

## 4.- POLÍMEROS

### 04

## Fabricación

### 1 Bases para la fabricación de formas comerciales

#### 1.1 Fibras sintéticas

Dado que las fibras naturales, tales como el yute, el algodón, son biodegradables, se han creado una serie de fibras para su empleo en los geotextiles y otros usos en construcción con alta durabilidad. Las principales son las siguientes:

##### 1.1.1 El sarán

Se obtiene del etileno procedente del petróleo y del cloro de la sal común. La resina se estira para obtener fibras de una gran resistencia a tracción. No le ataca la humedad ni los ácidos, disolventes orgánicos, bacterias, hongos o la luz. Se puede teñir para usarlos en tapicerías y cordelería.

##### 1.1.2 El nylon

Son amidas polimerizadas (poliamidas, PA) que forma fibras de gran resistencia y dureza. Su tensión de rotura es de  $5000 \text{ kp/cm}^2$  y su alargamiento del 22 %. Es resistente al calor pues no pierde resistencia cuando es mantenido tres horas a 200 grados. Es una resina moldeable como los termoplásticos. Se usan en engranajes, cojinetes, cremalleras, palas de ventiladores, etc. Son higroscópicas (admiten agua en su estructura), lo que influye, a la baja, en sus propiedades mecánicas y produce entumecimiento de las piezas. Estos inconvenientes se reducen con la adición de fibra de vidrio.

##### 1.1.3 El polioximetileno (POM)

Es un polímero conocido también como resina acetálica. Tiene una gran resistencia mecánica con un buen coeficiente de rozamiento, de buena resistencia química que no presenta absorción de agua por lo que puede sustituir a las poliamidas (nylon) con ventaja. Tiene un efecto de resorte extraordinario por lo que se usa en muelles, ballestas, etc. Se usa también en margaritas de máquinas de escribir y marcadoras sobre cinta adhesiva.

##### 1.1.4 Los poliésteres termoplásticos

Son conocidos en su formas comerciales de fibras textiles (Terylene, Dacron, Trevira)

#### 1.2 Fibras minerales (digresión)

El interés de estas fibras reside en su empleo como tendones para el hormigón pretensado sustituyendo al acero.

### **1.2.1 Fibra de vidrio**

Se fabrica a partir de los componentes tradicionales del vidrio (sílice, cal, alúmina y magnesita) a los que se añaden ciertos óxidos. Fundida la mezcla a 1550 °C se pasa a través de placas perforadas de platino y rodio. Esta fase proporciona hilos de 1 mm de diámetro que son posteriormente estirados mecánicamente para dar filamentos de 5 a 25 micras. Finalmente los hilos son recubiertos de una dispersión acuosa de compuestos orgánicos (ensimaje) que favorece la unión entre filamentos y la resistencia a la abrasión. El ensimaje de fibras destinadas al refuerzo de resinas está compuesto plástico con productos filmógenos pegables, antiestáticos, plastificantes y agentes de puente que permiten la puesta en servicio y el moldeado. Los principales tipos de vidrio utilizados para las fibras son los siguiente:

- Vidrio tipo A.- Refuerzo de gran resistencia química
- Vidrio tipo B.- De gran durabilidad y propiedades eléctricas
- Vidrio tipo S.- De alta resistencia a tracción y estabilidad térmica

#### **1.2.1.1 Fibras AR (álcali resistente)**

La fibra de vidrio utilizada como refuerzo de hormigones y morteros es la AR. Es 10 veces más resistente que el polipropileno, lo que equivale a 3 o 4 veces la resistencia del acero. El resultado es un hormigón ligero altamente moldeable en formas complejas, con gran resistencia a la propagación de fisuras y pequeños costes de mantenimiento.

### 1.2.2 Fibra de carbono

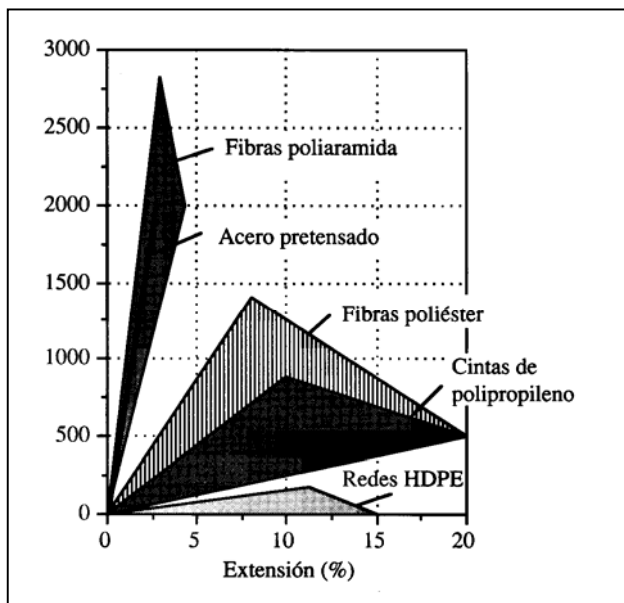


Se fabrican a partir de poliacrilonitrilo (PAN) y el MPP, llamados precursores. El primero es una fibra sintética y el segundo procede de la destilación del carbón. Los filamentos tienen un diámetro entre 5 y 8 micras y se presentan en mechas de 5000 y 12000 filamentos. Hay tres tipos de fibras de carbono:

- Fibra tipo I.- es la más rígida
- Fibra tipo II.- es la más resistente
- Fibra tipo III.- es la más barata con resistencia aceptable

Hay fibras de carbono que aceptan resistencias de 200 Gpa

### 1.2.3 Fibras de aramida



Son fibras orgánicas sintéticas en las que las cadenas moleculares son alineadas y rigidizadas por anillos aromáticos con uniones de hidrógeno. Su módulo de elasticidad se sitúa entre 60 y 130 Gpa. Se utilizan en paracaídas, refuerzo de neumáticos, cordaje de alta resistencia. Es cinco veces más resistente que el acero y tiene un altísimo módulo de elasticidad.

## **2 Los elastómeros**

Los elastómeros o cauchos sintéticos son polímeros con propiedades similares a las del caucho natural. Su macromolécula origina es el isopreno y la evolución del conocimiento de sus procesos está permitiendo sustanciales mejoras en sus características mecánicas. La condición de elastómero la proporciona la propiedad de alta deformación elástica (300-800 %). Son polímeros amorfos. Habitualmente son de color negro porque la presencia de negro de carbono o de humo le proporciona una gran mejora de las propiedades mecánicas, especialmente el desgarrar. Los elastómeros más utilizados son los polibutadieno (BR) y polibutadieno-estireno (SBR).

El caucho natural es un latex exudado por ciertas especies arbóreas. Es extraordinariamente elástico alcanzando deformaciones de rotura de 1000 %, pero tiene una reducida resistencia a tracción, perdiendo elasticidad con el tiempo cuando está a la intemperie.

## **3 Las resinas**

Son polímeros plásticos utilizados como matrices de materiales compuestos.

### **3.1 Resinas termoendurecibles**

#### **3.1.1 Las resinas fenólicas**

Son polímeros resultantes de la reacción de un fenol y un aldehído. Se preparan a partir del fenol, cresol o silenol con el aldehído fórmico. Fueron las primeras resinas termoendurecibles utilizadas industrialmente. Llevan cargas o refuerzos de fibras. Las principales propiedades son:

- Excelentes características eléctricas
- Buena resistencia a temperaturas elevadas
- Muy buena resistencia al fuego
- Resistencia al choque
- Resistencia a la abrasión
- Buena resistencia al ataque químico
- Excelente adhesión a otras resinas
- Estabilidad dimensional

Se pueden presentar en polvos, en solución o líquidas con un cierto porcentaje de agua.

#### **3.1.2 Las resinas de poliéster**

Son resultado de la policondensación de uno o varios glicoles con diácidos en los que uno de ellos, al menos contiene el doble de enlace etilénico. Impregna con facilidad a la fibra de vidrio posibilitando la fabricación de materiales ligeros y de cierta resistencia. Sus principales características dependen de los constituyentes y sus proporciones.

### **3.1.3 Las resinas epoxi**

Son termoendurecibles con dos o varias funciones epoxídicas en sus moléculas. La más típica es la diglicidiléster del bisfenol. En general se presenta en forma líquida más o menos viscosa y puede transformarse en un sólido infusible mediante la acción de endurecedores. Los hay de dos tipos:

- **Correactivos.** Son aminas primarias o secundarias, anhídridos de ácidos o de derivados de la guanidina.
- **Catalíticos.** Son ácidos o bases de Lewis que desencadenan la copolimerización de las resinas.

Estas resinas tienen baja retracción, buen comportamiento a temperaturas hasta 180 °C y buena resistencia a los agentes químicos

### **3.1.4 Las resinas viniléster**

Son resultado de una combinación de resina epoxi y de un ácido acrílico. Se presentan en solución con un 30 % de monómero reactivo (estireno). Se utilizan del mismo modo que las resinas de poliéster. Sus principales características son:

- Buenas cualidades mecánicas, especialmente la resistencia a la fatiga
- Excelente fluidez (impregnabilidad y moldeo)
- Buena adhesión a las fibras de refuerzo
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia al fuego

## **3.2 Resinas termoplásticas**



### **3.2.1 El Cloruro de Polivinilo**

El PVC es el polímero más versátil pues puede darse como un material rígido o flexible (casi elastómero), transparente, translúcido u opaco. Compacto o espumado; frágil o tenaz, mate o brillante, etc. Es un polímero amorfo. Sus propiedades mecánicas no son excelentes, descendiendo a baja temperatura (-10 °C). Su resistencia

química es buena, aunque presenta problemas con algunos disolventes. Su comportamiento ante los agentes atmosféricos es excelente, salvo que lleve aditivos que no sean adecuados. Se utiliza en construcción profusamente (recubrimiento de cables eléctricos, cortinas de ducha, mangueras flexibles, tuberías, recubrimiento de piezas metálicas, pavimentos, etc.)

### **3.2.2 El polietileno**

Es un polímero que se puede presentar como amorfo o cristalino. En la primera forma es flexible y transparente con estabilidad hasta los 80 °C y en la segunda casi rígido y opaco con estabilidad hasta los 120 °C. La diferencia se percibe en la densidad (0,92 y 0,95). Por su base el etileno es resistente a toda la cadena de las parafinas incluidos los

disolventes. Por esa misma razón no tiene adherencia. El polietileno de baja densidad se utiliza en bolsas. Es muy barato.



Capilares de polipropileno

### **3.2.3 El polipropileno**

Es un polímero basado en las olefinas. Es rígido y elástico, brillante y transparente. Resiste hasta 130 °C y tiene la densidad más baja de todos los plásticos conocidos (0,9). No resisten temperaturas por debajo de 4 °C y es sensible a los rayos ultravioleta. Ha adquirido nueva presencia comercial al descubrirse estabilizadores a la luz y procesos que lo hacían más resistente al frío. Al contrario que el polietileno admite cargas y refuerzo de fibras. Es muy utilizado en electrodomésticos (línea blanca) por su precio. Es apto para ser filamentado. Se utiliza masivamente en la fabricación de moquetas y en los flejes para

embalajes. Acepta el efecto *bisagra* cuando se estrangula el paso en un determinado eje durante el moldeo. Esto permite la fabricación de cajas o maletas de una pieza sin herrajes. Por resistir al agua caliente es muy utilizado en tuberías de calefacción bajo pavimentos.

### **3.2.4 El poliestireno**

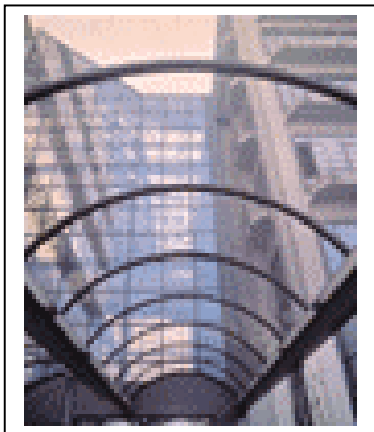
Es el polímero más fácil de obtener. Es brillante y transparente de fácil moldeo y relativamente económico. Es frágil y sensible a casi todos los disolventes. Una vez enfriado resulta esponjoso (Porexpan). Puede ser cortado para aislamiento térmico o fabricar decorados. Si se introduce en una máquina inyectora la masa resultante es una mezcla de poliestireno fundido y gas que escapa con creciente dificultad creando una multicapa de bóvedas de tamaño progresivo de buena resistencia mecánica que se utiliza en muebles con un aspecto parecido a la madera. Tiene un gran resonancia acústica, lo que lo hace útil para altavoces. Tiene utilidad como aislante térmico pero no acústico. El poliestireno extruído ha resuelto el problema del bajo aislamiento térmico en presencia de humedad (Roofmate).

### **3.2.5 Los Copolímeros del estireno**

Surgieron para eliminar la fragilidad del estireno. Las primeras aleaciones de éste con caucho se denominaron poliestireno resistente al choque y presentaron el problema de afloramiento del caucho a la superficie y de eliminación de la mejora a la intemperie. La solución fueron los copolímeros acrilonitrilo/butadieno/estireno (ABS) y estireno/acrilonitrilo (SAN). Ambos mejoran la resistencia al impacto y a la disolución en hidrocarburos y aceites. Se usan en muchas piezas para automóviles, radio y televisión. El segundo permite conservar la transparencia, lo que permite su empleo en luminotécnica y en elementos que precisen visibilidad. El ABS permite ser metalizado (cubierto galvánicamente por un metal). Lo que permite su empleo decorativo en tapones de

perfumería, mandos de aparatos, embellecedores de vehículos, faros con la parábola incorporada, etc.

### **3.2.6 El Polimetacrilato de metilo**

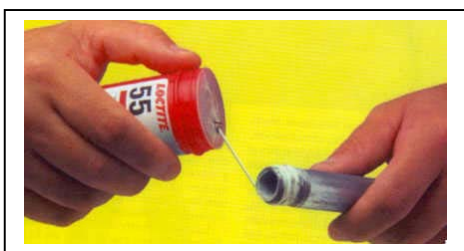


Ha sido conocido por su marca comercial *plexiglas*. Es rígido, tenaz y con buena resistencia química. De fácil moldeo y buen comportamiento dieléctrico. Su transparencia es similar a la de un cristal. Fue utilizado para cristales de seguridad (hoy sustituido por el polibutirato de vinilo. Se usa de parabrisas, ventanas de aviones y barcos, claraboyas y planchas de cubiertas (las del estadio de Munich).

El *Policarbonato* es un plástico amorfo y transparente con una temperatura de trabajo máxima de 135 °C. Tiene buenas propiedades mecánicas y químicas, así como buena estabilidad dimensional. Se usa en cascos de protección (construcción y automoción).

### **3.2.7 Los plásticos fluorados o polietra-fluoretileno**

Es conocido por la marca comercial de Teflón. Es uno de los materiales de mayor resistencia química que se conocen. Sólo es atacado por el sodio fundido o el flúor naciente. Su coeficiente de deslizamiento es excepcional. Es un termoplástico que no puede moldearse por su alta viscosidad en fusión. Para obtener piezas es necesario el prensado en frío del polímero en polvo. Es uno de los plásticos más caros por el proceso de obtención de piezas de uso práctico. Aparece en instrumentos de servicios o actividades estratégicas (medicina, industria aeroespacial, etc.)



## **4 Las proteínas plásticas**

Son sustancias orgánicas compuestas de aminoácidos de origen animal o vegetal. Se emplean las semillas de algodón, café, soja, cacahuete y caseína o queratina. La caseína es la más importante pues se emplea en construcción como adhesivo (cola fría). Se obtiene de la leche cuajada y formaldehído, dando un producto blanco y brillante parecido al asta que tiene aplicación en objetos de adorno. Con otras proteínas se fabrican fibras textiles muy utilizadas en construcción para el filtrado de los finos.

## 5 Tipos y propiedades de los adhesivos

### 5.1 Adhesivos naturales

**La cola de glutina** procede de pieles y huesos de animales se emplea fundida por calentamiento en agua sin ebullición. Se usa en carpintería. Su resistencia a tracción es de 8 Mpa

**La cola de caseína** procedente de la leche. Se comercializa en polvo y se prepara en frío. Se emplea para encolado de madera contrachapada y laminada. También como aglomerante de mortero cola sobre soporte de yeso.

**La cola de albúmina** procedente de la sangres de animales cuyo suero se seca. Es soluble en agua a temperatura ordinaria y se coagula a 70 °C volviéndose insoluble. Es poco resistente al frío y al calor. Se usa en ebanistería.

**Las colas vegetales** son de poco interés en construcción (almidón, dextrina, cola arábica, albúmina, etc.)

### 5.2 Adhesivos sintéticos



Se consideran adhesivos estructurales aquellos que superan los 10 Mpa a temperatura ambiente.

**Acrilatos.**- Es un líquido de dos componentes que endurece de 4 minutos y alcanza el 60 % de su resistencia en 30 minutos.

**Cianoacrilatos.**- Son líquidos de endurecimiento prácticamente inmediato de un solo componente.

**Anaerobios.**- Son líquidos que endurecen en ausencia de aire.

**Resinas fenólicas.**- son flexibles por lo que resisten las vibraciones. Son resistentes a los carburantes, aceite y agua. Se utilizan para los aceros y aleaciones ligeras pues tienen una alta resistencia al esfuerzo cortante (40 Mpa)

**Resina epoxi** es termo estable y no necesita disolventes. Tiene una adherencia excelente con la madera, vidrio, hormigón metal y mampostería. Alta resistencia mecánica (50 MPa a flexotracción). Buena resistencia al agua y disolventes, poca retracción. Se endurece por la mezcla con un catalizador.



**Adhesivos de silicona** pueden resistir hasta 1000 °C. Tienen buena adherencia con cerámicas, metales y vidrios.

**Aminoplastos** se utilizan generalmente en la adhesión de aglomerados y laminados de madera. Gran resistencia al agua caliente.

**Los polivinilos acetales** son muy resistentes a temperaturas ordinarias. Se utilizan para encolar vidrios de seguridad, metales, maderas y plásticos.

**El neopreno** es un termoplástico con excelente adherencia con la madera, metal y vidrio.

**El resorcinol** es un termoestable que se presenta líquido y endurece con un catalizador. Tiene buena adherencia con la madera. Buena resistencia al frío y moderada a elevadas temperaturas. Muy empleada en el encolado de madera laminada.