

PROCEDIMIENTOS PARA CONSERVAR, ESCUADRAR
Y ENCORVAR LA MADERA.

*Tesis presentada por el Señor Don C. Arturo Martínez, para optar
al grado de Licenciado en Ingeniería.*

PRELIMINARES.

1. Entre todas las sustancias que nos presenta la naturaleza, una de las más importantes, por las numerosas aplicaciones á que da lugar, es, sin duda alguna, la madera. Prescindiendo de los usos variadísimos que de ella hace la industria y la economía doméstica, la madera es, á no dudarlo, el elemento más precioso para el Ingeniero y el Arquitecto. Rara es, en efecto, la construcción de la cual no forme parte, sino de una manera esencial en algunas, al menos como auxiliar indispensable para llevarlas a cabo. Basta citar las armaduras, pisos, escaleras, etc., etc., de los edificios, para ver su importancia. La ejecución de bóvedas de toda especie sería difícil, sino imposible de llevar á cabo, si no nos sirviéramos de la madera, la cual prestándose, sino ya como esencial, es sin embargo la que reducida á cerchas facilita la colocación adecuada de sillares y ladrillos. Y así podríamos acumular ejemplos variadísimos en los cuales la madera nos presente utilidad práctica en las construcciones.

Viendo, pues, por lo que antecede, la importancia de la madera, necesario se hace para el Ingeniero y el Arquitecto, el buscar procedimientos para darla duración, puesto que si se la empleásemos tal como nos la ofrece la naturaleza, no conseguiríamos este resultado, pues todos los cuerpos que aquella nos ofrece y de que hace uso la actividad humana, necesitan primero ser transformados para así cumplir mejor con el fin á que están destinados. No de otro modo debe ser usada la madera en las construcciones, para responder á la solidez y duración. Vamos, pues, á tratar ligeramente de los métodos empleados para conservarla, del modo de escuadrarla ventajosamente para que las vigas sean resistentes, y por fin de los medios seguidos para encorvarla, que también esto último tiene utilidad práctica.

MÉTODOS EMPLEADOS PARA CONSERVAR LA MADERA.

2. *Duración de la madera.*—Una misma especie de madera puede tener más ó menos duración según variadas circunstancias, las cuales no debe perder de vista el Ingeniero y el Arqui-

tecto. Estas circunstancias las podemos dividir en dos clases; unas que corresponden á la madera en sí misma, y otras á las condiciones como en la construcción esté empleada. Hablando de las primeras se debe tener en cuenta: 1º la procedencia. En efecto, las maderas desarrolladas en climas fríos y secos, tienen más duración que las desarrolladas en climas húmedos y calientes. La mayor abundancia de savia que tienen entonces estas últimas, perjudica á su duración, como lo veremos después. Por la misma razón no deja de tener también algún influjo la naturaleza del suelo en que han crecido. En general, los terrenos de mala calidad producen maderas más resistentes que los cargados de abonos, aunque en el primer caso es con perjuicio de las dimensiones de los árboles: 2º La edad, pues los árboles que se cortan cuando han llegado á su completo desarrollo, dan maderas excelentes, ya que sus fibras están perfectamente constituidas: 3º Las maderas provistas de nudos no son buenas para emplearlas en las construcciones; estos nudos tienen el gravísimo inconveniente de interrumpir la dirección constante de las fibras, que debe ser en lo posible rectilínea. Esta interrupción es sumamente perjudicial, porque en los puestos contiguos á los nudos hay menor resistencia, la cual puede comprometer la solidez de una construcción: 4º Las maderas que tienen las fibras contorneadas, lo mismo que aquellas que las tienen desigualmente repartidas, es decir, en unos puntos más comprimidas que en otros, tienen también el inconveniente de presentar una resistencia desigual.

En general, podemos decir, que la madera pura, es decir constituida solamente por la fibra leñosa, tiene pocos motivos para llegar á destruirse. Desgraciadamente la naturaleza no nos presenta las maderas en este estado de pureza; siempre están acompañadas de la savia, en la cual hay cuerpos albuminoides que, por la acción de los agentes atmosféricos, entran en fermentación acabando por destruirlas. Por esta razón las maderas resinosas tienen, en general, más duración, pues estando como están, sus poros ocupados por la resina, se encuentran defendidas de la acción de estos agentes destructores.

Hablando ahora de las condiciones en que se la emplea, debemos tener en cuenta si se la va á usar al aire libre, á cubierto, ó bajo el agua. Del conocimiento que se tenga de las maderas, dependerá la elección de las mismas para las construcciones, porque hay algunas que bajo el agua duran más tiempo que empleadas al aire libre, y vice-versa.

Las maderas empleadas en climas húmedos y calientes, tienen poca duración á lo menos si no se han tomado los cuidados necesarios para prepararla. La causa para que se destruyan más pronto en estos climas, son las sustancias albuminóideas, de la savia cuya fácil fermentación por la acción del calor y de la humedad, acaba por atacar la fibra leñosa y, como última conse-

cuencia, pudre completamente la madera. Por el contrario, usada en clima frío y seco, desaparece esa causa de destrucción.

Se debe, pues, establecer con gran cuidado ventilaciones convenientes en todos los puntos de una construcción en donde esté empleada la madera. Se debe también, si la construcción no es hidráulica, resguardarla de la humedad lo más que se pueda, porque de lo contrario no sólo corre riesgo la obra de madera, sino también la de albañilería; pues cuando aumenta la humedad empieza á desarrollarse una especie de hongo, conocido con el nombre de *Merulius vastator*, el cual propagándose rápidamente, acaba por desgajar las piedras y ladrillos.

3. *Previsiones que se deben tomar para hacer la tala.*— Prescindiendo todavía de los medios químicos y mecánicos que diversos autores aconsejan para dar duración á la madera, medios que se aplican cuando está ya cortada, vamos á tratar aquí de algunas precauciones que se deben tomar para hacer la tala; precauciones que influyen notablemente en la duración posterior de la madera. No hay duda que desde el punto de vista de la economía tienen gran importancia, sobre todo entre nosotros que todavía no podemos aplicar otros medios que son costosos y difíciles, como veremos después. Los que aquí vamos á exponer no producen, es verdad, un resultado enteramente satisfactorio, pero, sin embargo, contribuyen más ó menos á mejorar la calidad de la madera. Vamos, pues, á estudiar algunos de estos medios ó precauciones.

Uno ó dos meses antes de la época en que debe llevarse á cabo la tala, se deben descortezar los árboles en la base, paralelamente al eje en una extensión de 0,70 ctm. á 0,80 ctm., cuidando de no dejar ni la albura pegada al tronco. De esta manera la mayor parte de la savia que podría subir al árbol, no tiene por donde conducirse, puesto que la corteza y la albura tienen este principal oficio. Ahora bien, por lo visto en el número 2, sabemos ya que las maderas puras, desprovistas enteramente de los elementos de la savia, no tenían causas para destruirse; y disminuyéndose con esta operación estos elementos, se disminuyen también los motivos de la putrefacción de las maderas.

Vitruvio en sus libros de arquitectura señala ya la época en que debe hacerse la tala, y no hay duda que el Arquitecto romano tenía gran razón para señalarla, puesto que de la buena elección del tiempo depende en gran parte la buena calidad de la madera. La vida de los vegetales tiene un descanso durante cierto tiempo del año; tiempo en el cual están casi abandonados de la savia. Por las mismas razones que expusimos en el párrafo anterior, en esta época de descanso, podemos decir, de la vida vegetativa, será conveniente hacer la tala. Y este cuidado es tan importante para la duración posterior de la madera, que en muchos países de Europa hay una legislación forestal la cual

prohíbe cortar los árboles fuera de cierto tiempo señalado, el cual comprende los meses de noviembre á febrero. Aquí en el Ecuador parece que este descanso de la savia se verifica en meses distintos de los citados para Europa, y la tala puede llevarse á cabo desde junio á setiembre. Mas podemos decir que este descanso está muy lejos de ser entre nosotros tan completo y regular como en Europa; pero, no obstante, los últimos meses citados nos parecen los más á propósito para hacer la tala.

En el párrafo que precede hemos señalado los meses más alicuados para cortar los árboles: veamos ahora si todavía podemos elegir los días más ventajosos en un mismo mes. No hay duda que podemos hacer esta elección consultando las fases de la luna. Probada como está la influencia de nuestro satélite sobre todas las masas líquidas, no deja por tanto de ejercer su acción sobre la savia de los vegetales; acción en un todo semejante, podemos decir, á la que ejerce en las aguas de los mares. Los flujos y reflujos que produce sobre éstas, los produce también en los líquidos que circulan en los árboles. Lo importante aquí para nuestro objeto, será conocer cuando es menor la atracción lunar, puesto que entonces habrá también menor cantidad de savia en circulación. Pero sabemos que esta atracción es menor en los cuartos creciente y menguante, y mayor en el novilunio y plenilunio; luego de este conocimiento podemos deducir que los días más á propósito para hacer la tala son, en primer lugar, en alguno de los dos cuartos y en segundo lugar, tres días antes y tres días después de estos mismos cuartos.

Una vez verificada la tala, se deben dejar los árboles sin cortarles las ramas ni darles ningún otro beneficio, hasta cuando empiecen éstas á retoñar, puesto que entonces una cierta cantidad de savia es la que sirve para producir estos retoños. Entonces se espera hasta que se marchiten, para escuadrar la madera ó darla cualquier otro beneficio. No hay duda que esta también es buena precaución para eliminar algo más la savia que, en lugar de quedar en el tronco, se acumula en las ramas para hacerlas retoñar.

4. *Medios empleados para conservar la madera.*—En lo que antecede hemos visto las precauciones que se deben tomar antes y en la época de la tala: veamos ahora los diversos medios, tanto mecánicos como químicos, empleados para dar duración á la madera; medios que se aplican cuando está ya cortada.

La humedad ejerce, según lo que hemos indicado, una acción de lo más perjudicial sobre la madera; el primer medio será, pues, privarla lo más que se pueda de esta causa destructora. Esta operación, conocida con el nombre de disecación, es de gran importancia. Ordinariamente se seca la madera colocando los troncos cruzados, unos sobre otros, en un paraje á cubierto del sol y de las lluvias y en donde haya corriente de aire. Se hace

reposar la primera fila sobre trozos de madera á fin de elevar aquélla suficientemente del suelo; á las siguientes se las separa también de sus vecinas por medio de otros pequeños trozos, con el objeto de que no se toquen en muchas partes y de que el aire pueda circular entre ellos más libremente.

Se debe tener gran cuidado de remover y variar continuamente la posición de los troncos, tanto para que si algunos no reciben bien las corrientes de aire, la reciban, como también para observar si en alguno de ellos ha comenzado talvez la putrefacción, en cuyo caso es necesario separarlo inmediatamente de los demás.

A ser posible, se debe, después de secar la madera del modo indicado, someterla á la acción de un calor bastante fuerte hasta que la superficie tome un color moreno oscuro.

Si la madera ha de ser usada en parajes húmedos, entonces es necesario cubrirla de una sustancia que la haga impermeable á la humedad que pudiera introducirse en el interior. Se usa con este objeto pinturas con aceite de linaza, ó el aceite sólo, ó alquitrán. Pero, con respecto á este uso, debemos advertir lo siguiente: Que estos baños, ya sean de aceite, ya de alquitrán, deben darse cuando se considere que la madera esté perfectamente seca, pues de lo contrario más bien serán perjudiciales, desde que habiendo en el interior restos de humedad, ésta no tendrá por donde salir y quedará, por tanto, una causa segura de destrucción. Por esta razón, cuando no se tenga seguridad de que la madera esté perfectamente seca, será muy conveniente dejar uno de los lados de la pieza (aquel que esté á cubierto de la humedad) sin darle baño de ninguna clase, hasta después de algún tiempo, para que pueda verificarse la evaporación de la humedad.

Muy ventajoso, será también, para el objeto de que tratamos, combinar estos baños de aceite, alquitrán, etc., con el siguiente procedimiento que indica Wagner en su química industrial: la absorción de la humedad y de los agentes destructores se opera con más facilidad por los extremos de las piezas; convendrá, pues, buscar un medio para sellar, podemos decir, herméticamente estos extremos. Esto se consigue introduciéndolos en un carburo de hidrógeno, como bencina, petróleo, etc., y encendiéndolos en seguida hasta que se apague la llama, y si entonces se los introduce en una mezcla de pez negra, alquitrán ó goma laca, ó en asfalto, que es mucho mejor, se obtiene el resultado que se busca.

5. *Procedimientos para eliminar la savia.*—Varias veces hemos indicado anteriormente la influencia nociva de la savia para la duración de la madera. Hemos visto también como puede evitarse esto, aunque no de un modo completo, pues, las precauciones indicadas en el número 3, si bien son recomendables, podemos decir que no son suficientes, para eliminar comple-

tamente este elemento destructor. Por esta razón vamos á exponer ahora algunos otros procedimientos que dan un resultado más satisfactorio. De los varios que se han propuesto con este fin, tres son los más notables, conocidos todos con el nombre de *lexiviación ó lavado*

El primer procedimiento consiste en introducir el madero en una corriente de agua fría, procurando, sobre todo, colocar el extremo radial opuesto á la corriente. El agua, por la presión hidrostática, va penetrando en la madera y, disolviendo los principios gomosos de la savia, acaba por desalojarlos, dejando á aquella, más pura. La operación será más ventajosa mientras más rápida sea la corriente de agua, y por esto será mejor colocar los troncos debajo de una chorrera. Este procedimiento, si bien fácil y poco ó casi nada costoso, exige para llegar á su fin mucho tiempo, pues se ha observado que el agua fría penetra y disuelve con mucha lentitud, sobre todo cuando las piezas tienen grandes dimensiones.

Por la razón anterior se ha propuesto el siguiente procedimiento, conocido con el nombre de *cocción*, método que produce mejores resultados que el anterior, tanto en vista de la rapidez con que se consigue el fin, como también por responder mejor á la eliminación de la savia. Las piezas cuya savia se va á eliminar, se introducen en una caldera de hierro colado, en la cual se hace hervir agua por más ó menos tiempo según sean las dimensiones de las maderas. La figura 1.^a representa en corte transversal y en proyección horizontal, un aparato destinado á este objeto. *A* es la caldera en la cual se colocan las piezas, procurando por cualquier medio sencillo que no toquen al fondo mismo del recipiente, porque el calor directo del doble hogar *B, B*, sería perjudicial para la calidad de la madera. *C, C*, son chimeneas correspondientes á cada uno de los hogares, cuyo objeto es dar salida á los productos de la combustión. Para subir á la parte superior de la mampostería, que sostiene el recipiente, hay dos escaleras *E, E*,; dos grúas *G, G*, sirven para la inmersión y emersión de las piezas.

Si no se puede disponer de una caldera de grandes dimensiones, como la representada en la figura que hemos descrito anteriormente, se la sustituye por grandes cajas formadas de madera. El agua en la cual se va á hacer la cocción se calienta entonces por medio de una corriente de vapor, dirigida por un tubo adaptado al efecto, desde un generador cualquiera.

Este procedimiento de cocción, si bien es cierto que, como dijimos al principio, responde á la eliminación de la savia, pero tiene el inconveniente de destruir en algún tanto la constitución de la fibra leñosa, sobre todo, si la operación se lleva á cabo con una temperatura muy elevada. Por esta razón se ha propuesto un tercer procedimiento que no tiene el inconveniente señalado, y es el tercero de que hemos hablado.

En este tercer procedimiento se utiliza la acción del vapor. El aparato que en corte transversal y en proyección horizontal representamos en la figura 2, sirve para este objeto. Consta de dos partes principales: de un generador cualquiera *C*, destinado á la producción del vapor, y de un recipiente ó capacidad *A* para colocar allí la madera que se va á lejiar. Este recipiente puede ser de madera ó de albañilería; el representado en nuestra figura es de la primera sustancia; sin necesidad de explicación hace comprender perfectamente el modo como está construído. Únicamente debemos advertir que cualquiera que sea el género de construcción, debe ser de paredes resistentes, y los ensambles y uniones bien hechos; lo primero para que pueda resistir á la tensión del vapor, y lo segundo para evitar que éste se escape por las uniones. El recipiente se pone en comunicación con el generador por medio de un tubo *T*, el cual lleva una llave *r* para graduar la cantidad de vapor que debe entrar en el recipiente, ó interrumpir completamente la comunicación. En este último caso, para evitar la ruptura de la caldera, se abre la válvula de seguridad que, como todo aparato destinado á producir el vapor, debe llevar; así como también, silvato de alarma, indicador de nivel, etc., aparatos propios para la seguridad. Si la operación se quiere hacer con vapor á alta presión, entonces en lugar del recipiente de madera se hace uso de un tubo de palastro.

La operación misma se lleva á cabo de la siguiente manera: Se colocan las maderas en el recipiente, cubriendo los intersticios que resulten, por cualquier medio sencillo, con los extremos radiales hácia la parte por donde tiene lugar la entrada del vapor; este condensándose, por la presión que sufre va penetrando y disolviendo los elementos de la savia, que empujados por la misma presión terminan por salir por los extremos opuestos de las piezas. Al líquido resultante de esta operación se le da salida por una abertura *m*, la cual se cierra y abre á voluntad, llevando al efecto una pieza de madera que se ajusta perfectamente al orificio ó abertura indicada. El líquido ó disolución tiene al principio un color más ó menos oscuro, el cual, conforme la operación va avanzando, váse aclarando hasta adquirir una completa transparencia que indica el término de la operación.

Si se quiere al mismo tiempo embrear la madera con el fin de hacerla impermeable á la humedad, nada más ventajoso que emplear este mismo procedimiento; pues basta para el efecto añadir al agua del generador, cuando la operación está al terminarse, alquitrán de hulla. Vaporizándose éste y conducido al recipiente, penetra en las maderas con igualdad y en todo el interior, produciendo un resultado más satisfactorio que el que se podría conseguir dejándolas en un baño simplemente.

Respecto á la temperatura del vapor, con que se lleva á cabo estas operaciones, debemos decir que muchos autores creen, y

con justa razón, que no debe pasar de 60 á 65° centígrados, y que una temperatura de 100°, ó mayor, talvez sería perjudicial á la fibra leñosa.

A la madera una vez lejiada, según cualesquiera de los procedimientos discretos, se debe secarla con gran cuidado, siguiendo en todo, para el efecto, las indicaciones que hemos dado en el número 4.

Fuera de estos tres últimos procedimientos que hemos indicado para eliminar la savia, hay también otros, como el de hacer uso de una compresión mecánica, de la presión atmosférica, etc., pero, por no prestarse sino para casos limitados, es decir para maderas de pequeñas dimensiones, no los describimos de una manera especial. Diremos sin embargo que el de la compresión mecánica se lleva á cabo pasando las maderas, que deben ser delgadas, por un aparato semejante á un laminador. Para el de la presión atmosférica se usan bombas de compresión, inyectando aire en unas cajas metálicas que se adaptan á los extremos radiales de las piezas que van á ser tratadas.

6. *Modificación química de los elementos de la savia.*—Casi todos los procedimientos directos para eliminar la savia hasta aquí discretos, son más ó menos complicados, y exigen por lo general aparatos costosos. Por estas dos razones se han buscado métodos que, siendo más sencillos y baratos, produzcan al mismo tiempo el resultado que se desea. Estos métodos se han encontrado recurriendo á la Química, cuyos adelantos han llegado en estos últimos tiempos á una gran altura, sobre todo en sus aplicaciones á las artes y á las industrias. El Ingeniero y el Arquitecto encuentran en esta ciencia auxilios poderosos para llenar su objeto. Siendo, como hemos dicho, las maderas, elementos preciosos para las diversas construcciones que tienen que llevar á cabo, no podían pasar desapercibidas como objeto del estudio de la Química en sus múltiples aplicaciones. Veamos, pues, como nos presta auxilio para el objeto de que tratamos.

Sabemos de la ciencia indicada, que al combinarse dos cuerpos resulta un tercero de propiedades enteramente distintas de los dos que entraron en combinación. Así, por ejemplo, al combinar dos volúmenes de Hidrógeno con uno de Oxígeno, resulta el agua, cuerpo enteramente distinto de los dos, pues al paso que los unos son gaseosos el otro es líquido. En esta propiedad descubierta por la Química, estriban todos los métodos que deben seguirse para dar duración á la madera. En efecto, por todo lo que hemos dicho hasta aquí sabemos que la fermentación de los elementos de la savia es una de las causas principales y determinantes para la putrefacción de la madera. Si logramos, pues, evitar la fermentación citada, tendremos el problema resuelto. Esto se consigue combinando los elementos de la savia con algún cuerpo, de modo que se forme un tercer compuesto que ya no sea susceptible de fermentar. Con este objeto se han indica-

do muchas preparaciones más ó menos buenas y ventajosas; mas nosotros sólo indicaremos algunas pocas, que nos parecen las principales.

M. Kyan aconseja tratar las maderas con bicloruro de mercurio. La solución se hace en la proporción de un kilogramo de este cuerpo y 40 á 46 litros de agua. Si la solución se quiere menos concentrada, la proporción puede ser de 1 kilogramo de sublimado y de 80 hasta 180 litros de agua. Las piezas se colocan en recipientes de madera que contienen la disolución y según las dimensiones de la sección transversal se las deja más ó menos tiempo hasta que acaben de impregnarse completamente. Se ha computado, en general, que para piezas de 0^m25 á 0^m30 de escuadría quedan impregnadas al cabo de 18 días; las de 0^m20 á 0^m25 al cabo de quince días; y las de 0^m15 á 0^m20 después de 10 días. En todo caso no se puede fijar una regla segura sobre este particular, pues depende de la naturaleza misma de la madera y de su mayor ó menor porosidad. Sólo la experiencia puede enseñar para cada clase cuánto ha de durar la inmersión.

Cuando ésta ha terminado, se sacan las piezas, se las lava con agua y se las deja secar conforme á las indicaciones dadas en el número 4.

La impregnación del bicloruro de mercurio ha dado lugar á una combinación química: este cuerpo y los elementos de la savia al combinarse producen protocloruro, (calomelanos) cuerpo insoluble que no da ya lugar á la fermentación de la savia, consiguiéndose, por tanto, lo que se deseaba.

La madera preparada por este procedimiento, se ha sometido á varias pruebas, con el objeto de confirmar su eficacia. Se han introducido, al efecto, piezas inyectadas de bicloruro y al mismo tiempo otras sin inyectarse, en depósitos de materias orgánicas en putrefacción. Las segundas, al cabo de un año se han encontrado completamente podridas, al paso que las primeras se han sacado intactas al cabo de cinco años.

Con el objeto de que la operación sea llevada á cabo en menos tiempo M. M. Breant ha indicado ejercer una fuerte presión en el líquido que contiene la madera. Con el mismo objeto puede seguirse el procedimiento de Moll, el cual consiste en inyectar en las piezas una corriente de vapor, en seguida dejarlas enfriar y luego introducir las por los extremos radiales en la disolución. Formándose entonces el vacío en los poros, la presión atmosférica impele el líquido hácia estos mismos poros vacíos. La solución empleada tanto por Breant como por Moll es el mismo bicloruro de mercurio.

Sin embargo de los buenos resultados obtenidos con esta solución, no se la usa ya sino muy poco, tanto por ser muy costosa, como también por los efectos nocivos para la salud de los operarios ocupados en las manipulaciones; pues á pesar de todas

las precauciones que se han tomado, los casos de envenenamiento han sido muy comunes.

El uso del líquido conservador de Burnett ha producido muy buenos resultados. Se compone de 1 kilogramo de cloruro de zinc y de 90 litros de agua.

No deja de tener también buenas propiedades para el efecto, una disolución de cloruro de sodio ó sal común, sustancia relativamente poco costosa.

Pero mejor que todas las disoluciones anteriores, es sin duda alguna la del sulfato de cobre; pues sobre producir más satisfactorios resultados, es sustancia más barata.

Pero sea cualquiera la disolución empleada, los métodos mecánicos destinados á inyectar las maderas, tienen el inconveniente de exigir aparatos costosos, y luego, sobre todo, requieren mucho tiempo. Estos inconvenientes ha hecho desaparecer el Dr. Bucherie por medio de un método bien sencillo.

Según este método se puede inyectar la madera estando los árboles en pie, ó ya cortados. En uno y otro caso se aprovecha de la fuerza propia, podemos decir, de los árboles; fuerza cuyo efecto es hacer subir la savia de la raíz á las partes superiores.

Para inyectar los árboles cuando están en pie no se hace otra cosa sino abrirles un agujero y ponerlo en comunicación con un depósito que contenga el líquido conservador. En virtud de la fuerza de que hemos hablado anteriormente, no tarda en inyectarse completamente toda la madera.

Los árboles cortados conservan hasta después de algunos días la fuerza ascensional de la savia; cortándolos, pues, é inmediatamente introduciendo su extremo radial en el líquido conservador, se obtiene el mismo efecto que si estuvieran en pie.

Con el objeto de acelerar más la operación anterior, en lugar de introducir simplemente las piezas cortadas en la disolución, se favorece la acción de la savia con la presión hidrostática. Al efecto, y según indica en corte vertical la figura 3, en el extremo radial del tronco, se adapta una caja metálica ó de caucho *C*, en comunicación por medio de un tubo *T* con el recipiente *R* que contiene la disolución que va á emplearse. Este recipiente debe estar colocado lo más alto posible á fin de que la presión hidrostática sea mayor.

Las disoluciones empleadas para todos estos casos han sido el pirolignito de hierro, cloruro de zinc, sulfato de hierro, sulfato de zinc, sulfato de cobre, aceite esencial de brea. Estos dos últimos cuerpos han producido los mejores resultados.

7. *Medios empleados para disminuir la combustibilidad de la madera.*—Relacionado con todo lo que hemos expuesto sobre la conservación de la madera está también el estudio sobre los medios de hacerla menos combustible. Al efecto, indicaremos ligeramente algunas preparaciones para conseguir este objeto.

Una disolución en agua de cloruro de sodio con igual canti-

dad de alumbre ha producido buenos resultados. Se ha propuesto también el empleo del fosfato y del borato de amoniaco; mas lo caro de estas sustancias, hace difícil su empleo para los casos ordinarios de la práctica.

Según varias experiencias parece que la mejor preparación para el objeto de que tratamos, es el cuerpo conocido con el nombre de vidrio soluble. Este cuerpo que no es otra cosa que un silicato de potasio ó de sodio, á más de ser muy soluble en el agua hirviendo, tiene las mismas propiedades que el vidrio ordinario. Se da á las maderas un baño de este cuerpo en disolución, ó se las inyecta, según el procedimiento de Bucherie, y se obtiene así madera incombustible.

Sin embargo debemos añadir, que ni esta última preparación ni las anteriores, producen un resultado completo; lo que únicamente se consigue por medio de ellas es disminuir en algún tanto la combustibilidad, defecto gravísimo de las maderas, al lado de las ventajas que tienen para las construcciones.

ESCUADRAR LOS ÁRBOLES.

8. Después de hacer la tala de los árboles, con las precauciones que hemos indicado, la operación que en seguida hay que llevar á cabo, es el escuadrarlos. Según los diversos fines á que han de ser destinados, tendrán de sección la figura conveniente. El problema que aquí vamos á resolver, es el modo de escuadrar más económico, dando al mismo tiempo á la viga que resulte, la forma más resistente: ó en otros términos inscribir en un círculo de radio dado un rectángulo de modo que sea un máximo para el momento de fractura.

Sea pues $A B C D$ el árbol del cual se debe cortar la viga (figura 4).

Supongamos el problema resuelto, y sea por tanto $L N P Q$ la mayor sección ó el rectángulo de resistencia máxima. En seguida tracemos el diámetro $L P$, que lo llamaremos d ; sea además a el ancho ó la base del rectángulo, y h su altura, entonces por el teorema de Pitágoras tendremos:

$$h^2 = d^2 - a^2 \quad (\alpha)$$

Ahara bien, la fórmula del momento de fractura de un rectángulo es la siguiente:

$$M = \frac{R}{6} a h^2 \quad (\beta)$$

en la cual R es la resistencia absoluta del material.

Sustituyendo en esta última fórmula el valor de h encontrado en la ecuación (a) tendremos:

$$M = \frac{R}{6} a(d^2 - a^2);$$

introduciendo a en el paréntesis se obtiene:

$$M = \frac{R}{6} (ad^2 - a^3). \quad (\gamma)$$

Ahora bien, para que la viga $LNPQ$ sea de máxima resistencia, es necesario que LQ y LN tengan tales dimensiones, que ah^2 sea un máximo, puesto que sólo esta cantidad es variable en la ecuación (j). Veamos pues cómo se encuentra este máximo.

Diferenciamos la ecuación (γ) con relación á a

$$\frac{dM}{da} = \frac{R}{6} (d^2 - 3a^2) = 0$$

hacemos igual á cero, puesto que por el Cálculo Diferencial sabemos que para tener un máximo, la derivada primera debe ser igual á cero.

Ahora, para que un producto sea cero uno de los factores debe serlo; así obtenemos

$$d^2 - 3a^2 = 0$$

de donde se saca que

$$a^2 = \frac{1}{3} d^2$$

Sustituyendo este valor de a en la ecuación (a) tenemos

$$h^2 = \frac{2}{3} d^2$$

Formando proporción con estos valores de a y de h sacamos

$$\frac{a^2}{h^2} = \frac{\frac{1}{3} d^2}{\frac{2}{3} d^2}$$

Extrayendo la raíz cuadrada y suprimiendo el factor común d se obtiene

$$\frac{a}{h} = \frac{\sqrt{\frac{1}{3}}}{\sqrt{\frac{2}{3}}} = \frac{5}{7} \quad (\delta)$$

aproximadamente.

De esta última conclusión se deduce la siguiente regla práctica:

Para escuadrar los árboles del modo más económico y cuya sección sea un máximo de resistencia á la fractura, se los escuadra de modo que el ancho y la altura estén en la relación de 5 á 7.

9. *Por construcción geométrica.*—Con exactitud se obtiene también la resolución del problema que acabamos de estudiar, por medio de una sencilla construcción geométrica. Al efecto, al diámetro LP se lo divide en tres partes iguales; en seguida se levantan las perpendiculares NE y HQ por los puntos de división hasta tocar en la circunferencia; por los puntos en ésta determinados se trazan las líneas LN , NP , LQ , PQ , hasta tocar el diámetro y de esta manera queda resuelto el problema; pues por un teorema muy conocido de la geometría elemental, tenemos las ecuaciones

$$a = \sqrt{\frac{1}{3} d^2} \text{ y } h = \sqrt{\frac{2}{3} d^2}$$

de las cuales podemos obtener la misma conclusión sacada de la ecuación (6).

ENCORVACIÓN DE LA MADERA.

10. Para varios fines industriales, y sobre todo para los puentes de madera, ya sean éstos suspendidos, ya sostenidos por arcos de esta sustancia, es necesario tener maderas que afecten la forma curva. En los bosques alguna que otra vez se encuentran árboles que tienen más ó menos esta forma; pero los casos son raros y, sobre todo, la curva que afectan es caprichosa y sin sujeción á ninguna ley geométrica, siendo, por tanto, algo menos que inservibles para fines determinados. Por esta razón, y no ofreciendo la naturaleza, generalmente, sino árboles ractilíneos se han buscado procedimientos para encorvar la madera en la forma que se necesite. Estos procedimientos conocidos con el nombre de encorvación, comprenden dos operaciones: la una que podemos llamarla preliminar y la otra la esencial, ó encorvación misma.

La operación preliminar cuyo objeto es reblandecer la madera para que ésta reciba fácilmente la forma que se la va á dar, puede llevarse á cabo por tres métodos distintos, á saber: por medio de agua hirviendo; por medio de arena húmeda y caliente y; por medio del vapor.

11. *Reblandecimiento con agua hirviendo.*—Esta operación se lleva á cabo en un aparato en todo semejante al representado en la figura 1^a y que ya nos sirvió para la eliminación de la savia. Con el objeto de tener al mismo tiempo las piezas de madera encorvadas, de buena calidad, pueden llevarse á sufrir la encorvación, inmediatamente después de hacer en el aparato in-

dicado la eliminación de los elementos de la savia. De esta manera se consigue dos resultados al mismo tiempo, evitando, por tanto, lo costoso de una segunda operación y el tiempo que ella demanda. En fin, todo lo que dijimos en el número 5 al tratar del procedimiento conocido con el nombre de cocción, vale para la operación presente.

12. *Reblandecimiento con arena húmeda y caliente.*—Este método produce mejores resultados que el que acabamos de describir. El aparato en el cual se lleva á cabo esta operación, se diferencia del anterior en que el fondo del recipiente es simplemente una placa de tol, sostenido por debajo con barillas de hierro. A los lados de este recipiente hay unas plataformas de madera, lo mismo que una pequeña caldera cuyo objeto es contener agua hirviendo. La operación misma se lleva á cabo de la siguiente manera: se llena de arena el recipiente y se enciende el fuego de una ó dos hornillas que quedan debajo de la placa de tol; cuando aquella está ya algo caliente se separa parte y se la coloca en las plataformas que hemos indicado, dejando solamente en el fondo una capa de unos 0^m.06 á 0^m.07, la cual se rocía con agua hirviendo tomada de la pequeña caldera. En seguida se coloca, sobre la capa de arena indicada, las maderas destinadas al reblandecimiento, procurando que estén separadas unas de otras; los intersticios que resulten se van llenando con la arena que se retiró á las plataformas, la cual debe rociarse también con agua hirviendo. De esta manera se forma otra capa de 0^m.06 á 0^m.07 y se vuelve á colocar otra fila de maderas, y así hasta llenar el recipiente. En este estado se sigue avivando el fuego y rociando continuamente la arena con el agua caliente, hasta el término de la operación, el que depende de las dimensiones transversales de las piezas.

13. *Reblandecimiento por medio del vapor.*—Para reblandecer la madera por este medio, se hace uso del mismo aparato que describimos en el número 5 para la extracción de la savia por el vapor, y que está representado en la figura 2. Todo lo que allí dijimos se debe tener presente para este caso, lo mismo que lo indicado en el número 11 sobre la manera de utilizar ambas operaciones á la vez. Sólo añadiremos ahora que este medio de reblandecer la madera, es el que mejores resultados ha producido.

14. *Encorvación de la madera ya reblandecida.*—Una vez reblandecida la madera, según cualesquiera de los métodos descritos anteriormente, se la lleva, lo más pronto que se pueda á los moldes ó plantillas donde debe sufrir la encorvación. Estos moldes ó plantillas pueden tener formas variadísimas, según los fines que se deseen; mas los que nosotros vamos á describir, sirven para dar la forma circular, forma que sirve para la construcción de puentes de madera.

El representado en la figura 5, sirve para encorvar trozos no

muy gruesos y se lo compone de la siguiente manera: Sobre un suelo plano y horizontal se clavan fuertes estacas de madera a, a, a, \dots en el sentido cóncavo de la curva; por medio de un sistema de poleas p, p , sujetadas á fuertes estacas e, e , ó por medio de un cabrestante, se va dando la forma. Conforme vaya teniendo lugar el contacto con cada una de las estacas de la parte cóncava, se van clavando las estacas b, b, b, \dots en la parte convexa. Con el objeto de no retardar esta operación, se tienen de antemano abiertos los agujeros que han de recibir las estacas b, b, b, \dots .

En la figura 6 representamos en proyección horizontal, otro sistema mejor que el que acabamos de describir. c, c, c, \dots son maderas escuadradas, colocadas, como antes, en el sentido cóncavo de la curva. La pieza A B que se va á encorvar, se asienta sobre los pequeños trozos de madera t, t, t, \dots colocados en el mismo plano. Conforme vaya ejecutándose la operación, se van clavando en la parte convexa las estacas d, d, d , en agujeros que al efecto se prepara de ante mano. Con el objeto de evitar los movimientos verticales de la pieza A B, se unen con abrazaderas de hierro h, h, h, \dots superior é inferiormente, las estacas c, c, c, \dots y las d, d, d, \dots y se cierra todo con las cuñas n, n, n, \dots . El corte vertical hecho según la línea P Q, (fig. 7), muestra con más claridad el aparato; al efecto, indicamos con las mismas letras acentuadas la correspondencia de los piezas.

Con el objeto de encorvar varias piezas á la vez, lo que no se consigue con los aparatos anteriores, se hace uso del aparato que en proyección vertical representamos en la figura 8. Se compone de varios tirantes horizontales a, a, a, \dots sostenidos á la altura conveniente, según el desenvolvimiento que se va á dar á la curva, por fuertes estacas verticales ó inclinadas b, b, b, \dots . Para darlas estabilidad, se las une entre sí por medio de los tirantes c, c, c, \dots . Con el mismo objeto se unen las piezas gemelas en sentido de los tirantes horizontales a, a, a , por mede cruces de San Andrés, como lo manifiesta la figura 9, corte vertical de la anterior. Por medio de la tracción de las poleas p, p , va teniendo lugar el contacto de la pieza A B, que se va á encorvar, sucesivamente con los tirantes horizontales a, a, a, \dots los cuales se van sujetando con abrazaderas de hierro á otras piezas d, d, d, \dots y cerrando todo con las cuñas f, f, f, \dots .

Una vez que ha terminado la operación se dejan secar completamente las piezas en los mismos moldes ó plantillas.

CONCLUSION.

No terminaré estos ligeros apuntes sobre la madera, sin manifestar la necesidad que hay de estudiar de un modo especial las variedades que existen en nuestro territorio. Los datos

que en los libros se encuentran sobre la construcción y resistencia, se refieren á maderas europeas, y, por lo mismo, poca utilidad pueden prestarnos, ya que muchas variedades no existen aquí. De desear sería que la Facultad de Matemáticas pudiera pedir á Europa aparatos para ensayar, sobre todo, y de una manera precisa, la resistencia de nuestras maderas, para tomar datos prácticos y seguros en los cálculos que se ofrezcan. Mientras no se hagan estos ensayos, los cálculos sobre resistencia de maderas no tendrán toda la exactitud apetecible.

Quito, 28 de noviembre de 1892.

C. Arturo Martincz.



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL



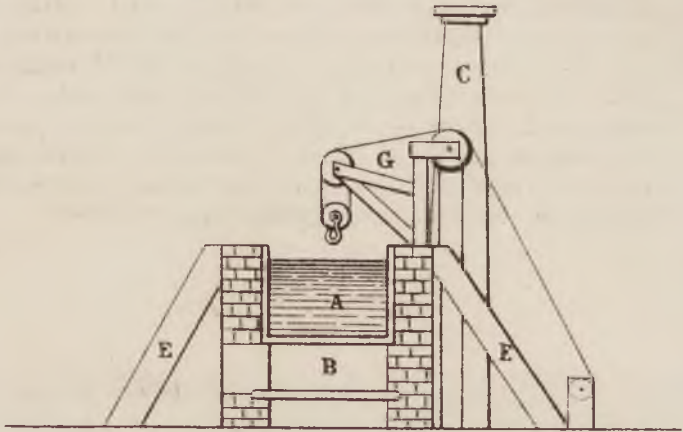
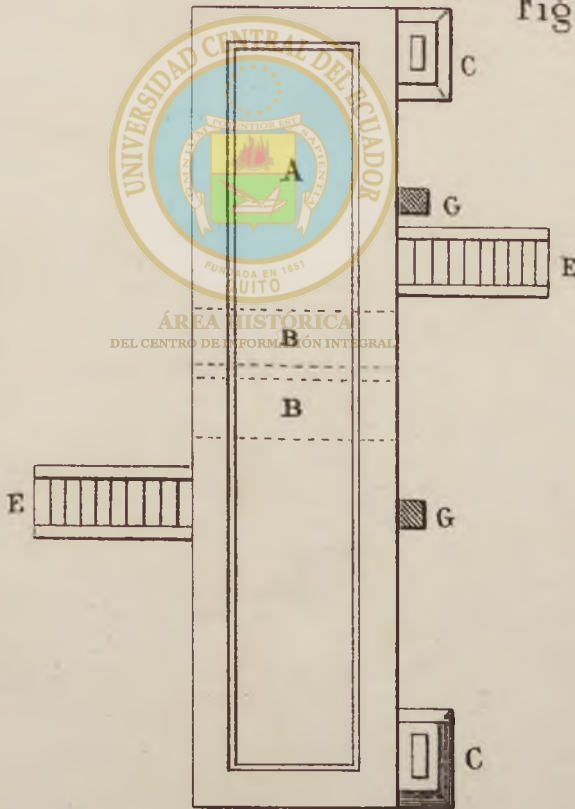


Fig 1ª



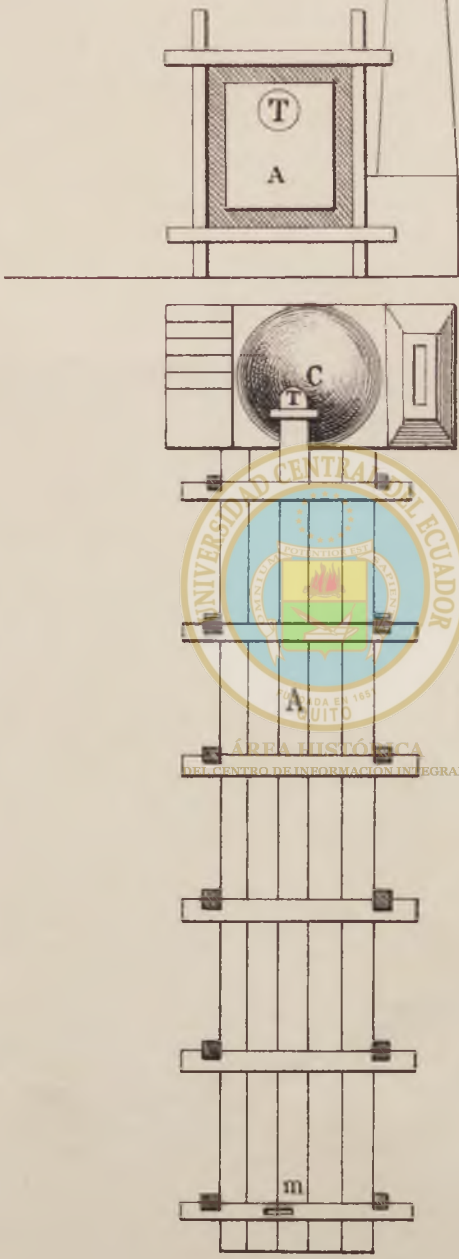
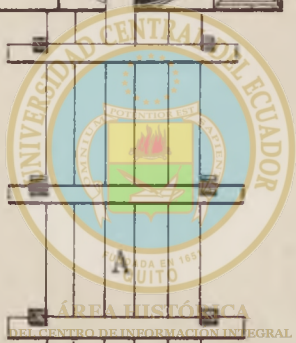


Fig. 2.



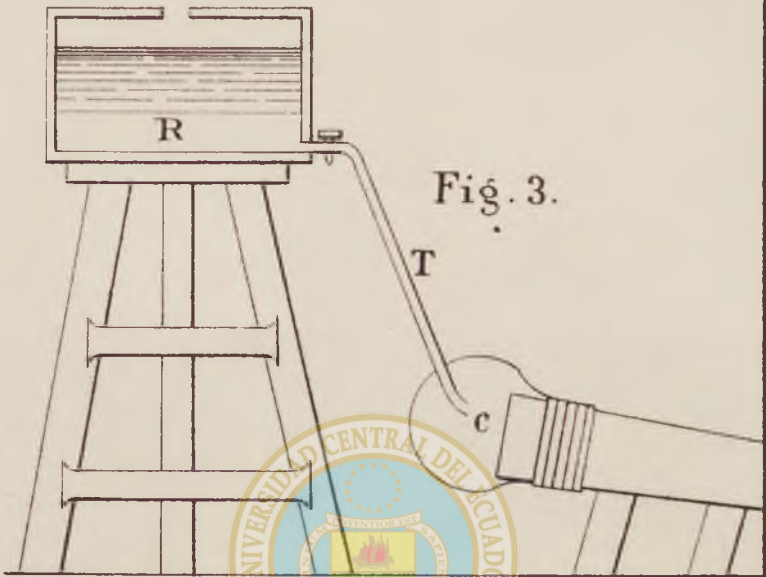


Fig. 3.

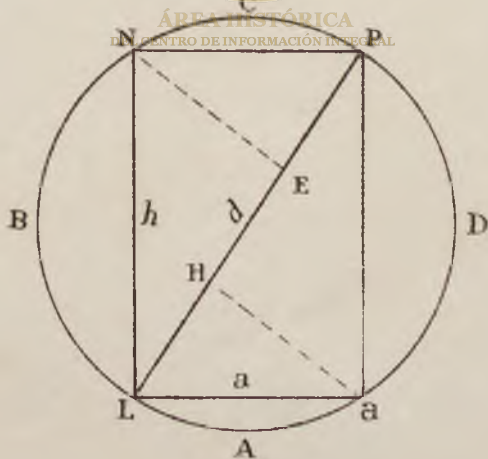


Fig. 4.

