

# Protección superficial de la madera

Adaptación del artículo *La protection des bois à l'exterieur* de Boris Potapov.

por *Fernando Peraza, Ingeniero de Montes, AITIM.*

La protección de la madera contra los agentes externos -sobre todo el sol y la lluvia -es condición necesaria para mejorar su mantenimiento.

El autor, B.Potapov, del CTBA, analiza los factores relativos a la exposición, el soporte, los productos y su puesta en obra.



## Introducción

En función de la penetración alcanzada por el protector en la madera, los tipos de protección se clasifican en : superficial, media y profunda.

### a.- protección superficial :

Es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de 3 mm, siendo la mínima de 1 mm en cualquier punto de la superficie impregnable tratada.

### b.- Protección media :

Es aquella en que la penetración media alcanzada por el protector es superior a 3 mm sin llegar al 75% de la parte impregnable.

### c.- Protección profunda :

Es aquella en que la penetración media alcanzada por el protector es igual o superior al 75% de la parte impregnable.

Estudiaremos en este artículo la acción de los agentes atmosféricos en la madera utilizada al exterior, incidiendo en el papel que desempeñan los productos utilizados para su protección superficial.

Los tipos de productos que podemos utilizar son :

- productos transparentes que conservan la apariencia de la madera: los lasures y los barnices.
- productos pigmentados : las pinturas y las lacas.

En esta última categoría también se incluyen los revestimientos de enlucido que se utilizan mucho en la construcción tradicional, aunque apenas se hablará de ellos.

## DURACION DE LA PROTECCION SUPERFICIAL COMUNICADA.

En primer lugar hay que definir lo que se entiende por duración o permanencia de la protección superficial comunicada. Desgraciadamente no existe una definición exacta o un método de laboratorio que la pueda evaluar. Esto hace que se hable de una protección de 3, 5 y 10 años, cuando esto no quiere decir estrictamente nada. Un producto llega a su término cuando su aspecto comienza a degradarse y es necesario renovarlo. Esta última definición es muy subjetiva, ya que no se define la distancia desde la cuál se debe observar la superficie, cuantos defectos por cm<sup>2</sup> se pueden admitir,.. etc.

La duración de un producto va ligada a numerosos factores :

- Factores relativos a la exposición.
- Factores relativos al soporte
- contenido de humedad de la madera.
- contracción dimensional, según la especie.
- influencia de los cantos, de la posición de las juntas ( vertical, horizontal,.. ).
- cepillado.
- especie de madera.
- Factores debidos a los productos y al método de aplicación.



### A.- FACTORES RELATIVOS A LA EXPOSICION.

La duración de un producto depende esencialmente de la orientación de la superficie tratada.

En nuestro hemisferio las fachadas oeste, sur e intermedias son con mucho las más desfavorables. La acción del sol es el factor más importante. Todas las medidas constructivas que disminuyan la exposición al sol aumentan la duración o permanencia del acabado. La radiación solar actúa sobre todo a través de los rayos ultravioletas e infrarrojos. Los rayos ultravioletas degradan progresivamente las resinas del producto de acabado, sobre todo aquellas que no están protegidos por los pigmentos. Los rayos infrarrojos tienen sobre todo una acción indirecta al producir un recalentamiento de la superficie de madera.

#### A.1.- Acción de los RAYOS ULTRAVIOLETAS sobre la madera.

Las experiencias efectuadas demuestran la importante acción de los rayos ultravioletas. Los comprendidos entre los 300 y 400 nm, es decir los más cercanos a los rayos visibles, son los más agresivos. No penetran profundamente en la madera, su acción se centra en la superficie y la degradación que producen es lenta.

Degradan la celulosa a través de un proceso combinado :

- degradación directa por la fotólisis en la zona de 300 - 340 nm.
- degradación indirecta producida en la lignina, que juega el papel de fotosensibilizador en la zona visible de 340 - 400 nm.

El resultado final de la degradación se puede comprobar midiendo la resistencia a tracción de finas láminas de la madera expuesta. La resistencia disminuye en función de la exposición y esta disminución es relativamente mayor con longitudes de onda corta 300 - 340 nm. Los valores de la resistencia a tracción permiten descubrir su efecto más rápidamente que utilizando un scanner.

Se han observado varios fenómenos característicos de esta degradación :

- Pérdida de sustancia en la pared media de las células y formación de canales sobre la pared de las células.
- Microfisuras sobre las paredes de las fibras o de las traqueidas. En el pino estas fisuras aparecen principalmente, sobre las traqueidas correspondientes a la madera de primavera y en la cara radial. Las fisuras empiezan en las punteaduras areoladas que se encuentran más a menudo en la cara radial de las traqueidas.
- Formación de cavidades adyacentes a los radios medulares.

Se pueden extraer dos CONCLUSIONES PRACTICAS sobre la acción de los rayos UV sobre la madera :

- no se puede dejar la madera expuesta al sol sin protegerla previamente. La duración de una barniz disminuye en gran medida al dejar, aunque sea solamente una semana, el soporte al sol previamente al tratamiento.
- los productos totalmente transparentes ( barnices ) deben evitarse porque permiten a los rayos UV alcanzar la madera que a su vez se degrada por la acción de dichos rayos.

## A.2.- RAYOS INFRARROJOS.

### Variaciones de la TEMPERATURA de la superficie en función del color del producto.

La temperatura de la superficie varía sensiblemente dependiendo de la coloración del producto, siendo máxima para el negro y mínima para el blanco, dependiendo de la temperatura alcanzada por la madera en la zona geográfica donde se realicen las mediciones.

Una exposición continua a la acción del calor acelera probablemente el envejecimiento de la resina del producto. Pero su acción es muy perjudicial por las variaciones del contenido de humedad de la madera que se producen en la interzona producto aplicado - superficie de la madera

La temperatura de la superficie influirá en el contenido de humedad de la madera, en la aparición de fendas y en la subida de resinas.

### A.2.1.- TEMPERATURA CONTENIDO DE LA HUMEDAD DE LA SUPERFICIE .

Paralelamente a las medidas de temperatura de la superficie, el C.T.B. estudió en 1.961 las variaciones de humedad en láminas de 3 mm

tratadas con productos de diferentes colores y sin ningún tratamiento. Como se esperaba los contenidos de humedad finales eran función directa de la temperatura de la superficie :

Los fenómenos que ocurren en la zona de la madera protegida superficialmente son complejos, el desplazamiento de la humedad depende de varios factores:

- el contenido de humedad media de la madera.
- sección de la madera.
- repartición de la temperatura en la sección de la madera.
- permeabilidad del producto,... etc.

En los ensayos citados anteriormente las lacas y los barnices utilizados tenían un espesor de 100 micras, que son muy poco permeables al vapor de agua. En este caso la humedad migra desde la superficie de la madera hacia el interior más frío. En una madera recubierta con un lasur más oscuro se producirá probablemente una disminución de la humedad todavía más acusada.

Las consecuencias de las variaciones del contenido de humedad de la superficie de la madera originadas por los cambios de temperatura son diferentes según se trate de una tabla delgada de madera o de una madera de un cierto grosor, por ejemplo de 30 x 50 mm.

En el primer caso la madera se deforma, se ateja. En el segundo caso, habrá que considerar varios factores : madera protegida o no en toda la superficie, contenido de humedad inicial media de la madera,.. etc. De todas formas la superficie de madera expuesta tiene una caída del contenido de la humedad, más o menos siguiendo la temperatura de la superficie, mientras que la madera maciza permanece un poco más constante. El resultado final es la aparición de tensiones superficiales que conducen a la formación de FENDAS.

### A.2.2.- TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE - FENDAS

Los factores que favorecen el número y la profundidad de las fendas son :

- En primer lugar, la temperatura de la superficie. Se tendrán más fendas con una pintura negra que con una pintura blanca.
- El coeficiente de contracción de la madera, junto con la presencia radios medulares.

El roble constituye un mal soporte cuando hay que tener en cuenta estos dos criterios, mientras que una conífera por el contrario es un buen soporte.

- La humedad inicial. A mayor humedad inicial el fenómeno se acentúa más.

Las fendas tienen una influencia desfavorable sobre la duración de la protección superficial y constituyen el factor más importante en el proceso de degradación. A pesar de la flexibilidad del revestimiento, sea el que sea, no puede resistir a una fenda, incluso a la más delgada, este está obligado a romperse. El revestimiento exterior seguirá las variaciones dimensionales más importantes de la madera, pero no resistirá a una fenda.

Es necesario resaltar por otro lado que las variaciones dimensionales de la superficie conducen igualmente y fatalmente a la aparición de

fendas en las juntas de unión.

La aparición de las fendas es muy grave porque posibilita que intervenga un nuevo agente de degradación temible que hasta el momento no intervenía : LA LLUVIA. Mientras el agua no alcanza la madera, la protección superficial resiste durante bastante tiempo a la acción exterior del agua.

Las fendas permiten al agua penetrar en la madera y este agua ejerce una doble acción nefasta :

1.- multiplica considerablemente las tensiones en la zona de la madera protegida superficialmente que conducen al desprendimiento progresivo de la protección superficial. Estos procesos de degradación son particularmente rápidos en el caso de los barnices.

2.- La humedad de la madera alcanza el punto de saturación y permite el ataque de los hongos. Particularmente en el caso de las maderas de coníferas.

#### A.2.3.-

#### TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE

#### RESINAS DE LA MADERA.

La subida de la resina se favorece con el aumento de la temperatura de la superficie. Algunos pinos presentan con mayor incidencia esta particularidad.

La experiencia demuestra que las subidas de resina se producen con más probabilidad en las maderas que están inicialmente más húmedas que en las que están más secas.

Según algunos especialistas, un secado artificial a alta temperatura permite eliminar los constituyentes más volátiles de la resina y producir su oxidación, convirtiéndolas en menos activa.

#### A.2.4.-

#### CONCLUSIONES RELATIVAS

#### A LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE

#### Y A LA FORMACION DE LAS FENDAS

(MADERA MACIZA).

1.- Evitar en la medida de lo posible la exposición total a la intemperie, acción directa de la lluvia y el sol, de la madera protegida superficialmente.

El proceso de degradación se agrava con las barreras exteriores de madera pintada. La madera expuesta a la intemperie ha de tratarse obligatoriamente con un producto protector adicionado con una resina hidrófuga. Algunos tratamientos de este tipo son incompatibles con un acabado de pintura.

2.- Buscar en todos los casos los colores más claros posibles. El color blanco es el color más favorable.

3.- Las soluciones a base de lasures son en todos los casos preferibles a la de los barnices. Su duración no es muy buena, pero por el contrario no presentan problemas de renovación.

4.- Se puede evitar el grave inconveniente de la aparición de las fendas mediante :

- la hidrofugación profunda de la madera con la ayuda de una resina hidrófuga, una alquídica por ejemplo. Se puede ser escéptico en cuanto a la eficacia de este procedimiento, pero aún en el caso que se formen fendas se producirá una acción benéfica contra la acción de la



lluvia.

- el tratamiento de la madera durante el proceso de fabricación, y principalmente su correcto secado.

Se recomienda :

a.- las maderas para exteriores deben acondicionarse a un contenido de humedad del 10 - 12 %.

b.- se aconseja realizar un tratamiento térmico (infrarrojos) previamente a la impregnación, que se asemeje a las condiciones exteriores; creándose artificialmente la aparición de fendas.

Se podría diseñar un túnel de rayos infrarrojos dispuesto en la cadena de fabricación justo delante del túnel de barnizado o del depósito de inmersión.

Este precalentamiento puede de todas formas presentar dos inconvenientes en la secuencia de las operaciones :

- aceleración del secado del producto que en principio puede constituir una ventaja, pero también puede disminuir la penetración del producto en la madera.

- calentamiento progresivo del producto recuperado por escurrimiento. Este inconveniente puede por si mismo convertirse en una ventaja en el sentido que una elevación de la temperatura rebaja la viscosidad, se podrá partir de un producto más viscoso a 20 ° C y consecuentemente más cargado en extracto seco.

Habría que definir la temperatura de superficie a alcanzar y la duración



de la exposición para crear la aparición de fendas.

**B.-**

## FACTORES RELATIVOS AL SOPORTE.

**B.1.-**

### **Madera maciza :**

El análisis del factor exposición ya nos permite definir algunas características que debe poseer la madera maciza expuesta al exterior, particularmente aquellas que conciernen al contenido de humedad, el coeficiente de contracción y las resinas contenidas en la madera.

Nos limitaremos a definir las reglas que hay que respetar para obtener una buena protección superficial.

- Un buen lijado es indispensable para la ejecución de un buen acabado. El temor de ver disminuida la adherencia de un revestimiento por el lijado no tiene ningún fundamento. Es indispensable en el lijado para acabados que la lija tenga un grano de 150 o al menos de 120.
- Las aristas y las uniones en las zonas más expuestas al sol y a la lluvia son generalmente los puntos más vulnerables y donde comienza siempre la degradación de un revestimiento .

No se recomiendan las aristas vivas, aconsejándose aristas redondeadas con un radio de 5 mm.

· las uniones ensambladas, con el paso del tiempo se abrirán inevitablemente y serán una vía abierta para la entrada de agua.

La solución es la impregnación profunda de las uniones ensambladas, si es posible antes del encuadre de la carpintería, con especial atención a los problemas de encolado.

· al principio las zonas de madera de albura o proveniente de madera joven se degradan más rápidamente que las otras. En general, en carpinterías, tales zonas están poco expuestas directamente a la intemperie ( sol más lluvia ). El problema se encuentra esencialmente en las carpinterías de madera laminada encolada.

- Se deben tratar todas las caras de la carpintería. También deben tratarse o protegerse las caras en contacto con la obra.

Cuando la carpintería se trate o proteja en el taller hay que tener especial cuidado para que las piezas verticales también reciban el tratamiento ya que ocurre a veces, en el caso de las ventanas de madera, que se las somete a una pulverización y algunas zonas no reciben el tratamiento o la protección correcta al estar la pieza durante el tratamiento en posición vertical. Se recomienda tratar las superficies horizontalmente en fábrica; ya que la posición vertical y dependiendo de la viscosidad del producto no permite un repartición regular y la

cantidad depositada es menor en las zonas superiores.

Si un canto inferior no está tratado, la salpicadura de la lluvia sobre la cara se introducirá por él por capilaridad y será absorbida muy rápidamente, sobre todo si está en posición vertical. El movimiento de la madera en esta zona es muy importante y se originarán fendas, desconchamientos, resquebrajamiento del film y desencolados debidos a los efectos del sol.

- Numerosos estudios han demostrado que lo más importante es proteger la madera antes de que la superficie sea expuesta a los agentes atmosféricos. Queda claro que un sistema de protección pintura, barniz o lasur aplicado sobre una superficie nueva permanecerá en perfectas condiciones durante años, pero cuando es aplicado sobre una superficie anteriormente sometida a los agentes atmosféricos, mostrará defectos tras un período de tiempo relativamente corto.

Uno puede argumentar que las superficies no permanecerán desprotegidas durante tanto tiempo, lo que es verdad cuando nos referimos a nuevas construcciones, pero este no es el caso que se presenta muy frecuentemente en el mantenimiento. A menudo superficies anteriormente pintadas presentan grandes zonas de película envejecida, quebrada,...etc y que permanece así durante años antes de que sean repintadas. Esto explica el por qué los recubrimientos de las superficies repintadas y sometidas a estas condiciones denotan una vida más corta.

**B.2.-**

### **Madera laminada**

El problema de la protección de la madera laminada es delicado por las siguientes razones :

- por razones estéticas se quiere conservar la apariencia de la madera utilizándose acabados transparentes relativamente poco durables y aplicados mediante tratamientos superficiales.

- no se consideran las operaciones de renovación o mantenimiento en intervalos inferiores a 10 años.

En la carpintería al aire libre bajo techo las condiciones de exposición son menos severas que las debidas a una exposición directa a la intemperie.

Las variaciones del contenido de la humedad son relativamente lentas y se escalonan entre el 8 y el 20 %.

Las precauciones a tomar son las siguientes :

- colocar en obra la madera con un contenido de humedad comprendido entre el 10 - 12 %.

- preveer en fábrica una protección hidrófuga con un doble fin, protección contra la lluvia durante el período de montaje en el taller y evitar la desecación demasiado rápida de la madera al principio de su puesta en obra.

En la carpintería expuesta directamente al sol y a la lluvia la causa principal de la degradación reside en las fendas resultantes de la exposición al sol. Las fendas son las vías por las que el agua de lluvia penetra en la madera, si se produce una acumulación de humedad se

puede sobrepasar el punto de saturación y por tanto ser atacada por los hongos. De los ensayos efectuados se pueden sacar las siguientes conclusiones :

- el encolado de la madera en la fabricación de las piezas debe hacerse con la madera lo más seca posible.
- en cuanto a la protección, debe realizarse con productos pigmentados y dando el mayor número de capas posible.
- la duración es mejor, cuando son los cantos de las tablas de madera que forman la pieza laminada las que reciben la acción de la lluvia y el sol.
- para conseguir una buena protección es necesario proceder a su tratamiento profundo con protecotres fungicidas e insecticidas. Al menos la profundidad de penetración del producto debe ser de 2 ó 3 mm.

La aplicación del producto se puede realizar :

- por inmersión de los pequeños elementos de carpintería.
- por impregnación de láminas antes del encolado ( con un cepillado previo ).

### **B.3.-**

#### **Tableros contrachapados**

Los tableros contrachapados constituyen un buen soporte para los barnices, lasures y pinturas debido a su estabilidad dimensional y a la escasa probabilidad de que se produzcan fendas. Durante el secado y el prensado se someten a temperaturas que sobrepasan con mucho las temperaturas de exposición.

Los tableros contrachapados presentan sin embargo dos problemas :

- Problemas derivados de la cola :

Una buena protección debe permitir la utilización al exterior de un tablero contrachapado de urea formol modificado con melamina formol, en el caso de no proteger el tablero se debe emplear un tablero encolado con fenol formol. Las colas de fenol formol requieren unas condiciones de trabajo más exigentes en cuanto a presión y temperatura de prensado, comparadas con las de urea formol, es decir presiones de 10 barías, temperaturas de 120 a 140°C y una duración del prensado de 4 minutos más un minuto por milímetro de espesor de línea de cola. Para que el fraguado de la cola tenga lugar en estas condiciones las resinas deben estar precondensadas, y para mantener esta situación poco estable debe añadirse una cantidad importante de álcalis. Estos álcalis no se incorporan a la cola una vez polimerizada sino que permanecen libres en la línea de cola pudiendo difundirse a la superficie exterior.

Los productos de acabado clásicos son muy sensibles a los álcalis, o si son resistentes el efecto es un blanqueamiento provocado por la reacción del álcali con el gas carbónico y la consiguiente formación de sales.

- Problemas derivados de los cantos :

Los cantos de los tableros contrachapados constituyen el punto más débil. Es indispensable asegurar una protección eficaz de estos primero con un enlucido espeso y luego con una pintura compatible con el enlucido.

### **B.4.-**

#### **Tableros de partículas**

Los tableros de partículas se utilizan frecuentemente en el exterior en construcciones individuales, aunque requieran siempre un revestimiento.

Las colas que se emplean en la fabricación del tablero son las de formaldehído, urea-melamina-formol modificadas con resorcina y las resinas de isocianato en solución o dispersión. Las más utilizadas cuando el tablero se utiliza al exterior son las de fenol, en este caso se ha de cuidar la cantidad de álcalis que se añaden ya que puede aumentarse la higroscopicidad del tablero que pueden provocar variaciones dimensionales excesivas.

### **C.-**

## **FACTORES DEBIDOS A LOS PRODUCTOS Y A SU PUESTA EN OBRA.**

Un producto se considera satisfactorio cuando su calidad es la adecuada y se aplica correctamente.

### **C.1.-**

#### **Productos resistentes a la intemperie.**

Un producto de calidad es un producto que resiste a la vez a la intemperie y se adapta al soporte ( variaciones dimensionales y reacciones química particulares). En relación a otros tipos de soporte más estables, la madera y los productos derivados de la madera exigen revestimientos más flexibles.

Sin entrar en los detalles de la formulación de los productos, los elementos que intervienen en la calidad y por lo tanto en la duración del revestimiento son los siguientes :

- naturaleza de las resinas.
- naturaleza de los pigmentos, grado de fineza y concentración en volumen de los pigmentos, referido a la resina.

Resinas resistentes al exterior.

Las resinas utilizadas actualmente son :

- fenólicas.
- alquídicas.
- poliuretanos.
- vinílicas- acrílicas en dispersión.

#### **1.- Fenólicas.**

Son principalmente utilizadas en los barnices, pero muy raramente son los fabricantes los que las proponen.

## 2.- Alquídicás.

La resina alquídicá más utilizada es la resina gliceroftálica. En líneas generales se puede decir que es una resina resultante de una condensación del glicerol y de ácidos. La resina obtenida al mezclarse con los aceites secantes se endurece al contacto con el aire debido a la polimerización de los aceites secantes sobre los ácidos grasos no saturados. Una resina gliceroftálica larga en aceites tiene siempre un tiempo de secado relativamente más largo, aunque el tiempo de secado depende de la reactividad de los aceites secantes o del grado de polimerización obtenido en la fabricación.

Además, si el grado de polimerización es elevado :

- la viscosidad es elevada.
- o inversamente, para una viscosidad determinada, además el extracto seco del producto es pequeño.

Se puede igualmente añadir a la resina alquídicá otra resina para aumentar la velocidad de secado pero parece que siempre en detrimento de su duración a la intemperie.

Las alquídicás son adecuadas para la protección al exterior de todos los soportes de madera excepto los que presentan reacciones alcalinas, en particular los tableros contrachapados y los tableros de partículas encolados con colas fenólicas que utilizan una cola con un fuerte contenido en sosa. La sosa ataca rápidamente a los aceites secantes ( saponificación ) y se observa un enblanquecimiento superficial que después se convierte en polvo.

## 3.- Poliuretanos.

Las resinas de poliuretanos son productos que se obtienen por reacción al añadir poliésteres con grupos OH libres y poliisocianatos. Son productos con dos componentes. Se pueden obtener films con unas características muy variadas dependiendo de la reacción del poliéster ; desde films muy duros y menos flexibles hasta films muy flexibles y menos duros. La relación flexibilidad / dureza es siempre muy superior a la de los otros tipos de productos.

La utilización de poliisocianatos del tipo alifático aumenta sensiblemente la duración al exterior, pero desgraciadamente el precio es muy alto.

Formulados correctamente son buenos productos pero probablemente no son superiores a las alquídicás. Su empleo es muy delicado. Los poliuretanos se presentan casi siempre en doble envase, la mezcla se realiza en el momento de empleo en las proporciones prescritas por el proveedor.

Raras veces se presentan en un solo envase. El producto es entonces un prepolímero de poliuretano ( adduct ) con un exceso de poliisocianato para que se produzca el endurecimiento final ( reacción con la humedad ambiente ).

Las resinas alquídicás de uretano son igualmente productos de un sólo envase. Se las puede confundir a veces con los poliuretanos pero no pertenecen a esta categoría de productos. Se obtiene haciendo reaccionar un cierto número de funciones alcohol del glicerol o de todos los otros polioliol con un poliisocianato. Las otras funciones alcohol se esterifican por un biácido y un ácido graso. Esto es por lo que estas resinas alquídicás poseen los grupos poliuretanos.

La ventaja de una alquídicá de uretano es la de ser compatible con todos los tipos de acabados que comprenden los poliuretanos.

## 4.- Vinílicas - acrílicas en dispersión acuosa.

Los productos en dispersión acuosa se han comenzado a aplicar hace relativamente pocos años, por su ventaja de no emplear solventes orgánicos y por la facilidad de limpieza de los utensilios que se emplean. Su aplicación está más extendida en usos interiores, no alcanzando las características de las otras resinas utilizadas para exteriores.

### C.2.-

#### PERMEABILIDAD AL AGUA

#### DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS AL EXTERIOR.

Siempre se está tentado de decir que un film debe ser lo más impermeable posible para impedir los cambios de humedad entre el soporte y el aire ambiental.

Prácticamente todos los productos en disolvente orgánico, con resinas fenólicas, alquídicás o de poliuretanos son muy permeables.

Para tratar de delimitar el problema, hace falta analizar el sentido y la forma en que se realizan los intercambios con el agua y con el vapor de agua :

- agua = lluvia .... ambiente — madera.

- vapor de agua .... ambiente — madera.

madera -- ambiente

#### a.- vapor de agua

El intercambio de vapor de agua desde el ambiente a la madera tiene una importancia mínima sobre los cambios dimensionales, y sobre la duración de un revestimiento. Por tanto si un revestimiento es permeable al vapor de agua, esto no es grave.

Si un revestimiento es muy impermeable en la dirección condiciones ambientales - madera, lo es igualmente en la dirección madera - condiciones ambientales. No existen productos con una permeabilidad selectiva : permeables en la dirección madera - condiciones ambientales, impermeables en la dirección condiciones ambientales - madera. Si la madera se ha secado correctamente, el movimiento del vapor de agua desde la madera hacia el ambiente es mínimo.

#### b.- agua

Todo se complica con la aparición de la lluvia, o con una entrada de humedad por las caras en contacto con la mampostería. Por muy bien que este ejecutado un revestimiento no se puede impedir que un día u otro se produzcan fisuras en el revestimiento de protección, juntas de unión, fendas en la madera, cantos mal protegidos o golpes; por donde la lluvia entra. La acción posterior del sol rompe y descascarilla el film del revestimiento.

En consecuencia se valorará más tener un revestimiento impermeable al agua y permeable al vapor de agua.

Las pinturas en dispersión presentan en general estas características. Sus films aunque un poco permeables a la lluvia presentan una impermeabilidad suficiente.

Una situación que sucede a menudo es la de una carpintería nueva sin tratar colocada y que recibe un chaparrón de lluvia justo antes de pintarla. Esto implica la aplicación de una primera mano, imprimación, sobre una madera saturada de humedad. Las condiciones de duración son extremadamente desfavorables si la primera mano de pintura es muy impermeable.

### C.3.- TERMINOLOGIA DE LOS PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO.

#### Barnices.

Un barniz es una disolución, o eventualmente una dispersión de resinas, aplicado corrientemente en varias manos para formar un film de espesor determinado.

Un barniz expuesto directamente a la intemperie sur u oeste presenta en las mejores condiciones una duración de 3 años. Transcurridos esos 3 años es necesario decapar y renovar completamente.

Por esta razón los barnices son desaconsejados sobre todos los revestimientos expuestos a la intemperie.

#### Pinturas.

Las pinturas son barnices en las cuáles se han dispersado pigmentos, escogidos en función de su matiz y de su resistencia a la intemperie. Los pigmentos tienen un papel considerable en la resistencia del film. Con la misma resina, una pintura es 3 veces más resistente que un barniz. Los pigmentos constituyen a la vez un escudo para la resina, una barrera frente a los rayos ultravioletas, y son captadores o reflectores de los rayos infrarrojos.

Los fabricantes de los productos han definido las concentraciones volumétricas óptimas de los pigmentos, en relación con las resinas.

#### Los lasures ( protectores decorativos de la madera )

Los lasures son productos intermedios entre los barnices y las pinturas, son barnices pigmentados.

Están compuestos por :

- a.- resinas resistentes a la intemperie, las más corrientes son alquídicas.
- b.- pigmentos en forma micronizada en colores y cantidades adaptadas al efecto deseado. Con colores muy oscuros, los lasures camuflan la madera y son asimilables a las pinturas.

El papel del pigmento es triple :

- 1.- reforzar la resistencia a la intemperie de la resina, (función esencial).
- 2.- uniformar la coloración de la madera, colorando la madera de forma durable. Eventualmente camuflan los defectos.
- 3.- impedir que los rayos ultravioletas lleguen a la superficie de la madera.

c.- materias activas, fungicidas e insecticidas, en forma concentrada.

d.- solventes - diluyentes.

e.- productos auxiliares diversos, para favorecer la penetración de las materias activas.

Los lasures son productos de impregnación que no deben formar capa sobre la superficie de la madera. Su viscosidad debe ser muy pequeña del orden de 15 segundos en una copa Ford del nº 4 a 20° C.

A esta viscosidad el extracto seco ( resina más pigmento ) es forzosamente bajo. Los productos comerciales corrientes tienen un extracto seco del 20 %.

La relación pigmento/resina aumenta en función de la intensidad de color exigida. A partir de un umbral determinado, la cantidad de resina es insuficiente y los pigmentos tendrán tendencia a ser arrastrados por



la lluvia. Por esta razón parece que ciertos fabricantes preconizan la aplicación final de un lasur incoloro o debilmente coloreado. Esta solución no parece racional ya que la presencia de pigmentos es indispensable con la duración del barniz. Habrá por tanto que desaconsejar la utilización de lasures oscuros que son en la mayoría de los casos la causa de altas temperaturas superficiales.

No se sabe gran cosa sobre la forma en que penetran los pigmentos micronizados y los solventes - resinas en la madera.

Hay que temer, al menos sobre ciertas maderas o sobre ciertas zonas de madera, una filtración de la solución por parte de las fibras de la madera, de forma que los pigmentos son retenidos sobre la superficie de dichas fibras. En función de la relación pigmento/resina, la cantidad de resina que queda en la superficie puede ser insuficiente para mantener unidas las partículas del pigmento. La solución en estos casos sería la de aplicar una primera mano de lasur no pigmentado. Sobre carpinterías, al menos la primera mano de lasur debe ser aplicada por inmersión o rociado.

La inmersión garantiza mejor la impregnación de las uniones y de las aristas pero hace falta disponer de instalaciones costosas que aseguren la concentración del producto ( filtraje continuo, acondicionamiento de la temperatura, regulación de la viscosidad,.. etc).

El secado del producto después de la aplicación debe ser lo suficientemente lento para asegurar un buen goteo y sobre todo para conseguir la penetración del producto en la madera. Un secado rápido conducirá a bloquear el producto en la superficie.



## Enlucidos

Los enlucidos son productos de consistencia muy pastosa utilizados para igualar defectos puntuales, mediante la operación de volver a tapar; consiste en aplicar una capa continua de enlucido en la superficie de la madera, esta operación no se practica siempre en la madera utilizada al exterior.

Los enlucidos tradicionales son compuestos de resinas (alquídicas, vinílicas) y de materias de carga. La proporción de resina es pequeña. La duración de estos enlucidos a la intemperie es dudosa. Hará falta de todas formas, tomar la precaución de aplicar una mano de impregnación no pigmentada antes de aplicar el enlucido.

Es preferible utilizar enlucidos a base de resinas sin solvente que no presentan los problemas de contracción de los enlucidos tradicionales y de esta forma se tiene una relación de materias de carga / ligante mucho más favorable. Este es el caso de los poliésteres, poliuretanos, epoxis.

## Imprimaciones

Las manos de imprimación se emplean corrientemente como primera mano sobre la carpintería, puertas, tableros.

La imprimaciones suelen presentar las siguientes propiedades :

- buen poder cubriente del soporte.
- compatibilidad con las manos de acabado. En general, la compatibilidad esta asegurada utilizando la misma resina para la imprimación y las manos de acabado.
- eficacia hidrófuga.
- precio inferior al de las capas de acabado.

Los fabricantes de productos proponen corrientemente productos muy cargados con materias de carga con relativamente poco resina. La aplicación se realiza por todos los procedimientos clásicos de acabado.

La capa de imprimación puede igualmente desarrollar el papel de aislar las capas de acabado de las reacciones químicas del soporte. Este puede ser el caso de los tableros contrachapados y de los tableros de partículas con colas fenólicas sobre los cuales no se debe aplicar directamente productos de acabado a base de resinas alquídicas con aceites secantes. La capa de imprimación recibe en este caso el nombre de aislante.

El proceso de acabado con capas de imprimación sería :

- imprimación.
- secado.
- lijado.
- 1, 2 ó 3 manos de pintura, barniz o protector decorativo aplicadas en fábrica o después de colocadas en taller.

No se dispone de datos de ensayos que comparen la duración de sistemas de acabado con una mano de imprimación y sin mano de imprimación, con espesores de films iguales.

La mano de imprimación disminuye la resistencia de un sistema, si la mano de imprimación corresponde a la definición que hemos dado. Por otra parte ya hemos expuesto el problema de la separación de la resina y de los pigmentos o de las carga en las fibras de la madera. Las resinas de la solución impregnan las fibras, penetrando por los vasos

pequeños. Los pigmentos y las cargas se quedan en la superficie de la madera y penetran más o menos dependiendo del tamaño de los vasos. Con las imprimaciones se tiene el riesgo de que existan capas con materiales de carga insuficientemente unidas, que se disgregan a las sollicitaciones impuestas por la intemperie. El peligro es aún mayor en ciertas especies de madera o en ciertas zonas de la madera, ya que la filtración de cargas - ligantes es diferente en la madera de invierno y la madera de primavera.

La forma más racional de tratar una madera consiste en aplicar una primera mano de un producto no pigmentado con una viscosidad pequeña para que penetre en profundidad. Sobre esta mano de imprimación se aplica la pintura, el barniz o el protector decorativo definitivo en el número de manos necesarias para llegar al espesor requerido.

## C.4.-

### APLICACION DE LOS PRODUCTOS DE PROTECCION

#### 1.-

#### Viscosidad :

La viscosidad se define en función de dos criterios :

1.1.- el método de aplicación :

Los diferentes procedimientos de aplicación, sobre todo la pulverización, definen la viscosidad de empleo.

#### 1.2.-

#### Penetración del producto aplicado en la madera :

Para conseguir una buena penetración la capa de impregnación debe tener muy poca viscosidad. El extracto seco de un producto es función de su viscosidad, una disminución de la viscosidad implica una disminución del extracto seco. Por la tanto la viscosidad de un producto de impregnación es una relación entre su penetración y el extracto seco. No sirve de nada emplear un producto con una viscosidad muy pequeña, que penetra muy bien en la madera, si ni posee materias secas.

Los factores que influyen en la constancia de la viscosidad son :

- **la temperatura :**

con un aumento de la temperatura la viscosidad disminuye. No se puede realizar un buen trabajo de aplicación que no garantice una constancia de la temperatura del producto.

- **evaporación de los solventes :**

en algunos métodos de aplicación, como por ejemplo la inmersión, se produce una evaporación del solvente y si no se ha previsto un sistema de control o de regulación la viscosidad puede aumentar progresivamente.

2.-

### Extracto seco :

Es la cantidad de resina, pigmento y/o cargas que contiene un producto. El extracto seco esta directamente relacionado con la viscosidad. Normalmente los productos utilizados para exteriores tienen un extracto seco del 20% para los lasures y de 35 a 60% para los barnices y las pinturas.

3.-

### Espesor del film :

Solamente se habla de espesores del film en el caso de los barnices y de las pinturas. En los lasures se habla de impregnación de la madera pero no del film.

Un barniz o una pintura presentan una buena durabilidad a la intemperie con unos espesores de films secos comprendidos entre 100 y 120 micras. Un espesor inferior a 100 micras es perjudicial para la duración de un revestimiento, pero un espesor superior a 120 micras tambien es perjudicial.

Para definir la cantidad de pintura líquida a aplicar para obtener un espesor del film de 100 micras hay que tener en cuenta la penetración del producto en la madera. Se puede estimar que la primera mano es totalmente absorbida por la madera.

Supongamos que se ha utilizado un producto con un 45% de extracto seco a la viscosidad de empleo. Densidad del extracto seco 1,4. Espesor del film 100 micras. El cálculo quedaría :

$$\frac{100 \times 1,4 \times 100}{45} = 311 \text{ g/m}^2$$

Si el producto solamente se puede aplicar en manos de 80 g/m<sup>2</sup> se necesitarán :

- 1 mano de impregnación.
- 4 manos de acabado ( 4 X 80 = 320 )

Se comprende la aberración de ciertos pliegos de condiciones que solamente especifican el número de manos a dar, cuando lo que tendrían que especificar es el espesor del film seco. En muchos casos el mal comportamiento de un revestimiento viene originado por una falta de espesor.

4.-

### Secado después de la aplicación

Los productos utilizados para exteriores son en general de un largo secado. La temperatura juega un papel importante en la velocidad del secado, pero varía de un tipo de producto a otro. La ventilación tambien juega un papel importante en todos los casos, pero sobre todo en la fase inicial cuando se produce la evaporación de los solventes. La velocidad de secado de los barnices de poliuretanos está íntimamente ligada a la temperatura. Por debajo de los 20 °C la velocidad se frena. Si la disminución de temperatura viene acompañada de un elevación de la humedad relativa la situación se complica. Por el contrario las alquídicas son productos que toleran más facilmente temperaturas de secado bajas con altas humedades relativas.

La noción de secado es diferente en lo que concierne a los lasures y a las imprimaciones. En estos casos conviene acelerar el secado durante la fase de evaporación de los solventes.