

bido a su baja conductividad térmica, por lo cual puede mantener su resistencia en condiciones en que falla el acero. La combustión propiamente dicha depende de muchos factores como son: tamaño y distribución, fuente de aire, disipación del calor, tipo de madera, humedad, etc. La madera podrida seca se quema mas rapidamente que la sana.

C.- ATAQUE DE LOS INVERTEBRADOS.- Algunos insectos, moluscos y crustáceos son capaces de atacar la celulosa, al parecer por una especie de "simbiosis" con bacterias que viven en su intestino, en algunos casos se han hallado enzimas en el jugo digestivo de algunos como el Hélix, Teredo y otros. También se ha encontrado una relación estrecha entre la putrefacción y el ataque de insectos, por ejemplo, muchos de ellos no atacan por la presencia de la lignina, pero en cuanto ésta es eliminada por algún hongo, el ataque se desarrolla rapidamente.

2.- MOLUSCOS Y CRUSTACEOS.- Entre los primeros se encuentran el Teredo Navalis, Xylotrya, el Bankia, Gouldi y el Martensia, y entre los crustáceos el Limnoria, el Sphaeroma y el Calura. Los primeros penetran en la madera cuando son pequeños y luego crecen, mientras los segundos la atacan exteriormente por lo que se nota mas fácilmente. El Teredo (Teredo Navalis) y el Xylotrya son similares en apariencia y modo de vida y debido a su forma alargada se les llama frecuentemente gusanos de barco, también se les llama Broma, Taraza o Termitas de mar, causan estragos considerables en los puertos, puentes, barcos y en general en cualquier estructura de madera a lo largo de las costas. Al nacer constituyen pequeñas larvas arrastradas por la corriente, las cuales al chocar con la madera se fijan y penetran en unas dos horas, crecen 2 a 3 cms por semana, perforando la madera mediante una especie de cabeza en forma de concha, rellena de cientos de agudos dientes, la cual está dotada de un movimiento rotatorio; al mismo tiempo exudan una sustancia transparente que endurece las paredes. En la parte posterior tienen dos especies de sifones al final de la cola por uno de los cuales excretan la madera pulverizada y por el otro succionan sus alimentos del agua de mar, el cual consiste en bajas formas de vida animal. Generalmente su tamaño es de un máximo de 35 cms, con diámetro de 1cm, pero hay algunas especies de Xylotryas que alcanzan hasta 1.8 mts. de longitud. La mayor parte perforan unicamente la madera, pero una de las especies, la Pholada, perfora las rocas. Generalmente penetran perpendicularmente a la superficie y luego doblan en ángulo recto y lo curioso es que puede haber multitud de tuneles, sin que se cruce uno con otro, exteriormente solo se nota un pequeño orificio, por lo cual una madera atacada puede estar aparentemente bien pero destruirse facilmente a la menor presión. Según el Dr. Clappe, el teredo causa anualmente daños por valor de \$50,000.000 o más y ningún puerto en agua salada está seguro de sus ataques, desde el Artico hasta los Trópicos y además se desarrollan tan rapidamente que alcanzan concentraciones de 10 o mas por cm², destruyendo en pocos días la madera. Los otros moluscos son: El Bankia, similar en apariencia y modo de acción al Teredo y el Martesia, Lamelibranquio muy activo en el Golfo de México, muy dañino, causa perforaciones de 5 a 8 cms. por 3 a 5 cms. de diámetro. Entre los crustáceos, el Limnoria o piojo de mar es el mas peligroso, crece al tamaño de un grano de arroz y penetra rapidamente en la madera por medio de agudas quijadas, a razón de 1.5 cms. por año, son particularmente activos en aguas saladas claras, sobre todo en el Golfo de México y en la costa Norte del Pacífico, atacando los pilotes al nivel de la ba-

ja marea. Cuando están en gran número sus túneles quedan separados por paredes muy delgadas que se rompen con el golpe del agua, penetrando entonces mas profundamente. El Sphaeroma es parecido a ésta pero es muy grande y menos dañino, a veces se encuentra en aguas dulces.

2.- PRESERVACION DE LA MADERA.-

GENERALIDADES.- Como se ha visto, la madera es un material susceptible de deterioro por muchas causas, de aquí que su promedio de vida sea muy bajo y grandes cantidades se gasten anualmente en el reemplazamiento de la madera, destruida, con las pérdidas consiguientes: Por esta razón en la práctica moderna se tiende al empleo y producción de madera previamente tratada, de acuerdo con el uso y condiciones a que se vaya a sujetar, necesidad imprescindible que redunde en beneficio no solo del que usa, sino del país en general, ya que la madera ahorrada de este modo, queda para otros usos.

METODOS DE TRATAMIENTO.- se pueden clasificar en: A.- Carbonización superficial y B.- Tratamientos con preservativos.

A.- CARBONIZACION SUPERFICIAL.-

Consiste en carbonizar las fibras exteriores de la madera para formar una superficie libre de elementos susceptibles de ataque. Se emplea en algunas partes para los árboles que van a ser o han sido cortados, pero es poco usado para la madera, por su poca eficiencia y alto costo, además de que produce una disminución en la resistencia. Sin embargo se emplea algunas veces para la protección de postes.

B.- TRATAMIENTO CON PRESERVATIVOS.

SUSTANCIAS EMPLEADAS.- En primer lugar se tienen una serie de productos que se agrupan bajo el nombre de Cubiertas protectoras orgánicas (véase Cap.XVII.) de aplicación en el proceso de pintado y que solo preservan la madera contra la interperiey algo en algunos otros aspectos, pero que desde luego se hacen casi siempre indispensables. Los verdaderos preservativos empleados pueden considerarse de tres tipos: a.- Aceites tóxicos, relativamente insolubles en agua, principalmente materiales Bituminosos, Creosota o alquitrán de madera producto de café obscuro o negro de alta toxicidad fácil de aplicar y de bajo costo, tiene el inconveniente de su olor desagradable, de no poder pintarse y de disminuir la resistencia al fuego. b.- Sales solubles al agua. Solo son convenientes para lugares secos y madera que no se va a mojar, entre ellas se encuentran Cloruro de Zinc, solo o mezclado con con Dicromato de Potasio (18-20%) Floruro de Sodio, solo o mezclado con otros materiales se usa para madera estructural; Arsénico, empleado para postes y pilotes; Sulfato de cobre, tiende a corroer el acero, por lo que requiere equipo especial para su aplicación y Cloruro de Mercurio. c.- Sustancias insolubles en agua, disueltos en solventes volátiles. Productos fáciles de aplicar, incoloros, inodoros y limpios, usados para tratamientos de marcos, puertas, pisos, muebles, etc., entre ellos se encuentran. El Penta o tetracloro fenol, derivados halogenados del benceno, como el hexacloro benceno, el diclorobenceno, el D. D. T. etc. disueltos en solventes tales como nafta, gasolina, petróleo, bencina, etc.

METODOS.- 1.- Pintado.- Independiente de que la madera se haya impregnado o no con algun preservativo, en la práctica se acostumbra mas que para preservarla para darle una mejor apariencia, pintar la madera con algún producto adecuado, ya sea con brocha de mano o de

aire. Sin embargo por el mismo proceso se aplican algunos de los preservativos mencionados, principalmente la Creosota, la cual es calentada previamente a 100°C para fluidizarla. También es frecuente el empleo de una lechada de cal, sobre todo para proteger los árboles contra el ataque de insectos. Para este proceso se requiere que la madera esté bien seca para evitar rajaduras o agrietamientos y además cubrir periódicamente todos los defectos para formar una capa protectora sin solución de continuidad.

2.- INMERSION.- Para protección de la madera.- En grandes cantidades se sumerge en tanques o baños del preservativo (generalmente creosota) por unos pocos minutos. Se cubren mejor los defectos, con menos mano de obra, aunque se gasta un poco más de preservativo que en el pintado. Se emplea para durmientes de ferrocarril, postes, pilotes, etc.

3.- IMPREGNACION.- Es el método más importante desde el punto de vista industrial por su mayor eficacia, consiste como su nombre lo indica en la impregnación total o parcial de la madera con preservativos adecuados. La estructura de la madera juega un papel muy importante en este método. La madera de savia es más fácilmente impregnada que la de corazón (no en todos los casos), también la madera de primavera lo es con respecto a la de verano (en algunos casos es al revés, pinos, encinos), siendo por lo tanto la absorción más uniforme en las maderas de poros difusos o en las que presentan menos diferencias. Para una especie en particular la absorción varía inversamente con la densidad. La corteza es casi impenetrable, por lo que deberá eliminarse antes de la preservación lo cual evita también el ataque de los hongos e insectos. La madera debe estar apropiadamente secada. Cuando la Madera no tiene conductos radiales que faciliten la distribución del preservativo, se pasa por unos rodillos dentados que penetran la madera de 1 a 2 cms.

a.- Impregnación sin presión.- Consiste en la impregnación de los preservativos por simple absorción o por acción de la presión atmosférica, es poco costosa, pero produce poca penetración, requiere gran tiempo y no produce uniformidad. Se verifica calentando la madera en tanques abiertos en contacto con el preservativo y elevando gradualmente la temperatura hasta $100-150^{\circ}\text{C}$ durante una o dos horas, con objeto de expulsar la humedad y el aire encerrado, se deja enfriar en el mismo tanque o se pasa a otro tanque con preservativo, de tal manera que los gases y el aire residuales se contraen produciendo un vacío que tiende a llenarse con el preservativo al empuje de la presión exterior. El proceso puede emplearse para la aplicación de Creosota, aceite crudo o cloruro de zinc. La madera que se emplea en lugares secos se somete a menudo a la acción durante varios días de una solución al 1% de Bicloruro de mercurio, según el grosor de la pieza es el número de días (un día por 25 cms.) y la penetración no excede de 6 mm.

b.- Preservación a presión.- Es el método más efectivo y el único que puede usarse para ciertas maderas (Abeto Douglas, Pinabete, Sequoias, etc.) Consiste en colocar la madera en cilindros de acero de 40 a 50 mts. de largo y 2 de diámetro. En ellos se hace el vacío o se aplica el aire comprimido a 5 Kgs/cm^2 , antes de aplicar el preservativo. Este se inyecta a una presión de $7-12\text{ kg/cm}^2$, la cual se mantiene hasta que ha penetrado la cantidad deseada. Los preservativos empleados son: Creosota (5 a 10 Kgs./pie³) y cloruro de zinc ($1/4\text{ Kg.}$ de solución al 2.5%). La cantidad varía con el método empleado. Si en lugar de vacío se aplica aire comprimido antes del tratamiento o vacío después para eliminar el exceso de pre-

servativo la cantidad es menor (3 a 5 kgs.) A veces se hace un tratamiento de ambas sustancias, mezclandolas por agitación.

PRESERVACION CONTRA LA PUTREFACCION.- El factor más importante es la regulación del contenido de humedad (12-15%), evitar variaciones en el mismo, lo cual depende de las condiciones exteriores, que no deben de ser adecuadas para el desarrollo de los hongos, o sean: baja humedad y suficiente ventilación, disponiendo cámaras de aire cuando sea necesario (entramados, techos, etc.). Pueden emplearse los preservativos comunes y sobre todo sustancias "Fungicidas" entre ellas: a.- Compuestos de cobre: Sulfato al 15%, Naftenato de color y olor desagradable, Quinolina, resistente a los rayos solares y Fenil salicilatos (Dawicide). b.- Compuestos de zinc, de menos poder pero incoloros e inodoros, Cloruro al 5%. Oxido en pinturas, Fenato y Naftenato. c.- Compuestos de mercurio, Cloruro al 7% compuestos Fenil Mercúricos, 10 veces más efectivos en pinturas contra el enmohecimiento. d.- Compuestos fenólicos, Halogenados, Nitrados, Fenilados o Benzoilados del fenol, creosol o xilol, entre ellos el Tetra y Penta cloro fenoles (Dawicides), el Diclorofeno (Fungicida-6-4), el Santophen 20 (Pentaclorofenol), etc. Una vez atacada la madera puede combatirse los hongos tratando con aire caliente a 100°C o eliminando las partes afectadas por raspado, incluyendo las juntas de los muros y lavado con ácido clorhídrico o fénico diluido o pintandolos con Isol y productos semejantes, recubriendo las partes afectadas con algún mortero o madera seca impregnada o protegida.

PRESERVACIONES CONTRA EL FUEGO.- Se puede cubrir o impregnar con soluciones de silicato de sodio y carbonato de calcio o arcilla; cal apagada con cloruro de calcio; soluciones saturadas de sulfato, fosfato o borato amónicos; con cloruro de zinc y luego silicato de sodio, etc. Estas sustancias solo dificultan la inflamación de la madera, permitiendo solo su carbonización. Para maderas expuestas a la humedad es suficiente impregnarlas con Borato de Zinc (Bórax al 10% más cloruro de zinc al 3%). Las pinturas ordinarias no ofrecen ninguna protección.

PRESERVACION CONTRA LOS INVERTEBRADOS.- Impregnación con sustancias repelentes de insectos venenosos: Creosota (Principal) Cloruro de zinc, Bicloruro de mercurio, etc. Para combatirlos se emplea el verde de París o flousilicato de sodio, el D.D.T., derivados clorados del Benceno (B.H.C.) y otros gases de guerra disueltos en creosota y otros disolventes. Para las Termitas y otros insectos se cubre la madera con bases de concreto, ladrillo, mortero de cemento o madera tratada, se completa la protección poniendo láminas de hierro que se proyectan 5 cms. horizontalmente y luego bajan a 45° y placas circulares de 7 cms. alrededor de los tubos.

Para los moluscos y crustáceos pueden recubrirse los pilotes con concreto o tubos de fierro o pinturas viscosas especiales que pueden o no contener materias venenosas y estar o no recubiertas con tela y pintados nuevamente, también es útil el creosotado, el tratamiento con sulfato de cobre o el revestimiento de la superficie con clavos de cabeza ancha.