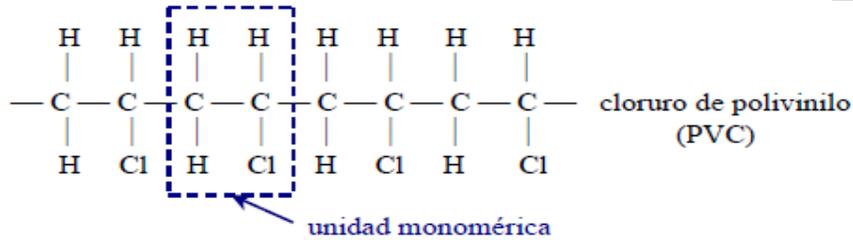


**MATERIALES POLIMÉRICOS**

**1.- Conceptos Generales**

Los Materiales poliméricos están formados por moléculas de gran tamaño y de alto peso molecular, unidos mediante enlaces covalentes y formados por la unión de muchas unidades simples denominados monómeros (eslabones).

Los monómeros ó eslabones están formados fundamentalmente por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos.



**Esquema 1.-** Estructura de un polímero donde se identifica la unidad monomérica

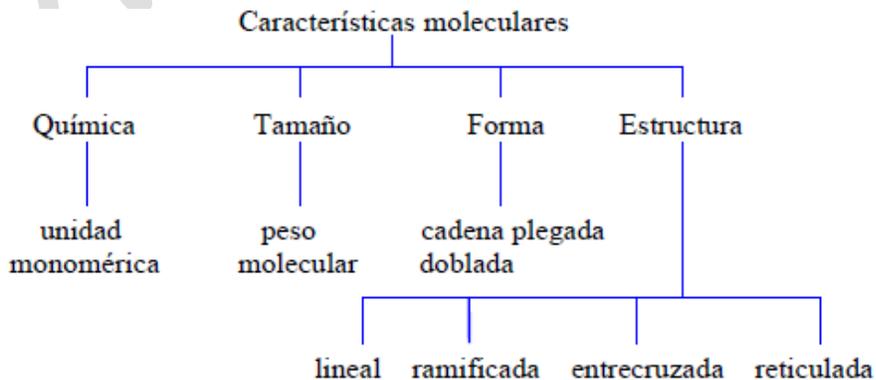
**2.- Procesos de obtención de polímeros**

Los polímeros provienen principalmente del petróleo. Aproximadamente, el 4 % de la producción mundial de petróleo se convierte en plástico.

Después del “cracking” y del “reforming” se obtienen moléculas sencillas como son el etileno y el benceno que son los compuestos de partida para la fabricación de los polímeros. Se pueden distinguir dos grandes métodos de polimerización: por adición y por condensación.

**3.- Características de las moléculas poliméricas**

En este tema nos vamos a referir principalmente a los polímeros artificiales aunque se hará referencia a polímeros naturales.



**Esquema 2.-** Características moleculares de los polímeros

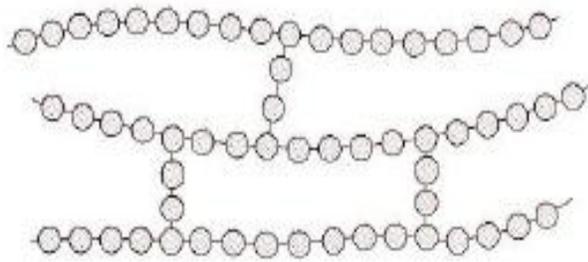
Los monómeros son las unidades básicas para la formación de materiales plásticos, y según la forma en que se unan pueden dar estructuras lineales o no lineales.



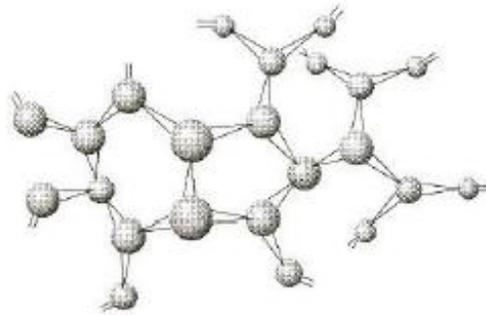
**Figura 1.-** Polímeros lineales (polietileno)



**Figura 2.-** Polímeros ramificados (cloruro de polivinilo)



**Figura 3.-** Polímeros entrecruzados (caucho)



**Figura 4.-** Polímeros reticulados (epoxy)

**Nota:** En cada caso el círculo representa una unidad monomérica

La gran utilidad de los polímeros actuales se debe a que se puede sintetizar el polímero que cumpla una serie de propiedades que se necesiten (dureza, plasticidad, densidad, etc). Esto se consigue mediante la elección del monómero pero principalmente controlando:

- Grado de polimerización**, según las condiciones de síntesis se pueden obtener longitudes de las cadenas moleculares de diferente tamaño y por tanto con propiedades ligeramente diferentes.
- Entramado "branching"**, consiste en crear uniones entre diferentes cadenas del mismo polímero para aumentar su dureza y punto de fusión. Por ejemplo, en el polietileno.
- Uniones puente "cross-linking"**. Un ejemplo clásico la vulcanización del caucho usando azufre. El caucho natural es un polímero insaturado y cuando se añade azufre entre 1 - 5 % se producen puentes de azufre entre diferentes cadenas poliméricas lo que se conoce como vulcanizado y aumenta mucho la dureza y resistencia al desgaste. El producto de vulcanización completa (40 %) es la ebonita y es un sólido duro y rígido.

Polímero	nombre	Unidad Repetitiva	Monómero
PE HD,LD	Polietileno	$[-CH_2-CH_2-]$	$CH_2=CH_2$ GP $\approx$ 1200
PP	Polipropileno	$[-CH_2-CH(CH_3)-]$	$CH_2=CH-CH_3$
PS	Poliestireno	$[-CH_2-CH\phi-]$	$CH_2=CH-\phi$ GP 600-6000
PVC	Cloruro de polivinilo	$[-CH_2-CHCl-]$	$CH_2=CH-Cl$ GP $\approx$ 1100
PAN	Poliacrilonitrilo	$[-CH_2-CHCN-]$	$CH_2=CH-C\equiv N$
PMMA	Polimetil metacrilato	$[-CH_2-C(CH_3)-COOCH_3-]$	$CH_2=C(CH_3)COOCH_3$
PTFE	Politetrafluoro etileno	$[-CF_2-CF_2-]$ TEFLON	$CF_2=CF_2$ también $CF_2=CFC1$ da <b>PCTFE</b>
POM	Polioximetileno	$[-CH_2-O-]$	CHOH, formaldehído
PB	Polibutadieno	$[-CH_2-CH=CH-CH_2-]$	$CH_2=CH-CH=CH_2$
CAUCHO	Cis-poliisopreno	$[-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2-]$	$CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$
NEOPRENO	Policloropreno	$[-CH_2-CCl=CH-CH_2-]$	$CH_2=CCl-CH=CH_2$
	<b>POLIESTERES</b>	$[-R-CH_2-COO-R'-]$ diácido + diol	HOH <sub>2</sub> C-R-CH <sub>2</sub> OH HOOC-R'-COOH
	<b>POLIURETANOS</b>	$[-R-CH_2-NHCO-R'-]$ diisocianato + diol	HOH <sub>2</sub> C-R-CH <sub>2</sub> OH OCN-R'-NCO
	<b>POLIAMIDAS</b>	$[-R-NHCO-R'-]$ diácido + diamina	H <sub>2</sub> N-R-NH <sub>2</sub> HOOC-R'-COOH
PA6	Poliamida: Nailon 6 caprolactama	$[-NH(CH_2)_5CO-]$	NH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> -COOH
PA6.6	Poliamida: Nailon 6.6 reemplazar seda nat.	$[-NH(CH_2)_6NH-CO-(CH_2)_4-CO-]$ diácido + diamina	NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> NH <sub>2</sub> GP 150-300 COOH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -COOH adípico+hexametilendia
PET	Poli-etileno tereftalato	$[-CH_2-CH_2-OOC-\phi-COO-]$	OH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH COOH- $\phi$ -COOH
PC	Policarbonato	$[-\phi-C(CH_3)_2-\phi-OCOO-]$	
Kevlar49	Poliamida	Poliamida aromática	

**Tabla 1.-** *Mónomeros y polímeros (orgánicos) a que dan lugar a los diferentes productos*

#### 4.- Propiedades Físico-Mecánicas de los Polímeros.

Las propiedades más importantes de los polímeros son la cristalinidad, el comportamiento térmico, el comportamiento mecánico y la resistencia a la degradación química en general.

Cuando los polímeros tienen diferentes sustituyentes R en la cadena C-C polimérica la disposición de estos grupos radicales origina diferentes configuraciones. Estas configuraciones dependen del método de síntesis y tiene una gran implicación en las propiedades mecánicas.

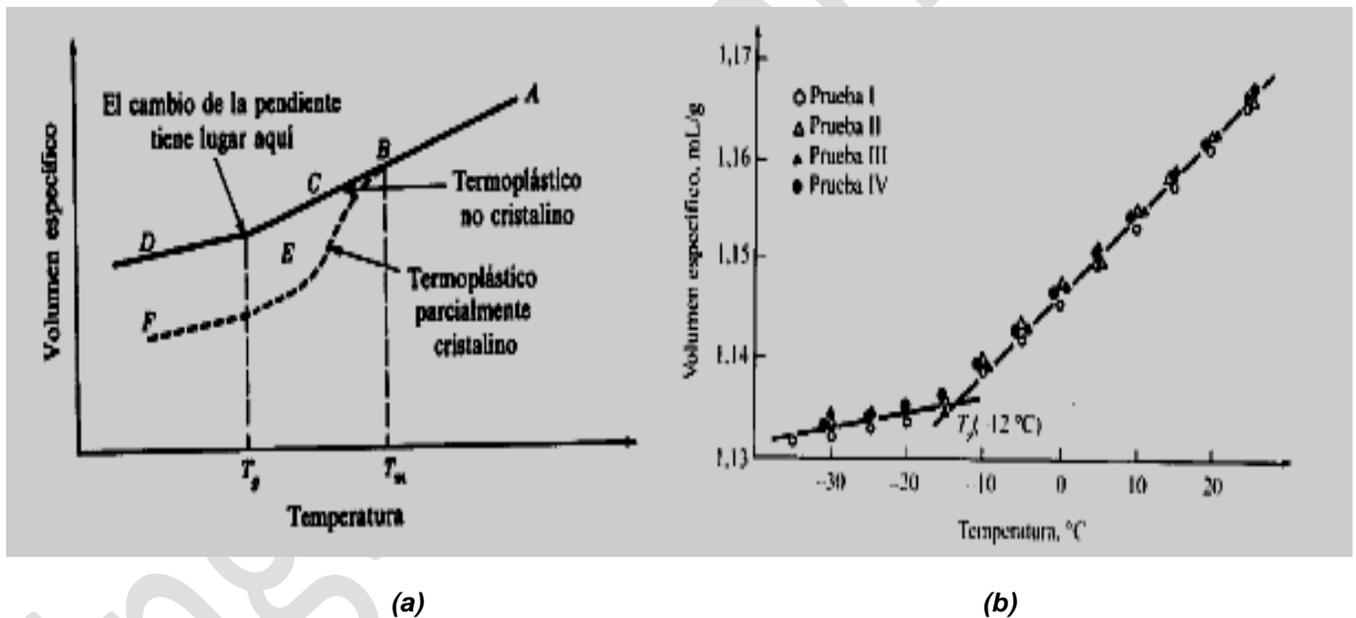
Los polímeros en estado fundido son amorfos (sin orden) y cuando solidifican pueden dar un sólido no cristalino (vítreo) o cristalino (cadenas parcialmente ordenadas, "buen empaquetamiento").

Cuando éstos solidifican para dar un sólido no cristalino se produce un paulatino decrecimiento de su volumen específico (volumen por unidad de masa) a medida que la temperatura se reduce. Este comportamiento se muestra en la *Figura 5 (a)*.

En esta figura se puede observar el comportamiento de un termoplástico no cristalino (línea ABCD) y de un termoplástico parcialmente cristalino (línea ABEF).

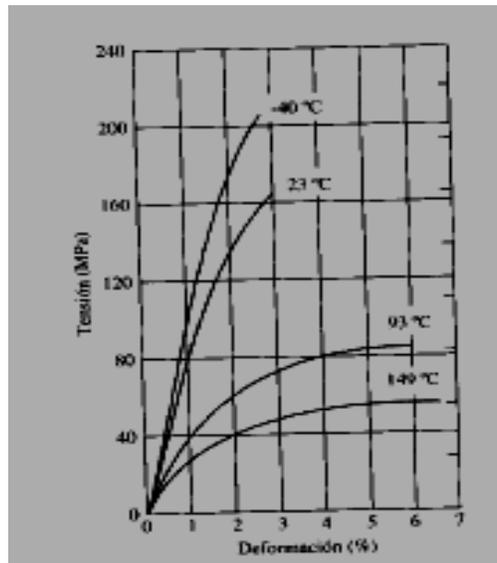
La temperatura a la que cambia la pendiente de la curva se conoce como temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ). Por encima de  $T_g$ , los termoplásticos no cristalinos muestran un comportamiento viscoso y por debajo un comportamiento de vidrio (frágil) quebradizo.

En la *Figura 5 (b)* se muestra el mismo tipo de curva para un polímero cristalino (como el polipropileno atáctico). El cambio de pendiente denota la transición vítrea. Las temperaturas de transición vítreas para algunos polímeros seleccionados son ( $^{\circ}\text{C}$ ): PE -110; PP -18; PCV 100; PS 90; PMMA 72; PC 150.



**Figura 5.- (a).** Solidificación y enfriamiento de termoplásticos no cristalinos y semicristalinos; **(b)-** Solidificación y enfriamiento de un termoplástico cristalino (PP atáctico)

La influencia de esta transición vítrea en las propiedades mecánicas queda evidenciada en la *Figura 6*. En esta figura se da las curvas  $\sigma - \epsilon$  (esfuerzo-deformación) para un poliéster, a diferentes temperaturas superior e inferior a  $T_g$ .



**Figura 6.-** Gráfica  $\sigma - \epsilon$  de un poliéster a  $T$  superior e inferior de  $T_g = 70\text{ }^\circ\text{C}$

A bajas temperaturas ( $T < T_g$ ) el comportamiento es principalmente elástico y frágil con alargamientos de roturas  $\approx$  del 5 %. A alta temperatura ( $T > T_g$ ), el comportamiento es dúctil con mucha deformación irreversible, plasticidad, que pueden llegar a deformaciones del 100 % antes de la ruptura.

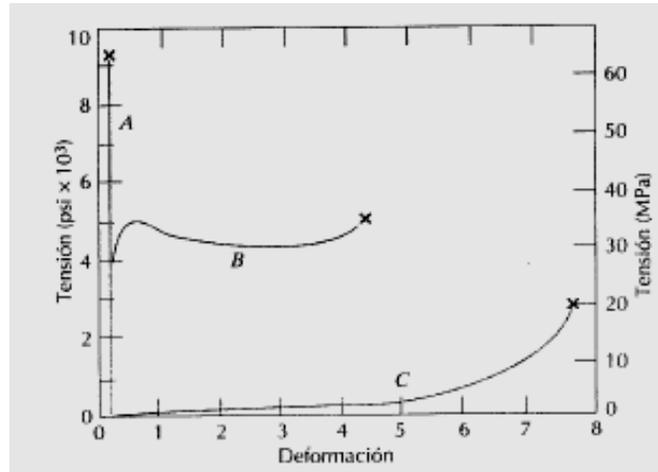
La temperatura vítrea de cada polímero marca la frontera entre los dos tipos de comportamiento. Como se observa en la figura, esta transición va acompañada (en calentamiento) de un importante descenso en el módulo de Young. Este ensayo mecánico es de corta duración.

Se observa en los polímeros que la deformación plástica aumenta con el tiempo lo que se conoce como **fluencia**, que es característico de todos los materiales pero es especialmente importante en los polímeros incluso a temperaturas moderadas.

Los termoplásticos cristalinos como el PE o PP, tienen grandes zonas cristalinas que permiten su uso en un amplio rango de temperaturas por encima y debajo de  $T_g$ , aunque lógicamente son más flexibles a  $T > T_g$ .

En cambio los polímeros termoestables suelen ser duros pero frágiles, con valores de alargamientos a rotura inferiores al 10 % y suelen tener su uso restringido a  $T < T_g$ .

Los elastómeros, se caracterizan por una gran deformación elástica (reversible) de hasta el 50 %, y buscando la máxima elasticidad, siempre se utilizan a  $T > T_g$ . Un ejemplo de los diferentes comportamientos mecánicos de los polímeros se dan en la *Figura 7*.



**Figura 7.-** Gráfica  $\sigma - \epsilon$  de polímeros frágiles (A), plásticos (B) y elastómeros (C)

En la figura de la izquierda se detallan los comportamientos de polímeros frágiles que se rompen justo después de la deformación elástica (A) y es el caso de los polímeros termoestables.

El comportamiento de los polímeros termoplásticos (B) es similar al de los metales con una zona elástica, y otra plástica donde se produce el fenómeno de fluencia (el pico en la deformación). Sin embargo en los metales la elongación plástica raramente excede el 10 % mientras que hay polímeros que pueden sufrir elongaciones plásticas superiores al 1000 %.

Los elastómeros (C) son aquellos que se pueden estirar elásticamente hasta  $\approx$  un 50 % de su longitud inicial.

#### 4.1.- Tenacidad

Otras características importantes para las aplicaciones de los polímeros son la resistencia al impacto (caracterizado mediante el ensayo Charpy); por encima de  $T_g$  son mucho más plásticos (menos frágiles), por lo que pueden soportar mejor los golpes sin romperse.

#### 4.2.- Resistencia a la fatiga

Los polímeros pueden experimentar fallos en condiciones de esfuerzos cíclico. La resistencia a la torsión es la energía requerida para torcer una probeta normalizada y está relacionada con la resistencia a la tracción. Por último, la resistencia química y a la degradación es un parámetro muy importante ya que puede excluir el uso de un polímero u ocasionar un fallo. Generalmente depende de la resistencia química intrínseca del polímero y del medio al que será expuesto.

#### 4.3.- Dureza

Los plásticos se comportan de forma muy variable al ser sometidos a ensayos en los cuales se mide la fuerza necesaria para introducir un indentador en su superficie. Para otros ensayos se utiliza caída de objetos. Las comparaciones entre materiales son difíciles de hacer, pero es evidente que los plásticos no son tan duros como el acero o el vidrio, pero muchos son más duros que la madera, en el sentido normal a las fibras.

#### 4.4.- Densidad

El rango de *densidades* de los plásticos es relativamente bajo y se varía entre 0.9 y 2.3 g/cm<sup>3</sup>. Entre los plásticos de mayor consumo se encuentran el PE y el PP, ambos materiales con densidad inferior a la del agua. La densidad de otros materiales es varias veces mayor, como el aluminio con densidad 2.7 g/cm<sup>3</sup> o el acero con 7.8 g/cm<sup>3</sup>. Esta densidad tan baja se debe fundamentalmente a dos motivos; por un lado los átomos que componen los plásticos como C, H, O y N son ligeros, y por otro, las distancias medias de los átomos dentro de los plásticos son relativamente grandes.

#### 4.5.- Permeabilidad

Los films de plástico se emplean extensamente como barreras de vapor, como capas superpuestas en una gran variedad de estratificados y para otras muchas aplicaciones similares.

#### 4.6.- Transparencia

La transparencia de los plásticos es una característica que viene dada por el modo en que se estructuran a nivel molecular. Tanto los termoplásticos como los termoestables pueden ser muy transparentes, opacos o tener todos los grados de transparencia y transmisión de la luz intermedios. Algunos plásticos transparentes conservan su transparencia más o menos indefinidamente, mientras que otros, después de una exposición prolongada, se van volviendo amarillos y progresivamente, oscuros.

#### 4.7.- Colores

Si se añaden pigmentos a la composición, se pierde la claridad, el material se vuelve translúcido en vez de transparente, pudiendo reducirse la transmisión luminosa hasta un punto de total opacidad.

#### 4.8.- Refracción

El índice de refracción de la mayoría de los plásticos transparentes está alrededor de 1,5, no muy diferente de la mayoría de cristales utilizados en la construcción. Para unos cuantos plásticos el índice de refracción es 1,35 o aun algo por debajo, y para otros es tan alto como 1,60 a 1,70.

Se pueden hacer lentes, por lo que debe tener las siguientes características ópticas:

- Transparencia.
- Color.
- Brillo.
- Turbidez.
- Transmitancia.
- Reflectancia.

**5.- Propiedades eléctricas**

Los plásticos conducen muy mal la corriente eléctrica. Presentan resistencias muy elevadas, y por tanto, bajas conductividades. Por esta razón los plásticos se utilizan frecuentemente como aislantes eléctricos de aparatos y conducciones que funcionan con corriente o la transportan.

**6.- Durabilidad**

La resistencia a la corrosión es excelente. Igual que otros materiales orgánicos, los plásticos no se emmohecen. La resistencia a la putrefacción es también excelente.

Todos los plásticos son resistentes a una gran variedad de disolventes, pero no todos a los mismos. La mayoría de los plásticos son resistentes a los disolventes que con más frecuencia podemos encontrar en las viviendas y en las condiciones de uso normal.

**7.- Resistencia al medio y envejecimiento**

Todos los plásticos son resistentes a:

- Efecto de los ciclos de hielo y deshielo.
- Resistencia a los rayos ultravioletas y a la intemperie (especialmente a la helada).
- Resistencia al ozono.
- Resistencia química y a los productos almacenados: agua, detergentes, sales, hidrocarburos, alcoholes, ácidos diluidos, ácidos concentrados, etc.
- Resistencia a los microorganismos.
- Resistencia a las raíces y brotes.
- Resistencia a los roedores.
- Efecto a las temperaturas (altas y bajas).

**8.- Principales Tipos de Polímeros**

Los polímeros se clasifican en función de sus propiedades físicas en:

- a) Plásticos: {
  - Termoplásticos: se deforman por calor (polietileno-PE, polipropileno-PP, nylon, cloruro de polivinilo-PVC, etc.)
  - Termoestables: forma permanente se obtiene por reacción química (resina epoxy, poliéster-fibra de vidrio, fenol-fomaldehído-bakelita, etc.)
- b) Elastómeros: cauchos, deformación elástica no lineal (poli-isopropeno-goma natural, policloropropeno-neoprene, etc.)
- c) Naturales: celulosa, proteínas, etc.

### 8.1.- Polímeros Termoplásticos

Su nombre procede de dos palabras griegas “termos” que significa <caliente> y “plásticos” que significa <moldeable>. Estos polímeros requieren calor para ser conformados y tras el enfriamiento mantienen la forma (p. ej. PE, PVC, Nylon, etc.). Se ablandan al calentarse hasta que funden y al solidificar se endurecen, siendo procesos reversibles que por tanto se pueden repetir.

### 8.2.- Polímeros termoestables

Son materiales que no pueden ser refundidos o re-procesados ya que al ser calentados se endurecen y degradan o descomponen (p. ej. resinas epoxi, fenólicos, poliésteres insaturados, etc.). Al iniciar el calentamiento se dan entrecruzamientos covalentes entre las cadenas, y estos enlaces dificultan los movimientos de vibración y rotación. Estos polímeros son generalmente más duros, más resistentes, pero también más frágiles que los termoplásticos pero tienen mayor resistencia dimensional.

### 8.3.- Elastómeros (o gomas)

son materiales poliméricos que a temperatura ambiente se alargan mucho elásticamente bajo una pequeña tensión (o esfuerzo) y por tanto recuperan rápidamente la forma original cuando cesa el esfuerzo (p. ej., algunos cauchos, siliconas, etc.). También hay un grupo importante de polímeros que son los adhesivos por su capacidad de unir de forma temporal o permanente todo tipo de materiales (p. ej. cianocrilato, poliuretano, etc.)

## 9.- Algunos Ejemplos de Termoplásticos

### 9.1.- Polietileno

Los polietilenos se presentan en dos modalidades, de alta y de baja densidad.

Los **polietilenos de alta densidad (HDPE)** se hacen de tal forma que las cadenas de polímero son rectas, lo que permite que estén apiñadas, produciendo un material de alta densidad. Al estar las cadenas muy juntas las fuerzas de atracción entre ellas son muy grandes y tienen menos libertad para moverse.

El resultado es un plástico bastante rígido, fuerte y resistente. Se ablanda a una temperatura bastante alta (120 - 130 °C) y es resistente al ataque químico.

*Aplicaciones:* Cajas, juguetes, tuberías, botellas, otros.

Los **polietilenos de baja densidad** se fabrican mediante un proceso que produce en las cadenas del polímero bifurcaciones laterales. Estas bifurcaciones impiden que las cadenas se apiñen, y como consecuencia la atracción entre ellas es más débil. El plástico es más blando y más flexible que el polietileno de alta densidad. Hace falta menos energía para separar las cadenas, lo que se traduce en que se ablanda a una temperatura inferior (85 °C).

Este polímero puede ser transparente u opaco y es muy buen aislante.

Es el plástico que probablemente más “consumimos” nosotros.

*Aplicaciones:* bolsas, sacos de dormir, invernaderos, otros.

### 9.2.- Polipropileno

Pertenece a la misma familia de plásticos que los polietilenos. Sin embargo es más resistente y más rígido que el polietileno de alta densidad. También presenta mayor resistencia al calor, ablandándose aproximadamente a 150 °C. Es el termoplástico de menor densidad y sin embargo tiene una resistencia muy grande al hociqué.

Otra de sus características más valiosa es su capacidad de ser doblado miles de veces sin romperse.

*Aplicaciones:* Entre otros productos se fabrican con polipropileno los cubiertos desechables, los cascos de seguridad, las piezas de fontanería, sillas apilables, juguetes para los niños, etc.

### 9.3.- PVC (Cloruro de polivinilo)

Se presenta en forma rígida o flexible.

El PVC rígido es muy duradero y se usa para hacer canalones y tuberías.

El PVC flexible se consigue añadiendo un producto plastificante al PVC. El producto plastificante tiene moléculas pequeñas que separan las cadenas de polímero haciendo que se atraigan con menos fuerza. Como consecuencia de esta menos atracción el polímero se vuelve más blando y flexible.

*Aplicaciones:* En su forma blanda el PVC se utiliza como aislante para cables eléctricos, y en la fabricación de alguna ropa impermeable.

Si añadimos al PVC una gran proporción de plastificante podremos usarlo para revestir telas, asientos, bolsos, algunos muebles, etc.

### 9.4.- Acrílicos

Probablemente el acrílico más conocido es el metacrilato también conocido como plexiglás. El metacrilato puede tener una transparencia parecida a la del cristal o ser opaco. Las dos formas se pueden teñir con pigmentos de color. Sin embargo se puede agrietar y se raya con facilidad. Se le puede dar forma, doblar y torcer cuando se calienta a temperaturas entre 165 y 175 °C. En frío es muy frágil y hay que tener cuidado para evitar que se agriete cuando se corta o se taladra.

También podemos encontrar metacrilato en forma de granulo, para usarlo en máquinas de moldeo por inyección que veremos más adelante, y en esta forma se le conoce como polvo plástico acrílico.

### 9.5.- Nailon o Nylon

Se producen muchos tipos diferentes de nylon, que se identifican por un número, por ejemplo nylon 6.6 o nylon 6.10.

Probablemente la forma más conocida del nylon son las fibras, que se usan para la fabricación de alfombras, ropa, cepillos, medias, etc. Es un material bastante duro y resistente al desgaste.

El nylon, además de en fibras se utiliza en piezas mayores para fabricar rieles y accesorios de cortinas, carcasas para enchufes y clavijas, peines, etc., y en ingeniería para fabricar piezas móviles de engranajes y cojinetes, debido a su durabilidad y a su pequeño coeficiente de rozamiento, además de su temperatura de fusión bastante alta.

### 9.6.- Poliestireno

Las dos formas más habituales en las que nos vamos a encontrar el poliestireno son como sólido cristalino transparente y como plástico esponjoso conocido como poliestireno expandido (porexpan).

En su forma más "sólida", es muy frágil, y se puede identificar por el sonido metálico que hace cuando se deja caer.

El poliestireno expandido es blando y esponjoso. Durante su elaboración se produce un gas que queda atrapado dentro de su estructura. Tiene buenas propiedades como aislante térmico y acústico y por ello se usa en la industria de la construcción. Además su baja densidad hace que pese muy poco y su naturaleza esponjosa hace que amortigüe bien los golpes, por lo que se usa para embalaje.

## 10.- Algunos Ejemplos de Termoestables

### 10.1.- Baquelita (resinas fenólicas)

Fue el primer plástico que se fabricó artificialmente a partir de productos químicos. Se llamo así por el hombre que la fabricó por primera vez (Leo Baekeland).

Es un plástico duro y frágil, de un color oscuro y brillante. Es un plástico termoestable, luego resiste el calor sin ablandarse, pero hasta una cierta temperatura, porque a temperaturas muy altas se descompone quedando carbonizado.

La baquelita es un buen aislante térmico y eléctrico, de ahí sus utilidades y aplicaciones en accesorios eléctricos, para hacer mangos de cazos y sartenes, mandos de cocina, mangos para soldadores, etc.

### 10.2.- Melamina (formaldehído)

Es un polímero incoloro, que se puede teñir con pigmentos de color. Es más dura que la baquelita, no tiene sabor ni olor y es buen aislante térmico y eléctrico.

Se usa para la fabricación de vajillas irrompibles, tiradores de puertas, encimeras de cocinas, etc.

### 10.3.- Poliéster

Tiene forma de resina y debe mezclarse con un producto llamado endurecedor.

Solidifica y forma un plástico rígido, duro y frágil.

Para darle más resistencia se refuerza con una capa de fibra de vidrio.

*Aplicaciones:* recubrimientos de fibra de vidrio (aviones, embarcaciones, piscinas, otros) y como placas transparentes para cubiertas y tejados.

## 11.- Algunos Ejemplos de Elastómeros

### 11.1.- Caucho natural

Es el cispoliisopreno que vulcanizado se utiliza como neumáticos para coches, tacones y suelas de zapato, juntas en general. Sin embargo, desde 1980 el 70 % del mercado del caucho mundial son cauchos sintéticos.

### *11.2.- Caucho estireno-butadieno (SBR)*

Es el caucho sintético más importante. Es más barato que el caucho natural, se utilizan en llantas de neumáticos. Son más resistentes al desgaste pero tienen el inconveniente de que pueden absorber disolventes orgánicos como aceite y gasolina. Usos similares a los del caucho natural.

### *11.3.- Caucho de Nitrilo (NBR)*

Los grupos nitrilo proporcionan una mayor resistencia a los aceites minerales y animales así como al calor y a la abrasión, sin embargo, estos cauchos son más caros que los anteriores. Las aplicaciones son especiales donde se requieran estas propiedades

Aplicaciones: manguitos de alta resistencia para el flujo de aceites y disolventes en los componentes de los coches, mangueras para distribución de gasolina y aceite, tacones y suelas de calzado.

### *11.4.- Caucho de policloropreno (Neopreno)*

Son cauchos similares a los de isopreno, resisten el ozono y la degradación medio ambiental y tienen buena resistencia a la llama, además son de mayor fortaleza que los ordinarios aunque son también más caros.

Los usos más comunes son recubrimientos de cables, recubrimientos internos de tanques para productos químicos, mangueras y abrazaderas industriales, precintos y diafragmas de automóviles, correas y en forma de trajes para inmersión sub-acuática.

### *11.5.- Caucho de silicona*

Son cauchos de silicona con radicales diferentes como fenilos. La ventaja principal de estos cauchos es su amplio rango de temperatura de trabajo, poca resistencia mecánica y excelentes propiedades eléctricas (aislantes).

Como usos principales se puede destacar el sellado, junta de materiales, aislantes eléctricos, tubos de uso alimentario y médicos, y cebadores de bujías.

## **12.- Ejemplos y aplicaciones**

En los siguientes cuadros se representan los diferentes productos obtenidos de los polímeros con aplicaciones y ejemplos muy conocidos:

- termoplásticos,
- termoestables y
- elastómeros.

GRUPO	NOMBRE	APLICACIONES
<b>T E R M O P L A S T I C O S</b>	PET Poliéster	
	PVC Polivinilo	
	PE Polietileno	
	PP Polipropileno	
	PS Poliestireno	

GRUPO	NOMBRE	APLICACIONES
<b>TERMOESTABLE</b>	Baquelitas Resinas Melaninas	
<b>ELASTÓMEROS</b>	Silicona Neopreno	