

Por la «Sección de Asistencia Técnica» de A. I. T. I. M.

I) GENERALIDADES

La propiedad física, peso específico; es decir, relación de peso a volumen, tiene en la madera unas características especiales que conviene señalar, para su interpretación y utilización adecuadas.

Debemos recordar también que el peso específico, al elegirse el peso del cm^3 de agua como unidad de peso, es en realidad un peso específico relativo y, por consiguiente, viene representado por el mismo número que su densidad, por lo que corrientemente se conoce en la industria con el nombre de densidad.

Aunque físicamente el concepto de peso específico, relación de peso a volumen, es completamente distinto al de densidad, es decir, masa a volumen, en el caso de tomarse como unidad de peso la unidad de volumen de agua, ambas vienen, como hemos señalado, representados por el mismo número.

Por definición:

$$\text{Peso especif.} = \frac{\text{Peso}}{\text{volumen}} = \rho$$

En el caso de la madera el volumen y el peso de una probeta vienen influidos por la humedad de la madera, por lo que para obtener números comparables es necesario especificar las condiciones de humedad a que se hacen las medidas correspondientes.

Se han establecido, como puntos de comparación, los valores fijos de 0 % de humedad y de 12 %.

El primero se llama peso específico anhidro y el segundo normal, según acuerdos internacionales.

Además, respecto al volumen, hemos de señalar que la madera, como cuerpo poroso que es, tendrá un volumen aparente y otro real, es decir, el volumen que resulta de descontar los huecos interiores, volumen real, o el que resulta de no descontar los mismos, volumen aparente. Los huecos interiores se refieren a su totalidad, es decir, hasta los ultramicroscópicos.

Por otra parte, veremos que el aumento de volumen con la humedad tiene un límite. Es decir,

el volumen va aumentando hasta alcanzar la madera un porcentaje de humedad, que corresponde al punto de saturación, es decir, aproximadamente el 30 por 100, según se ha convenido como valor para cálculos técnicos, para permanecer constante a partir de este valor.

No sucede así con el peso, cuyo aumento continúa hasta alcanzar el máximo contenido de agua para la especie correspondiente.

II) PESOS ESPECIFICOS APARENTES

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, se pueden definir los siguientes pesos específicos aparentes en la madera.

$$\text{Peso específico anhidro} = \frac{\text{Peso anhidro}}{\text{Volumen anhidro}} = \rho_0$$

$$\text{Peso específico húmedo} = \frac{\text{Peso (h \% de humedad)}}{\text{Volumen a h \% de humedad}} = \rho_h$$

Cuando la humedad es del 12 por 100, se llama peso específico normal.

$$\text{Peso seco volumétrico saturado} = \frac{\text{Peso anhidro}}{\text{Volumen a h \%}} = R_s$$

en el caso de que h % sea superior al punto de saturación de la fibra y,

$$\text{Peso seco volumétrico húmedo} = \frac{\text{Peso anhidro}}{\text{Volumen a h \%}} = R$$

en el caso de que h % sea inferior al 30 %.

Cada uno de ellos tiene naturalmente su razón de ser y su significado, bien sea desde el punto de vista científico o del industrial.

En este sentido, los pesos específicos anhidro y normal, son los que sirven de puntos de comparación y referencia, desde el punto de vista científico, principalmente.

Por el contrario, los dos últimos tienen una razón industrial y encuentra su principal aplicación en la industria de la celulosa, tableros de fibras y tableros de partículas. En estas industrias, aparte de las características físico-mecánicas de la madera, lo importante es su riqueza en materia seca, puesto que ésta es la que va a sufrir la transformación. La madera industrial suele compararse por volumen verde y la humedad en este estado verde es, generalmente, superior al 30 %, es decir, saturada.

Por lo tanto, estos pesos específicos nos permitirán determinar la materia prima que ha de ser objeto de transformación.

III) PESO ESPECIFICO REAL

Si en la medida del volumen de la pieza de madera descontamos los huecos, obtenemos el volumen real ocupado por la materia leñosa, y por consiguiente, al dividir el peso por este volumen obtenemos el peso específico real. Con respecto al peso específico real de la madera o peso específico de la pared celular, después de numerosos estudios, se ha encontrado que, con pequeñas variaciones, se puede considerar para todas las maderas igual a 1,56 gr/cm³, por lo que corrientemente se emplea para los cálculos técnicos el 1,5.

IV) PESOS ESPECIFICOS COMERCIALES

Más corrientemente conocidos con el nombre de densida-

des comerciales, son unos valores que aproximados a los aparentes, se utilizan para cálculos y operaciones comerciales, corresponden, en general, a la madera seca al aire.

Entre éstos se admiten corrientemente los siguientes:

	Kg/m ³
Resinosas	520
Fronosas peninsulares.	730
Fronosas tropicales para desenrollo	850
Fronosas tropicales de sierra	900

V) UNIDADES

Las unidades en que se expresa el peso específico o densidad, utilizadas en España, son las siguientes:

Para trabajos científicos: gramo/centímetro cúbico.

Para estudios industriales: kilogramo/metro cúbico.

En los países anglosajones se utiliza libra por pie cúbico, en trabajos comerciales, y generalmente el gr/cm³ para trabajos científicos.

La equivalencia entre estos sistemas de unidades se recoge en la tabla que se incluye a continuación:

Libras/pie ³	Libras/ pie ³ o Kg/m ³	Kg/m ³
0,0624	1	16,020
0,1249	2	32,039
0,1873	3	48,059
0,2497	4	64,078
0,3121	5	80,098
0,3745	6	96,118
0,4370	7	112,140
0,4994	8	128,160
0,5618	9	144,180

VI) MEDIDA DE MAGNITUDES

La determinación del peso se hace mediante una balanza con la sensibilidad suficiente para los fines a que se destina la magnitud peso, y de acuerdo con la norma correspondiente. Debemos señalar que aún no existe una norma oficial española de la C. T. T. 56, usándose para esto, normalmente, y en este sentido puede suponerse oficial, al ser equivalente, la norma U. N. E. 28.012 ha. Las medidas de peso se harán con error inferior a 1/1.000 según dicha norma.

El peso húmedo se determina directamente primero y después se determina la humedad haciendo las correcciones necesarias para llevarlo al 12 %.

El peso anhidro se obtendrá desecando en estufa a 100 ± 5°, hasta peso constante, que nos indica que la probeta no tiene más humedad que ceder.

La determinación del volumen se puede hacer por dos métodos principales: el estereométrico o medida directa de las dimensiones de la pieza de madera o por el desplazamiento con líquidos o gases de peso específico conocido. El primero obliga a que las probetas estén perfectamente preparadas y sin fendas ni acebolladuras. Tiene, además, el inconveniente de lo dificultoso de sus operaciones, por lo que no se emplea corrientemente.

El método de desplazamiento consiste, en esencia, en desplazar un volumen de un líquido, volumen que se mide lo más exactamente posible, por la probeta o pieza de madera. Tiene mucha importancia los fenómenos superficiales entre el líquido de desplazamiento y el producto cuyo volumen se mide. En este sentido, el carácter higroscópico de la madera, hace que el empleo de agua como líquido de desplazamiento deba hacerse con mucha prudencia. El empleo de productos para impedir la sorción del agua por la madera, tales como grasas, aceites y pinturas no mejora grande-

mente los inconvenientes de este método.

Generalmente se suele utilizar como líquido de desplazamiento el mercurio y para la determinación del volumen real de la madera el helio que no es absorbido ni retenido.

VII) METODOS VARIOS Y RAPIDOS DE DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO

Entre los métodos más sencillos y rápidos de determinar el peso específico tenemos el siguiente:

Se talla un prisma de madera y se divide en diez partes iguales. Se introduce en el agua y se miden las dimensiones que quedan sumergidas, dividiéndolas por el total de divisiones 10, obtenemos la densidad.

VIII) PESOS ESPECIFICOS SECOS AL AIRE DE LAS MADERAS MAS COMUNES:

Thuya-Cedro	0,34		Araucaria	0,50	
Almácigo	0,35	(0,30-0,40)	Gamarí	0,50	
Espave	0,35		Henlock oc. americano	0,50	
Javillo	0,35	(0,34-0,36)	Katsura	0,50	
Ceiba	0,37	(0,29-0,44)	Mandioqueira	0,50	
Obeche	0,37	(0,34-0,40)	Pino bunia	0,50	
Thuya gigante	0,37		Pino Hoop	0,50	
Alerce de Chile	0,38		Pino negral	0,50	
Pino azúcar	0,39		Primavera	0,50	(0,45-0,55)
Pino blanco americano	0,39		Sauce blanco	0,50	
Nogal cenizo	0,40		Sepetir	0,50	(0,40-0,60)
Picea (blanca) Canadá	0,42		Ciprés calvo	0,51	
Picea (negra) Canadá	0,42		Viñátigo	0,51	
Picea (roja) del Canadá	0,42		Ciprés amarillo	0,52	
Aile	0,42		Mayapis	0,52	
Tilo americano	0,42		Olón blando	0,52	(0,48-0,56)
Picea plateada	0,43		Pino silvestre	0,52	
Sequeia	0,43		Alamo blanco	0,53	
Tulipán/Liriodendrón	0,43		Cedro espino	0,53	(0,46-0,60)
Calabo	0,44	(0,40-0,48)	Nvero	0,53	
Pino argentado	0,44		Pino negro	0,53	
Aliso de Oregón	0,45		Pino oregón	0,53	
Antiaris	0,45	(0,36-0,54)	Quaruba	0,53	
Jacarandá/Copaia	0,45	(0,40-0,50)	Lechero	0,54	
Okume	0,45	(0,40-0,50)	Akón	0,55	(0,45-0,65)
Ozigo	0,45		Avodiré	0,55	(0,50-0,60)
Pinabete	0,45		Cedro americano	0,55	(0,37-0,75)
Pino Murray	0,45		Enebro de Virginia	0,55	
Pino rojo americano	0,45		Framiré	0,55	(0,45-0,65)
Simaruba	0,45	(0,40-0,50)	Freijo	0,55	(0,40-0,70)
Catavo	0,46		Krabak	0,55	(0,40-0,70)
Orey	0,46	(0,44-0,48)	Pino parana	0,55	(0,50-0,60)
Pino gris	0,46		Pinsapo	0,55	
Pino insignis	0,46		Tiama-Kosipo	0,55	(0,49-0,62)
Cedro de Port Oxford	0,47		Almón	0,56	(0,48-0,64)
Conocaste	0,47	(0,35-0,60)	Bahía	0,56	(0,50-0,63)
Pino ponderosa	0,48		Kalantas	0,56	(0,37-0,75)
Castaño americano	0,49		Lauan blanco	0,56	(0,45-0,68)
Henlock del Canadá (Tsuga)	0,49		Liquidambar	0,56	
Tola blanca	0,49	(0,48-0,51)	Samán	0,56	
Abeto rojo	0,50		Cedro de Marruecos	0,57	
Alamo	0,50		Guariuba	0,57	(0,50-0,65)
Albarco	0,50		Pinos carrasco	0,57	
			Tilo	0,57	
			Aliso	0,58	

Cerezo negro americano ...	0,58		Amarillo ...	0,68	
Pino duro americano ...	0,58		Loro ...	0,68	
Sicomoro ...	0,58		Ukola-Okola ...	0,68	(0,59-0,77)
Alerce occ. americano ...	0,59		Yacnika ...	0,68	(0,60-0,72)
Castaño de indias ...	0,59		Alerce común ...	0,70	(0,60-0,80)
Pino echinata ...	0,59		Argente ...	0,70	(0,60-0,80)
Pino laricio ...	0,59		Eucalipto globulos ...	0,70	(0,60-0,80)
Pino tea ...	0,59		Kapur ...	0,70	(0,60-0,80)
Sipo ...	0,59	(0,54-0,65)	Malagai ...	0,70	
Badam ...	0,60		Niangón ...	0,70	(0,63-0,78)
Chuglam blanco plateado ...	0,60		Pyinma ...	0,70	
Ciprés ...	0,60		Sabina suave ...	0,70	
Louro bermejo ...	0,60	(0,55-0,65)	Thingan ...	0,70	
Padauk índico amboyna ...	0,60		Palo sapis ...	0,71	(0,61-0,82)
Pino Huon ...	0,60		Roble rojo americano ...	0,71	(0,66-0,77)
Plátano ...	0,60		Roble tropical ...	0,71	(0,62-0,80)
Ramín ...	0,60		Afzelia ...	0,72	(0,64-0,81)
Rimu ...	0,60		Haya americana ...	0,72	
Sempilor ...	0,60		Makoré ...	0,72	(0,64-0,80)
Seraya rojo ...	0,60		Manggachapui ...	0,72	
Thitka ...	0,60		Sapelli ...	0,72	(0,60-0,85)
Vinhatico ...	0,60	(0,56-0,65)	Morera blanca ...	0,73	
Yuba ...	0,60	(0,50-0,70)	Cancharana ...	0,75	(0,65-0,85)
Lanete ...	0,61		Eucalipto corymbosa ...	0,75	(0,60-0,90)
Mandioquera florecillo ...	0,61	(0,60-0,62)	Gurjum, keruing, Yang ...	0,75	(0,60-0,90)
Nogal negro americano ...	0,61	(0,56-0,67)	Paldao ...	0,75	(0,65-0,85)
Olmo blanco americano ...	0,61		Roble blanco americano ...	0,75	
Til ...	0,61		Angelim ...	0,76	
Bosse claro ...	0,62	(0,55-0,70)	Eucalipto rojo ...	0,76	
Caobas ...	0,62	(0,40-0,85)	Peroba blanca ...	0,76	(0,70-0,83)
Chikrassy ...	0,62		Gavilán ...	0,77	(0,70-0,85)
Pino piñonero ...	0,62		Peroba rosa ...	0,77	(0,70-0,85)
Quillo sisa ...	0,62		Sabicu ...	0,77	
Teca ...	0,62	(0,55-0,70)	Haya ...	0,78	
Narra rosa y Narra amarilla ...	0,63	(0,54-0,72)	Moabi-Ayap ...	0,78	(0,68-0,88)
Samánguila ...	0,63	(0,46-0,80)	Mongoy ...	0,78	
Amugis ...	0,64		Olmo duro americano ...	0,78	
Guarea americana ...	0,64	(0,58-0,70)	Pino canario ...	0,78	
Tom-Dabema ...	0,64	(0,48-0,80)	Robinea ...	0,78	
Lagtikan ...	0,65	(0,49-0,82)	Hija ...	0,79	
Lauán rojo ...	0,65	(0,50-0,80)	Angélica ...	0,80	(0,70-0,90)
Lingue ...	0,65	(0,60-0,70)	Apa ...	0,80	(0,75-0,85)
Mansonia-Beté ...	0,65	(0,60-0,70)	Apitong ...	0,80	(0,75-0,86)
Santamaría ...	0,65	(0,55-0,75)	Asamela-Afromisia ...	0,80	(0,64-0,96)
Tehitola ...	0,65	(0,60-0,70)	Bubinga ...	0,80	
Barillo ...	0,66	(0,54-0,78)	Olón duro ...	0,80	(0,75-0,85)
Castaño ...	0,66		Boj brasileño ...	0,81	
Olmo ...	0,66		Capomo ...	0,81	
Pino ellioti ...	0,66		Fresno ...	0,81	
Pino palustre ...	0,66		Guijo ...	0,81	(0,75-0,87)
Abedul ...	0,67		Dagame ...	0,82	(0,80-0,85)
Baboen-Virola ...	0,67	(0,60-0,75)	Guayabo amarillo ...	0,82	(0,72-0,92)
Jarrah ...	0,67	(0,60-0,75)	Laurel índico ...	0,82	(0,70-0,94)
Karri ...	0,67		Palisandro cabiuva ...	0,82	(0,75-0,90)
Nogal ...	0,67		Paután ...	0,82	
Sabina albar ...	0,67		Sisso ...	0,82	
Tejo ...	0,67		Courbaril ...	0,83	
Acacia australiana ...	0,68				

Roble rojo	0,83		Barbusano	0,98	
Amarillo	0,84	{0,75-0,94}	Billián	0,98	{0,83-1,14}
Palisandro rosa índico	0,84		Eucalipto microcoris	0,98	{0,90-1,07}
Capuiva	0,85	{0,82-0,88}	Yakal	0,98	{0,93-1,04}
Guayaby	0,85	{0,80-0,90}	Mora	0,99	{0,96-1,02}
Ibiraro	0,85	{0,80-0,90}	Akoga-Azobe	1,00	{0,89-1,12}
Limoncillo	0,85	{0,80-0,90}	Bálsamo	1,00	{0,90-1,10}
Piquia	0,85	{0,80-0,90}	Brauna	1,00	{0,95-1,05}
Roble blanco	0,85		Cabreuva	1,00	{0,90-1,10}
Algarroba	0,86	{0,80-0,92}	Chichipate	1,00	{0,90-1,10}
Balaustre	0,87	{0,75-1,00}	Curupay	1,00	
Garapa	0,87	{0,80-0,95}	Palisandro rosa del Brasil	1,00	{0,90-1,10}
Wengue	0,87	{0,80-0,95}	Palisandro rosa del Amazonas	1,00	
Canalete	0,88	{0,80-0,97}	Sándalo venezolano	1,00	{0,90-1,10}
Merbau-Ipil	0,88		Sucupira	1,00	
Araracanga	0,90		Tamarindo	1,00	{0,90-1,10}
Bingas	0,90		Mocan	1,02	
Casuarina	0,90		Palo campeche Brasil	1,02	{0,95-1,10}
Morado-Amarante	0,90	{0,80-1,00}	Balata	1,05	{0,90-1,20}
Palisandro birmano	0,90		Sapupira	1,05	{0,95-1,15}
Pynkado	0,90		Gonzalo Alves	1,06	{0,85-1,28}
Quebracho blanco	0,90	{0,80-1,00}	Chicle	1,09	
Yon	0,90		Ebano de Macasar	1,09	
Mora fustete	0,93	{0,85-0,99}	Cortez	1,10	{0,95-1,25}
Acapu	0,93	{0,87-1,00}	Demerara	1,14	{1,05-1,23}
Sándalo	0,94		Jatoba	1,15	
Alcornoque	0,95		Ebano pardo	1,20	{1,10-1,30}
Marmolán	0,95		Palisandro violeta	1,20	
Palo blanco	0,95		Ebano-Batulinan	1,21	
Palo de lanza	0,95		Guayacán	1,21	{1,10-1,32}
Palisandro rosa de Honduras	0,96	{0,92-1,00}	Quebracho	1,25	{1,15-1,35}
Macauba	0,97	{0,75-1,20}			