

LA MADERA y sus Productos Derivados

Posibilidades en la Construcción en función de sus Características Tecnológicas

Por: César PERAZA Oramas

Hablar de la madera, material a cuyo estudio y aplicaciones he consagrado mi vida profesional y del que soy un enamorado, es para mí una satisfacción, aunque pudiera no ser imparcial. Debo esforzarme en serlo y presentarles su ser y sus posibilidades, ya que su estar es de todos conocido.

La madera ha sido, sin duda, uno de los materiales que más ha utilizado el hombre en su largo caminar a través de los tiempos.

Según las cuentas de botánicos y geólogos, la huella dejada por la humanidad en la zona forestal asciende a la gigantesca superficie de 600 millones de hectáreas desaparecidas, consumidas. Si tomamos los 1.400 millones que hoy tiene en explotación, si cabe más ordenada, podemos tener una medida de la contribución de este material en nuestra vida. La reserva de 2.000 millones de hectáreas, aún desconocidas, constituye la esperanza de las generaciones futuras de que este material podrá escasearnos, pero no podrá faltarnos, si sabemos conservarlo dentro de las leyes biológicas que rigen su desarrollo y evolución.

La historia de la humanidad nos habla de la edad de la piedra, de los metales, etc... En la década de los sesenta un Director General de la División de Montes de la F. A. O. escribió un libro que se titulaba *Mañana, la Edad de la Madera*.

Yo creo que la Edad de la Madera, como característica de un momento de la humanidad, no puede señalarse, porque la madera ha sido, es y será siempre de actualidad. Material de construcción perfectamente proyectado por Dios. Materia prima de las pocas renovables. Su permanencia podemos, si queremos, garantizarla. La madera es un material que simplemente ha estado, permanentemente, junto al hombre.

Su «estar» nace de los primeros

momentos del mundo. En la Biblia leemos que después de separar Dios la luz de las tinieblas y la tierra de las aguas, dijo: «Brote el verde (es decir, la clorofila, producto capaz de captar directamente la energía solar, incorporándola), plantas generadoras de frutas y productos, etcétera...»; después creó los demás seres vivos hasta el hombre.

La madera, producto de la actividad de un vegetal verde, único ser capaz de retener directamente la energía solar, lleva el triste destino, desde su origen, de ser fuente de energía. Muchas veces he pensado en el trabajo inmenso de captación de energía solar que hizo el bosque para dejarnos los yacimientos carboníferos que hoy disfrutamos. De la misma forma, su trabajo, junto con otros vegetales, para elaborar la energía que fuera soporte de la vida animal, cuya transformación nos ha dejado los yacimientos del oro negro que hoy explotamos. Aquí está la grandeza del bosque; su principal producto debe ser soporte de la vida del hombre y los seres vivos y, por lo tanto, debe ser destructible fácilmente, tanto por los unos como por los otros. Pero no olvidemos que a este ciclo de destrucción y transformación están sometidos todos los materiales. Unicamente tenemos que reconocer que la madera tiene más enemigos, más clientes, podemos decir. Ella fue hecha como material de soporte de estructuras muertas, las obras constructivas del hombre, y como soporte de estructuras vivas en su calidad de materia prima acumuladora de energía solar, y en esto están sus principales defectos, ser combustible y ser atacado por diferentes agentes biológicos para que su energía acumulada, 4.000 kcal/Kg., entre en el ciclo energético de la vida.

Su utilización como material de construcción data de 3.000 años antes de Jesucristo. En una obra muy

curiosa, titulada *Diario del Mundo*, editada en 1953, que viene a relatar la historia de la humanidad como si desde el principio se hubieran editado periódicos, en el número del año 3000 antes de Cristo, pone a grandes titulares: «Se ha resuelto el problema de la vivienda», y relata, con la fantasía del periodista, la trascendencia que tenía para el hombre el hacer con tres palos sin bastar y pieles la primera tienda, cubrir un rectángulo hecho de piedras o árboles con una techumbre de un material ligero y resistente como los troncos de árboles o construir sobre pilotes hincados de madera su vivienda, o simplemente colgarla de un árbol. Fue entonces la salida de las tinieblas, la caverna, a la luz, la vivienda. Es curioso que en esta época aparezcan ya lo que en nuestros días ha sido uno de los avances tecnológicos de la industria de la madera, el tablero aglomerado de partículas y de fibras, en el adobe y ladrillos. El aglomerante era la propia arcilla.

La huella dejada por la madera como material de construcción no creo necesario resaltarlo. Por todas partes está, desde la puerta de la ciudad de Constantinopla, con cerca de 2.000 años, hasta la última decoración del apartamento ayer acabado, o el hangar de madera laminada de 80 metros de luz de un aeropuerto de Escocia, ganado en dura competencia con otros materiales de construcción.

Pero tenemos que decir que siendo uno de los materiales más utilizados y más visto por el hombre ha sido, sin embargo, el que más ha tardado en conocerse, física y tecnológicamente. Los baluceos del estudio de su ser empiezan en el siglo XVIII (Duhamel de Monceay), se reinicia en las postrimerías del primer cuarto de nuestro siglo (Monnin), cuando es la madera el primer material utilizado en la construcción

de aviones, o el conocimiento final de sus propiedades y su reología es de nuestros días. ¿Quién es este misterioso material que ha mantenido su utilidad y que ha tenido tan amplias aplicaciones? Podríamos dar cifras y valores sobre sus propiedades, pero yo creo que una figura gráfica puede encuadrarnos todos sus valores y propiedades constructivas. ¿Nos hemos parado a pensar en las características mecánicas de un material capaz de mantener en pie una columna como la que representa un coloso del bosque tropical? Ciento veinte metros de altura; en la punta, una copa de ramas azotada por el viento, y todo ello con una sección de empotramiento de 6 m² de superficie. La columna de Trajano tiene 40 metros de altura y una superficie de apoyo de 9 m². La Torre Eiffel, con 300 metros, se apoya en una superficie de 10.000 m².

El secreto está en su magnífica estructura, diseñada, como todas las grandes obras de la creación, bajo el signo del máximo aprovechamiento de la energía.

Su estructura en una forma sencilla y esquemática, está constituida por una serie de tubos, fibras y células, atados fuertemente entre sí y orientados en la dirección del eje del árbol. No olvidemos que el tubo es el elemento de más resistencia con el mínimo de materia. Pero además, en estos tubos, sus paredes no son homogéneas; por el contrario, capas sucesivas de microfibrillas de celulosa embebidas en lignina, alternando los ángulos, se enrollan helicoidalmente formando sus paredes. La resistencia de las microfibrillas de celulosa, similar a la del acero, pero con una densidad seis veces inferior, embebidos en una masa de lignina de resistencia a la compresión similar al mortero, con una densidad inferior en un 40 por 100. Ello nos lleva a esta primera gran propiedad de la madera, material en que la relación resistencia a la tracción, flexión y compresión en relación con su densidad alcanza uno de los valores máximos entre los materiales conocidos por el hombre.

Por otra parte, estos mismos componentes son: uno, perfectamente elástico, la celulosa; otro, viscoso plástico, la lignina, lo que nos da como modelo reológico de su comportamiento, unidad Maxwell en serie con una unidad Voigt. Además, un tratamiento físico adecuado puede modificar este modelo reológico; la temperatura y el vapor simplemente pueden llevarla en dos caminos: que predomine el comportamiento visco-plástico, por debilitamiento de la estructura elástica, o viceversa. Es ésta otra propiedad

DISTINCION al Secretario de A. I. T. I. M.

Con ocasión de la fiesta onomástica de S. M. el Rey, el Ministro de Agricultura concedió, el pasado 24 de junio, la Encomienda de Número de la Orden Civil del Mérito Agrícola a don Emilio Ibáñez Papell, secretario de A.I.T.I.M., en atención a sus méritos en defensa de los intereses del sector maderero.

destacada de la madera, la modificación de su plasticidad o su elasticidad, sin modificación en su estructura interna, recuperando, casi totalmente, al desaparecer las causas, sus características mecánicas primitivas.

Los elementos resistentes, orientados como hemos dicho según la dirección del eje del árbol, dan la otra cualidad de la madera, su anisotropía, que por el hecho de existir, aunque pocos, elementos radiales resistentes tiene tres direcciones de resistencia. Máxima, la del eje del árbol, y mínimas, la tangencial o radial. Es, pues, la madera un material diseñado para trabajar en el sentido de sus fibras, en primer lugar, y perpendicular a ellas, en segundo lugar. No obstante, la estructura a que hemos hecho referencia le da una resistencia elevada al esfuerzo cortante en sentido perpendicular a sus fibras.

Finalmente, la madera, producto de la hidrólisis del agua efectuada por la clorofila del vegetal, tiene una apetencia por el agua que en la madera húmeda se localiza en tres partes:

- Constituyendo su propia estructura, agua de constitución.
- Ligándose a ella, agua de impregnación.
- Rellenando el interior de su estructura tubular, lumen de las células, agua libre.

La primera, si la pierde, se pro-

duce su destrucción; la segunda, si la pierde, puede recuperarla del medio ambiente en estado de vapor, teniendo, no obstante, un valor límite superior, que técnicamente se admite de un 30 por 100; la tercera no puede ser recuperada por la madera del medio ambiente. Para recuperarla hay que proceder a la inmersión de la madera en agua.

La segunda, ligada a su propia estructura como hemos dicho, es la causa de los fenómenos de contracción de la estructura celular y por consiguiente del conjunto madera cuando la pierde. Si la recupera, la expansión de la estructura celular o hinchazón de su conjunto. Estos movimientos se rigen por la ley de la inercia, en oposición al cambio, de tal forma que una madera seca tiene inercia a recuperar la humedad. Esta inercia es mayor en dos aspectos fundamentales para su tecnología: cuando se ha secado a temperaturas relativamente elevadas y cuando las variaciones de humedad del medio ambiente se sitúan entre el 40-70 por 100, humedades relativas en las que se desarrolla más cómodamente la vida humana. Finalmente, para terminar el problema de las relaciones agua-madera, técnicamente podemos establecer que todas las maderas adquieren para una humedad relativa del aire y temperaturas una misma humedad, que se llama humedad de equilibrio higroscópico.

De acuerdo con lo anterior, y para fijar ideas, ponemos tres ejemplos de humedad de equilibrio higroscópico de la madera:

30 por 100 de humedad en la madera en un aire de 20° C. y 100 por 100 de humedad relativa.

1,2 por 100 de humedad en la madera en un aire de 20° C. y 11 por 100 de humedad relativa.

12 por 100 de humedad en la madera en un aire de 20° C. y 65 por 100 de humedad relativa.

La estructura y características mecánicas que hemos señalado, junto a la nobleza de sus propiedades físicas, peso específico, dureza, tacto, color, aislamiento térmico, propiedades acústicas, tan especiales y tan variables de unas especies a otras, le permite cubrir prácticamente todo el campo de exigencias del hombre. Sería muy difícil que, fijados unos objetivos determinados, no encontremos entre las dos mil maderas comerciales actualmente en mercado una que no cumple éstos, incluso cuando le exijamos resistencia al fuego o los agentes biológicos.

Este material, tan desconocido en su estructura y reología, podíamos decir casi hasta ayer, desconoci-

miento en parte debido a la facilidad y nobleza de su trabajo, está hoy en su tecnología tan avanzado como cualquier otro y no en competencia con ellos, sino en íntima colaboración. Es también curioso señalar que la madera y los productos derivados con una avanzada tecnología sigue trabajándose y ajustándose en obra con las sencillas herramientas de siempre.

Podemos añadir que su tecnología está muy avanzada, con un aprovechamiento intensivo de sus posibilidades técnicas. Incorporadas a sus tecnologías, las colas y los plásticos, el estudio de su corte y el íntimo conocimiento de ella, se han abierto prácticamente todos los campos de aplicación. Cinco son hoy las posibilidades que dan sus tecnologías:

— Como madera sólida, conservando sus ventajas y sus defectos, con fines de resistencia y decorativos principalmente.

— Como madera laminada, eliminando la imposibilidad de obtener piezas de grandes dimensiones. Conservando las ventajas y desventajas de la madera sólida, pero apurando al máximo la ventaja Resistencia/Peso. La madera laminada es, sin duda, la expresión más avanzada de la tecnología de la madera. En efecto, permite que ésta pueda elaborarse en dimensiones, formas y características mecánicas que no puede hacerse con madera sólida. En la madera laminada, la carpintería ha alcanzado la plenitud de su personalidad.

— La de los tableros en sus tres vertientes, que por orden cronológico son el tablero contrachapado, tableros de fibras y tableros de partículas. Tendentes a suprimir el defecto de su anisotropía y abriendo la posibilidad de cubrir grandes superficies, conservando sus resistencias mecánicas o mejorándolas mediante estructuras en que estos elementos están pretensados.

— La de sus tratamientos, tanto de secado de la madera como de su protección contra la agresividad del medio ambiente, luz, calor, agentes biológicos, humedad.

— La tecnología de los complejos plástico-madera, en que aquéllos pueden cubrir su superficie o introducirse en su interior reforzando y endureciendo su estructura interna.

— La tecnología de los complejos madera-cemento, uniendo las propiedades de cada uno de ellos.

— La aplicación conjunta de las propiedades mecánicas y características de estos productos constituye lo que hoy se llama ingeniería de madera en los países más avanza-

dos en esta técnica, tales como Alemania, Francia y EE. UU.

Cada una de las estructuras que pueden hacerse con estas tecnologías tienen las propiedades generales de la madera, aunque mejoradas en uno u otro sentido: carpintería de madera tradicional, carpintería de madera laminada, estructuras mixtas de tableros, vigas laminadas en I o en caja para luces de hasta 300 metros, placas plegadas y pretensadas de tablero contrachapado y fibras, placas pretensadas de alma alveolar ligeras y que pueden cubrir superficies, tableros moldeados, tabiques ligeros y autoportantes de tableros de partículas, etc.

La Humanidad, durante milenios, ha conocido tres grandes clases de Arquitectura:

Arquitectura Civil.

Arquitectura Militar.

Arquitectura Religiosa.

En todas ellas se hace en obra la elaboración final, a partir de materiales elementales más o menos acabados, de los elementos constructivos y estructurales con utilización intensiva de mano de obra especializada, maestros albañiles, artesanos de talla y ajuste, carpinteros, soldadores, etc.

A mediados de este siglo aparece y se desarrolla cada vez más la que pudiéramos llamar Arquitectura Industrial, es decir, la de grandes elementos prefabricados para su posterior montaje o simple ensamblaje en obra. La arquitectura industrial presupone:

a) La coordinación más perfecta posible entre las grandes instalaciones industriales de productos prácticamente acabados y los tipos constructivos.

b) Que los tipos de construcción se dispongan en formas o estructuras adaptadas a facilitar la construcción de aquellos prefabricados y la utilización al máximo de las posibilidades mecánicas de los materiales que los constituyen.

c) Disponer de estructuras prefabricadas para relleno de las estructuras principales.

d) Posibilidades decorativas de las estructuras de relleno.

Por consiguiente, la Arquitectura Industrial deberá disponer de un abanico, lo más rico posible, en materiales y procesos de construcción de tecnología conocida y contrastada.

Si analizamos en detalle los productos derivados de la madera, que hemos reseñado, madera laminada, tableros, complejos plástico-madera y complejos madera-cemento, se ve que en conjunto cumplen práctica-

mente las exigencias para el desarrollo de una Arquitectura Industrial, ocupando, además, un lugar destacado por las razones siguientes:

— Agilidad y facilidad en la elaboración, que permite la máxima libertad de formas.

— Resistencia igual al hormigón armado, con un peso cinco veces menor.

— Inercia a la agresividad química de la atmósfera y los productos manipulados por el hombre.

— Aislamiento térmico considerable.

— Buen amortiguador de vibraciones y, por lo tanto, aislante acústico.

— Estabilidad al fuego, reconocida por los especialistas en seguridad.

— Tecnología precisa y comprobada.

— Elaboración fácil, que permite los ajustes interiores en obra, con maquinaria muy sencilla.

Todas estas posibilidades tienen, sin embargo, una premisa de gran trascendencia en la economía de este material: la protección contra los agentes biológicos y del medio ambiente, que pueden degradarla, bien en sus condiciones físicas y características mecánicas o cualidades estéticas.

La importancia que la Arquitectura Industrial va a tener en la madera queda claramente reflejada en las previsiones del consumo para el año 2000. Los elementos fundamentales de la Arquitectura Industrial de madera son: tableros, papel y cartón y madera aserrada. Las previsiones para éstos son:

— La madera de sierra pasará de un consumo, para Europa, de 93 millones de metros cúbicos en 1975 a 155 millones de metros cúbicos en el año 2000. Incremento del 66 por 100.

— La madera para tableros de todos los tipos, de 23 millones de metros cúbicos en el año 1975 a 142 millones de metros cúbicos en el año 2000. Incremento del 617 por 100.

— La de madera para papel y cartón, de 38 millones de metros cúbicos en 1975 a 162 millones de metros cúbicos en el año 2000. Incremento del 426 por 100.

Por el contrario, el consumo en otras elaboraciones de madera, incluida la de empleo en rollo, pasará de 99 millones de metros cúbicos en 1975 a 60 millones de metros cúbicos en el año 2000.

Las cifras anteriores me permiten terminar igual que empecé: «La madera sigue estando permanentemente junto al hombre en su continuo caminar por la historia.»