

LA MADERA

EN LA CONSTRUCCION

Por:

César PERAZA Oramas

(I)

I. INTRODUCCION

Desde el punto de vista histórico, la madera y la piedra han constituido los principales materiales de construcción durante, al menos, 50 siglos. Las referencias más antiguas de la utilización de la madera como elemento de resistencia en la construcción datan de 3.000 años antes de Jesucristo.

De todos es sabido que hacia finales del siglo XIX, la madera como elemento fundamental de resistencia en la construcción en general, desaparece. Es desplazada por el hormigón, el acero, el aluminio, tanto en la construcción civil como en la naval o aeronáutica. En todas estas ramas de la construcción fue ella la creadora de las estructuras en que se utilizaron posteriormente los materiales antes citados.

Durante más de la mitad del siglo XX la madera se ha visto reclusa a sus aspectos puramente decorativos.

Sin embargo, asistimos en el momento actual a una recuperación por parte de la madera, de los campos que

había perdido en la construcción, conservando los decorativos que nunca había perdido.

Las causas que originan esta recuperación son las siguientes:

a) La madera se encuentra actualmente en las mismas condiciones que cualquier otro material empleado en la construcción, es decir, se conocen perfectamente las técnicas de cálculo de sus estructuras, protección de las mismas, así como el mantenimiento y saneamiento de las estructuras hechas con madera.

b) La utilización de la madera representa un ahorro energético considerable. De las tres energías necesarias para poner un material en obra, la más costosa —la energía de producción del material— corre a cargo del árbol. Las otras dos energías que son las de corte y dimensionado, y la de colocación en obra, son similares o acaso inferiores a las del hierro y el aluminio.

De esta forma se llegan a los resultados siguientes: colocar una tonelada de madera en obra consume 430

Kw×hora, colocar una tonelada de acero 2.300 Kw×hora, colocar una tonelada de aluminio 17.500 Kw×hora. Estas grandes diferencias de energía son precisamente las que se emplean en obtener el hierro de los minerales en que se encuentra en la Naturaleza o el obtener el aluminio de los minerales que lo contienen. Ni el hierro ni el aluminio existen como tales en la Naturaleza, sino en combinaciones químicas más o menos complicadas.

c) Las herramientas para el ajuste en obra de los elementos de madera siguen siendo menos potentes y más sencillos que los correspondientes a otros materiales con que entra en competencia.

II. PROPIEDADES MECANICAS DE LA MADERA

La madera es una estructura tubular con dos orientaciones principales en sus componentes. Una, en la dirección del eje del árbol, y otra en el sentido perpendicular. Cada uno de los elementos químicos fundamentales: la celulosa de resistencia similar a la del acero, la lignina de resistencia a la compresión similar al hormigón y las hemi-celulosas que efectúan un enlace químico entre los dos anteriores.

La celulosa se dispone helicoidalmente en la pared celular, embebida en lignina y enlazada entre sí con las hemi-celulosas. En resumen, cada uno de los tubos que constituyen la madera es un tubo de lignina zunchado con celulosa. Como todos sabemos, es la estructura que permite aprovechar al máximo las características mecánicas de un material.

De aquí, la principal y más importante característica de la madera, la de que es el material que a igualdad de peso tiene más resistencia a la flexión y a la compresión que los otros materiales empleados en la construcción con la excepción del aluminio poroso.

Las anomalías que puedan existir en la estructura de la madera, tales como nudos, fendas, etc., repercuten en las propiedades mecánicas con arreglo a leyes hoy perfectamente conocidas. De esta forma, la determinación de las cargas de trabajo de la madera se establecen en los pasos siguientes:

Industrial de la Madera y Corcho:



trabaja para usted poniendo la investigación técnica al servicio de su industria

1) Establecimiento de las tensiones básicas, es decir, de las tensiones que puede resistir una madera cuya estructura anatómica no presenta ninguna anomalía.

2) Localización de los defectos y sus dimensiones. Con arreglo a éstas están perfectamente tabulados los coeficientes reductores que permiten calcular la carga de trabajo de la pieza.

3) La acción de los defectos sobre las características mecánicas de la madera no son aditivas. Es decir, basta con elegir el menor coeficiente reductor para que queden cubiertas las de las otras anomalías.

Así, las normas de clasificación de la madera de construcción en España establecen distintas escalas como extra-100, I-80, etc., que quiere decir simplemente que en la I, se puede utilizar el 80 por 100 de la capacidad de las tensiones básicas o en la extra, el 100 por 100, etc.

Dentro del campo de las maderas, la variedad de estructura de las mismas nos permite disponer hoy con maderas de características mecánicas muy diferentes desde la balsa hasta el palo de hierro africano.

III. PROTECCION, MANTENIMIENTO Y SANEAMIENTO DE LA MADERA Y ESTRUCTURAS DE MADERA.

La madera, al igual que la mayor parte de los materiales de construcción, sufre degradaciones por la acción de agentes bióticos y abióticos. En España hemos considerado hasta ahora que la madera en este aspecto era diferente de otros materiales y atri-

búamos su degradación a una acción específica sobre ella. Así, la colocábamos en obra tal como sale de las fábricas sin preocuparnos de la acción de los agentes que sobre ella pueden actuar. Nos parecía muy natural dar minio a las estructuras de hierro o galvanizarlo para protegerlo de los procesos de oxidación. Desde un punto de vista constructivo es igual que la madera sea atacada por organismos, que el hierro fuera oxidado por la acción del oxígeno o que el mortero lo fuera por la acción combinada del agua y de las temperaturas.

La madera para ser colocada en obra necesita tratamientos base de protección contra los diferentes agentes que la pueden degradar: hongos, insectos, agua, luz, etc. Con estos tratamientos la madera se encuentra protegida durante un período de tiempo, aunque muy largo, variable según las condiciones de exposición. Por consiguiente, se necesitan tratamientos de mantenimiento cuando los períodos de exposición anteriormente mencionados lo señalen.

En las construcciones antiguas, en las que no se tuvo la precaución de tratarlas, es necesario efectuar operaciones de saneamiento, que permitan llevar a cabo los tratamientos correspondientes. Este aspecto es de una gran importancia en España teniendo en cuenta la riqueza monumental que tenemos y en las que la madera constituye una parte importante de su estructura.

Hoy día disponemos en España de todo tipo de productos que nos permiten efectuar tanto los tratamientos básicos de protección como los de saneamiento y mantenimiento. Estos productos fabricados bien en España o en el extranjero por las mejores firmas europeas, son homologados para su garantía por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias en colaboración con la Asociación de Investigación Técnica de la Industria de la Madera y Corcho, además de estar inscritos en el registro del Ministerio de Agricultura.

IV. PRODUCTOS DE PRIMERA TRANSFORMACION DE LA MADERA

Según la definición aceptada por la mayor parte de los países, los produc-

tos de transformación mecánica de la madera, son los siguientes:

— **MADERA ASERRADA**

— **TABLEROS: CONTRACHAPADOS, PARTICULAS Y DE FIBRAS**

V. MADERA ASERRADA

La madera aserrada entra hoy en la construcción como elemento de montaje de otros productos de madera de segunda transformación. Entre los primeros tenemos los cercos, puertas macizas, ventanas, parquet, etc. Y entre los segundos, puertas planas, tableros aligerados, etc.

La madera aserrada en grandes dimensiones se emplea muy poco actualmente como elemento resistente en la construcción siendo la causa principal de ello la no disponibilidad de estas grandes dimensiones con facilidad.

En pequeñas dimensiones, es decir, tablas, listones, etc., constituye el elemento básico de las grandes estructuras de madera que hoy se utilizan. Estas son las reticulares y la madera laminada, que es objeto principal de este artículo. La ventaja de la fabricación de madera laminada la analizaremos posteriormente y constituye el mayor desarrollo de la industria de carpintería.

VI. TABLEROS

Se entiende por tablero de madera aquella pieza en que predominan grandemente dos dimensiones, longitud y anchura, sobre la tercera y en que el elemento constitutivo principal es madera, de medidas variables, o elementos estructurales de la misma.

Las clases de tableros que se distinguen son: tableros de madera sólida, tableros contrachapados, tableros alistonados, tableros de alma laminada, tableros a la veta, tableros complejos, tableros alveolados, tableros de partículas aglomeradas y tableros de fibras.

VI.1. Tableros de madera sólida

Es el formado por tablas machihembradas o lambeteadas de canto, pudiendo ir estas uniones, además de ensambladas, encoladas. Asimismo el conjunto puede llevar un cerco de madera.

En la industria se conocen generalmente con el nombre de «tableros de madera».

VI.2. Tableros contrachapados

Es el formado por chapas encoladas, de modo que las fibras de dos chapas consecutivas formen cierto ángulo, generalmente de 90°.

VI.3. Tablero de alma laminada

Es el formado por un alma de listones, de longitudes iguales o diferentes, encolados o no entre sí, siendo el grueso de los listones inferior a 7 mm. El alma está cubierta por una o dos capas, encoladas a ella en contramalla, que constituyen las caras. Si cada cara estuviera formada por una sola chapa se llamará tablero de alma laminada o contramalla y si fueran dos, tablero de alma laminada.

VI.4. Tableros alistonados

Es el formado por un alma de listones de longitudes iguales o diferentes, encolados o no entre sí, estando el grueso de los listones comprendido entre 7 mm y 30 mm.

VI.5. Tablero a la veta o laminado

Es el formado por chapas de madera encoladas por sus caras de modo que las direcciones de sus fibras sean paralelas entre sí.

VI.6. Tablero complejo

Es el formado por un alma de lana de vidrio, corcho aglomerado u otros materiales de propiedades similares, y estando sus caras generalmente por dos chapas en contramalla o tableros delgados de partículas o de fibras, encolados al alma.

VI.7. Tablero alveolado

Es el formado por un alma de estructura alveolar hecha con chapa, ondulada o rizada, tablillas, tablero delgado de fibras, papel o cartón, cuyas caras están formadas generalmente por dos chapas en contramalla, encoladas al alma.

El alma lleva normalmente un cerco de madera.

VI.8. Tableros de partículas

Es el formado por partículas de madera u otro material leñoso, aglomera-

dos entre sí mediante un adhesivo y presión.

Cuando el tamaño mayor de las partículas es sensiblemente paralelo a las caras, se dice de «prensado plano» y cuando es perpendicular se llama «extrusión».

Cuando sus caras están recubiertas por chapa, plástico o papel, se llama «tablero revestido».

VI.9. Tableros de fibras

Es el formado por fibras de madera afieltradas y prensadas, con aglomerante o autoaglomeradas.

VI.10. Tableros de fibras de densidad media

Es el formado por fibras de madera afieltradas en seco y presión a alta temperatura, mediante la adición de aglomerantes de resinas sintéticas. El aglomerante se le añade a la fibra cuando ésta está seca.

Todos los tableros que hemos mencionado se fabrican en España y desde el punto de vista constructivo entran a formar parte de las estructuras mixtas.

VII. ESTRUCTURAS MIXTAS

Las estructuras mixtas de madera son las formadas con los dos productos anteriormente mencionados: tableros y madera aserrada o laminada.

VII.1. Vigas cajón y en doble T

Se fabrican con el alma formada de uno o varios tableros y las cabezas de madera aserrada o laminada. Las cabezas resisten, principalmente, los esfuerzos normales y de flexión, en tanto el tablero debe soportar el esfuerzo cortante. Distribuido a lo largo de la viga se colocan rigidizadores para evitar el pandeo y repartir las cargas concentradas fuertes.

VII.2. Paneles aligerados resistentes

Los paneles aligerados son placas con paramentos exteriores de tablero, enlazados por un material de relleno, cuadrícula de madera, espuma de poliuretano, celdas de cartón, etc. Cuanto mayor sea la separación entre los tableros, más grande es su capacidad de resistencia. Estos elementos se utilizan para luces comprendidas entre 1,20 y 12 metros, si bien son particu-

lamente económicos en los vanos de 3,60 a 7,20.

VII.3. Tableros reforzados con vigas de madera

Los tableros según sus clases tienen limitadas sus posibilidades en función de su espesor, de ahí que para aumentar su capacidad de carga y la separación entre apoyos, se le refuerce con piezas rectangulares de madera obteniéndose un panel cuya sección transversal está formada por varias piezas T. Se pueden alcanzar luces de 7 m. con cargas de 500 Kg/m².

VII.4. Paneles para faldones de cubiertas

Cada faldón de la cubierta funciona en sentido longitudinal como una viga cajón apoyada en los tímpanos mientras que en el sentido transversal son paneles aligerados sustentados en los vértices de la cubierta, es decir, su estructuración responde a las clásicas plegadas de hormigón.

VII.5. Sistema «Trofdek»

Consiste en una serie continuada de vigas de sección trapezoidal fabricado con tableros contrachapados y tablas de madera aserrada con un módulo de anchura de 40 cm.

La separación entre apoyos pueden llegar a luces de 10,5 metros. El tablero y los cordones se unen bajo presión con adhesivos resistentes a la humedad. Los diafragmas de borde y los rigidizadores son de 2,5 cm. a 5 cm. de espesor.

Los paneles aligerados fabricados con tablero permiten su curvado al sustituir la madera sólida que forma parte del mismo por madera laminada y así pueden fabricarse arcos y cubiertas de doble curvatura.

VIII. ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CON LOS PRODUCTOS DE PRIMERA TRANSFORMACION DEL TRONCO DEL ARBOL

VIII.1. Madera laminada

Constituye la madera laminada el máximo desarrollo actual de la tecnología de la madera como elemento de construcción. Ella ha permitido las

mayores luces en las construcciones alcanzándose en las últimas los 300 metros de luz libre.

Se llama madera laminada por encolado, a toda pieza, recta o curvada, obtenida a partir de piezas menores en forma de tablas o tablillas, encoladas en capas sucesivas en las tres direcciones, de tal forma, que las fibras de todas las láminas sean paralelas entre sí y a la longitud de la pieza.

En las piezas de madera laminada predomina, a diferencia de en el tablero, únicamente una dimensión, la longitud sobre las dos restantes.

Cada una de las capas recibe el nombre de lámina y pueden ser de cualquier longitud, anchura o espesor, pudiendo estar unidas, de testa, canto o cara, para hacer el conjunto de las dimensiones apropiadas. Igualmente pueden estar constituidas por maderas de la misma o de diferentes especies, y por tablas rectas o curvadas, durante el encolado, para que conserven esta forma después de fraguada la cola.

Las ventajas e inconvenientes, características técnicas de los elementos constitutivos y fabricación de la madera laminada vienen ampliamente expuestas en la monografía de AITIM «Tecnología de la madera laminada» que a modo de resumen son las siguientes:

Ventajas:

— Posibilidad de fabricar elementos constructivos de grandes dimensiones a partir de piezas pequeñas y de dimensiones comerciales.

— Consecución de efectos decorativos y arquitectónicos especiales en construcciones interiores de todo tipo.

— Obtención de grandes piezas de madera sin fendas de secado o de otra clase.

— Posibilidad de proyectar estructuras tomando como base de cálculo las características de resistencia de las piezas de madera que han de integrarse.

— Posibilidad de proyectar elementos de sección no uniforme.

— Posibilidad de utilizar maderas de calidad inferior, en cuanto a resistencia se refiere.

— Construcción de piezas con curvatura y sección resistente dadas,

aprovechando al máximo la madera y sus calidades de resistencia.

Inconvenientes:

La necesaria preparación de la madera encarece su precio frente a la madera sólida.

Necesidad de disponer de un equipo especial, tanto de maquinaria como de mano de obra para la obtención de la madera laminada.

Dificultad de transporte a obra de las piezas laminadas cuando éstas son de grandes dimensiones.

Características técnicas de los elementos constitutivos de las maderas laminadas

1.—Cola. Las más empleadas por su resistencia a la intemperie son las colas de resorcinol, fenol o melamina, efectuándose su elección en función del utillaje disponible para realizar el fraguado.

2.—Madera. Los requisitos que se exigen a la madera es que con ella se pueda lograr un buen encolado, requisito que cumplen la mayoría de las especies y que sus características tecnológicas hagan sencillas las operaciones de aserrado, secado, regruesado y laminado. La elección de una u otra especie dependerá de las solicitudes a que va a estar expuesta la madera dentro de la pieza así como de su valor económico.

Fabricación

La obtención de piezas de madera laminada se hace a partir de madera aserrada siguiendo la siguiente línea de fabricación:

Recepción y secado de la madera hasta un 8 al 10% si su destino es interior y del 12 al 15% si es exterior.

Clasificación y almacenaje de la madera.

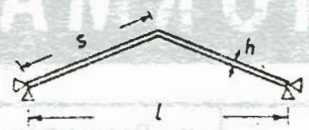
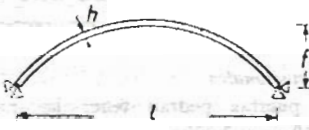
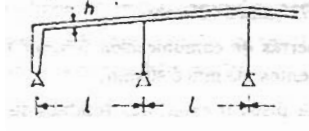


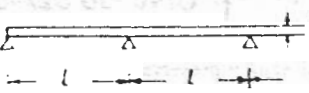
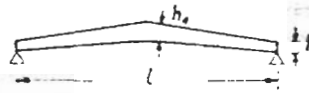

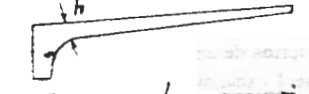
Preparación de las superficies de las piezas de madera, mediante cepillado, para facilitar la unión por encolado.

Entallado de los cantos y testas.

Armado y encolado de las piezas.

Montaje de las piezas.

Los elementos estructurales actualmente empleados en madera laminada son los que se indican en el cuadro adjunto.

Sistema estático	Denominación	Pendiente en °C	Luces normales m.	Altura de los elementos estructurales
	Viga bi, o triarticulada con tirante	12	15-50	$h \sim \text{desde } \frac{1}{18} \cdot s \text{ a } \frac{1}{20} \cdot s$
	Arco bi, o triarticulado	0,135 l.	200-100	$h \sim \frac{1}{50} \cdot l$
	Estructura de luces múltiples	0-15	10-25	$h \sim \frac{1}{20} \cdot l$
	Pórtico triarticulado	0-60	15-60	$h \sim \frac{1}{15} (S_0 + S_u)$ $\frac{1}{20} (S_0 + S_u)$
	Viga simple con dos apoyos	0	10-30	$h \sim \frac{1}{17} \cdot l$
	Viga continua con varios apoyos	0	10-25	$h \sim \frac{1}{20} \cdot l$
	Viga simple con apoyos bajos	3-15	10-30	$h \sim \frac{1}{16} \cdot l$ $h \sim \frac{1}{30} \cdot l$
	Viga en celosía	0	30-60	$h \sim \frac{1}{13} \cdot l$
	Viga en ménsula con apoyo inferior fijo	0-12	5-15	$h \sim \frac{1}{10} \cdot l$

(Continuará)