

Aproximación al conocimiento del poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) (*)

Por JAIME VILA MIRO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Se pretende en este artículo, llamar la atención sobre un material que para la Ingeniería Civil puede representar, en muchos aspectos, el dar soluciones técnicas y económicas con ventaja sobre otros materiales convencionales.

El uso que de este material ya se está haciendo en otros campos nos obliga, al menos, a considerar sus propiedades y posibilidades para el nuestro.

1. INTRODUCCION

Existe una generalizada tendencia a considerar un paralelismo entre los nuevos materiales que la tecnología nos aporta todos los días, con aplicaciones cada vez más avanzadas. Es cierto que las necesidades estimulan la búsqueda de materias primas y elaborados que permitan resolverlas. Esto es muy positivo. También es cierto que se aprovechan del avance otros campos técnicos, insospechados por el que lanzó el material.

Hay en ocasiones una cierta competencia entre las especialidades técnicas, que pugnan por dar una salida totalmente nueva al producto y así poder adjudicarse su paternidad.

Sin embargo, se olvidan fácilmente las posibles aplicaciones para usos anteriores a la aparición del producto, que pueden permitir, no sólo la mejora de tales aplicaciones, sino incluso la sustitución del material clásico por el nuevo.

Con el poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), ha ocurrido algo de lo antes dicho, pues sus aplicaciones primigénias se desarrollaron fundamentalmente en la industria estacionaria, para pasar después a la Arquitectura e Ingeniería.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1983.

Las primeras apariciones del material tenían, incluso, carácter impropio, ya que era asimilado a otros con los que poco tiene que ver, como son, los denominados vulgarmente «plásticos».

Las resinas poliésteres son productos sintéticos como muchos otros que la química moderna está encontrando; pero no se debe por ello señalar con la misma apelación cualquier producto de este tipo.

Es posible, incluso, que haya existido un cierto alejamiento del material por parte de los ingenieros de obras civiles, al pensar que sus características, divulgadas como si de un «plástico» se tratara, no encajaban en los usos y aplicaciones de dicha especialidad.

Sin embargo, no hay duda de que los materiales, sean cuales fueren y vengan de donde vinieren, sólo adquieren significación a través del número e importancia de sus aplicaciones, de su adecuación a las necesidades prácticas y de su economía. Tres importantes aspectos que es necesario conocer.

2. PRECISIONES SEMANTICAS

Con el nombre de «plásticos» son designados, genéricamente, importantes y numerosos grupos de materiales de uso masivamente extendido. Sin embargo, bajo esta denominación, pueden confundirse materiales tan dis-

tintos y diversos y de propiedades características tan diferentes, que es preciso realizar una clarificación conceptual.

No vamos a entrar en la descripción de los materiales que, como ya hemos dicho, son muy numerosos. Pero sí debemos señalar que la afinidad química de todos ellos no es suficiente para adquirir, sin más precisiones, dicha denominación.

El estado de los cuerpos, sólido, líquido, gaseoso, y todos los intermedios, como el plástico, sólo nos indica una clasificación de orden físico. Nada nos permite atribuir a los materiales englobados en cada uno de tales grupos propiedades comunes de composición o comportamiento. Tan es así, que muchos materiales de los llamados plásticos son realmente sólidos.

Por otra parte, el estado físico puede cambiar en determinadas condiciones de temperatura y presión.

Además, determinados cuerpos sometidos a deformación alcanzan un estado tensional en el que, por perder las características elásticas, al igual que en el estado físico plástico, reciben la acepción de estado tensional plástico.

Comprendemos, pues, que no todos los denominados «plásticos» están en estado físico plástico. Tampoco todos tienen un estado tensional plástico. En consecuencia, parece necesaria la precisión a la que antes aludíamos.

Llamemos «plásticos» sólo a aquellos materiales que, físicamente, estén entre un estado sólido y líquido, o que su estado tensional no sea elástico. Para el resto de productos no queda más opción que denominarlos por su nombre, como hacemos con la madera o el hierro. Esta distinción nos permitirá no incurrir en errores de aplicación.

Las resinas termoplásticas, en general, dan lugar a cuerpos plásticos; es decir, no elásticos y fácilmente deformables.

Las diferencias entre unas y otras, tan patentes, exigen una distinción permanente cuando se hable de resinas y sus productos derivados.

Las resinas termoplásticas son polímeros de

ésteres, epoxis, fenoles, siliconas, etc. Los poliésteres son, por tanto, termoendurentes, y a este tipo nos referiremos al hablar de las resinas reforzadas con fibra de vidrio.

3. LOS PRODUCTOS HETEROGENEOS

La tecnología ha buscado, de antiguo, mejorar las propiedades mecánicas de ciertos materiales mediante la mezcla, adición o simple acompañamiento de otros que los complementaban.

El hormigón armado es el caso típico por excelencia dentro de nuestro campo de la Ingeniería.

Caso paralelo al hormigón armado, es el de los poliésteres reforzados con fibra de vidrio (PRFV). La combinación fibra de vidrio-poliéster es posible y ventajosa por las razones siguientes:

- El vidrio textil es inerte a lo largo del tiempo y presenta resistencias muy elevadas para los usos en Ingeniería.
- Las resinas termoendurentes, en estado líquido, permiten impregnar totalmente la fibra de vidrio, endurecen fácilmente y pueden moldearse.
- El producto final posee propiedades físicas excepcionales, así como químicas, eléctricas y mecánicas. Es inerte a la corrosión electrolítica y no sufre alteraciones en su composición.

4. COMPONENTES DE LOS PRFV

4.1. Las resinas poliésteres

La química macromolecular ha desarrollado un producto apenas conocido con fines comerciales, hace escasamente cincuenta años.

En los modernos procesos de síntesis se han obtenido sustancias que, por su apariencia vítrea, se denominan resinas sintéticas, como homólogas a las resinas naturales.

Destaquemos de entre las resinas sintéticas, las poliésteres: compuestos orgánicos no saturados capaces de polimerizar con otros monómeros de doble enlace, formándose estruc-

APROXIMACION AL CONOCIMIENTO DEL POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO

CUADRO COMPARATIVO DE PROPIEDADES MECANICAS

Material	Contenido de vidrio en peso (%)	Densidad gr/cm ³	Tensión tracción kg/cm ²	Módulo de elasticidad x 10 ³ kg/cm ²	Tensión compresión kg/cm ²	Tensión flexión kg/cm ²	Tensión corte kg/cm ²	Coefficiente de dilatación X 10 ⁻⁶ /° C
PRFV	60-90	1,7-2,2	5.300-17.350	280-620	3.100-4.800	6.900-18.600	650-1.000	4-11
	45-60	1,5-1,8	2.300-3.400	130-170	980-1.400	2.000-2.700	550-760	11-16
Acero (Construcción)		7,8	4.100-6.000	2.100	4.100-6.000	4.100-6.000	1.250	11-14
Aluminio		2,7	800-4.300	700	840	840	250	22-23
Hormigón		2,3	25	250	400	25	10	10-11
Hormigón armado		2,5	—	270	4.000	4.000	—	10-11
Termoplástico (plásticos)		1,0	400	11-18	350-900	550-970	—	100-200

turas tridimensionales de resistencia mecánica muy elevada que endurecen a temperatura ambiente o en forma rápida con adición de calor.

Esta propiedad de endurecimiento, junto a las mecánicas que le acompañan, hace que sea útil su aplicación en la Ingeniería.

Las resinas termoendurentes o termoestables no deben confundirse, como ya hemos apuntado, con las termoplásticas, que sufren un proceso contrario de ablandamiento con el calor, y en cuyas aplicaciones no entramos ahora.

4.2. La fibra de vidrio

El vidrio obtenido en forma de fibras finísimas se convierte, por su gran propiedad de producto estable, en un colaborador a la resistencia del poliéster.

Las fibras dispuestas en forma texturizada y con disposiciones diversas, según las aplicaciones a realizar, confieren a la masa poliéster características mecánicas excepcionales.

El poliéster protege a la fibra de su fragilidad. Esta, a cambio, le devuelve textura, que es tanto como decir resistencia tridimensional.

Entre la gran variedad de vidrios, se utilizan como refuerzo aquéllos de menor solubilidad, como son los de contenido de óxidos alcalinotérreos (B₂ O₃) o vidrios asódicos.

Estas fibras se mejoran en su capacidad de refuerzo con determinados tratamientos que crean una adherencia química definitiva entre el poliéster y el vidrio.

4.3. Productos complementarios

Durante la fabricación del producto se añaden otros de naturaleza inerte y de fácil dispersión en la masa poliéster que permite disminuir la proporción de éste y comunicar alguna otra propiedad físico-mecánica.

Se puede reducir así el coste del producto final, aumentar el módulo de elasticidad y mejorar el aspecto de las superficies terminadas.

Las proporciones de adición son, sin embargo, muy variables según las aplicaciones a obtener.

Otros aditivos pueden ser de tipo ignífugo, colorantes, estabilizadores, desmoldantes, etc.

5. PROPIEDADES MAS CARACTERISTICAS DE LOS PRFV

Los PRFV están sustituyendo rápidamente a materiales tan tradicionales como la madera y los metales en un gran número de aplicaciones.

En líneas generales, las propiedades de orden físico, químico, eléctrico y mecánico pueden sintetizarse en las siguientes:

- Características mecánicas adaptables a las necesidades.
- Relación resistencia/peso superior a la de casi todos los metales y demás materiales usados en el sector de construcción.
- Grandes posibilidades de diseño y adaptación a la forma que se precise.
- Alta resistencia química y a la intemperie; inatacables por microorganismos y fisiológicamente inertes.
- Alta estabilidad dimensional, baja absorción de agua y resistencia a elevadas temperaturas.
- Nula necesidad de mantenimiento.
- Posibilidad de reparaciones fáciles y rápidas.
- Elevada resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.
- Resistencia a la corrosión electrolítica y agresiva.

6. RESEÑA GENERAL DE LAS APLICACIONES DEL PRFV

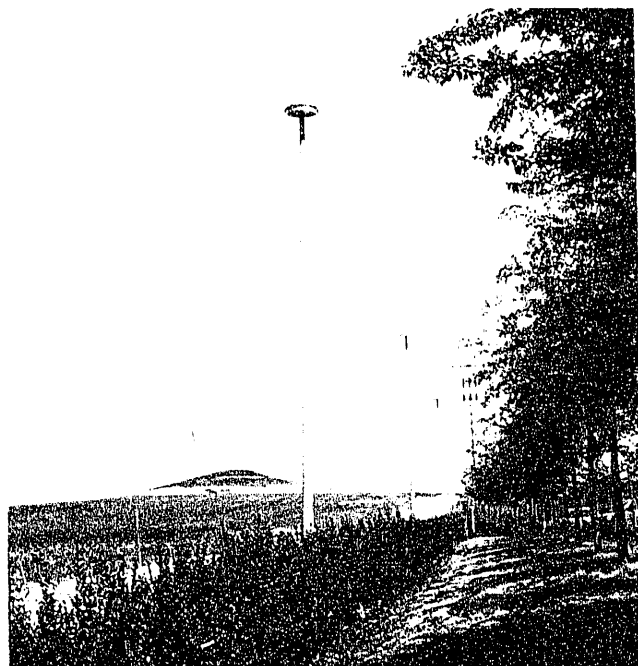
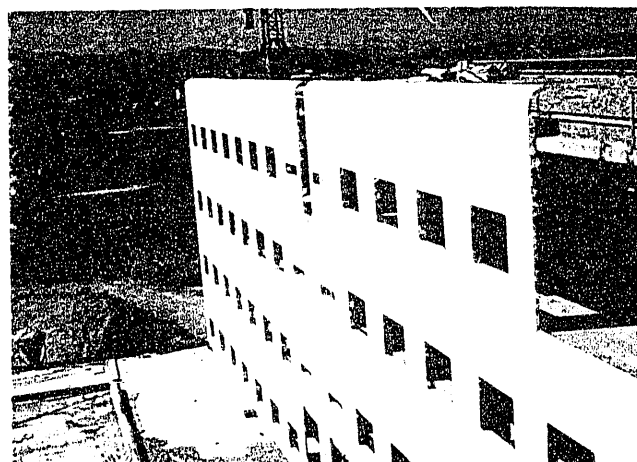
Sería difícil encontrar otro material capaz de competir con el PRFV, en cuanto a diversidad de aplicaciones.

Sin pretensión de ser exhaustivos, creemos necesario describir por sectores aquellas aplicaciones más sobresalientes que nos permitan tener una idea, lo más aproximada posible, de las posibilidades de aplicación de este material.

6.1. Edificación y urbanismo

Se han realizado construcciones integrales de PRFV. Desde los pórticos y estructuras a los cerramientos y cubiertas.

Conocido es el empleo en cúpulas ligeras,



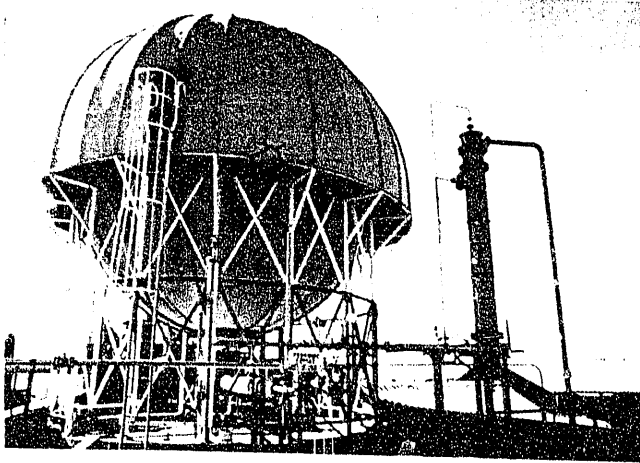
claraboyas, tabiquería, bloques sanitarios y baños completos en una sola pieza. Como cerramiento, y gracias a su estabilidad y posibilidad de colorear, se utiliza en paneles de revestimiento de fachadas, muros cortina, etc.

En amueblamiento el uso es genérico, así como en decoración de interiores.

En alumbrado público, los fustes y báculos se hacen permanentes, pudiendo prescindir de su conservación. Bordillos, aceras, parterres, isletas, etc., serían otras muchas aplicaciones.

6.2. Industria

Este material es cada vez más empleado en las series industriales metalúrgicas.



En los electrodomésticos sustituyendo a los termoplásticos.

Como elementos de carenado y protección de maquinaria.

Carrocerías completas de maquinaria móvil, camiones, automóviles, y toda clase de accesorios. Matrices para el moldeo y el estampado de los metales en plancha.

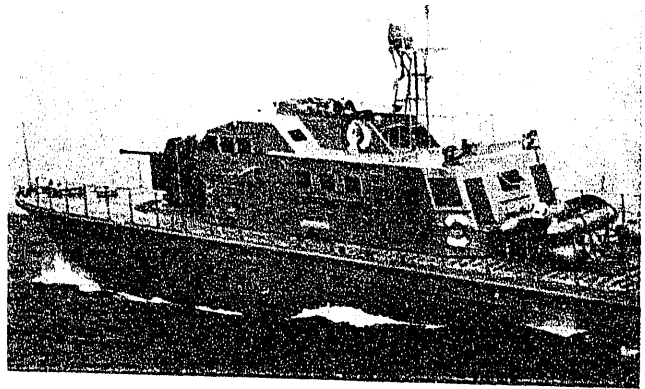
Tanques de almacén y silos de almacenamiento de productos químicos agresivos, así como las tuberías de proceso.

En la industria química y de la alimentación, aportan, a diferencia de los metales, una absoluta resistencia a la corrosión de tipo electrolítico, escaso peso, reducida conductibilidad térmica y la ausencia de problemas de mantenimiento. Todo esto es muy importante, no sólo para los sistemas de conducción, medios de transporte de productos agresivos, en las industrias petroleras, frigoríficas, papeleras y alimentarias en general.

En la industria naval, mercante y deportiva, han desplazado a la madera, el aluminio y el acero, desde los cascos de las embarcaciones, grandes y pequeñas y deportivas, hasta cabinas, puentes de mando, escotillas, revestimientos de bodegas, etc.

6.3. Aplicaciones militares

Las aplicaciones militares podrían ser como un compendio de otros sectores al abarcar casi todos ellos, por eso podemos repetir usos, aunque particulares de la actividad militar, ya señalados.



Por las severas especificaciones que el estamento militar exige a los productos, se llega a una especie de convalidación de otras aplicaciones civiles.

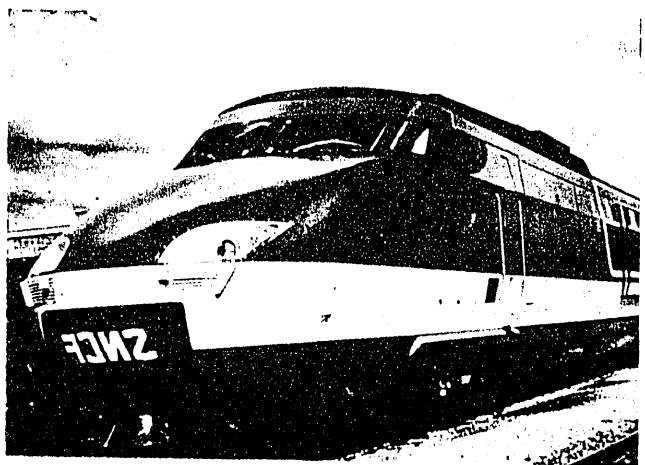
El empleo va desde los cascos y cuerpos de proyectiles y sus dispositivos de lanzamiento hasta los blindajes, carenados fuselajes en aviones de combate, carros y naves de guerra.

6.4. Ingeniería civil

Hemos dejado para el final la enumeración de usos en el campo que nos es más afín; queremos con ello destacar un cierto vacío de aplicaciones poco consecuente con nuestra tradición pionera en muchos aspectos tecnológicos.

En transporte se están utilizando sistemas, tanto sobre camión, como en ferrocarril, para productos químicos y de alimentación: aceite, vino, agua, etc.

En las instalaciones portuarias es cada vez





más raro ver contenedores metálicos, ya que son sustituidos por los de PRFV.

Las balizas y cantiles, así como tinglados de puerto, son también corrientes.

En los puertos deportivos vemos los puntos de amarre con las columnas de servicios de PRFV.

En obras hidráulicas, en cambio, apenas reconocemos empleos; sólo en plantas depuradoras y tratamiento de agua potable se están utilizando en silos de dosificación y en tanques de almacenamiento de reactivos.

En otras latitudes, en cambio, se utiliza este material en las canalizaciones, en cubas y tanques de tratamiento y clarificación, en los edificios, etc.

En conducciones de agua potable sólo existe una pequeña arteria, de cuyo proyecto somos autor y director de la obra, y consideramos que es la única existente hoy en España, cuando en América norte y sur, Europa occidental y norte de África conocen ya excelentes experiencias desde hace años.

En presas, creemos que podrían sustituirse las compuertas de aliviaderos con gran ventaja por su menor peso, lo que redundaría en equipos de accionamiento más ligeros y en una economía del conjunto.

En modelos reducidos, por su fácil moldeo, también sería útil.

En el revestimiento de canales se ganaría estanqueidad, caudal, a igualdad de sección y

pendiente, rapidez de ejecución y ausencia de mantenimiento, capítulo muy importante para nuestras Confederaciones Hidrográficas.

En general, podríamos hacer interminable el número de aplicaciones en los campos ya señalados, así como en carreteras, construcción, energía, etc. Cada día que pasa crea y trae nuevas aplicaciones, así como la respuesta a cualquiera de nuestras inquietudes. No tenemos más que aumentar el conocimiento de las posibilidades que este material nos brinda.

7. CONCLUSIONES

Una exposición, como la desarrollada, puede dejar la impresión de que estamos ante un producto para todo.

Sin embargo, la componente económica es la que determina en ocasiones, no sólo sobre este producto, sino con todos los que manejamos, la posible alternativa adecuada, y es ahí, en el estudio comparativo técnico y económico, donde debemos utilizar todos los parámetros de que disponemos para una correcta valoración. En todo estudio económico comparativo con el PRFV, con mayor razón que en otros casos, creemos que debe realizarse la valoración del coste de mantenimiento y conservación. Hoy ha adquirido una singular importancia este capítulo, debido a que, cada vez más, las administraciones desean repercutir en el usuario, los costes por aquellos conceptos.

Se introduce así el llamado coste final, entendiendo por tal la suma del coste inicial del material, más el transporte, instalación, etc., y el ponderado de mantenimiento y conservación.

Tal es el coste final para el usuario, quién tantas veces se ve sorprendido por unos costes de los que no había sido advertido, pensando que una vez acabada la construcción se terminaba su aportación.

La inmunidad de los PRFV, su resistencia a la fatiga y a la fluencia, su inalterabilidad y ausencia de envejecimiento hacen olvidar prácticamente las labores de mantenimiento y conservación, permaneciendo constante su total capacidad y características originales.