presentes y el grado de elaboración que las harán aptas para una función específica. Se pueden determinar visualmente y por el grado de elaboración.

Los defectos y las tolerancias se determinan siguiendo el Manual de Clasificación Visual para madera estructural de la JUNAC (18). Según el grado de elaboración, la madera puede estar:

- En bruto
- Aserrada y cepillada
- Procesada totalmente de modo que está lista para ser puesta en la obra.

Madera en bruto (MB). Está cortada sin que se le haya hecho ninguna otra operación. Se permiten manchas

que puedan ser eliminadas con el cepillado hasta adquirir la dimensión estandar (real).

Madera aserrada y cepillada (MAC). La pieza puede ser:

- Limpia
- Selecta
- Para pintura
- Aceptable

Madera limpia (ML): madera completamente pulida en sus cuatro lados, con las dimensiones reales y totalmente libre de defectos, o sea 100% sana, aserrada, con los cantos vivos en los cuatro lados, los extremos es-cuadrados (o con el excedente para ser eliminado), ex-enta de podredumbre, picaduras, nudos, duramen o parte de él, con tolerancia de ligerísimos defectos, ya sea por una mancha de albura, grietas pequeñas poco profundas en la superficie, algún nudillo, etc. Su uso será en obras de gran importancia como puede ser en las construcciones marítimas o portuarias y obras en carpintería especiales.

Madera selecta (MS): tanto dos cantos como una cara están totalmente limpios, sólo una cara tiene defectos que no afectan estructural o visualmente a la pieza. Por ejemplo parches o ligeras imperfecciones del cepillado.

Madera para pintura (MPP): cuando una o todas las caras presentan defectos que pueden ser sellados y/o ocultados con una pintura no transparente pero que no

presenta problemas de resistencia: remolinos, nudillos, nudos firmes.

Madera aceptable (MA): es la madera que puede presentar cualquier clase de defectos en cualquier cara que no afecte estructuralmente a la pieza: ligeros res-balones en el cepillado, partiduras superficiales y ligeras.

Consideraciones generales para determinar la clasificación de una pieza

- La madera debe ser clasificada y medida en su estado normal de elaboración sin que se haga nada para mejorar su calidad y apariencia.
- El procedimiento que se debe seguir para determinar la clasificación de una pieza de madera es el siguiente: (5, 15 y 17).
 - * Determinar la especie.
 - * Determinar las dimensiones de la sección transversal y la longitud.
 - * Observar la pieza y determinar el lado más pobre.
 - * Determinar los defectos y evaluarlos.
 - * Asumir el grado de calidad: MB, MAC, ML, MS, MPP o MA.
 - * Marcar la pieza estableciendo claramente su uso estructural.

BIBLIOGRAFIA

1. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Preferred Numbers BS- 045. 1967.
2. Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL, Seccional Antioquia) e INSTITUTO COLOMBIANO DE PRODUCTORES DE CEMENTO (ICPC, Medellín). Primer curso básico sobre diseño de Formaletería de madera. Medellín. Sept. 21-25 de 1981.
3. CENAC, Centro Nal. de Estudios de la Construcción. - Diagnóstico y estrategias para la promoción de la industria maderera en el Litoral Pacífico Colombiano. Bogotá. Dic. 1 de 1986.
4. CENTRO Forestal. Regla de clasificación de Madera aserrada Tropical. Marzo de 1988.
5. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. ICONTEC. Anteproyecto - Código colombiano del uso de la madera en la construcción. Bogotá, Nov. de 1988.
6. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. ICONTEC. Normas B24, B25, 1557 y 273.
7. INDERENA, U. NAL. (Medellín, Proyecto UNDP), SF-FAO, ANDI. Investigación Técnico económica de la Industria del aserrío en Colombia. Bogotá, 1972.
8. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. Manual de clasificación visual para madera estructural.
9. NATIONAL HARDWOOD LUMBER ASSOCIATION AND THE NATIONAL HARDWOOD LUMBER SALES CODE. Rules for the measurement and inspection of hardwood and cypress Lumber. Effective January 1, 1971. Chicago, Illinois 60605. Printed in USA.
10. PADT-REFORT, JUNAC. Manual de diseño para maderas del grupo Andino.
11. PADT-REFORT, JUNAC. Código de construcción con madera.
12. SALAMANCA CHAVES LORENZA. Propuesta de normalización de las dimensiones comerciales de la madera usada en construcción. Trabajo de Proyecto de Grado. U. Nal.