

TRANSFORMACIÓN POR CONFORMADO

CÁTEDRA BALCAZA
diseño industrial-FADO-UNaM

El plan de procesos debe desarrollarse dentro de las limitaciones impuestas por el equipo de procesamiento disponible y la capacidad productiva.



CURVADO DE MADERA+INFUSIÓN AL VACIO DE RESINA

PROCESO DE CURVADO DE LA MADERA

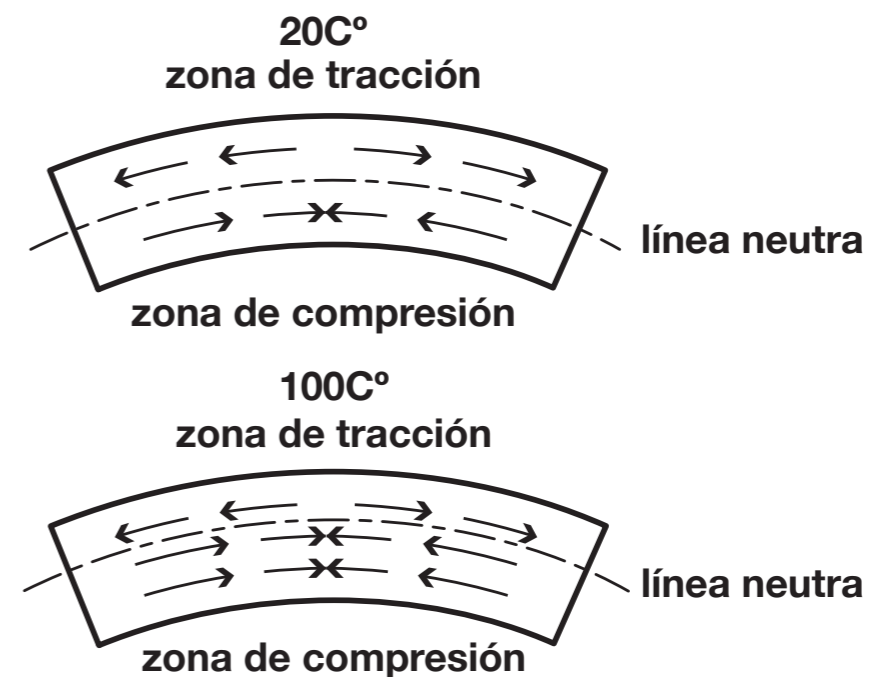
La madera puede curvarse de forma natural con radios de curvatura que van entre 200 y 300 veces su espesor según las características mecánicas de la madera. Radios mas pequeños suponen riesgo de rotura de la pieza, salvo que se empleen técnicas con vapor o presión para el curvado.

La madera se comporta como un material elástico, es decir, que al ser sometida a un esfuerzo se produce una deformación, pero cuando el esfuerzo disminuye, la deformación también. Ese tipo de comportamiento se da a temperatura ambiente, pero cuando la temperatura a que se somete la madera aumenta el igual que el esfuerzo sobre ella, el comportamiento es muy diferente, siempre que se supere el límite de 100C° y el esfuerzo sea de compresión.

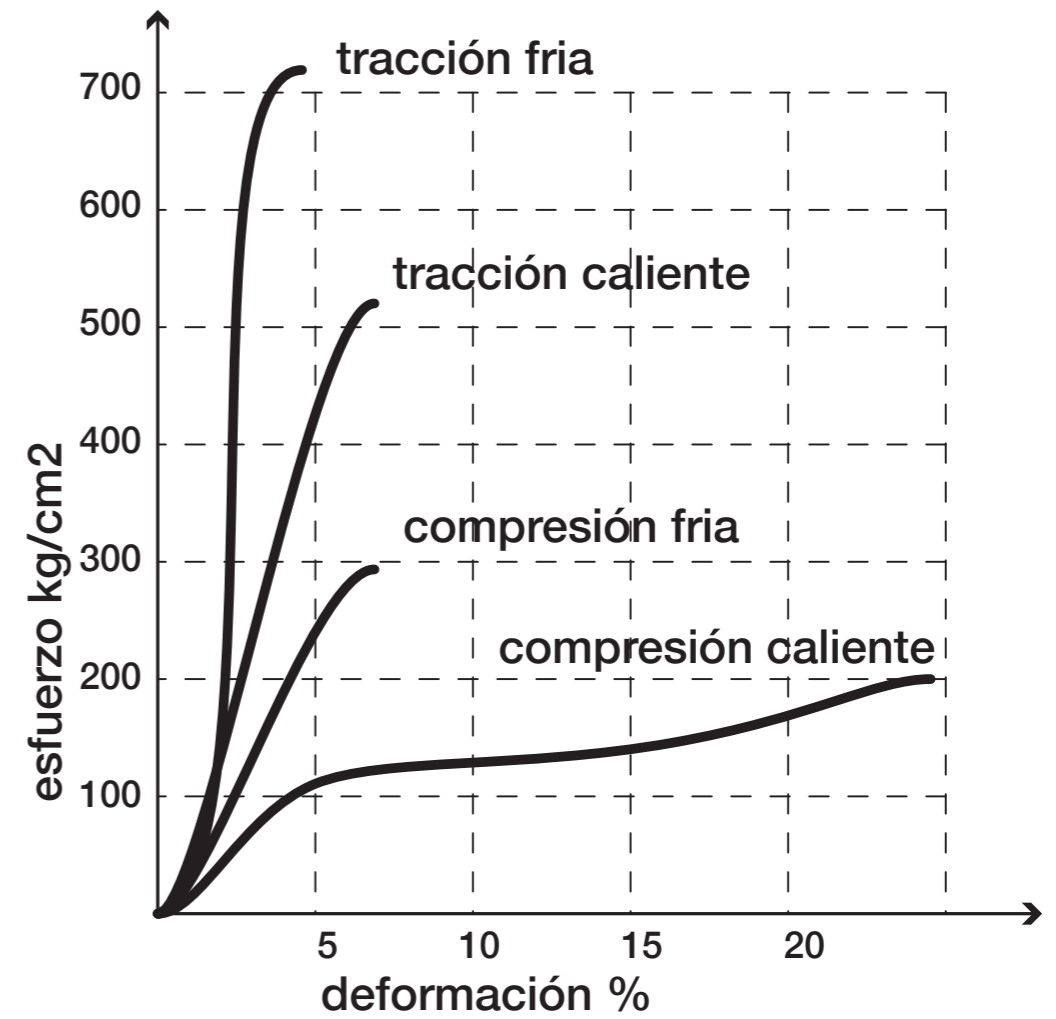
PROCESO DE CURVADO DE LA MADERA

El siguiente grafico establece las curvas de tensión-deformación a esfuerzos de tracción y compresión de la madera de fresno a temperatura ambiente y a temperatura de 100C°. Como se ve en el grafico cuando se somete la pieza a esfuerzos de tracción los cambios son pequeños, pero a compresión los cambios son importantes, pues la madera se comporta mas como un material plástico que uno elástico, así a partir de un determinado valor, la deformación se incrementa rápidamente, además de ser muy superior que en condiciones normales de presión y temperatura.

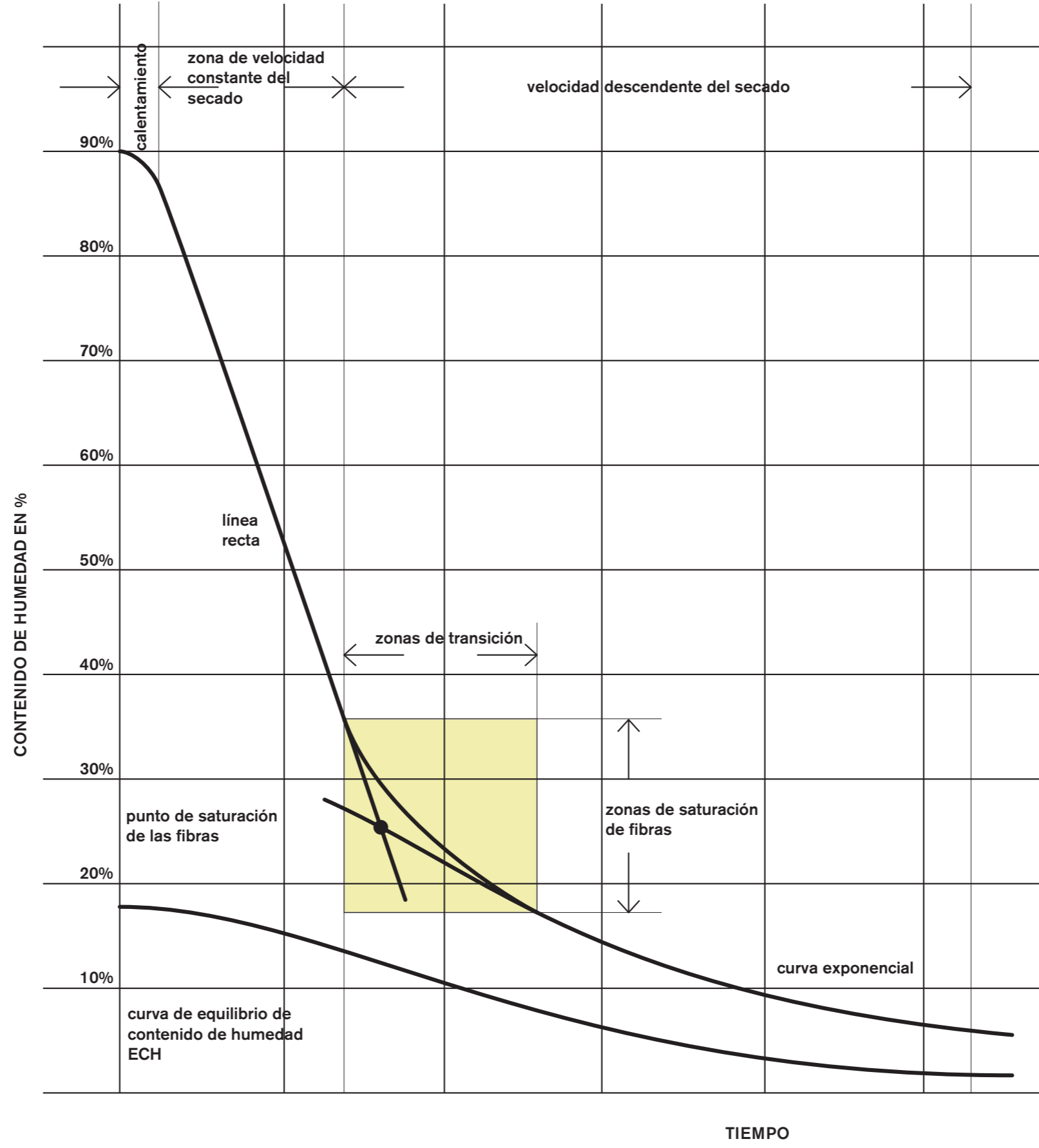
Otro importante efecto de la temperatura esta dado sobre la posición de la fibra neutra cuando la madera es sometida a flexión. En el esquema se representa este tipo de esfuerzo.



A partir de estos principios, podemos decir que para lograr una pieza bien curvada debemos propiciar un tratamiento a la madera con temperatura y esfuerzos de compresión hasta conseguir el curvado deseado, sin sobrepasar los límites de rotura de la madera. Y posteriormente dejar enfriar.



CURVA TEORICA DE SECADO



TECNOLOGÍA DE CURVADO

La tecnología del curvado de la madera dispone de dos fases.

→ primero preparar y tratar a la madera.

→ tratamiento con calor

→ vaporización (a)

→ alta frecuencia

→ tratamiento sin calor (b)

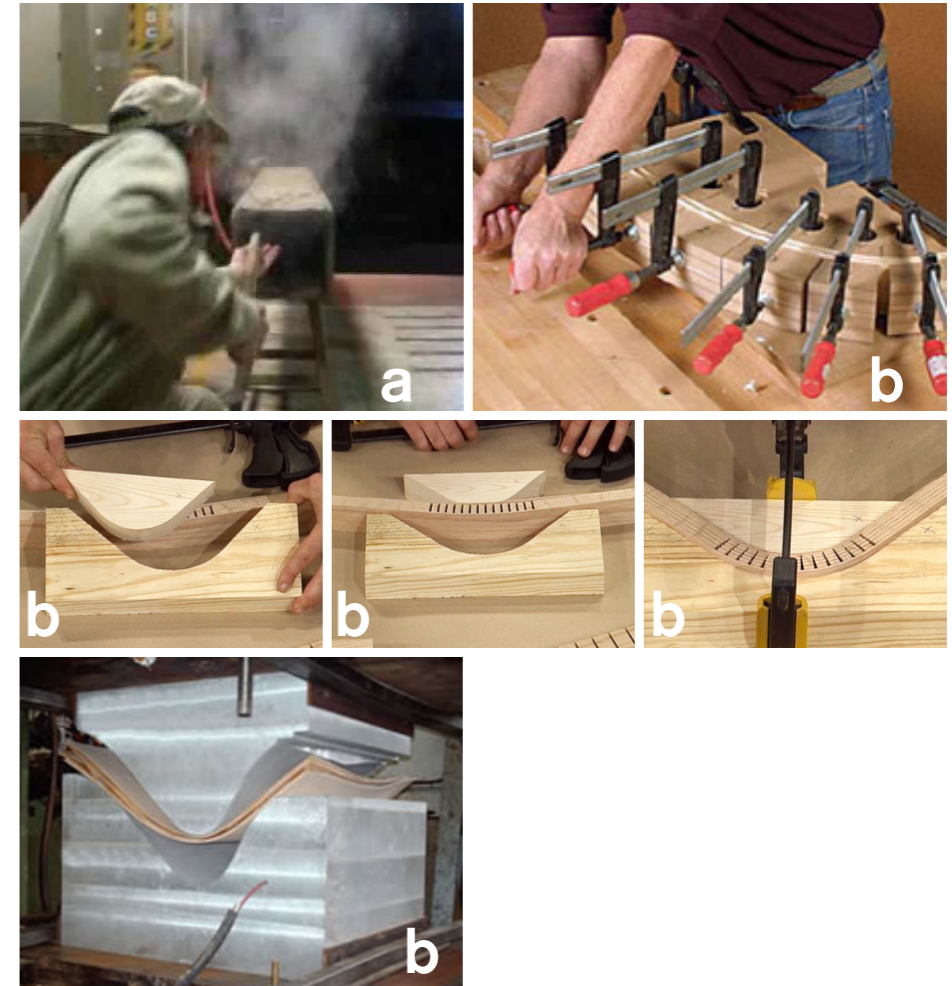
→ corte de sección(--resistencia)

→ tensión producto del contacto

(laminas

finas+pegamento)

→ segunda de producir el curvado.



PREPARACIÓN Y TRATAMIENTO

La madera puede curvarse tanto verde o muy seca, pero está comprobado que cuando contiene una humedad en el orden de 18%, los resultados son superiores y el riesgo de rotura y de deformaciones secundarias es menor.

Hay que tener especial cuidado en la superficie a curvas, debe estar perfectamente lisa, no solo es más fácil la mecanización antes de curvar, sino que también las imperfecciones pueden producir arrugas o rajaduras en la superficie.

Preparada la madera se le aplica calor por medio de:

VAPORIZADO. se realiza colocando la pieza en una estufa, como indica la figura. En la estufa se inyecta vapor a una temperatura de 100°C, manteniéndola un tiempo aproximado de 1,8 minutos por cada milímetro de espesor. Está demostrado que con mayores temperaturas no se produce un mejor curvado, como tampoco con la introducción de vapor a presión, todo lo que se logra es complicar el procedimiento y el mecanismo de las partes. Se puede suponer que por medio de esta técnica aumenta el contenido de humedad en la madera, pero está demostrado que incluso puede disminuir ligeramente.

MADERAS CON EXCELENTE
COMPORTAMIENTO AL CURVADO

FRESNO

HAYA

ABEDUL

OLMO

NOGAL AMERICANO

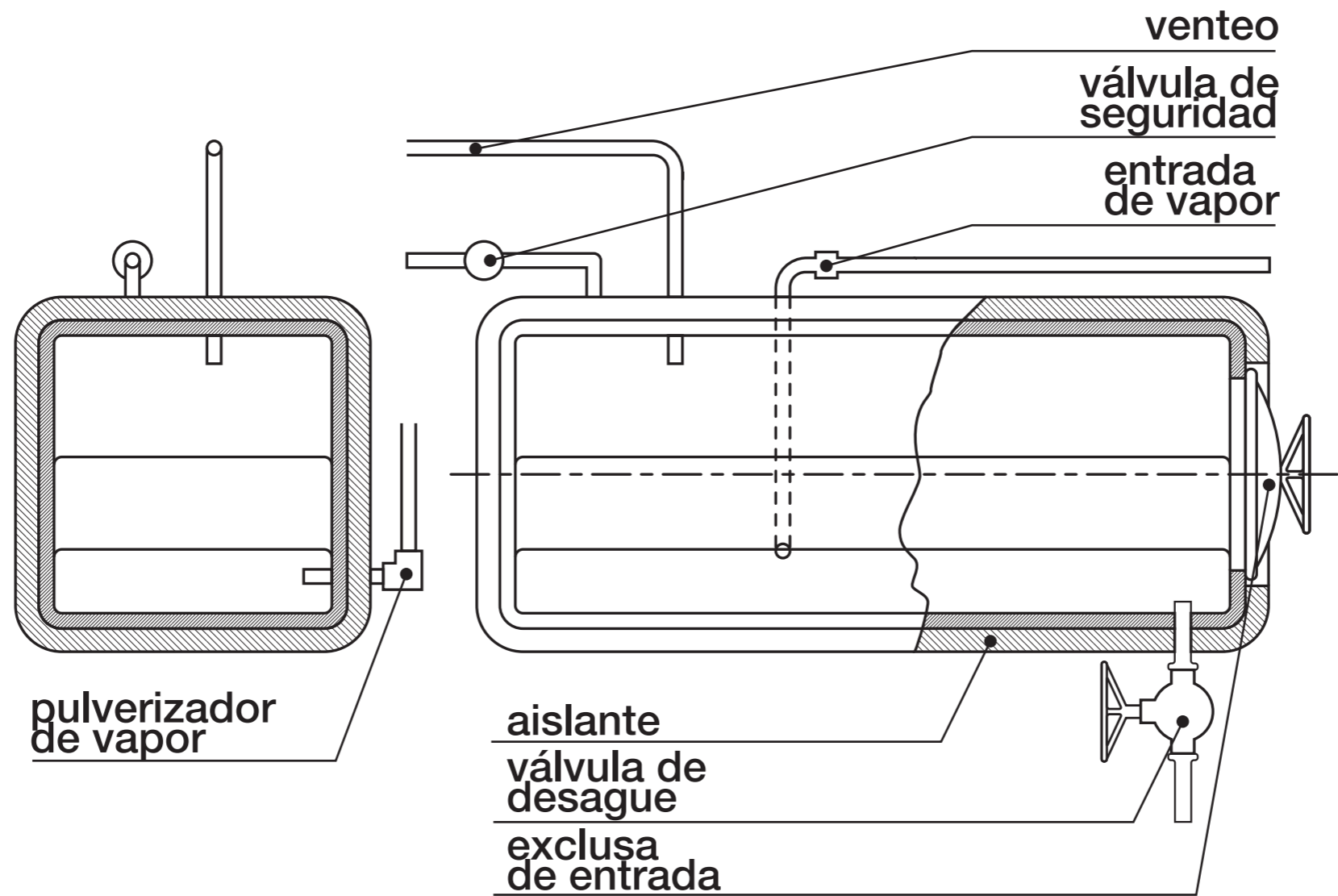
ROBLE

NOGAL

TEJO

Preparada la madera se le aplica calor por medio de:

VAPORIZADO. se realiza colocando la pieza en una estufa, como indica la figura. En la estufa se inyecta vapor a una temperatura de 100C°, manteniéndola un tiempo aproximado de 1,8 minutos por cada milímetro de espesor. Está demostrado que con mayores temperaturas no se produce un mejor curvado, como tampoco con la introducción de vapor a presión, todo lo que se logra es complicar el procedimiento y el mecanismo de las partes. Se puede suponer que por medio de esta técnica aumenta el contenido de humedad en la madera, pero está demostrado que incluso puede disminuir ligeramente.



Preparada la madera se le aplica calor por medio de:

RADIOFRECUENCIA: esta técnica proporciona mayor rapidez al proceso de tratamiento de calor, ya que en pocos minutos la masa de madera aumenta notablemente de temperatura. Algunos inconvenientes de esta técnica es el elevado coste de recursos, pero el de mayor importancia es el de provocar un colapso en la estructura de la madera, sobre todo en aquellas poco permeables, pues el calentamiento provoca que el agua intente escapar de la célula provocando la rotura de la red.

Preparada la madera se le aplica calor por medio de:

POR CORTE: esta técnica se realiza con el material en frío, y vale decir que es posible gracias al debilitamiento de la sección de la pieza resistente a partir de los cortes. Generalmente es usada en estructuras que no quedan a la vista.

POR PEGADO: esta técnica se realiza a partir del pegado y posterior presión sobre la superficies de laminas delgadas (chapa de madera). Vale decir que el conformado se produce por la tensión superficial que genera el adhesivo entre ambas laminas -van desde 2 a las necesarias para dar resistencia-. La presión puede estar dada por prensas manuales, sargentos, o una prensa hidráulica.



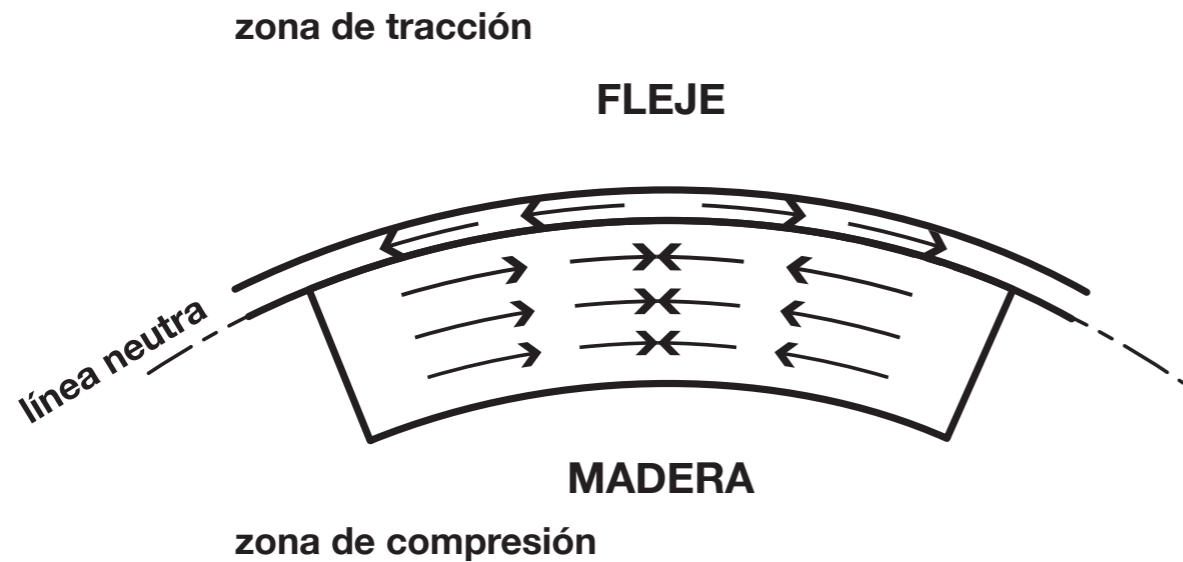


CURVADO DE CHAPAS DE MADERA POR PRESIÓN



CURVADO DE LA MADERA

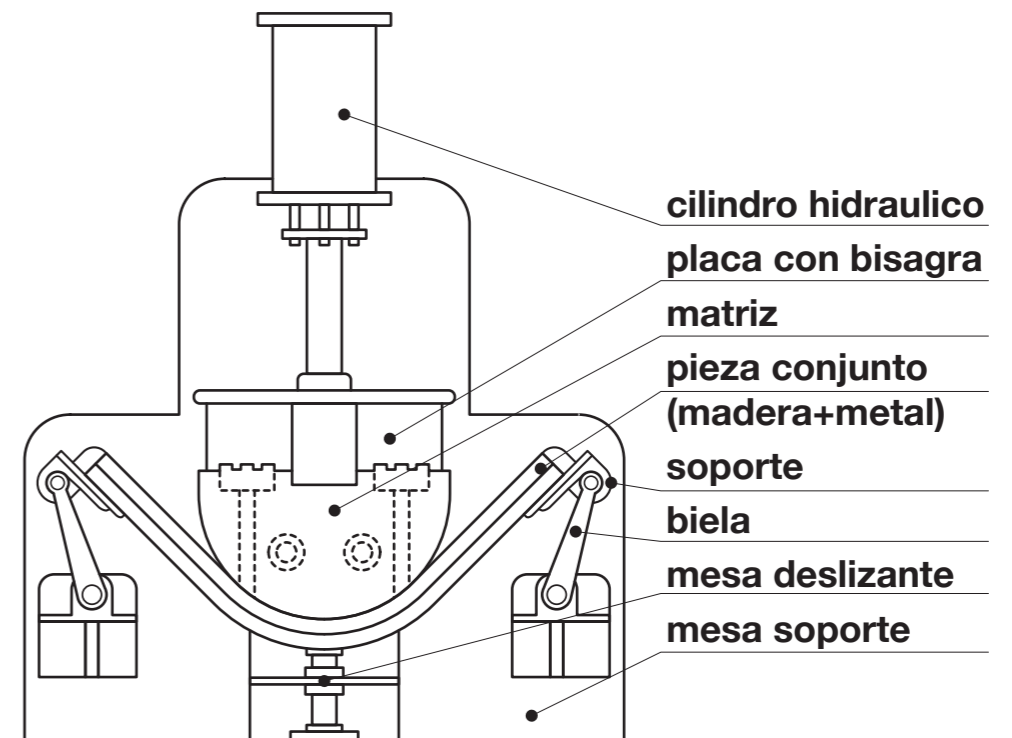
El principio de curvado consiste en desplazar la línea neutra a la cara exterior de la madera, con el fin que toda la pieza trabaje a compresión. Para conseguirlo, el método mas empleado es la colocación de un fleje metálico en la cara expuesta a la tracción, para que trabajando conjuntamente con la pieza de madera, reciba el esfuerzo de tracción -la pieza de madera y la metálica conforman una única pieza para el esfuerzo de flexión-.



CURVADO DE LA MADERA

En los extremos del fleje se colocan dos puños y al apoyar el dispositivo contra la matriz se le aplica un esfuerzo manualmente. Se deja enfriar y así se obtiene la pieza conformada.

el mismo proceso se lo puede realizar mecánicamente -automático-. La madera y el fleje se colocan cada extremo en una prensa articulada, de tal forma que cuando baja la matriz -colocada en el extremo de un cilindro hidráulico- las prensa toman la posición necesaria para que se produzca la deformación en la pieza a medida que avanza la matriz.



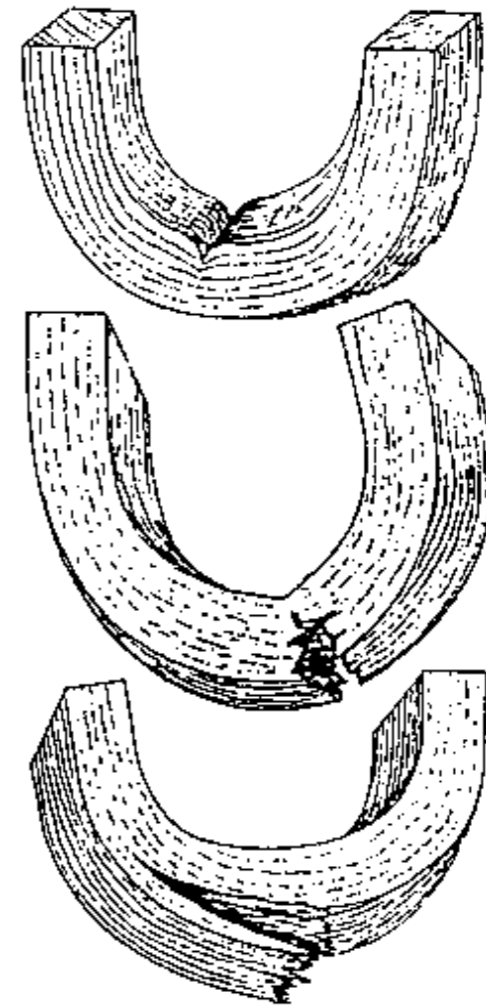
DEFECTOS DEL CURVADO DE LA MADERA

DERRUMBAMIENTO INTERNO, DEL LADO DE LA COMPRESIÓN (a)

factores: el proceso de ablandado por calor no es suficiente, alto contenido de humedad, material con defectos superficiales y material poco flexible.

LA HENDIDURA DE DIBUJA EL LADO (b y c)

factores: la extensión causada por la correa que se dobla que no es bastante fuerte, ael proceso de ablandado por calor no es suficiente y demasiado pequeño el radio de curvatura para dicho material.

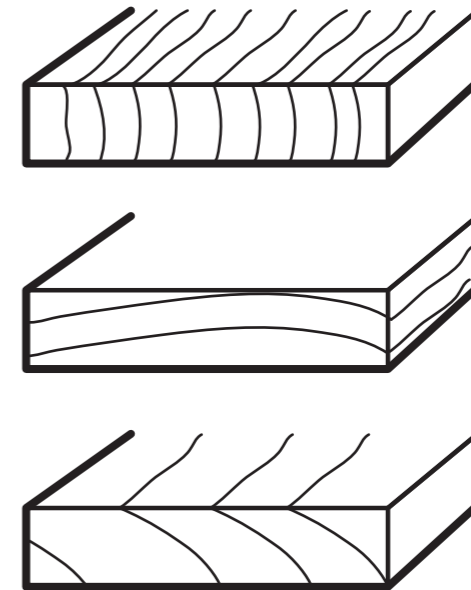


MEJORAS EN EL CURVADO DE LA MADERA SEGÚN LA DISPOSICIÓN DEL GRANO

a/ muy difícil de curvar pero resulta muy resistente a golpes.

b/ muy fácil de curvar y también de que se marque la madera con golpes o simplemente por apoyarlo en el piso para templar.

c/ este es un buen punto de equilibrio entre facilidad de curvado y resistencia.



ejemplos/Bookhou



ejemplos/Hans Wegner



ejemplos/Hans Wegner



ejemplos/Grete Jalk



ejemplos/Verner Panton



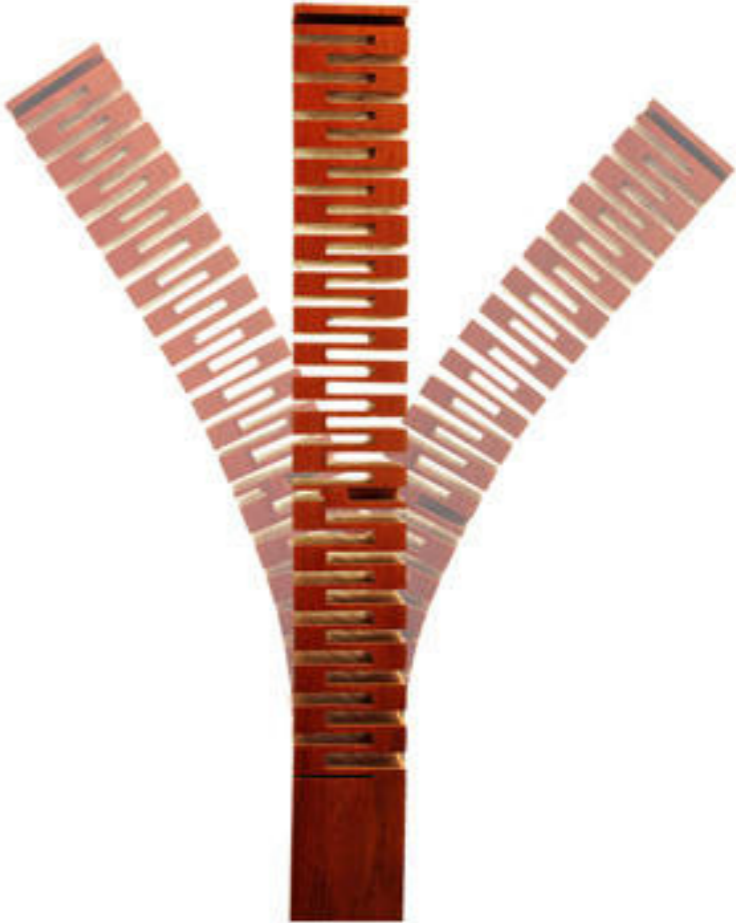
ejemplos/Joe Colombo



αιαμπλος/Βουρουλλας



ejemplos/Jardiel Valente

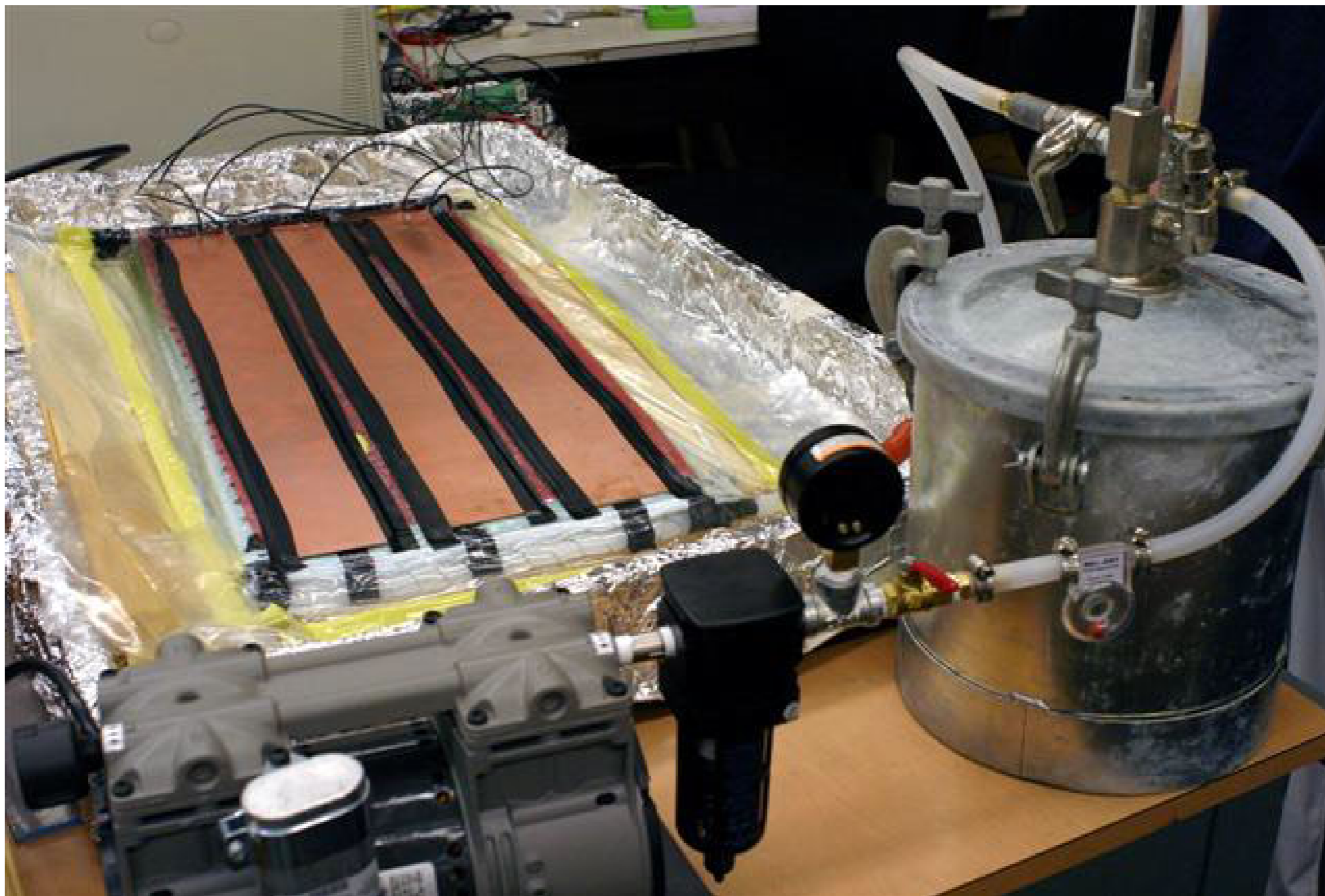


EJEMPLOS

A modo de un primer acercamiento, realizar una línea comparativa de los procesos y materiales empleados en los productos mostrados, a fin de entender las cuestiones esenciales del por que de cada proceso y/o material?.

Y elegir uno de los productos y desarrollarlo en función de los casos vistos en clase.

INFUSIÓN AL VACIO

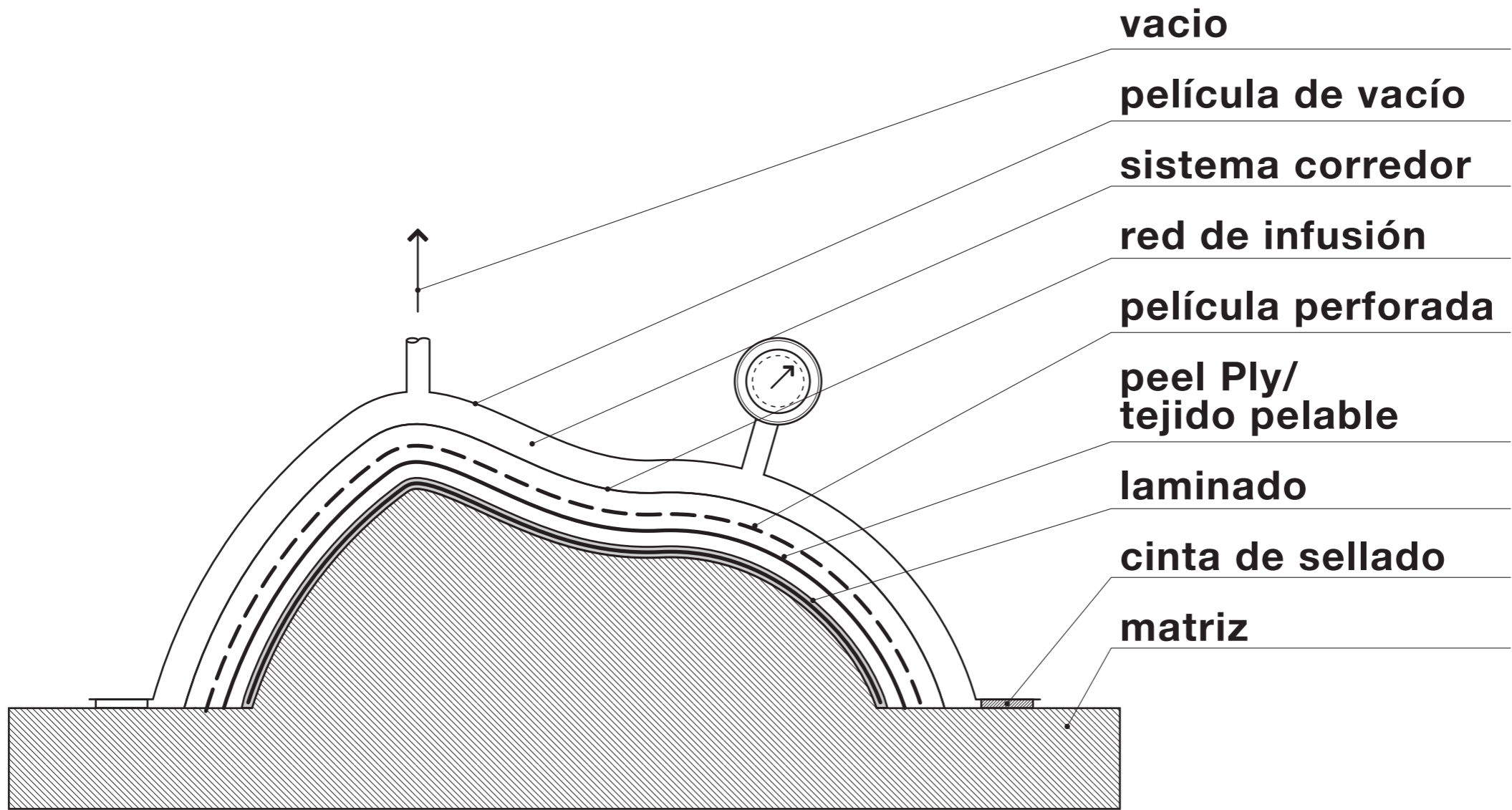


INFUSIÓN AL VACIO

Es importante mencionar que con el sistema de infusión a través del núcleo (en estructuras de tipo sandwich), se reduce notablemente tanto el uso de materiales desechables como del tiempo necesario para la producción.

El proceso que estudiaremos ahora, usado para materiales compuestos, nos interesa a partir de las piezas desarrolladas, que podemos decir que las condiciones son similares al conformado de chapas de madera o curvado.

Es un proceso de características parecidas que el laminado de PRFV, con las mejoras sobre la compactación de las capas eliminando las posibles burbujas de aire y drenando el excedente de resina. Logrando mejoras en las propiedades mecánicas del laminado en relación al volumen y peso de la pieza.



El proceso de infusión, también llamado VIP, es una nueva técnica que emplea el vacío para lograr la impregnación de las fibras de un laminado. Para realizar una infusión, primero se limpia y prepara el molde con una película desmoldante. Luego se colocan las fibras en seco, acompañando la forma del molde, que se utilizarán sobre la matriz -mats, refuerzos, tejidos-. Después se aplica una tela de poliéster o tejido pelable y encima se apoya un tejido perforado, que será el encargado de facilitar el desplazamiento de la resina a través de la fibra.

Posteriormente, se colocan los tubos distribuidores de vacío -el tubo espiralado- en forma periférica y se los recubre con el tejido pelable.

El siguiente paso será colocar los tubos alimentadores de resina en los lugares previamente estudiados.

Se sella todo el borde de la matriz con la cinta y todo el conjunto se hermetiza con la bolsa de vacío. Una vez obtenido un sellado perfecto se comienza a realizar el vacío hasta que se logran valores del orden de los 750mm de Hg.

Se observa entonces como la bolsa se compacta contra el laminado.

Nos aseguramos de que todo este dentro de lo previsto, que no haya fugas de vacío y que no nos hayamos olvidado ningún componente, porque una vez que ingresa la resina no se puede volver abrir el conjunto.

La relación peso fibra/resina es de 1:1 (50%-50%) y tiene que ser de una viscosidad entre 20 a 500 mPas. (mega Pascal por segundo)

→excelente relación entre porcentaje de fibra y de resina, mucho mejor que la lograda por laminado en seco manual.

→ahorro de resina por menor consumo y menor desperdicio.

→tiempo ilimitado para la aplicación de las telas o fibras.

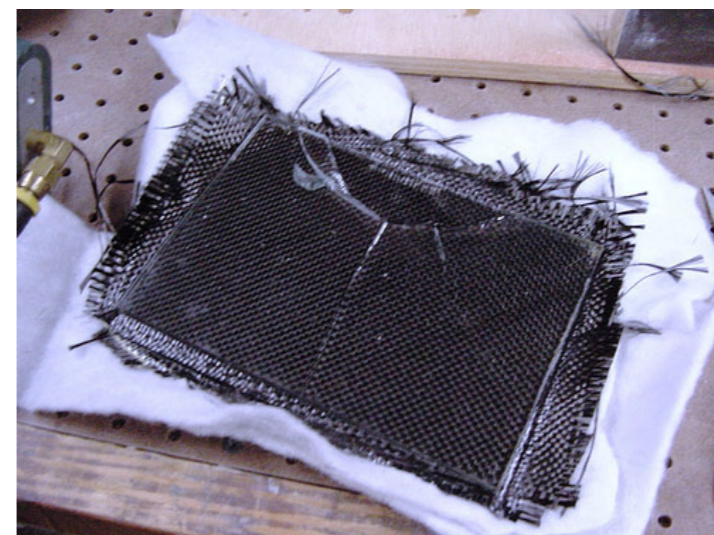
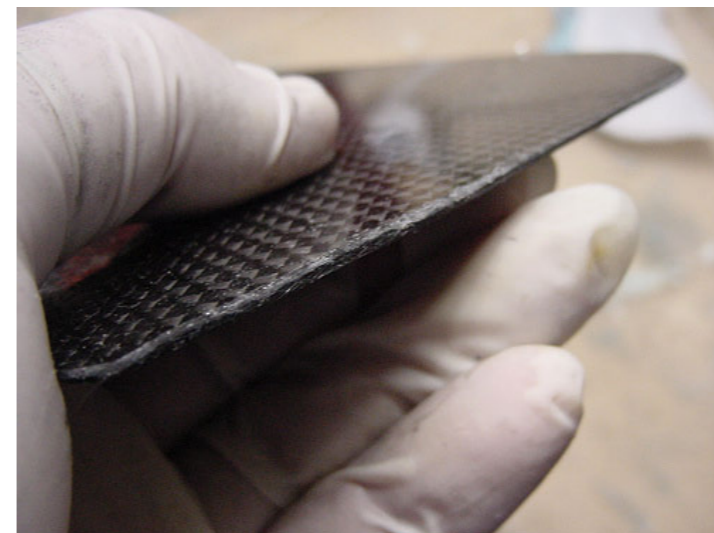
→baja emisión de gases, por consiguiente mejoras en el ambiente de trabajo.

→terminación como si la pieza estuviera producida por RTV o con molde y contra molde.

→mayor rapidez cuando se trata de grandes piezas.

Peel ply o tejido pelable, que como su nombre indica puede ser arrancado del laminado una vez solidificado. Disponibles en poliéster y nylon en gramajes entre 55 y 90 gr/m². En algunas ocasiones, se hace difícil la operación de pelado. Para ello existen tejidos con desmoldeante para ayudar en esta tarea. Su función es poder eliminar del laminado la malla o tubos de distribución, o bien para obtener una superficie uniforme y rugosa para laminados posteriores sin necesidad de lijar. Disponibles para horno y autoclave hasta 190°C.

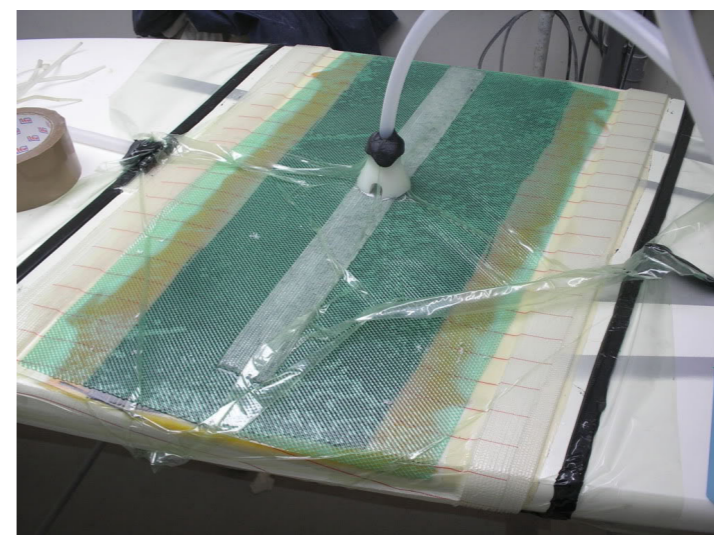
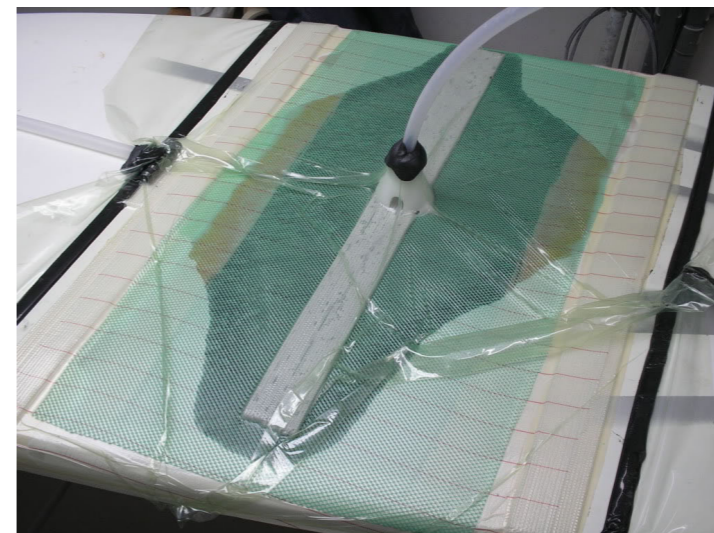
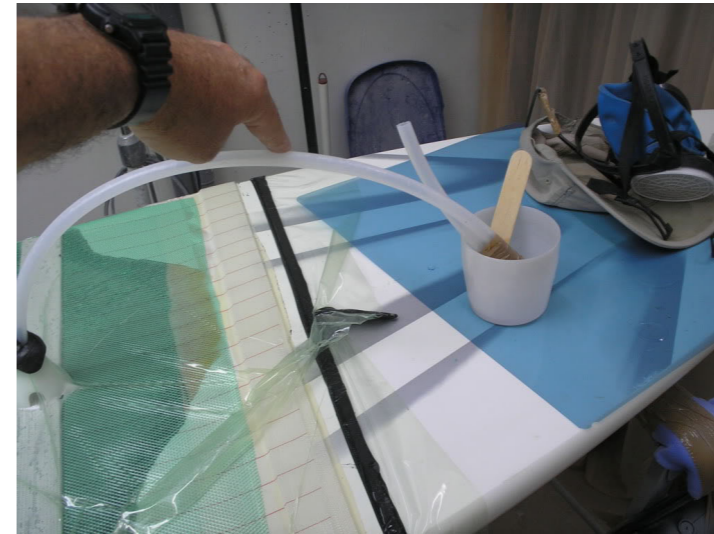
Tejido pelable ideal para conseguir una superficie rugosa final en cualquier estratificado realizado con resinas de tipo termoestable. Se aplica entre la última capa de fibra de refuerzo y la malla de distribución de la resina antes de cubrir la pieza con la bolsa de vacío en los procesos de infusión/vacío. Su función es doble: evitar que la malla de distribución se pegue al laminado y por otra parte conseguir una superficie rugosa si se desea continuar laminando o realizando ensamblajes sobre la pieza. de esta forma se evita la operación de lijado si se desea continuar "engordando" la pieza o si se desea realizar operaciones de pegado o pintado sobre ella.



Red de distribución o infusión; permite la circulación de la resina por el exterior del laminado. Es necesario el uso de un tejido pelable bajo la malla. En infusiones con el núcleo como medio conductor, puede eliminarse el uso de malla y el tejido pelable.

Film separador - sangrador / película perforada; para materiales pre impregnados, con elongación hasta 420% y resistencia a la temperatura hasta 260°C.

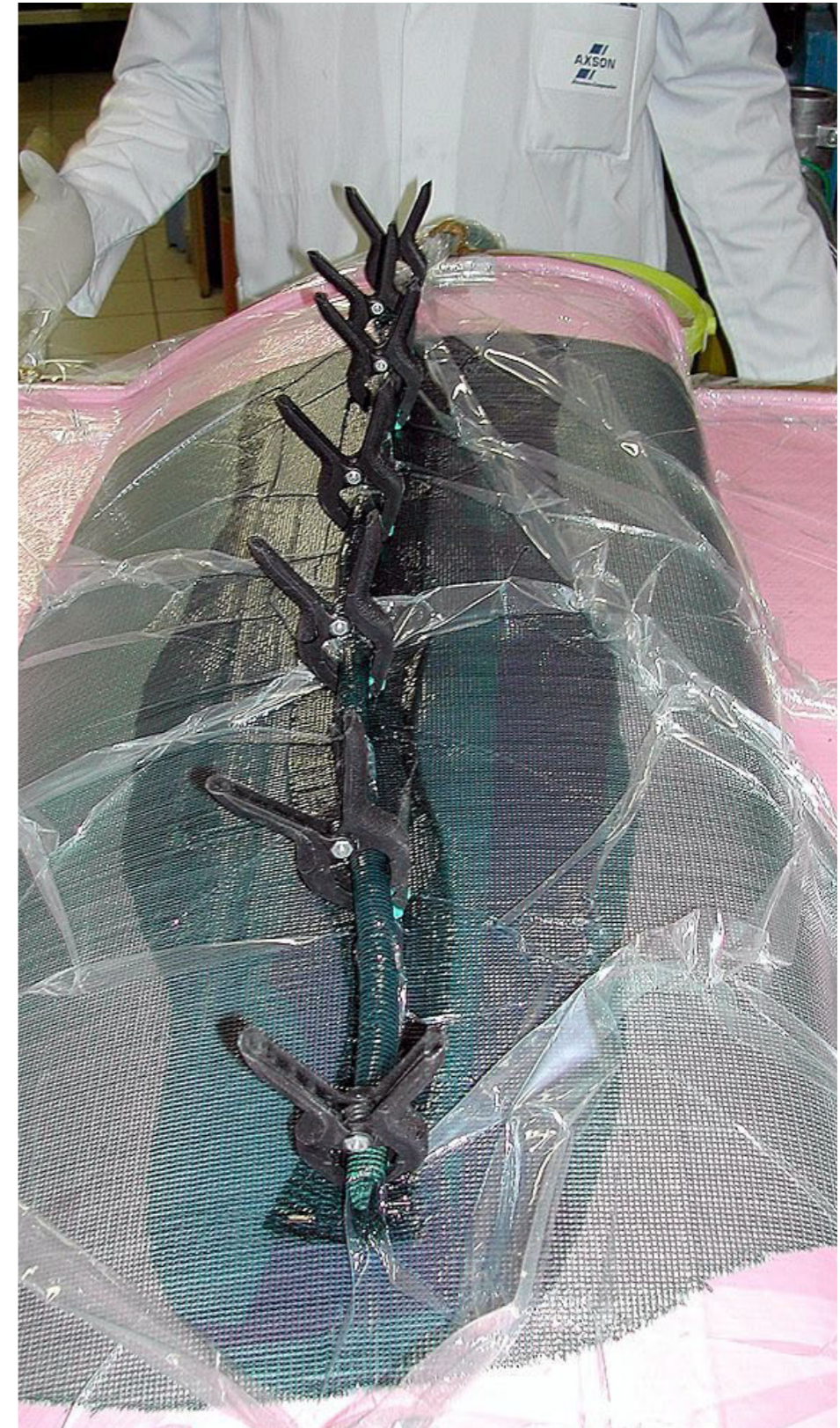
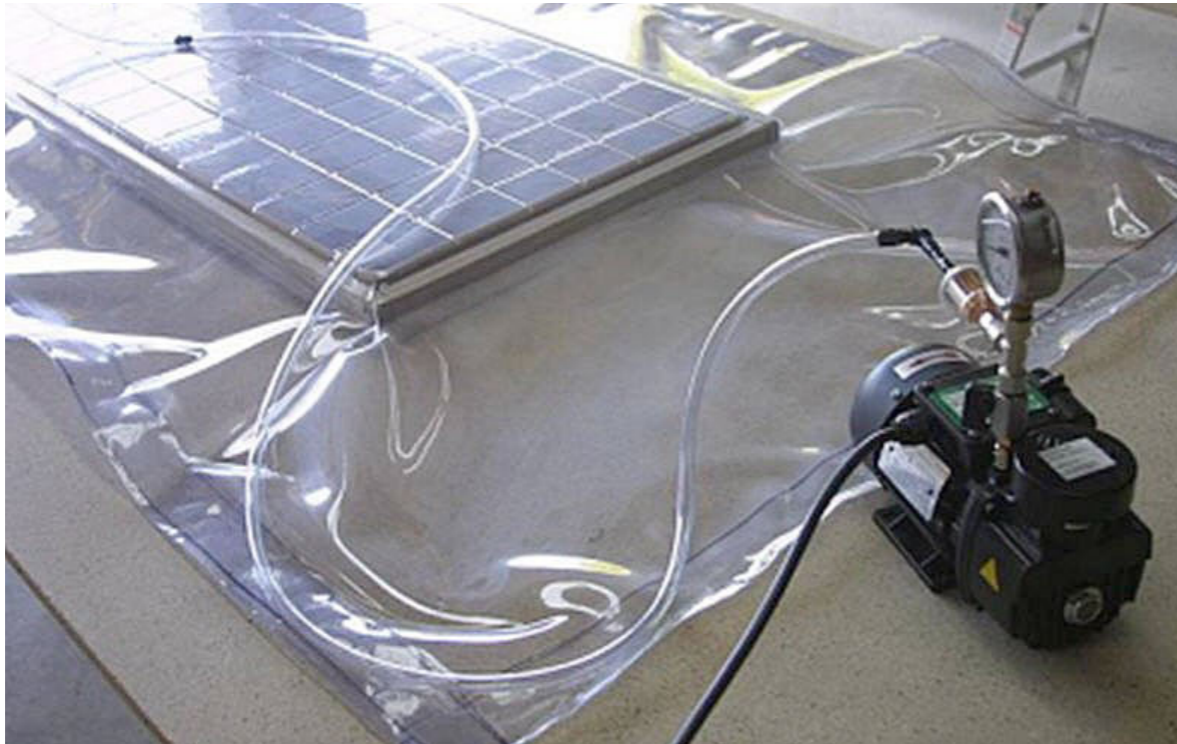
Manta de aireación ligeras y adaptables; disponibles en poliéster y poliéster reciclado, para curados a temperatura ambiente o en horno hasta 190°C.



Tubos de polietileno para vacío e infusión, necesarios para la conducción de resina a la pieza y para la evacuación del aire al sistema de vacío.

Tubos espiral de polietileno para vacío e infusión, necesarios para la distribución de resina por la pieza y para la evacuación del aire al sistema de vacío.

Masilla de sellado o cinta de sellado con alto poder de fijación, para el cierre de los pliegues de la bolsa y de ésta al molde. Proporciona una superficie de sellado perfecta, es fácil de retirar y no deja residuos en el molde.



Bolsas de vacío, que permiten la estanqueidad de la pieza actuando como contramolde, de gran adaptabilidad y resistentes a los diversos tipos de resinas: poliéster, viniléster, epoxi y fenólicas. Están disponibles en diversos tipos (PU, nylon), en espesores hasta 75 micras y anchuras hasta 12 metros; según requiera el tamaño de la pieza y las condiciones de trabajo. Disponibles para temperaturas de hasta 215°C y con elongación hasta 500%.

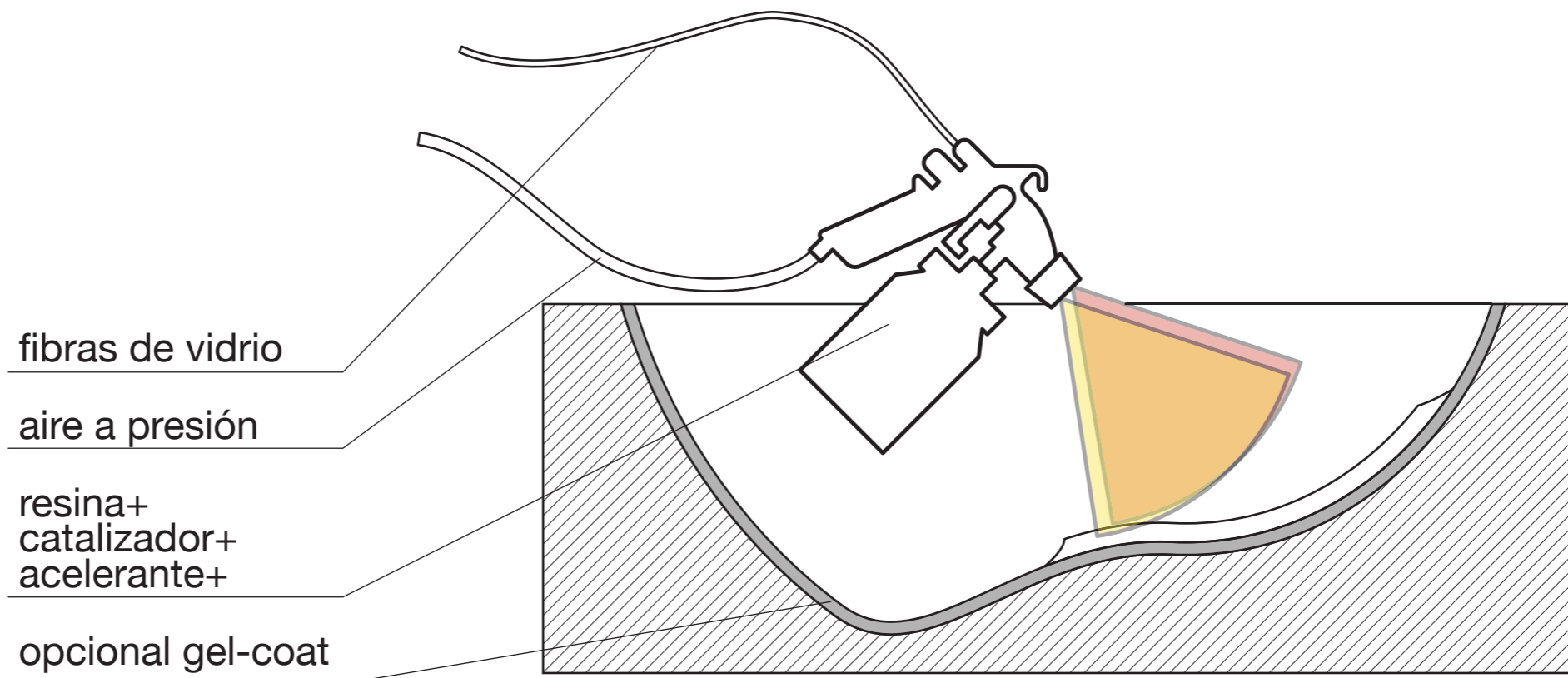




SPRAY LAY-UP

Consiste en proyectar resina, catalizador y filamentos cortos de fibra de vidrio sobre la cara inferior del molde:

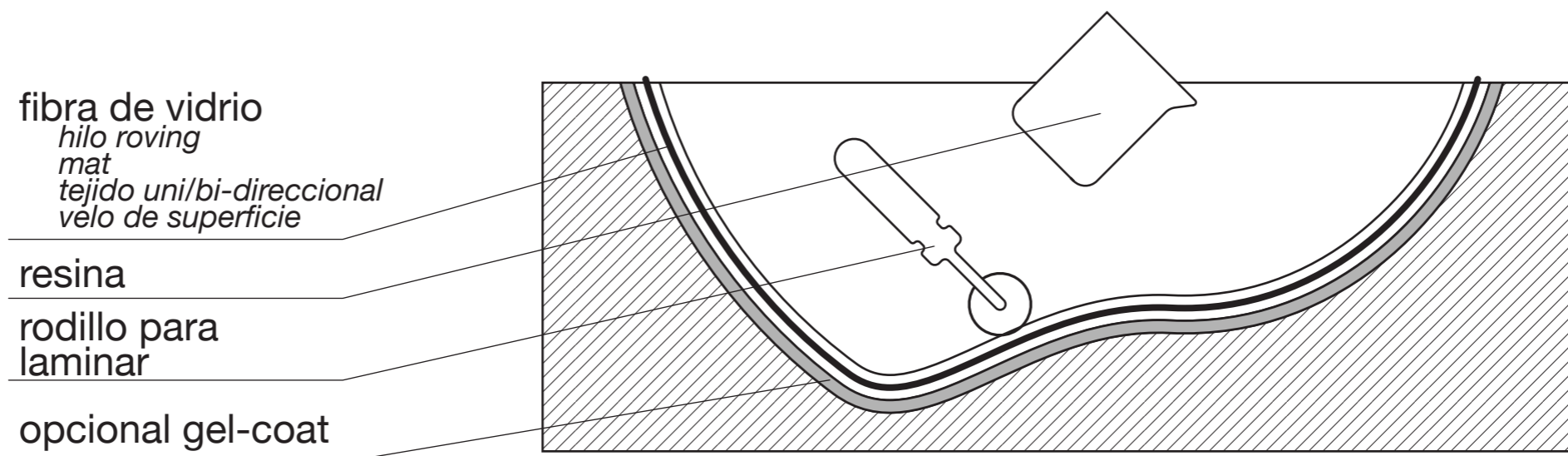
Es un proceso económico que permite obtener piezas de grandes dimensiones, curadas a temperatura ambiental y presión atmosférica. Con la desventaja de obtener una pieza con características mecánicas de baja, por el resultado de la dispersión aleatoria de las cortas fibras.



LAMINADO POR VÍA HUMEDA

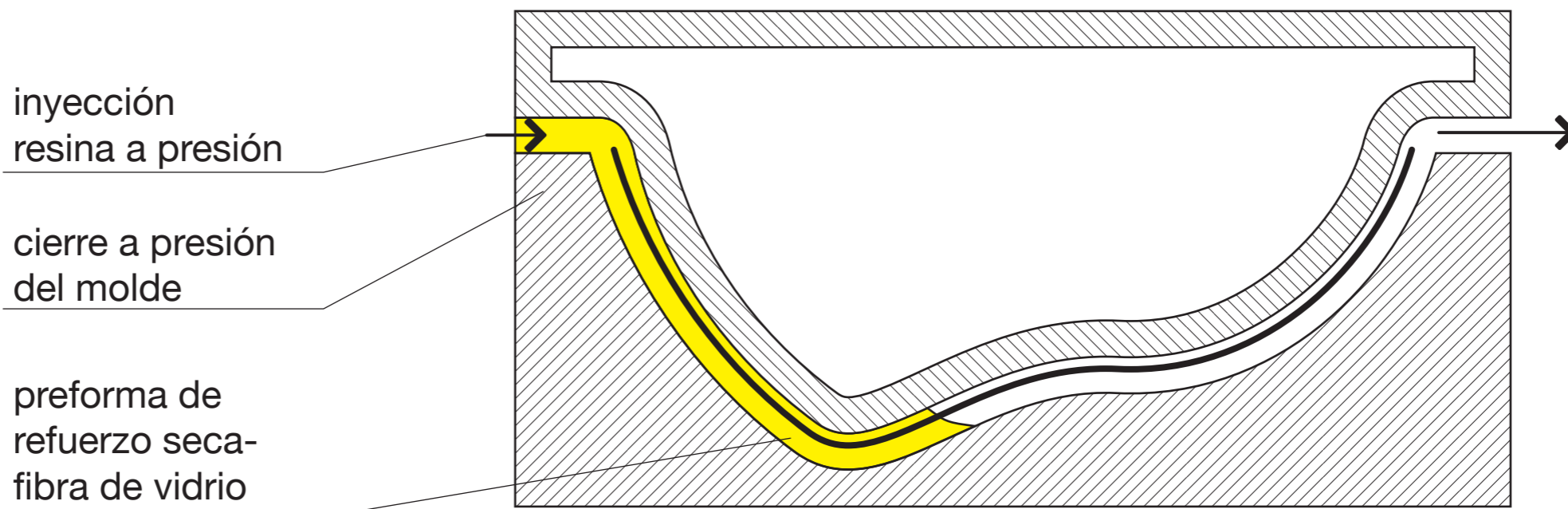
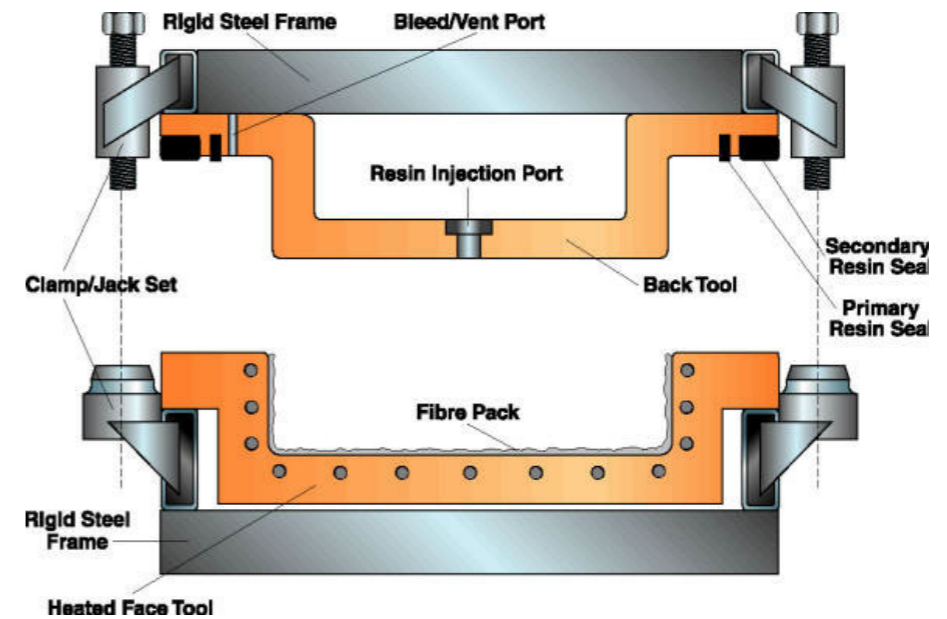
Consiste en aplicar el tejido seco contra la superficie del molde y, posteriormente, la impregnación con la resina mediante rodillo o pincel.

este proceso en relación al anterior tiene la ventaja de lograr piezas con características mecánicas de mayor eficiencia, al contar con telas realizadas con filamentos continuos de fibra. Con la desventaja de realizar espesores no variables en la pieza.



TRANSFERENCIA DE RESINA RTM

Consiste en colocar el tejido en seco dentro del molde e inyectar posteriormente la resina+catalizador, con la opción de asistir con vacío, para mejorar el flujo en el interior. este proceso en relación al los anteriores tiene la ventaja de lograr piezas con características mecánicas superiores, en relación al peso/volumen y con espesores continuos, pero, con un alto costo.



INTRODUCCIÓN A MATERIALES COMPUESTOS

Los materiales poliméricos de fibra reforzada se clasifican como compuestos con dos o más fases diferenciadas. Normalmente están constituidos por dos fases: Una matriz de resina polimérica y un refuerzo de fibras continuas de carbono reforzado: La fase fibras forma la columna vertebral del material y determina su dureza y resistencia en la dirección de estas. La fase matriz proporciona protección contra abrasión e impactos, soportados por las fibras gracias a la transmisión de esfuerzos de una fibra a otra.

Las cadenas de fibras se entrelazan formando una estructura plana de tejido en una o más capas de fibras. Estas capas se mantienen unidas mediante uniones mecánicas entre las mismas fibras o con un material secundario para ligar-las manteniéndolas juntas y fijadas en su sitio. De esta manera se consigue dar consistencia a la fase fibra para poderla procesar industrialmente.

Estos tipos de tejidos se clasifican según la orientación de las fibras en la matriz y según los diferentes tipos de conformación usados para fijar las fibras entre ellas. Las principales categorías según las orientaciones de fibra son: Unidireccionales, bidireccionales y multi axiales.

matriz+refuerzo

fibras

particulas

face infiltrada

interface

FIBRAS

vidrio

resistencia alta, rigidez baja, densidad alta; costo relativamente económico; los tipos de uso común son el E (aluminio borosilicato de calcio) y S (aluminio silicato de magnesio)

grafito

disponible como de modulo alto o de elevada resistencia; costo bajo; menos denso que el vidrio

boro

resistencia y rigidez alta; la máxima densidad, el costo mas alto; tiene un filamento de tungsteno en su centro

aramidas (kevlar)

relación resistencia /peso lamas elevada de todas; costo alto

otras

nylon, carburo de silicio, nitruro de silicio, oxido de aluminio, carburo de boro, nitruro de boro, carburo de tantalio, acero, tungsteno, molibdeno

MATRIZ

termoestables

epóxico y poliéster utilizándose más el primero; otros son los fenólicos, los fluorocarbonos, polietersulfona, el silicio y las poliamidas

termoplásticos

polieteretercetona **PEEK**; mas tenaz que los termoestables pero con una menor resistencia a la temperatura

metales

aluminio, aluminio-litio, magnesio y titanio; las fibras son de grafito, oxido de aluminio, carburo de silicio y boro

cerámicos

carburo de silicio, nitruro de silicio, oxido de aluminio y ulita; las fibras son varias ceramicas

FASE PRIMARIA-MATRIZ-

	*	metal	cerámico	polimero
FASE SECUNDARIA-REFUERZO-	metal	metalurgia de polvos	cermets	compuestos de moldeo pastilas de freno
	cerámico	cermets carburos cementados metaler reforz.	oxido de aluminio reforzado	compuestos para moldeados de plasticos PRFV
	polimero	ND (iny acero)	ND	epoxis reforzados con kevlar
	elementos	metales reforz. con fibra	ND	plasticos reforz. boro o carbono

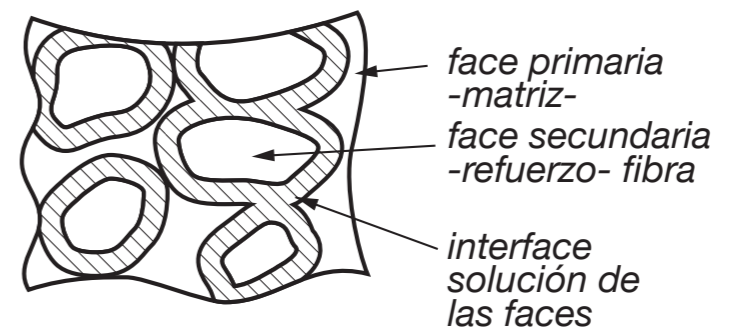
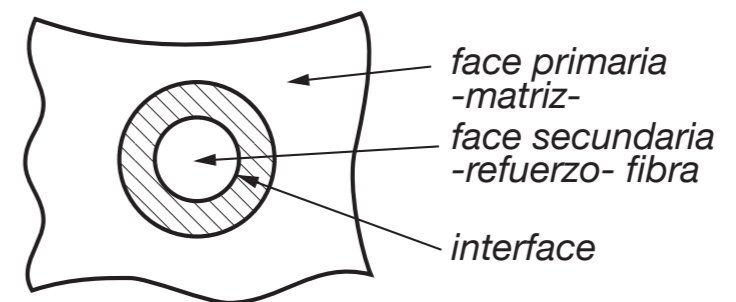
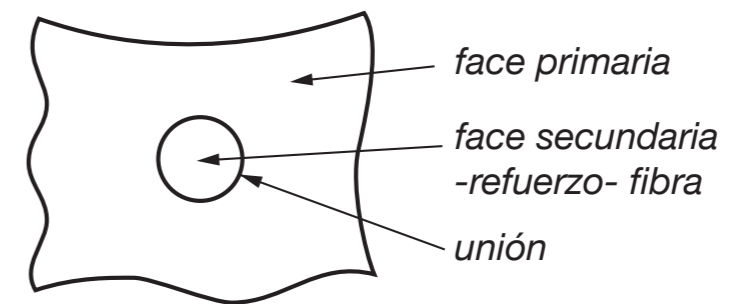
INTERFASES

Siempre hay una interfase entre las fases de un material compuesto. Las fases deben realizar un enlace en donde se intersectan para que el compuesto funcione efectivamente. Encontramos tres tipos interfaces:

Unión directa entre los materiales;

Adición de un tercer elemento para realizar la unión entre la fase primaria y secundaria, que puede considerarse como un adhesivo;

Y la formación de una interfase por solución de las fases primarias, en este caso la interfase está constituida por una solución de las fases primaria y secundaria; y ocurre cuando no son completamente insolubles entre sí.

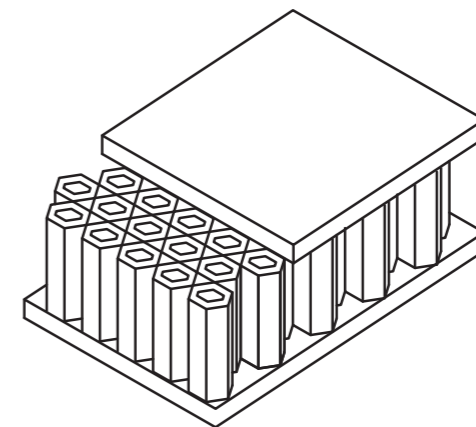
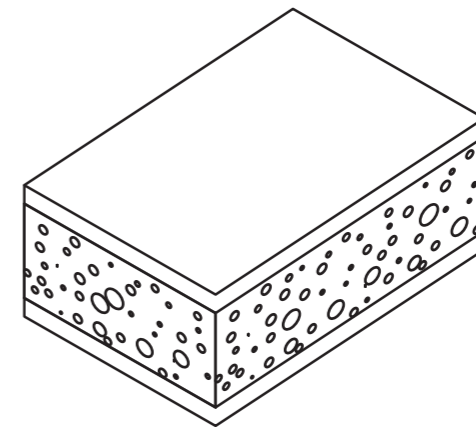
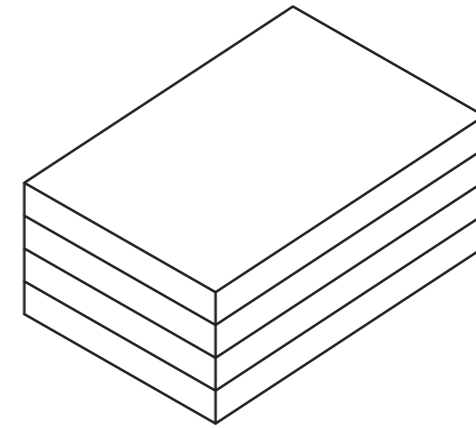


FASE INFILTRADA

La cuarta forma de la fase incorporada ocurre cuando la matriz forma un esqueleto poroso y la segunda es simplemente un relleno. en este caso la fase incorporada asume la forma de poros en la matriz. (los bujes autolubricados-)

ESTRUCTURA SANDWICH

La estructura sándwich se distingue como un caso especial de estructura laminar compuesta; consiste en un corazón relativamente grueso de un material de baja densidad unido en ambas caras con laminas delgadas de un material diferente. El centro de baja densidad puede ser a partir de un material espumado o un panal de abejas. La razón de usar una estructura sándwich es obtener una relación resistencia/peso altísima.



CONCLUSIONES

→ con los compuestos pueden lograrse materiales con mayor resistencia, rígidos y con pesos muy ligeros; obteniendo relaciones de resistencia/peso muy altas, y varias veces mayores al aluminio.

→ las propiedades de fatiga son generalmente mayores a las de los metales, al igual que la tenacidad.

→ los compuestos pueden diseñarse para prevenir la oxidación o desgastes por envejecimiento o por encontrarse en medios ácidos.

→ con materiales compuestos es posible lograr combinaciones

→ de materiales altamente eficientes: **DISEÑAR UN MATERIAL**

