



## **EL PROCESO DE PULTRUSION Y CARACTERÍSTICAS DE LOS PERFILES PRFV**

Los productos que MPLR dispone están realizados mediante el proceso de pultrusión. Para que ustedes puedan conocer con mayor detalle las características del proceso de pultrusión, hemos preparado el siguiente documento, esperando que mediante dicho documento puedan tener un mayor conocimiento del proceso de pultrusión y de los materiales obtenidos mediante dicho proceso.

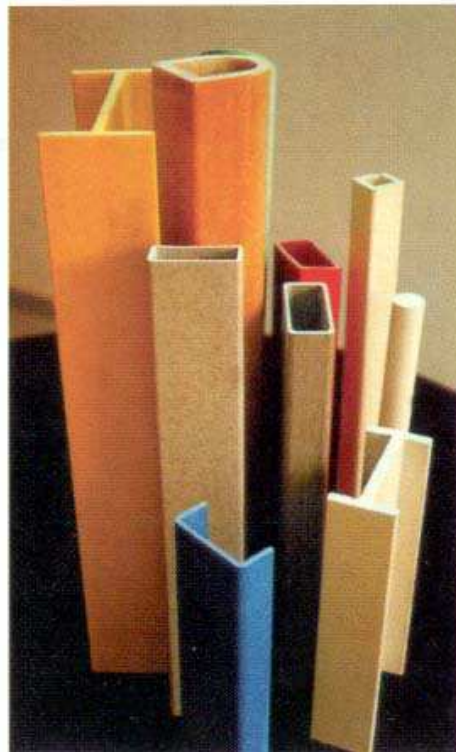
### **1.- INTRODUCCIÓN**

Nuestro producto consiste en un compuesto de resina termoestable ( se conforma mediante calor, y una vez conformado no reblandece por efecto del calor ) y un refuerzo en fibra, permanentemente moldeado.

A lo largo de los últimos años, el numero de aplicaciones de resinas reforzadas en fibra de vidrio dentro de la gama de productos fabricados mediante el proceso de pultrusión, ha crecido rápidamente.

La continua expansión tecnológica ha dado como resultado una gran variedad de productos de alta calidad con características especiales, tales como :

- Alta capacidad dieléctrica
- Gran resistencia a la degradación por corrosión química o ambiental.
- Bajísimo índice de transferencia de calor.
- Autoextingible y bajo poder de combustión.



### **2.- VENTAJAS Y CARACTERISTICAS**

Los perfiles obtenidos mediante el proceso de pultrusión se caracterizan por tener un mayor porcentaje en fibra de vidrio que los obtenidos por otros procesos. El porcentaje en fibra de vidrio en peso de estos perfiles esta alrededor de 65-70%.



- Gran resistencia a la conductividad eléctrica. Dieléctrico.
- Se puede componer para resistir a la corrosión de la mayoría de productos existentes.
- Excepcional comportamiento a la intemperie.
- Resistente a la humedad. Absorción de agua prácticamente nula.
- No se deteriora ni pudre como la madera. No le afectan los microorganismos.
- Estabilidad frente a las radiaciones del ultravioleta solar.
- Fabricación de una amplia gama de colores. Coloreada la totalidad de su masa.
- Se elimina el posterior mantenimiento que requieren las superficies pintadas.
- Mayor relación esfuerzo/peso que las del aluminio y el acero.
- Su peso llega a ser 2/3 del aluminio y 1/4 al del acero.
- Mayor resistencia al impacto que las cerámicas.
- Mantiene sus propiedades mecánicas y eléctricas a altas temperaturas extremas ( desde – 70°C hasta 300°C ).
- Dimensionalmente estable. Rigidez o flexibilidad a conveniencia.
- Elevadas resistencias mecánicas y al impacto según la composición del refuerzo elegido.
- Puede fabricarse con elevada resistencia a la inflamabilidad, autoextingibles y baja generación de humos no letales.

Dado su carácter compuesto, cabe la combinación de una gran variedad de perfiles, al igual que definir características muy específicas, lo que demuestra un gran potencial de adaptabilidad en la solución de muchos problemas de ingeniería de proyecto, ingeniería de mantenimiento, ingeniería de operaciones y arquitectura.

### **3.- PROCESO DE PULTRUSIONADO**

Comienza con la selección de los materiales de refuerzo para cumplir con los requerimientos de las propiedades mecánicas específicas. Seguidamente se seleccionan las resinas, aditivos y cargas que garantizan otras propiedades definidas a cada producto según su utilización final.

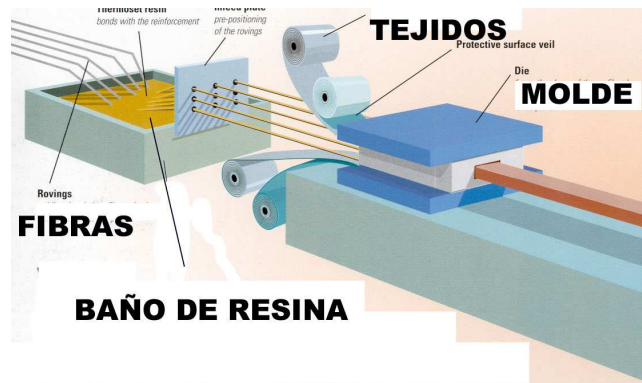
La totalidad de los refuerzos están sometidos a un proceso de estirado en continuo, siendo algunos de ellos sumergidos en el baño de resinas para su adecuada impregnación fuertemente controlada.

El proceso de pultrusión, nos permite distribuir el refuerzo de fibra adecuadamente en toda la sección del perfil, adecuándonos así a las características requeridas de cada perfil.

La masa formada por el la fibra impregnada de resina, entra en el molde, debidamente preformada, precalentada y estirada, ejerciéndose una gran



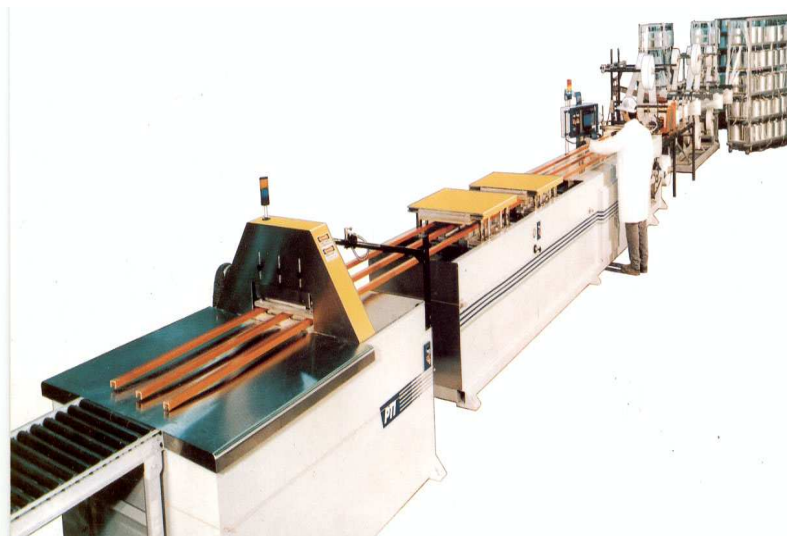
presión a la entrada del molde debido a la alta densidad del componente en fibras, los cuales, al estar impregnados en resina, eliminan completamente los vacíos.



El molde les dará la configuración deseada, endureciéndose por polimerización. La polimerización consiste en la reacción de monómeros o moléculas individuales, para crear una macromolécula cuya configuración química, similar a la de una gran red tridimensional, confiere al producto pultrusionado su gran resistencia química.

La polimerización dentro del molde, transcurre a la temperatura exacta y calculada para el curado. Este proceso, totalmente automático y controlado por ordenador, asegura una composición uniforme del perfil, continuidad longitudinal, curado total bajo tensión constante con todo el refuerzo en su posición prevista.

El producto resultante sale del molde como pieza termoestable de componente estructural pretensada, y acabada con las propiedades físicas y químicas que previamente se le han considerado.





Las características propias del molde hacen posible un acabado superficial del perfil, de gran finura y perfección.

Dado que estamos ante un proceso de laminación en continuo, este quedara terminado en el corte del perfil al largo deseado.

Tal como hemos indicado al principio de este apartado, los componentes básicos de este producto son tres : las resinas, las fibras y los aditivos.

Las resinas a utilizar pueden ser, en orden a su frecuencia en el uso, las de poliéster, vinilester, acrílicas, epóxicas y fenólicas. El 80% del producto pultrusionado se forma actualmente de resina de poliéster en su tipo isoftálico. Ella posee las suficientes propiedades de resistencia a la agresión química y mecánica que se requieren en los productos de uso mas frecuente. Las otras variedades se utilizan según las características especiales que demanda la utilización del perfil a fabricar.

Dentro de este apartado, debemos hacer notar que en el proceso de pultrusión, la viscosidad de la resina puede tener un mayor grado a la normal en otros tipos de fabricación de termoestables reforzados. Esto conlleva una menor cantidad de estireno, siendo un factor positivo decisivo a la hora de resultados de ignifugación. Este factor junto con el proceso de curado empleado, polimerización a altas temperaturas, dan como resultado la total ausencia de estireno residual en los productos pultrusionados.

Los materiales de refuerzo a utilizar, pueden ser las fibras de vidrio E, R o S, según las resistencias mecánicas que deseamos obtener, fibras de grafito, fibras de brea, fibras aramidas o bien refuerzos metálicos como hilos de acero inoxidable, aluminio u otros según las necesidades técnicas y económicas del perfil a proyectar.

Dentro de las fibras de vidrio podemos enumerar los hilos ( roving ), las telas ( mats ) y los tejidos ( wovens roving ). La misma consideración debemos tener para las fibras de grafito y las aramidas.

Las fibras de vidrio, ocupan en la actualidad prácticamente el 90% de los componentes de refuerzo del producto pultrusionado, siendo como ya hemos indicado anteriormente su proporción en la composición del producto muy elevada, llegando normalmente al 72% en su composición, lo cual nos deja un 20% a la resina y un 8% a los aditivos. Ello es un factor muy positivo a la hora de hablar de resistencias contra el fuego, ya que el vidrio es prácticamente incombustible y su fusión se realiza a temperaturas elevadas. En la actualidad, prácticamente en la mayoría de productos se emplea hilo continuo ( fibra larga ) del tipo E.

La utilización de los aditivos es consecuencia de la necesidad de aportar determinadas características especiales al producto. Entre ellos podemos citar



como de uso más común los filtros contra el rayo del ultravioleta solar, los antioxidantes, los estabilizadores, los ignifugantes, y los pigmentos colorantes, entre otros.

#### **4.- PROPIEDADES GENERALES.( SEGÚN NORMAS DE ENSAYO DIN )**

##### **MECANICAS :**

- Peso específico.....	1,7-2,0 gr./ cm <sup>3</sup>
- Resistencia a la flexión ( longitudinal ) .....	500-550 N/ mm <sup>2</sup>
- Resistencia a la flexión ( transversa ) .....	50-30 N/ mm <sup>2</sup>
- Deflexión .....	1,1-1,5 mm.
- Resistencia al impacto .....	100-200 Kj./ mm <sup>2</sup>
- Resistencia a la tracción ( longitudinal ) .....	400-550 N/ mm <sup>2</sup>
- Resistencia a la tracción ( transversal ) .....	50-100 N / mm <sup>2</sup>
- Resistencia a la compresión .....	300-500 N/mm <sup>2</sup>
- Modulo de elasticidad ( E ).....	30.000-45.000 N/ mm <sup>2</sup>

##### **ELECTRICAS**

- Absorción de agua .....	60 – 200 mg. en peso
- Constante dieléctrica .....	4,5 – 7,0 E
- Resistencia dieléctrica .....	5 – 20 KV / mm.
- Factor de disipación .....	0,04 tang.
- Resistencia a la circulación .....	Kc > 600
- Resistencia a la incandescencia .....	2b
- Temperatura de Deflexión bajo carga ( Martens ) .....	sobre 200 ° C
- Conductividad térmica .....	0,288 – 0,144 J/ m <sup>2</sup> /S/C/m.

Las propiedades indicadas son típicas con refuerzos de vidrio y ellas están sujetas a las variaciones determinadas para cada producto específico.



## **5.- OTRAS CARACTERISTICAS ESPECIFICAS**

Mención especial pueden darse a estos materiales dentro del campo de tratamiento de aguas.

Las características específicas de estos materiales, hacen de ellos especialmente adecuados para la fabricación de estructuras para las plantas de tratamientos de aguas. Estas características específicas son entre otras, las siguientes :

- Resistencia química : estos materiales no se ven afectados por los contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos de las aguas residuales, ni por los reactivos empleados en la depuración de las mismas.
- No se ven afectados por microorganismos ni algas, que pueden aparecer en el proceso de tratamiento de aguas ( como por ejemplo en el proceso de tratamiento de fangos ).
- Excepcional comportamiento a la intemperie y absorción de agua prácticamente nula : lo que favorece el empleo de estos materiales en estructuras que vayan a estar en contacto directo con las aguas o a la intemperie.
- Ligereza : facilita el montaje en obra de estructuras en sitios de difícil accesibilidad y evita la utilización de grúas.
- Eliminación del posterior mantenimiento.
- .....

Otros sectores comercialmente hablando son los que enumeramos a continuación :

- Empresas Químicas: debido a la resistencia química : papeleras, salinas, cromados, curtidos, petroquímicas...
- Empresas eléctricas: debido al carácter dieléctrico.
- Centrales nucleares.
- Ganadería, mataderos.
- Obras civiles, ingeniería en general.
- Telecomunicaciones : debido a la transparencia frente a las ondas.