

CONCEPTOS BASICOS SOBRE LA RESISTENCIA DE LAS MADERAS*

* SENA REGIONAL ANTIOQUIA - CHOCO, CENTRO COLOMBO CANADIENSE DE LA MADERA, Ing. OSCAR ESCOBAR C., Ing. JORGE RICARDO RODRIGUEZ, JAVIER ANGEL CORREA.

Toda madera sometida a una fuerza exterior, genera una fuerza interna que se opone a ella. Esto se denomina esfuerzo. Se puede definir ESFUERZO como aquella fuerza interna que es capaz de resistir las diferentes fuerzas externas, las cuales tienden a cambiar la forma o tamaño de una pieza de madera. La fuerza resistente es igual a la fuerza deformante.

Se entiende por esfuerzo, la fuerza o carga aplicada por unidad de area. Esto se expresa en kgf/cm cuadrados.

Existe otra unidad de medida de esfuerzo. Es el PASCAL, el cual es igual a 1 Newton/metro cuadrado. Asimismo, se usa el kilo Pascal el cual es igual: $1 \text{ Kp} = 10 \text{ a } 3 \text{ Pascales}$.

Todo esfuerzo trae consigo una deformación. La deformación se refiere a la alteración en forma o tamaño de una pieza de madera cuando se aplican las fuerzas o cargas. Estas producen variación en longitud (aumento o disminución) o deformación de las secciones transversales.

Cada tipo de esfuerzo trae consigo un tipo diferente de deformación. La deformación no tiene unidad de medida. Se puede expresar como un numero que viene de dividir la cantidad de cambio en longitud, por la longitud original.

Si se gráfica la cantidad de carga contra la deformación, se produce una curva, en la cual se pueden explicar algunos conceptos que son de uso corriente en las propiedades de una madera.

TIPO DE RESISTENCIA DE LAS MADERAS.

Estas se dividen, de acuerdo con la resistencia a los diferentes tipos de fuerzas externas en:

Resistencia a la tensión: Es la capacidad de la madera para resistir fuerzas que tratan de estirar la fibra, por lo general en dirección longitudinal

Resistencia a la compresión: Es la capacidad de la madera para resistir fuerzas externas que tienden a acortar las fibras. Esta resistencia se puede dar en dos direcciones: en forma paralela a las fibras o perpendicular a ellas.

Resistencia a la cizalladura o corte: Capacidad de la madera para resistir la acción de las fuerzas paralelas y opuestas que tienden a producir deslizamiento de unas fibras con relación a otras.

Resistencia a la flexión: Es la capacidad de la madera para resistir cargas que tienden a flectarla, cuando se aplican en dirección perpendicular a las fibras. Si una viga es cargada, en ella se presentan esfuerzos de tensión, compresión y cizalladura. La medida de estos esfuerzos cuando la viga falla, se llama modulo de ruptura (MOR).

El modulo de ruptura se deriva de ensayos de laboratorio, aplicando cargas crecientes en el centro de un espécimen de madera, soportado en los extremos hasta que esta falla (se rompe). Una viga de madera que presenta un MOR = 100 Kg./cm cuadrado será dos veces mas fuerte en flexión que otra viga del mismo tamaño que tenga un MOR = 50 Kg./cm cuadrado.

Modulo es un numero o cantidad que mide una fuerza.

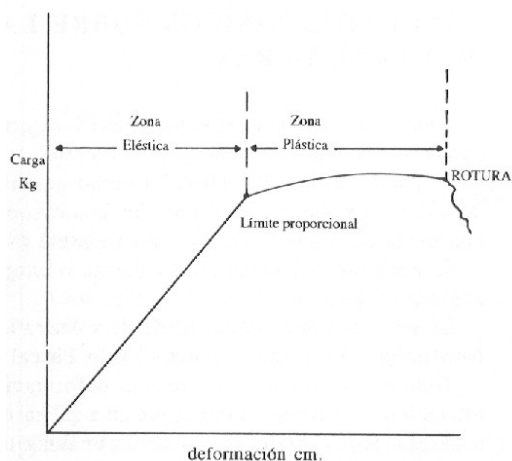


Figura 7. Carga kg. vr Deformación.

Para cualquier material y en esos se incluye la madera, la relación de esfuerzo a la deformación es constante y esto se manifiesta como una línea recta. Este es un comportamiento que mantiene hasta que ya no es constante y la recta pasa a ser

curva. El punto de cambio se denomina *limite proporcional*. El material presenta este comportamiento en lo que se llama *zona elástica*. Por ejemplo si se dobla la carga, la deformación también se dobla. Pero si la fuerza se aplica mas allá del limite proporcional, la deformación aumentara mucho mas y la madera entrara en lo que se ha denominado *zona plástica*. En este caso el material permanece deformado y si el aumento de la carga es demasiado, se llegara a la rotura del material.

Un material que se mantenga en la zona elástica, volverá a su estado original una vez cese la fuerza que lo deforma

.Se puede entonces definir *ELASTICIDAD* como la propiedad de un material, de retornar a su forma original después de haber sido deformado por una fuerza, dentro de la zona elástica. El limite proporcional o limite elástico, es el punto hasta el cual el material puede ser deformado y aun retoma su forma original. La deformación difiere en los instintos materiales, de acuerdo con la estructura del material, así el esfuerzo hubiera sido el mismo. Si se compara por ejemplo un caucho y un alambre de iguales dimensiones cargados con igual fuerza en le extremo. La fuerza interna resistente o sea el esfuerzo es el mismo para ambos casos, pero la deformación será diferente.

TIPOS DE ESFUERZO

Los esfuerzos pueden ocurrir solos o combinados.

Esfuerzo de tensión: Se presenta cuando la fuerza aplicada tiende a estirar o alargar el material. Se dice por lo tanto que el material esta en tensión.

Esfuerzo de compresión: Es lo opuesto al esfuerzo de tensión y ocurre cuando la carga aplicada tiende a acortar el material y por lo tanto a disminuir la longitud. Se dice entonces que el material esta en compresión.

Esfuerzo de cizalladura: Ocurre cuando las cargas o fuerzas, en este caso opuestas y paralelas, tienden a separar una parte del material con respecto a la parte adyacente, causando un deslizamiento. También se le llama esfuerzo de corte

Rigidez: Este termino se refiere a la capacidad de la madera para resistir deflexion o doblado.

La medida de la rigidez de una madera se denomina como *Modulo de elasticidad* (MOE). A mayor MOE más rígida será una madera.

El modulo de elasticidad es la relación del esfuerzo a la deformación. Así por ejemplo: Si una viga de madera presenta in MOE = 80.000 Kg./cm cuadrados y sé deflecta 10 mm. otra viga similar de madera diferente, pero de las mismas dimensiones que tenga un MOE = 40.000 Kg./cm cuadrado sé deflectara 20mm.

La rigidez de una madera se debe considerar, no solo en vigas, sino también en columnas delgadas largas. Los miembros de madera de tipo horizontal (entrepasos, pasos de escalera, etc.)deben tener por ejemplo, tanto resistencia como rigidez.

Tenacidad: Este termino se refiere a la capacidad de la madera para resistir cargas repentinas (golpe o choque). Generalmente las fibras de madera de alta tenacidad , están entrecruzadas lo cual hace que la madera sea difícil de hendir o rajar o la separación de las fibras. Estas maderas se doblan o tercionan mucho más, sin romperse o fracturarse.

Hablar de una madera *frágil* es un termino opuesto a madera tenaz. La fragilidad se puede atribuir a la fragilidad misma de las fibras o a defectos tales como, nudos o grano desviado.

Dureza. Este termino se refiere a la resistencia que presenta una madera a la indentacion, a las abolladuras y al desgaste. La madera dura es generalmente aquella que presenta buenas características o resistencia al desgaste, lo cual es importante para la madera de pisos. Por lo general las maderas duras son densas y debido a esto, presentan cierta dificultad para ser trabajadas.

PROPIEDADES FISICAS DE LAS MADERAS

De las propiedades físicas la que reviste mas importancia para el usuario de las maderas es la *DENSIDAD*. La densidad es un indicativo de cuanto material leñoso es en gramos (llámese paredes celulares o

materia sólida) presenta una madera, por unidad de volumen. Es la relación entre el peso y el volumen de una madera y viene expresada en g/cm cúbico.

Las maderas de densidades altas, generalmente presentan células con cavidades estrechas y paredes celulares gruesas. Lo contrario se presenta para las maderas livianas, en donde lo general es la presencia de muchos espacios porosos o vacíos.

Además de la variación en densidad por la cantidad de materia sólida leñosa, la densidad también varía según el *contenido de humedad* (CH%) de la madera y con el contenido de sustancias en las células. Asimismo, la densidad varía con la posición de la pieza de madera en el tronco.

Existe una relación directa de la densidad con las propiedades mecánicas (a mayor densidad, mayor resistencia). Por lo general las maderas densas son más durables que las maderas livianas. Generalmente las maderas densas son difíciles para trabajarlas, secarlas y para su inmunizado.

Con respecto a la densidad, se debe tener en cuenta lo siguiente:

El término "Verde", se refiere a la madera con un contenido de humedad mayor del 30%. La densidad verde, es la relación entre el peso y el volumen verdes.

El término "seca al aire", se refiere a la madera que ha alcanzado un contenido de humedad en condiciones de secado natural "al aire". Su valor sería el contenido de humedad que alcanzaría en equilibrio con las condiciones atmosféricas del lugar. En algunas ocasiones se usa el 12% de contenido de humedad como el valor para esta condición, el cual es utilizado internacionalmente para fines de comparación. La densidad seca al aire, es la relación entre el peso y el volumen secos al aire.

El término "seca al horno", se refiere a la madera que se ha secado hasta un contenido de humedad del 0% o sea madera en estado *anhidro*. La densidad anhidra, es la relación entre el peso y el volumen anhidros.

El término "densidad básica", es una relación especial entre el peso anhidro y el volumen verde. Esta densidad es la

menor de todas y es utilizada para fines de comparación.

Por otro lado, las maderas livianas debido a la cantidad de espacios porosos (llenos de aire), presentan buenas características acústicas y aislantes.

Con respecto al contenido de humedad (CH%), este término se refiere al peso del agua de una pieza de madera; esta generalmente se expresa en porcentaje (%) del peso anhidro (CH=0%) de la madera.

El contenido de humedad (CH%) tiene gran influencia sobre el peso de la madera y en sus propiedades mecánicas. La relación del (CH%) con las propiedades mecánicas es inversa (a menor CH%, mayor resistencia). Con un CH% superior al 30% (en estado la madera se considera verde), la madera presenta poca variación en sus propiedades mecánicas. Pero a medida que la madera se seca por debajo del 30%, las paredes celulares se vuelven más duras y rígidas, lo cual trae consigo un aumento de las propiedades mecánicas con excepción de la tenacidad.

De lo anterior se concluye que, es necesario dar a conocer el contenido de humedad de la madera con que se está trabajando, para saber que se puede esperar en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas se refiere.

La contracción: Es otra propiedad física de importancia desde el punto de vista de utilización de las maderas. Toda madera que se seca es madera que se contrae, ocasionando una disminución en sus dimensiones, lo cual trae consigo la formación de esfuerzos en la madera, causando grietas y torceduras.

La contracción se expresa generalmente como un % de las dimensiones en estado verde.

El término "trabajo de la madera" se refiere a la pérdida o ganancia de CH%, lo cual se debe a la higroscopicidad de la madera; esta pérdida o ganancia de humedad tomada de la atmósfera, viene acompañada por contracciones o hinchazones y por consiguiente con todos los problemas asociados.