

Historia de la

TECN

L G I A

de la madera

... Edad de la Madera

Hombre y tecnología han evolucionado a lo largo de su existencia de forma paralela. La necesidad de dominar el medio le confirió al hombre el descubrimiento y conocimiento de los materiales que la naturaleza le ofrecía. Es evidente que la nunca nombrada, **Edad de la Madera** fue incluso anterior a la Edad de Piedra, subsistiendo incluso hasta nuestros días. El uso de la madera además de facilitar armas para la guerra y la caza, le sirvió para construir sus primeras cabañas o tapar las entradas de sus cavernas, y sobre todo le permitió mantener encendidas las hogueras que se originaban por procesos naturales, hasta que en el Paleolítico descubrió el método de percusión de sílex para producir fuego artificialmente. La habilidad manual junto a la capacidad de observación le permitieron desarrollar aptitudes encaminadas a transformar los materiales hasta el extremo de comenzar a fabricar herramientas compuestas. El uso de microlitos (pedazos de pedernal de borde cortante de 1 a 5 cm) clavados a un trozo de madera dieron lugar sobre el año 9000 a C. a la fabricación de las primeras sierras. Hasta el dominio de los metales, la madera incluso fue utilizada como material en las parcelas que hoy en día sólo un metal puede ocupar en ese eslabón tecnológico. Un claro exponente de esto el uso durante el Neolítico de brocas de madera animadas mediante un taladro de arco. Fragmentos de pedernal, junto con arena lubricados con agua eran utilizados como abrasivo sobre la punta de la madera.

... Egipto y Mesopotamia

El salto evolutivo más importante del hombre desde el punto de vista tecnológico es, después de la escritura sobre el 3.500 a

Luis García Esteban

En este artículo se recoge una breve reseña introductoria del proyecto de investigación *Historia de la Tecnología de la Madera*, que se está desarrollando en la Cátedra de Tecnología de la Madera de Madrid. En cinco entregas aparecerán algunos de los capítulos en los que se vertebra la obra.

Esta introducción presenta algunos de sus capítulos e incluye un resumen completo del capítulo Comercio de la madera en el siglo XIX.

C., la invención de la rueda. Pues bien, las ruedas más antiguas que han llegado hasta nosotros fueron halladas en tumbas de Mesopotamia fabricadas entre el 3000 y 2500 a C. estaban hechas con tres tablones unidos entre sí mediante tirantes de madera y el agujero del eje pertenecía al hueco natural dejado por un nudo saltadizo.

La cultura egipcia además de transformar la rueda de madera maciza, en una rueda de cuatro radios, utiliza las cuñas de madera empapadas de agua para cortar grandes bloques de piedra introduciéndolas profundamente en las grietas. Pero si la madera acompañó al hombre en los albores de su existencia, cuando este comienza a desarrollar la tecnología mecánica, los primeros mecanismos fabricados también los realiza en madera. En la ciudad de Nimrud en Mesopotamia hacia el 800 a C. una polea de madera de morera se puede considerar como la pieza más antigua de este tipo. Es a Arquímedes (287-212 a.C.) a quien se le atribuye el invento de la rueda dentada, capaz de

transmitir fuerza mediante engranajes con dientes de madera.

...la madera en la construcción. Primeros tratados

En cuanto a la madera en la construcción, esta ha formado parte total o parcialmente en edificaciones desde que el hombre se perfeccionó en el manejo de las herramientas. En aquellos lugares donde los refugios o abrigos naturales no le proporcionaban la seguridad suficiente, el hombre comienza a fabricar sus casas utilizando materiales como piedra y madera.

El tratado más antiguo sobre construcción que ha llegado hasta nosotros data del siglo I a.C. sobre el año 25 a. C. Marco Vitruvio, arquitecto e ingeniero romano, escribió un extenso tratado sobre arquitectura y técnicas de construcción en Roma. Su título *De architectura* se le dedicó a Augusto. Este libro además de contener comentarios sobre astronomía, relojes de sol, técnicas de construcción y materiales,

recoge las primeras descripciones sobre la composición, cualidades y usos de la madera, mostrando un especial interés sobre la influencia de la época de corta y su influencia en las características de la madera frente a agentes xilófagos. También en las postrimerías del siglo I a.C., apareció el molino hidráulico, probablemente basado en la rueda de agua del mismo período. Sin embargo no es hasta el siglo XIII cuando la energía hidráulica es usada para aserrar madera. Sobre 1230 el arquitecto francés Villard de Honecourt hace una representación de la primera sierra hidráulica que ha llegado hasta nuestros días. La simplicidad del dibujo que realizó le acompañó con la lacónica frase: «De este modo sierra una sierra por sí misma». La construcción de grandes

En España las sierras hidráulicas están documentadas en fecha posterior. El primer documento que recoge la presencia de este tipo de sierras se incluye en el libro de Ambrosio de Morales titulado *Antigüedades de las ciudades de España* fechado en Alcalá de Henares en 1575. En este libro se describe el aserradero situado en la villa de Trillo, movido por las aguas del río Cifuentes, haciendo extensiva la descripción a los mecanismos asociados de arrastre.

Por su interés gráfico es necesario mencionar la representación de una sierra que recoge Suárez y Núñez publicado en 1783 en un tratado de máquinas de los mejores mecanismos de la época en los principales países europeos. Pero es sin duda el aserradero del arsenal

do en el siglo XVI para el abastecimiento de aguas de la ciudad, conocido con el nombre de Zanja Real. Pero la energía hidráulica también fue usada para el taladrado de la madera. La obra de Salomón de Caus del siglo XVII *Les raisons des forces mouvantes* incluye una representación gráfica de la forma de taladrar troncos de madera destinados a la conducción de agua.

...de los tratados forestales y la calidad de la madera

Hubo que esperar hasta el año 1773 para que se escribiese el primer tratado dedicado a temas forestales, Duhamel du Monceau el autor del amplio *tratado del cuidado y aprovechamiento de los montes y bosques, corta, poda, beneficio, y uso de sus maderas y leñas*. En la parte primera de esta obra registra en el capítulo primero la referencia de la descomposición de las maderas, reservando los siguientes para el estudio y experimentación sobre la calidad de la madera y su relación con el suelo donde creció. En estos capítulos también establece relaciones entre el uso de la madera y factores como edad, y estación. Puede considerarse como el primer tratado sobre el conocimiento de las principales maderas en construcción naval y civil, con las consideraciones oportunas sobre la influencia del medio, y los tratamientos selvícolas sobre la calidad de las maderas. Esta extensa obra versa sus conocimientos sobre una amplia base experimental, en ocasiones de mucho ingenio. Hasta esa fecha todas las referencias encontradas pueden considerarse dispersas o inconexas a la influencia del medio o de los tratamientos.

Por su importancia y riqueza descriptiva, con anterioridad a esta obra, se ha localizado literatura española sobre algunas consideraciones relacionadas con la madera y usos. Uno de los documentos más antiguos probablemente sea el manuscrito que sobre carpintería se recoge en las ordenanzas de Granada de 1552. De distinta naturaleza, pero ya con una descripción exhaustiva se cita el manual de Bernardo Tinagero de la Escalera titulado «*De lo que ha de observar y reglas con las que se ha de hacer la fábrica de diez bajeles y dos Pataches en el puerto de la ciudad de La Habana*» (1713).

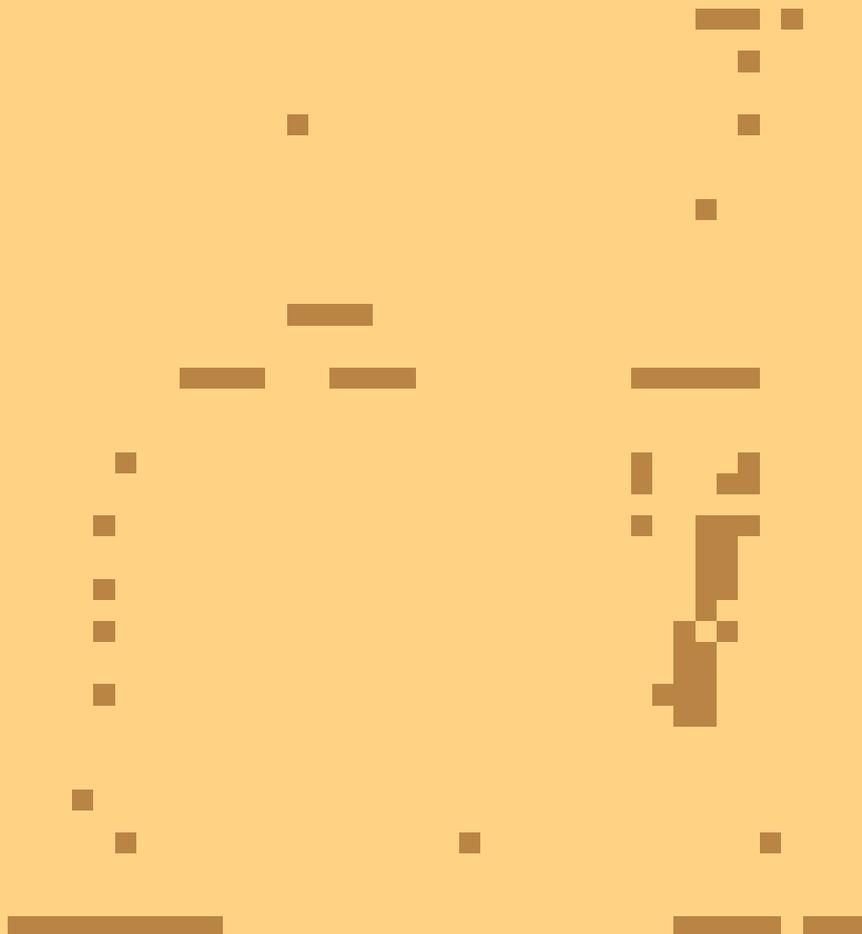
... el primer tratado de tecnología de la madera

Pero es sin duda en el siglo XIX, cuando el conocimiento de la madera evoluciona más rápidamente. El primer tratado importante

catedrales góticas requirió ingentes cantidades de madera para los trabajos de andamiaje y cimbrado, entre otros. Por esta razón la proliferación de aserraderos hidráulicos se extendió rápidamente.

...aserraderos y maquinaria

de La Habana, del que mayor información ha llegado hasta nuestros días. Francisco Calderín firma los planos del mecanismo de sierra alternativa en 1757. Fue el aserradero más importante de la España colonial. Estaba movido por la energía hidráulica procedente de un canal construi-



sobre la madera en lengua castellana, le desarrolla en 1880, el Ingeniero de Montes Eugenio Plá y Ravé. Escribe el libro *Maderas de construcción civil y naval*, en él, ordenó sistemáticamente el contenido temático de la obra, comenzando por el estudio de la estructura anatómica de la madera.

Dedica un capítulo completo a la física de la madera, y por primera vez se aporta su compendio de valores referidos a las características mecánicas procedentes de la flora euroamericana y asiática.

En sus trabajos la ausencia de normalización condiciona la comparación de sus resultados, pero es muy interesante hacer notar la diferenciación que hizo en las probetas ensayadas según la zona de procedencia del árbol (parte inferior del tronco, parte media del tronco, y ramas). De los once capítulos que consta su obra merecen la pena citar los dedicados a enfermedades y defectos de las maderas, conservación de maderas, en el que se recogen todos los sistemas de impregnación y protectores usados en la época, el capítulo dedicado a las descripciones de las principales maderas de construcción y en especial la situación del mercado de la madera y los principales centros de producción y comercio en la última mitad del siglo XIX.

La aplicación del vapor a trabajos forestales supone una reducción importante de los tiempos de corta, tronzado e incluso aserrado en monte. Una descripción de la primera máquina para apeo de árboles accionada por vapor (sierra Ransome) se recoge en este tratado.

La evolución de la mecánica y los mecanismos aporta a la transformación y elaboración de la madera durante el siglo XIX avances significativos, que terminan por sentar las bases de los sistemas de alimentación, posicionamiento y corte de la maquinaria actual. También es este tratado

se recogen las principales máquinas de elaboración de madera.

Eugenio Plá y Ravé, antes de la publicación de este tratado publica la obra titulada «*Marcos de maderas para la construcción naval y civil, con el precio que tiene estas, y otros productos forestales en las principales provincias de España*» (1878).

Con esta obra consiguió recoger todos los sistemas de pesas y medidas que se usaban en el siglo XIX en España para los marcos de maderas, describiéndolas haciendo uso de las distintas lenguas regionales.

...la madera en los territorios de Ultramar

La presencia de España en territorios de Ultramar supone entre otros hitos el conocimiento, catalogación y descripción científica de animales y plantas. El ingeniero militar Nicolás Valdés realizó una labor encomiable, recogiendo en dos excelentes trabajos las características de las maderas de las Antillas y Filipinas. En 1858, publica en Manila la obra «*Descripción y resistencia de las maderas de construcción de las islas Filipinas*». En ella describe 48 maderas y sus propiedades físicas y mecánicas. En 1866 publicó en Madrid un importante tratado sobre las maderas de las Antillas (Cuba, Santo Domingo y Puerto Rico) describiendo un total de 225 maderas.

Es el ingeniero de montes Sebastián Vidal y Soler el que en 1880 realiza una exhaustiva descripción de las plantas leñosas silvestres y cultivadas observadas en la provincia de Manila. En este estudio describió las maderas más importantes de Filipinas, un total de 63, desde el punto de vista tecnológico, siendo completado con las características mecánicas obtenidas por

el coronel de ingenieros Tomás Cortés.

...anatomía, propiedades físicas y mecánicas

Pero son sin duda los trabajos del ingeniero de montes Joaquín M^a Castellarnau y Lleopart, los que aportaron a la parcela de la investigación sobre la madera desde el punto de vista anatómico, los argumentos más relevantes.

Entre 1894 y 1904 publicó las descripciones micrográficas del sistema leñoso de las especies forestales españolas, siendo considerada hoy esta obra la primera en importancia a nivel de identificación microscópica de maderas.

De forma paralela a las investigaciones sobre el conocimiento de las características mecánicas de la madera en España, se realizaron experiencias en otros países, sin embargo no es hasta comienzos del siglo XX cuando se emprendió un estudio sistemático de las propiedades físicas y mecánicas de la madera basado en una metodología operativa normalizada.

El primer organismo en realizar esta tarea fue el Laboratorio de productos Forestales de EEUU. Posteriormente el ingeniero de Aguas y Bosques y director del laboratorio de maderas de la Aeronáutica militar francesa M. Monnin, establece el método que lleva su nombre para las investigaciones y ensayos con carácter práctico de las maderas. Las variables humedad y densidad de la madera fueron las primeras propiedades en ser relacionadas con las características mecánicas permitiendo así además de comparar resultados realizados por distintos investigadores, rebajar la desviación en los resultados de los primeros ensayos. El conocimiento de los valores característicos de las maderas ha permitido que en nuestros días este material ocupe el lugar que le corresponde como material de construcción, a la vez que pueda competir en igualdad de condiciones con acero y hormigón.

El tanteo y la práctica han sido sustituidos como sistema de puesta en obra, por una metodología con una base del cálculo estructural contrastada.

...los tableros de madera

Aunque Plinio decía del chapado que se trataba de disfrazar las maderas vulgares con una cubierta valiosa, desde la época egipcia hasta la actualidad ha sido una técnica muy utilizada para el mejor aprovechamiento de las maderas preciosas. Sobre el año 3300 a.C. en un bajorrelieve egipcio se observa a un operario aplicando un adhesivo sobre tiras de chapa de madera de sicomoro.

La obtención de la chapa al principio se realizaba por sierras alternativas manuales de hojas múltiples. En los comienzos del siglo XIX las sierras circulares sustituyen a las anteriores. Posteriormente el corte con cuchilla por desenrollado o a la plana mejora rendimientos y aumenta la calidad de la chapa.

Por otro lado la tecnología de los tableros contrachapado, ocupó un lugar preferente en el desarrollo de la aviación. A partir de 1910 la construcción en madera de aviones con fines civiles y más tarde militares desarrolló una tecnología aeronáutica basada en la mezcla de madera maciza para la estructura espacial y tablero contrachapado en el fuselaje.

La presión ejercida sobre las masas boscosas no ordenadas y el acortamiento de los turnos en general, ha ocasionado un paulatino descenso en los diámetros y calidades de las maderas extraídas. La búsqueda de otros productos destinados a la utilización de diámetro de escasas dimensiones y residuos de otras industrias fomentó a finales del siglo XIX (1898) el descubrimiento del primer proceso de fabricación de tableros de fibras.

Hasta 1941 en la ciudad alemana de Bremen no se produjo industrialmente el **tablero de partículas** (tablero aglomerado), aunque existe una importante literatura de

patentes en la que se esbozan las principales características de la fabricación de tableros de partículas con anterioridad a la segunda guerra mundial. Entre 1941 y 1943 se instalaron otras dos fábricas a las que se unieron las instalaciones de Suiza, país en el que por vez primera se fabrica el tablero de tres capas.

...las colas y los adhesivos

No obstante la fabricación de estos y otros tableros no hubiera podido ser realizada sin el conocimiento y desarrollo de una tecnología de encolado adecuada. La evolución histórica de las colas para madera comenzó hacia el año 4000 a.C. sobre asientos aplicando colas fuertes.

Simultáneo a este descubrimiento es el de la caseína, cola de hueso, cola de pescado y cola de almidón, entre otras, desarrollándose antes del siglo XIX, suponiendo un paso importante en la fabricación industrial de caseína en 1895 en EEUU. En 1900 se extrae industrialmente la gelatina. Entre 1910 y 1915 aparecen las primeras colas a base de la disolución de caucho natural. La caseína experimenta un desarrollo importante entre 1913 y 1917 primero por el uso en carpintería y a continuación por su utilización en aviación.

Las colas a base de soja suponen en 1926 la fabricación de los primeros contrachapados. En 1930 las colas de resorcina (EEUU) y de urea-formol encuentran sus primeros usos. En ese mismo año las colas vinílicas y las de neopreno (Dupont de Nemours) son formuladas. Los primeros adhesivos a base de cauchos sintéticos son fabricados en 1938 (USA). En 1949 se fabrican los primeros adhesivos epoxy.

Los adhesivos vinílicos de un sólo componente se formulan en 1950, y no es hasta 1964 cuando aparecen los primeros termofusibles. Desde este año la química de adhesivos ha estado dirigida al estudio de los vinílicos de dos componentes y a los poliuretanos termofusibles.

...en la construcción naval

Para finalizar este apartado dedicado a la importancia de la madera en la evolución histórica de la tecnología, es necesario señalar la dependencia que el hombre ha tenido de este material en construcción naval.

El descubrimiento en 1954 del barco de Keops dentro de la gran pirámide, nos reveló la tecnología naval egipcia basada en la construcción de piezas trabadas y tensadas por una cuerda que se ataba desde proa a popa, discurriendo por debajo de la cubierta en embarcaciones pequeñas, o por encima del puente en las grandes. La particularidad de su armado radicaba en la ausencia de herrajes, siendo sólo los ensamblajes y la cuerda a modo de tensor los únicos elementos de unión.

La ausencia de madera de grandes dimensiones ya obligó a la primera dinastía a importar cedro del Líbano de las montañas de Siria y Líbano, justificando la expansión hacia los territorios del noreste para asegurarse este suministro. Las necesidades constructivas megalíticas requirieron un transporte fluvial continuo en embarcaciones de gran tonelaje. Por ejemplo, el transporte de los grandes obeliscos de granito de Asuán a Tebas requirió la construcción de barcos capaces de desplazar 7500 toneladas, necesitándose para su arrastre 30 remolcadores a remo.

No obstante, la construcción naval alcanzó su máximo desarrollo tecnológico, organización y dispositivo constructivo durante el armado de navíos dedicados a la guerra o al transporte mercante (s. XV al XVIII). La ingente cantidad de madera que necesitaba uno de estos edificios flotantes y la demanda casi monoespecífica de maderas del género *Quercus* (roble), causó deterioros irreversibles en las masas climáticas europeas de roble.

La falta de política forestal, salvo en Francia, unida a la escasez de madera, obligó a las potencias europeas a aprovisionarse de maderas procedentes de sus colonias de ultramar así como de las regiones escandinavas, rusa y centroeuropea. La vía marítima del Báltico se convirtió entonces en una ruta de paso estratégica, dando lugar a continuos conflictos, que obligaban a desplazar fragatas de la armada de los países con necesidades de aprovisionamiento.

El estudio de las maderas procedentes de las posesiones de ultramar para su uso en construcción naval permitió profundizar en el conocimiento de muchas especies utilizadas para tal fin en su lugar de producción.