

Figura 8 Algunas herramientas de mano

5. MANEJO Y USO DEL PRF

5.1 Mezclado de la Resina y el Gelcoat

La resina es almacenada en tambores en una parte sombreada y fresca del astillero, preferiblemente en un cuarto separado. El tambor en uso debe colocarse horizontalmente separado del suelo en un soporte de acero (Figura 9) con una válvula de bronce transferible (Figura 8) enroscada en la tapadera de tambor.

Debe haber una charola de goteo debajo de la toma. Entre la toma y la charola de haber suficiente espacio para colocar una cubeta de plástico de 5 o 10 l que puede ser llenada con resina para uso del laminador. Fuera del cuarto de resina debe haber una alacena para surtir el catalizador y una segunda, bien distanciada de la primera para el acelerador, si es que la resina no viene preacelerada. El acelerador puede ser añadido durante la fase preparatoria y bien mezclado con un palo limpio de madera, desechable. El catalizador se añade en el preciso y último momento antes de que comience el laminado y cuando el grupo de laminadores hayan acordado que todo está listo.

Estos dos aditivos son surtidos en tambores de plástico de 20 l (no en contenedores de acero pues la resina reacciona con el óxido) y son usados para rellenar botellas de plástico de un litro con un vertedero graduado para la mezcla final. Esta preparación es importante para la resina de laminado y gelcoat, pero en el caso de éste, un pigmento de color ya se habrá añadido al gelcoat incoloro de acuerdo con las instrucciones de mezclado del proveedor. Resina estándar prepigmentada en blanco está ampliamente disponible pues es el color más popular para los cascos y las superestructuras.

5.2 Aplicación

Después de que el molde ha sido limpiado, pulido y encerado, el primer paso en el proceso de moldeo es la aplicación del gelcoat por dos personas del equipo de laminación con rodillos de pelo de cabra o por rociado. Algunos rodillos tienen manijas que se extienden hasta dos metros para alcanzar áreas distantes. Una sola capa gruesa de 0,6 mm o dos medianas de 0,5 mm cada una se requiere en todas las superficies desde los lados verticales hasta el área del fondo horizontal. Brochas de pintar, con las manijas despintadas pueden usarse para cubrir esquinas escondidas. Un tiempo de uso de 20 a 40 minutos puede ser planeado, lo cual requiere en los trópicos un contenido de 1% de catalizador.

Es preferible tener lista otra cubeta de resina para uso inmediato después de que se acaba la primera, para obtener una buena unión molecular entre los dos lotes preparados por separado. El segundo laminador puede encargarse de esto o emplear otro trabajador si el molde es grande y requiere de muchas cubetas de resina. Al final de la aplicación del gelcoat, las herramientas necesitarán limpiarse. Las cubetas deben dejarse escurriendo y cualquier resina que quede se endurecerá y puede quitarse rompiéndola unas horas después. Los rodillos y las brochas necesitan más cuidado y necesitarán lavarse en acetona. Este líquido es ALTAMENTE INFLAMABLE y se evapora rápidamente. El personal debe enjuagarse cualquier parte expuesta de piel a la resina o pintura con acetona limpia y también debe limpiar las herramientas con ella. Posteriormente, debe lavarse la piel y las herramientas otra vez en agua jabonosa y después con agua limpia. Las brochas y los rodillos deberán estar secos antes de volverse a usar.

5.3 Preparación de los Refuerzos

Los refuerzos merecen ser almacenados en una habitación separada o al menos en una sección del taller de moldeo que esté seca, libre de polvo y limpia. Es muy usual encargar esta tarea de almacenaje y recortado a un obrero que se especializa en esto. Inicialmente es almacenado en los cartones de entrega, quedando así libre de cualquier contaminación. Para su preparación se necesita una tabla de cortado con un soporte vertical para los rollos de diferentes tipo de refuerzo de donde las longitudes adecuadas pueden jalarsse y cortarse y después se vuelven a enrollar y se marcan con una pluma de punta de fieltro para indicar a los laminadores precisamente para que es. El cortador preparará el refuerzo para todo el casco de acuerdo con un lista de corte que ha sido preparada para cada tipo de barco en producción.

Largos hasta de 10 m pueden ser preparados en un mesa más corta doblando el refuerzo. El borde de la mesa debe tener graduaciones cada 10 cm para asegurar una medida precisa. Se necesita un cuchillo bien afilado para cortar, pues los refuerzos de vidrio desafilan las hojas de acero rápidamente y deben ser afiladas a menudo. Se necesita un regla para cortar el vidrio a su longitud. Una tira de aluminio es lo mejor pues es ligera de manejar y no contamina el tejido.

Para cortar curvas, se puede dibujar la forma con una pluma de punta de fieltro o con una tiza (Gis) solamente para guiarse y después hacer el corte a mano libre dejando un margen de 10 cm. Cortes rectos atravesados en la colchoneta o la tela pueden hacerse con la regla, pero para el petatillo se puede jalar una mecha atravesada, lo cual indicará el lugar a cortar, aun si el material se ha deformado en el proceso de desenrollado. Tijeras de calidad industrial pueden también ser útiles.

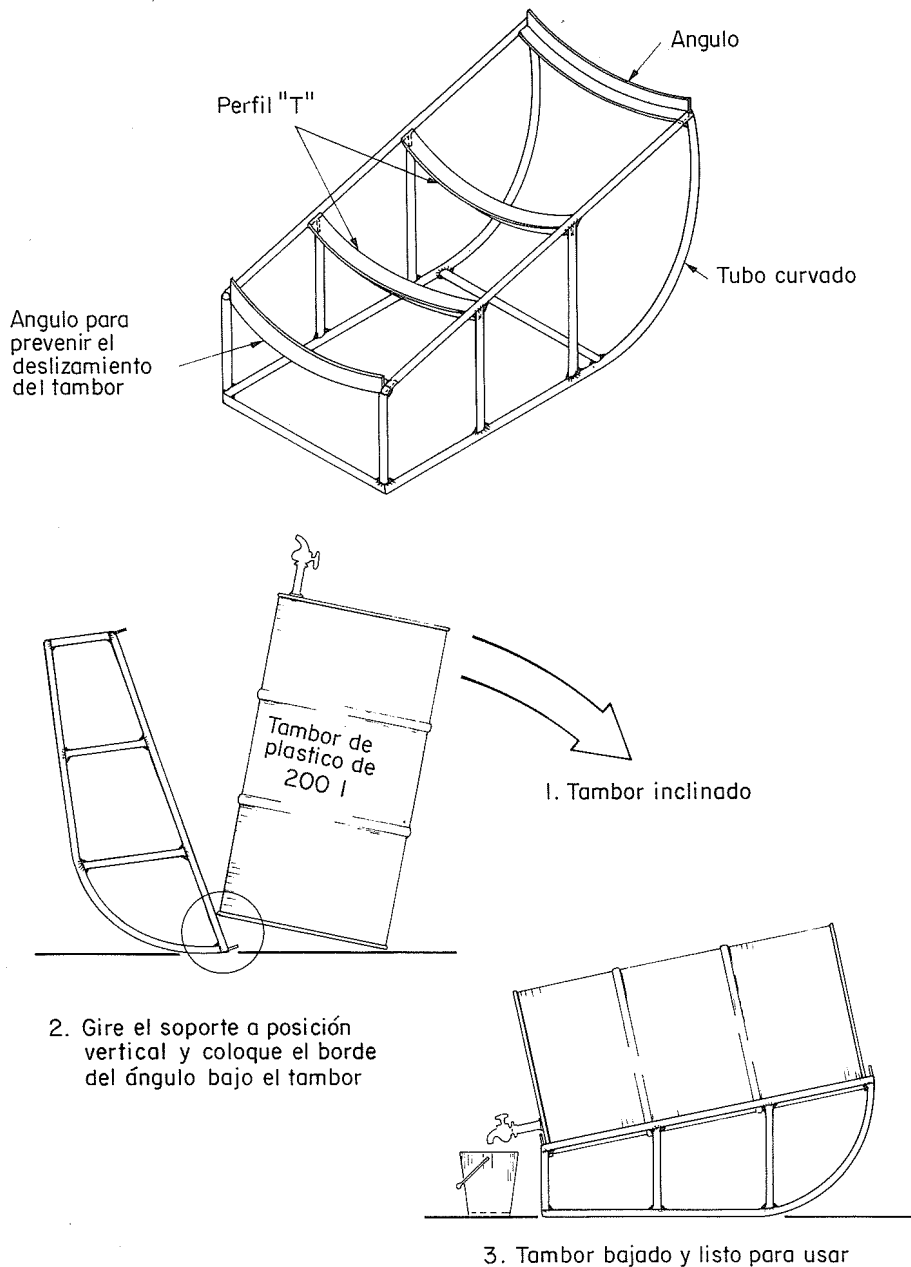


Figura 9 Soporte para tambor

5.4 Laminación (También llamado moldeado o tendido)

Una vez que la resina, el refuerzo, el molde, el personal y las herramientas están listos, el catalizador se le añade a la resina y empieza el laminado. Esto asume que el gelcoat ya se aplicó en el molde, ya ha curado, ha sido revisado en busca de defectos y se considera aceptable. Si el gelcoat ha sido aplicado al final del día, estará listo para la mañana siguiente, si ha sido aplicado por la mañana temprano, puede haber curado lo suficiente para ser recubierto al final del día de trabajo. Si se intenta laminar sobre gelcoat que no ha curado lo suficiente, la exotérmica de la resina de laminado puede deformar el gelcoat y dejar problemas que sólo serán visibles al sacar

el casco (o la cubierta) del molde. Si el gelcoat se deja por mucho tiempo (un fin de semana), podría endurecerse a un punto en el cual no tendría buena adherencia al subsecuente laminado. Referencias a la instrucciones del fabricante y la experiencia, pronto definirán estos amplios bosquejos.

La inspección del gelcoat puede indicar contaminación por lluvia o tierra y esto debe ser remediado antes de aplicar más resina nueva. Algunas áreas ásperas podrán necesitar un lijado ligero y cualquier polvo debe ser removido. Cualquier área sobrecurada puede ser lavada ligeramente con acetona o estireno para volverla pegajosa. El diseñador y el gerente deben haber decidido si el refuerzo se colocará transversalmente o longitudinalmente; éste último es más recomendable, pues se adapta más fácilmente a los cambios de espesor del laminado requerido entre la partes superiores y el fondo y además es un método más rápido.

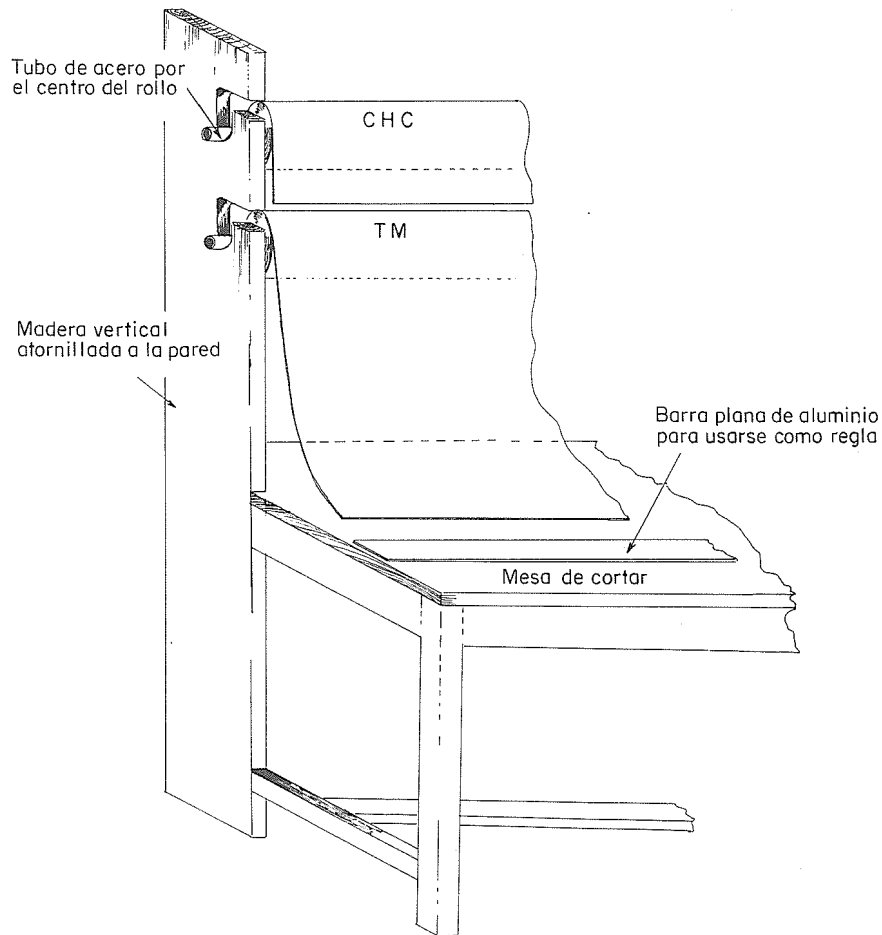


Figura 10 Alimentador del refuerzo

Debe desarrollarse un secuencia de manera que mientras el aglutinante de la colchoneta de una sección se va disolviendo, otra sección previamente colocada se puede ir consolidando. Mientras que una capa se está curando en un lado del molde, se puede ir trabajando en el otro lado. Esto permite la aplicación de resina, refuerzo, el consolidado y el curado, en forma de rotación.

¡¡¡APLICAR LA RESINA ANTES QUE EL REFUERZO!!

Es usual colocar una o dos capas de colchoneta a continuación del gelcoat. Las subsecuentes capas deben ser aplicadas tan pronto como la resina endurezca. Las capas subsecuentes pueden ser aumentadas por la inclusión de una capa de tela o petatillo, que se pueden poner en el molde al mismo tiempo que la colchoneta y que pueden consolidarse juntas. Esto ahorra tiempo y se consigue una mejor unión puesto que las dos capas de refuerzo usan el mismo lote de resina. El petatillo se aplica después de que su capa asociada de colchoneta ha sido ligeramente rolada en la resina. Si hay parches grandes secos, se puede añadir más resina antes de colocar el petatillo pues se obtiene una mejor impregnación si la resina es absorbida de abajo en vez de ser forzada hacia abajo a través del refuerzo. Siendo de un naturaleza tejida, el petatillo es menos susceptible de desbaratarse que cuando la colchoneta está siendo rolada, éste puede ser consolidado usando rodillos pero una espátula de hule (squeegee) que es probablemente la mejor, más rápida y más sencilla herramienta que se puede usar. La secuencia de las capas siguientes ha sido descrita, pero debe entenderse claramente que el lado opuesto del casco debe ser moldeado después del primer lado.

Al regresar al primer lado el laminado se puede haber hecho muy duro y partes del mismo pueden necesitar lijado para quitar protuberancias de resina y vidrio que no permitirían a la siguiente capa alcanzar una unión libre de huecos. Sobre estas superficies curadas, se puede caminar para llegar a áreas restringidas del molde, pero con el riesgo de contaminar la siguiente unión. Caminar descalzo sobre el PRF es una solución, pero aun la más pequeña perspiración de la piel en contacto con el PRF puede llevar a una unión débil en esa área. Zapatos ligeros deben de proveerse a los laminadores para eliminar este riesgo. Ropa protectora adicional, tal como un overall, es una buena idea pues el inevitable contacto de la ropa con el PRF fresco harían rápidamente inservible la ropa del trabajador. Máscaras faciales filtrantes deben también ser usadas para contrarrestar problemas respiratorios a largo plazo, pero en la práctica los laminadores experimentados las rechazan pues la incomodidad de usar una es mayor que lo desagradable respirar vapores de estireno por un corto plazo.

Para cualquier trabajo que necesite hacerse en un espacio confinado, tal como el tanque de pescado o de combustible, se debe ordenar al laminador usar una máscara. El trabajo debe ser hecho en períodos cortos y el espacio debe de contar con ventilación o aspiración forzada. Un ventilador eléctrico puede ser usado para SOPLAR aire fresco por vía de un tubo largo pero NO DEBE SER USADO PARA EVACUAR un espacio ni ser directamente colocado en ese espacio pues puede ocurrir un fuego debido al contacto del inflamable estireno con los contactos eléctricos del ventilador.

5.5 Etapas del Curado

Tiempo de vida almacenada	Mientras se pueda verter. Hasta un año si se almacena correctamente
Tiempo de gelado	20-40 min. Depende de la edad, el catalizador y el acelerador.
Tiempo de endurecimiento ¹	30 min.
Completamente curado ¹	Tres semanas después de añadido el catalizador.

5.6 Uso de las Herramientas en los Moldeados de PRF

No se necesitan herramientas especiales en el PRF después de que ha endurecido, pero es preferible usar herramientas para trabajo de metales más que para trabajo de madera. Puede ser taladrada, limada, cortada y pulida, pero no martillada o doblada y no es fácilmente punzonada o cortada con cizalla. La forma básica no puede ser alterada y la resina muestra una tendencia a fracturarse o descascararse. Debe recordarse que aparte de ajustarse y perforarse, muy poco trabajo es requerido pues el formado se hace mientras el plástico está suave y no ha curado en el molde. En este respecto es como el concreto.

La resina del compuesto se agrieta y se estrella si es sometido a un sobre esfuerzo. Tiene poca ductilidad y no se deforma o cede como un metal, o aun como la madera. Cualquier aparato sujetador que dependa de deformar o resquebrajar el material no se sujetará satisfactoriamente, e.g., un tornillo de madera o un clavo, y el doblado es tan impráctico como querer doblar concreto. Aunque la forma básica no puede ser alterada, el resorteo natural permite cierto grado de distorsión. Hasta cuanto puede llegar, ésto depende del armazón y de la edad del moldeado.

Es mucho más flexible cuando a sido moldeado recientemente y todavía en estado de gelado que cuando esté completamente curado. Una superficie cortada, esmerilada o lijada tendrá un aspecto mate y no puede ser pulida sin antes recubrirla con resina.

Perforado

Se pueden practicar orificios con brocas ordinarias. Cuando sea posible, hay que perforar desde lado liso hacia el lado rugoso pues así se evita que se quiebre el gelcoat que es rico en resina. Se puede usar cinta adhesiva o una marca de golpe, que ayudarán a prevenir ralladuras por resbalamiento de las brocas si hay la necesidad de hacer un orificio desde el lado del gelcoat. Para orificios grandes utilice un cortador de tanque, un cortador de agujeros o perforaciones alrededor de la circunferencia de un agujero grande con una broca de suficiente tamaño para introducir una hoja de segueta y entonces cortarlo.

Aserrado

Una sierra de arco, sierra de mano o una caladora debe ser usada para cortar y ajustar. Siempre corte en la cara opuesta al gelcoat para prevenir quebraduras. Sierras caladoras eléctricas de trabajo pesado con hojas cortadoras metálicas o cortadoras de aire comprimido con rueda de diamante, son las más efectivas.

¹ La dureza debe probarse usando un impresor "Barcol" modelo 934 o por un método equivalente.

Tabla 5

Tiempo de gelado y temperatura

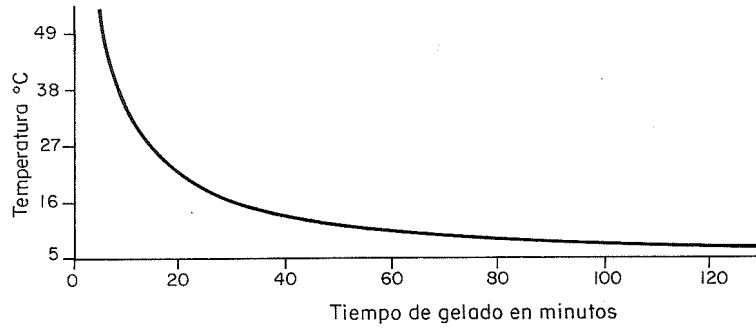


Tabla 6

Tiempo de endurecimiento contra dureza

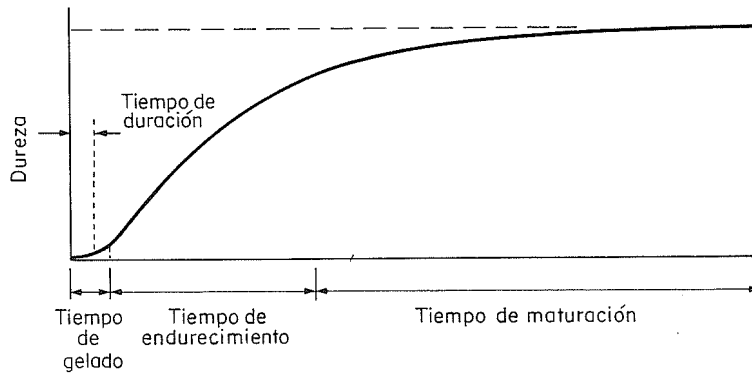
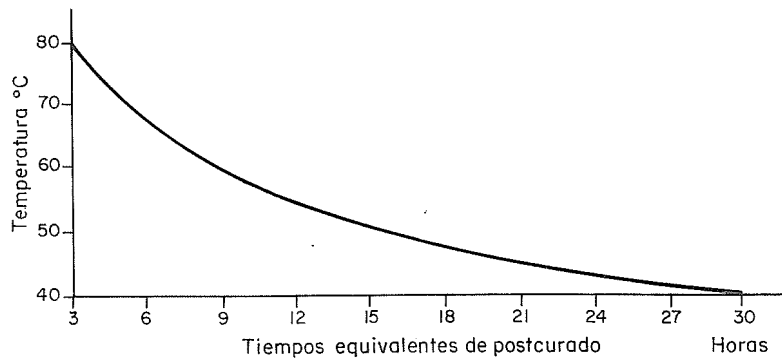


Tabla 7

Tiempo de curado



Limado

El PRF se lima fácilmente de manera parecida al aluminio. Una lima de dibujo abierto es menos susceptible de taparse, especialmente cuando la resina no está completamente curada. En los bordes, la carrera de cortado debe ser en la dirección hacia afuera del gelcoat también para prevenir las quebraduras. En las esquinas se necesita más cuidado.

Martillado

El martillado ligero para ayudar a soltar el molde o para alinear dos moldes debe hacerse con un mazo de hule. Herrajes para sujetarse con martillo o golpes con un martillo metálico, estrellarán el laminado.

Lijado

Evite el papel de lija (de color arena o color dorado) pues se tapará muy fácilmente, particularmente si la resina está fresca. Lija "húmeda y seca" (de color negro) es la única adecuada y deberá usarse con mucha agua. Una pequeña cantidad de jabón líquido añadido al agua reducirá la fricción. Para lijado mecánico, un grado de disco muy abierto se tapará menos. Se deben usar discos ligados con resina. Debe tenerse mucho cuidado con los bordes de los discos ya que pueden producir marcas profundas en la pieza moldeada antes de que el operador pueda darse cuenta de lo que ocurre. Se deben usar máscaras faciales y el polvo deberá ser removido antes de aplicar la siguiente capa.

Limpieza

Las limas, brocas, sierras y discos pueden ser limpiados con acetona cuando se tapan. Si se dejan toda la noche, la resina se endurecerá volviendo a la herramienta inútil.

Efecto de las cargas

El comportamiento de las resinas puede ser afectado de forma muy amplia por las cargas. El talco tiene un efecto lubricante que impide que se tapen las herramientas. Cargas duras tales como cuarzo, sílica o pizarra hacen que la operación sea similar a taladrar roca. Cuando se encuentran cargas duras, se debe usar para taladrar una broca para concreto, o un disco de diamante para cortar si es que la oportunidad de recortar con un cuchillo durante la etapa de gelado se perdió.

Recortado

La etapa más fácil para recortar es justo después de que la resina se ha endurecido, cuando la pieza moldeada tiene consistencia ahulada y puede ser cortada con un cuchillo afilado. Una pieza moldeada grande puede ser recortada en etapas después de que cada capa endurece. El estado ahulado de "gel" dura aproximadamente treinta minutos dependiendo de la resina que se use. No recorte demasiado pronto, ya que el laminado no habrá endurecido lo suficiente y será deformado. Durante el ajuste, se encontrarán áreas duras no recortadas y deberán ser tratadas como se describe en la nota sobre aserrado.

Sellado de los bordes

Todos los trabajos sobre PRF dejarán un borde áspero y astillado por donde el agua puede penetrar y eventualmente causar deslaminación. Todos estos bordes deben ser sellados pintándolos con resina o recubiertos durante el ensamble. Las perforaciones para herrajes en cubierta y bajo el agua, deben ser tratados cuidadosamente de la misma manera. El trabajar en piezas "sandwich" requiere de especial cuidado pues puede haber la posibilidad de causar deslaminación entre la cara opuesta y el corazón. Si es posible, se puede trabajar desde la cara del gelcoat y soportar el interior con un trozo de madera. Selle los bordes de los agujeros con mucho cuidado.