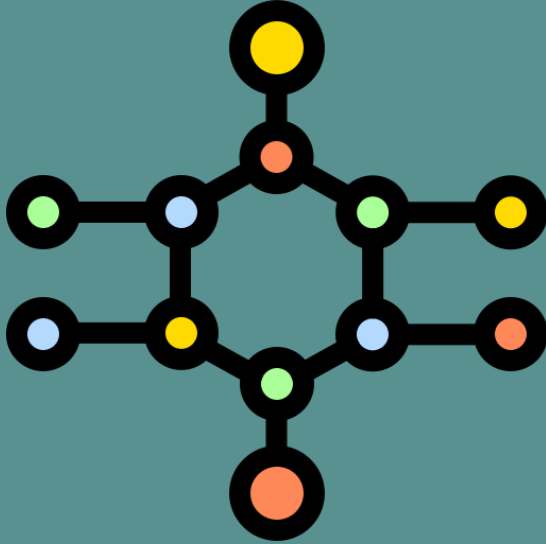


Polímeros



Materia: Ciencia de los Materiales
Docente: Dr. Ing. Mauro Grioni

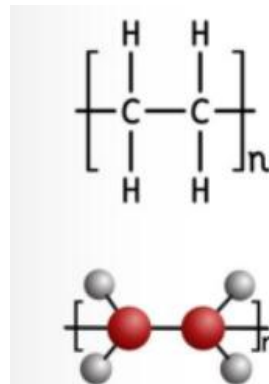
Introducción a los polímeros

- ❖ **Definición de polímero:** es una macromolécula formada por la repetición de unidades llamadas monómeros.
- ❖ **Importancia Industrial:** Base de múltiples industrias como automotriz, petrolera, y empaques, con aplicaciones diversas.
- ❖ **Ejemplos cotidianos:** desde botellas plásticas y aislantes eléctricos hasta prótesis médicas y recubrimientos.

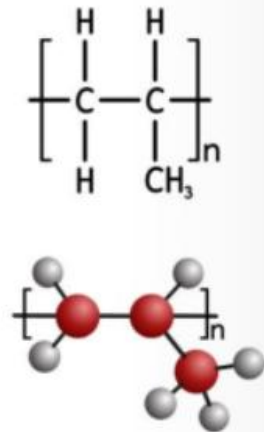
Los polímeros son materiales formados principalmente por:



Polietileno(PE)



Polipropileno (PP)



Clasificación de los polímeros



POLIMEROS

Según su origen

Naturales

Sintéticos

Semisintéticos

Según su función mecánica y
térmica

Termoplásticos

Termoestables

Elastómeros

Según su aplicación

Plásticos

Fibras

Adhesivos

Recubrimientos

Espumas

Polímeros

Naturales

Sintéticos



Reino Animal o vegetal

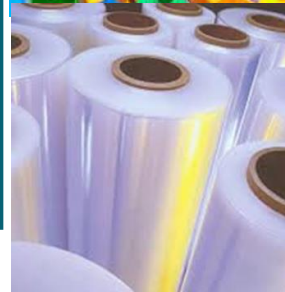
Procesos de polimerización controlados por el hombre



	Polímeros naturales	Monómeros	Uso
1	Celulosa (polisacáridos)	Glucosa	Papel, algodón
2	Almidón (polisacáridos)	Glucosa	Almacenamiento de energía en vegetales
3	Glicógeno (polisacáridos)	Glucosa	Almacenamiento de energía en animales
4	ADN	Ácido nucleico	Material genético
5	Proteína	Aminoácido	Proteínas estructurales y funcionales
6	Seda (poliamidas)	Amida	Tejidos y telas
7	Lana (proteína)	Aminoácidos (proteína pelo y piel de oveja)	Tejidos
8	Caucho natural	Isopreno	Fabricación de neumáticos, artículos impermeables y aislantes.



Algodón



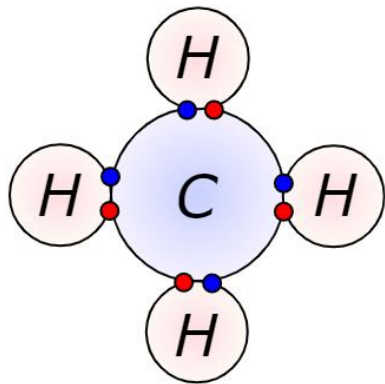
Conceptos básicos

Características

- ❖ Resistencia a la corrosión y a los productos químicos.
- ❖ Aislantes eléctricos y térmicos.
- ❖ Baja densidad.
- ❖ Inerte en ambientes corrosivos
- ❖ Elevada relación resistencia a peso, particularmente cuando es reforzado.
- ❖ Reducción de ruido.
- ❖ Amplia selección de colores y transparencias.
- ❖ Facilidad de manufactura y posibilidades de diseños complejos.
- ❖ Costo relativamente bajo.
- ❖ Baja resistencia a la tensión
- ❖ Degradación frente a rayos UV
- ❖ Algunos son difíciles de reciclar
- ❖ Elevado coeficiente de dilatación térmica
- ❖ bajo rango de temperatura útil,
- ❖ menor estabilidad dimensional en servicio a través del tiempo.

Moléculas de los hidrocarburos

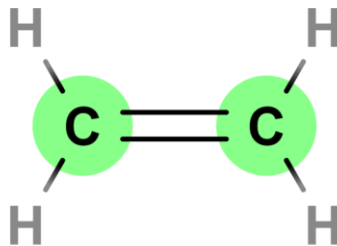
Moléculas Saturadas



● Electrones del hidrógeno
● Electrones del carbono

Metano

Moléculas insaturadas



Etileno



Acetileno

Conformados por:



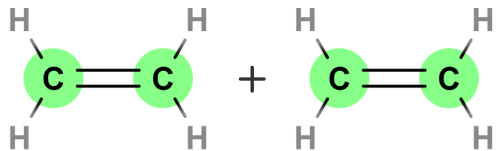
Carbono (C)



Hidrógeno (H)

Química de las moléculas poliméricas

Monómero

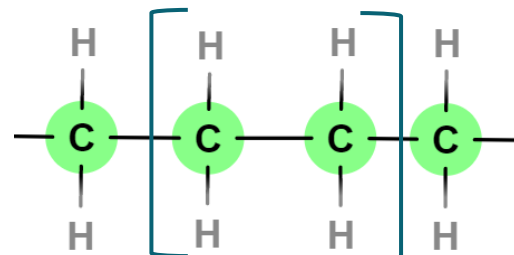


Etileno

Durante la polimerización, los dobles enlaces de los monómeros se rompen y se forman enlaces simples, uniendo los monómeros en una cadena larga.

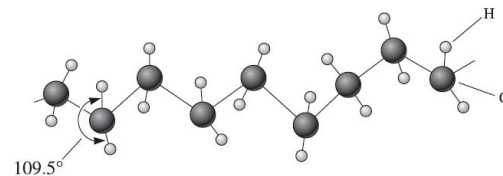
Polimerización

Polímero



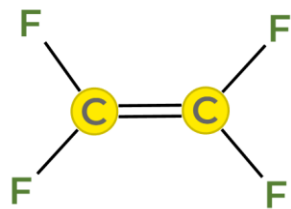
Unidad monomérica

Polietileno (PE)



Estructura molecular

Química de las moléculas poliméricas

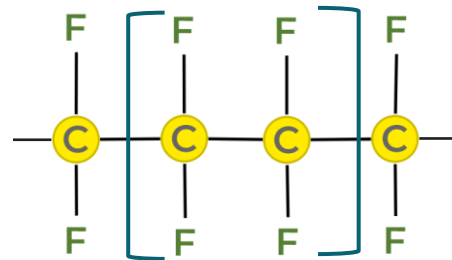


Tetrafluoroetileno (TFE)

Derivado del Metano

**EJEMPLOS DE
HOMOPOLÍMEROS**

Polimerización

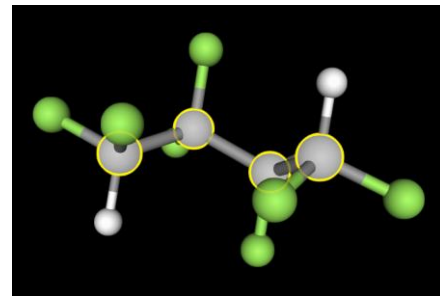


Unidad monomérica

Politetrafluoroetileno (PTFE)

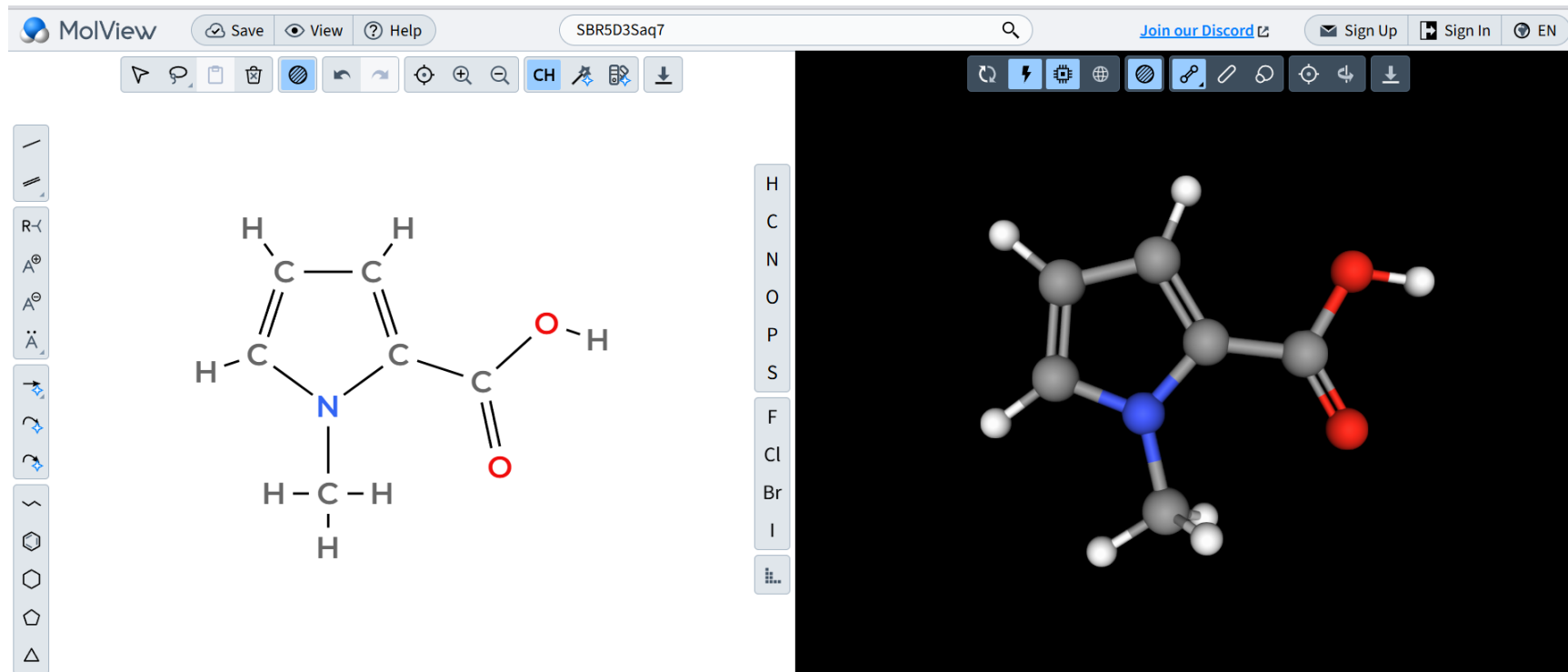


Recubrimiento
de teflón



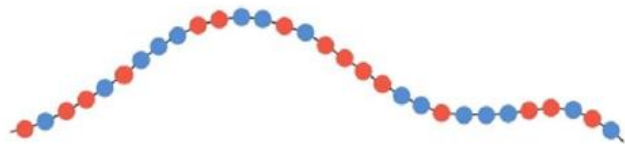
Un extra...

<https://molview.org/>



Copolímeros

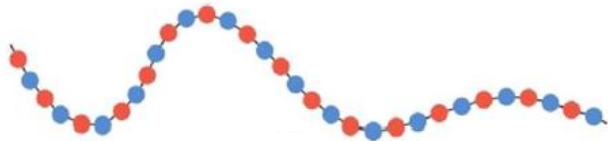
Se obtiene cuando **dos (o más) monómeros distintos** se polimerizan juntos y se enlazan químicamente en una **misma cadena polimérica**



Al azar (random)



En bloque



Alternados



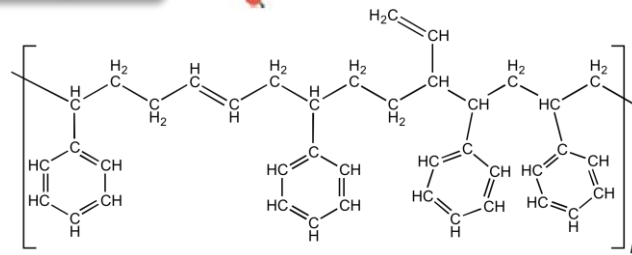
De injerto

Monómero **A**

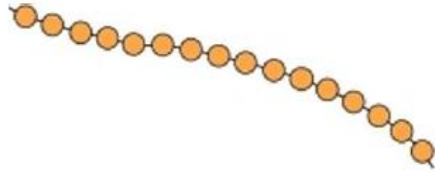
Monómero **B**

EJEMPLO:

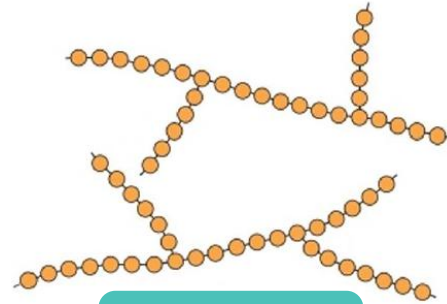
El caucho de estireno-butadieno (SBR)



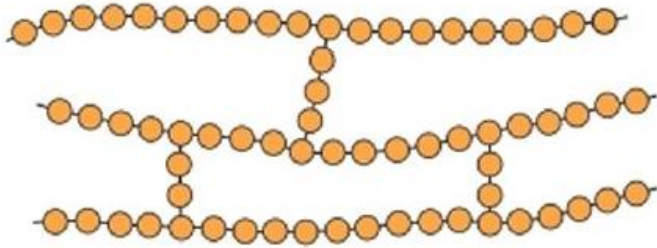
Estructuras moleculares



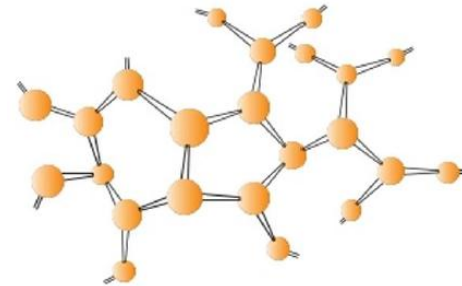
Lineal



Ramificada



Entrecruzada



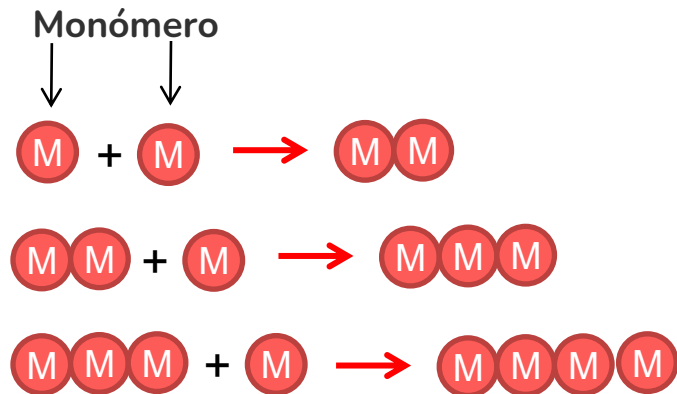
**Reticulada
(Tridimensional)**

● Los círculos son las unidades repetitivas

Procesos de polimerización

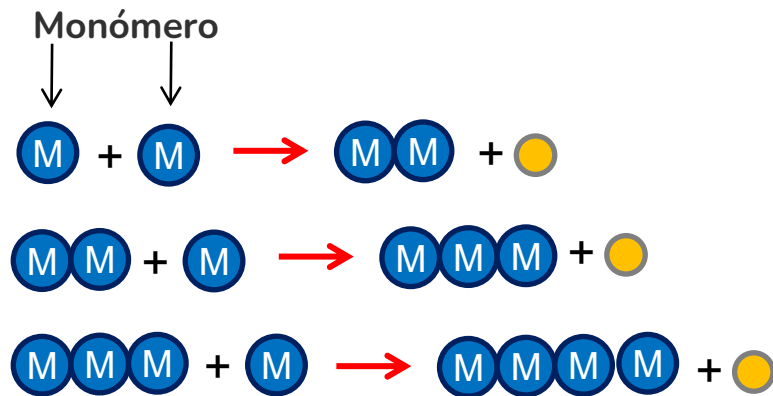
Adición

Cada monómero se añade junto al anterior pasando íntegro a formar parte del polímero, es decir los monómeros se unen sin pérdida de átomos. Ejemplo: Polietileno, PVC.



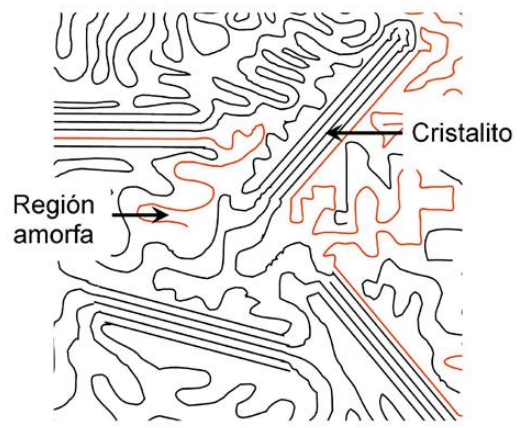
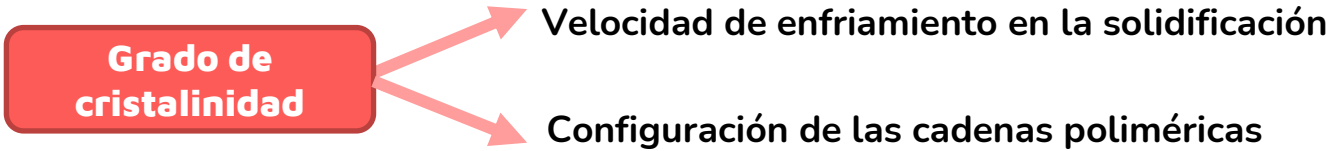
Condensación

En el proceso de enlace de unión de cada monómero se libera un subproducto, como agua o alguna otra sustancia. Ejemplo: Nylon 66, poliéster, resinas epoxicas.

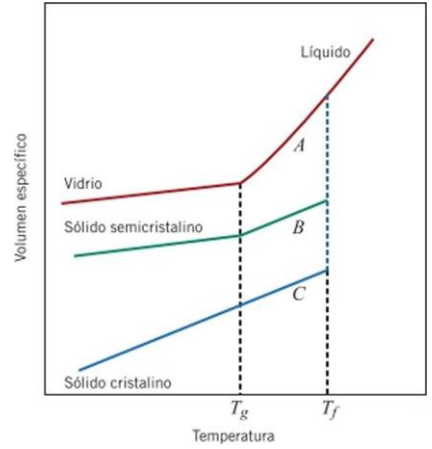


Cristalinidad

Cristalinidad en los polímeros: Es el **grado de orden molecular** que tienen las cadenas de polímero en el sólido. Un polímero **cristalino** tiene regiones donde las cadenas están **alineadas y empaquetadas de forma regular**.



Modelo para explicar cristalinidad de polímeros (micela con flecos)



Propiedad	Polímero cristalino	Polímero amorfo
Estructura	Ordenada	Desordenada
Transparencia	Opaco o lechoso	Transparente
Punto de fusión	Bien definido (T_m)	No tiene T_m , solo T_g
Dureza/resistencia	Mayor	Menor
Densidad	Más alta	Más baja

Cristalinidad



A mayor cristalinidad
(aumenta la densidad)

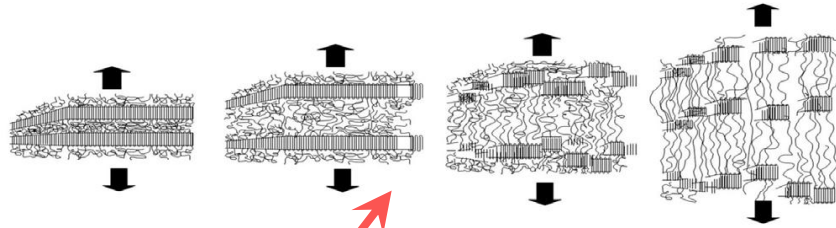
Tabla 1. Propiedades de diferentes tipos de PE.

Propiedad	Densidad 0.91–0.925	Densidad 0.926– 0.94	Densidad 0.941–0.965
Resistencia tensil (psi)	600 – 2300	1 200 – 3 500	3 100 – 5 500
Módulo de flexión (10 ³ psi)	8 – 60	60 – 115	100 – 260
Dureza Rockwell D	41 – 48	50 – 60	60 – 70

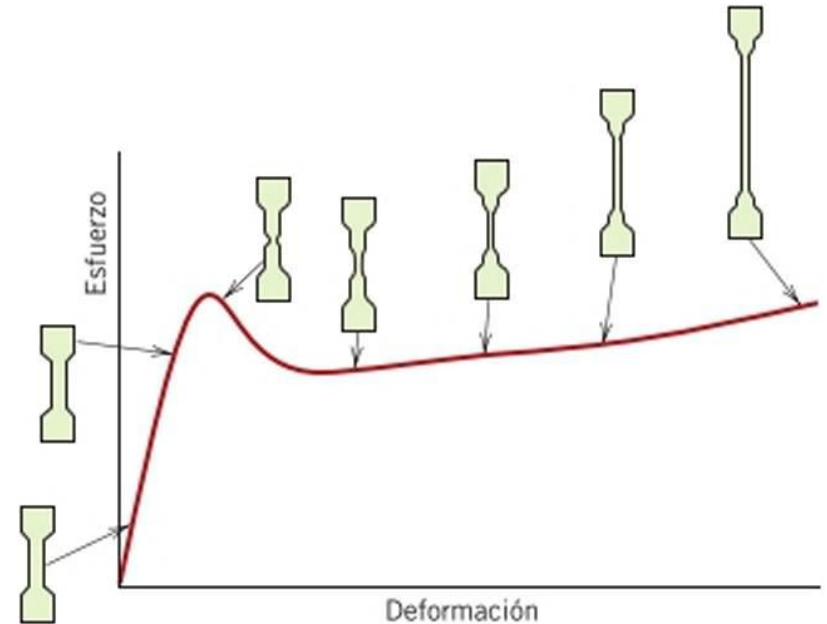
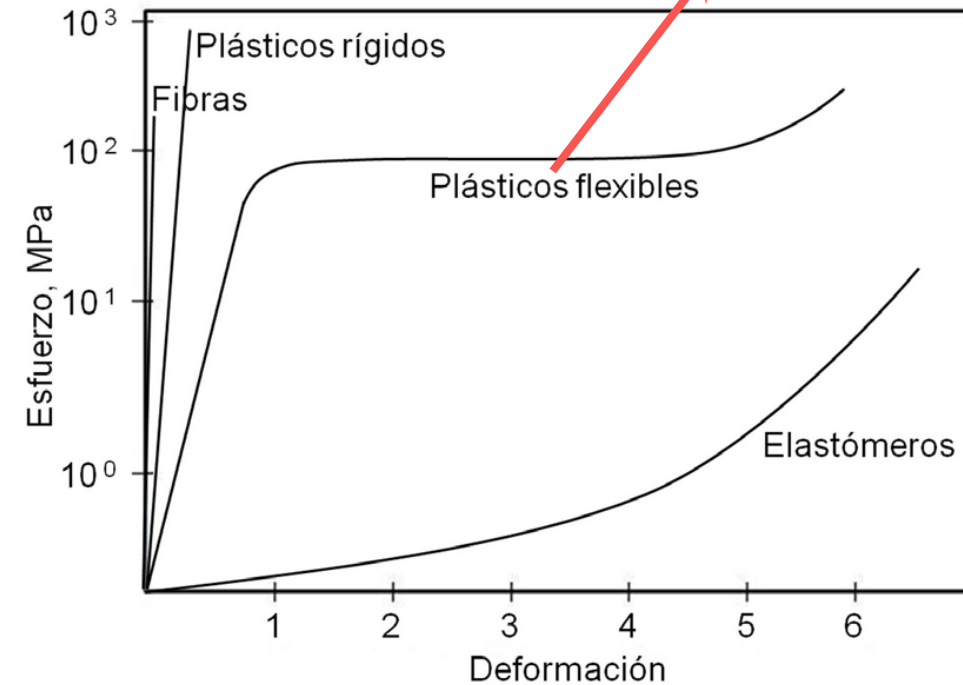


Aumentan notablemente la
resistencia, modulo de flexión y
dureza

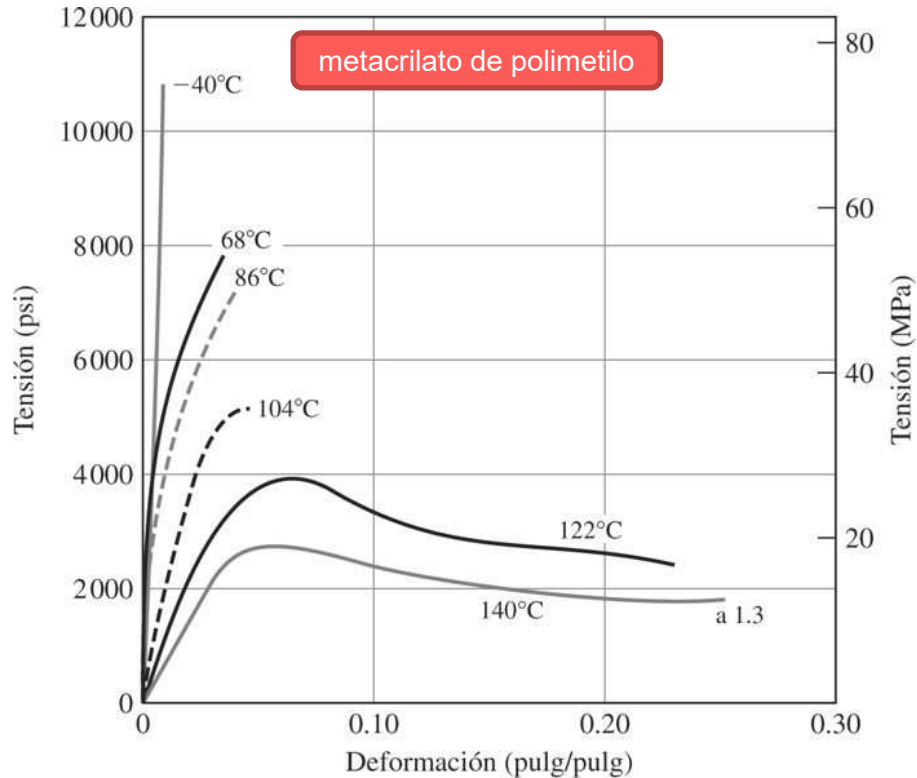
Esfuerzo-deformación



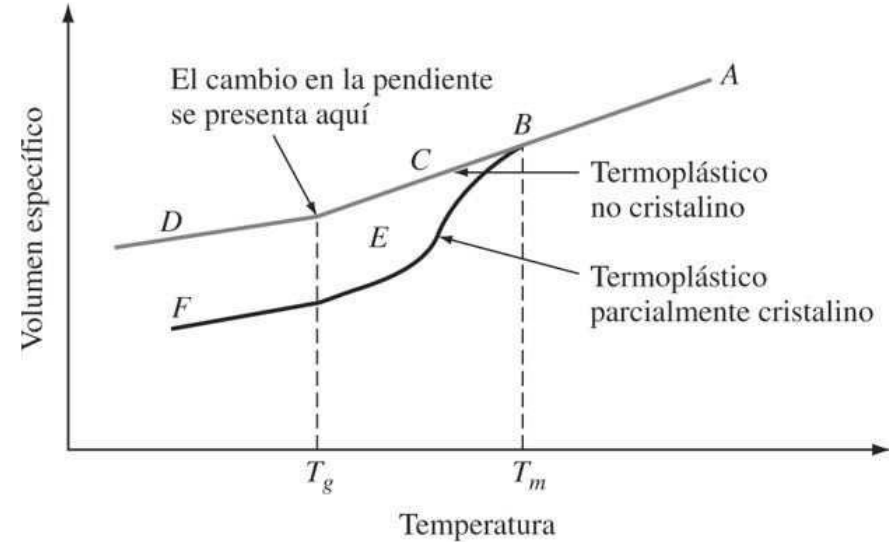
Deformación de los
semicristalinos



Efecto de la temperatura



Efecto de la temperatura en el gráfico tension-deformación de un termoplástico



Clasificación según su función Mecánica y térmica

Termoplásticos

- ✓ Se ablandan al calentarse (a veces funden) y se endurecen al enfriarse.
- ✓ Se pueden reciclar con facilidad.
- ✓ Relativamente blandos y dúctiles.
- ✓ Estructura de cadenas lineales flexibles (con o sin ramificación)



Termoestables

- ✓ Una vez que se endurecen, no se ablandan al calentarlos.
- ✓ No se funden al calentarlos sino que comienzan a descomponerse
- ✓ No tienen T_m .
- ✓ Red rígida (las cadenas pueden ser lineales ramificadas)
- ✓ No se pueden reciclar.



Elastómeros

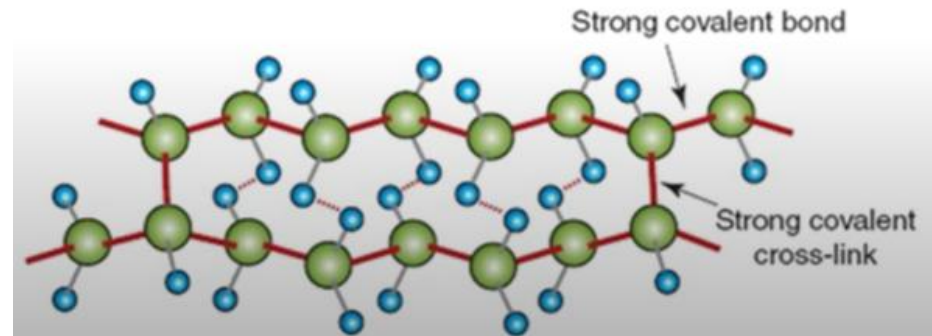
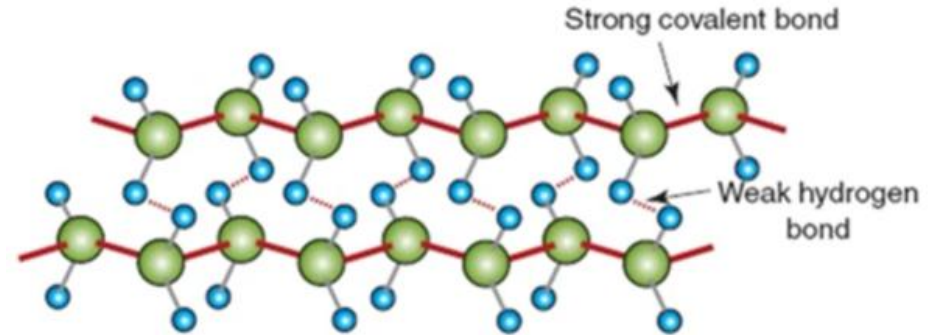
- ✓ Son amorfos y sin formar regiones cristalinas significativas.
- ✓ Estructuras de cadenas entrelazadas aleatoriamente.
- ✓ Alta elasticidad.
- ✓ Presentan T_g y son inferiores a la temperatura ambiente, por eso son blandos y elásticos



T_m : temperatura de fusión, T_g : Temperatura de transición vítrea

Interpretación desde la química...

- ❖ **Termoplásticos:** las largas cadenas están unidas unas con otras por medio de los débiles enlaces de hidrógeno y esos enlaces son los que le dan la cualidad de plásticos, de poder deformarse.
- ❖ **Termoestables:** Además de tener enlaces de hidrógeno, de vez en cuando aparecen enlaces covalentes entre carbono y carbono de las distintas cadenas y son estos enlaces los que hacen resistentes en temperatura.
- ❖ **Elastómeros:** tienen pocos enlaces covalentes.



Termoplásticos

Polímero	Unidad de repetición	Aplicación	Polímero	Unidad de repetición	Aplicación
Poliétileno (PE)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	Películas de empaque, aislamientos para alambre, botellas comprimibles, tuberías, artículos para el hogar.	Poliacrilonitrilo (PAN)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{H} & \text{C} \equiv \text{N} \end{array}$	Fibras textiles, precursores para fibras de carbono, recipientes para alimentos.
Cloruro de polivinilo (PVC)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{Cl} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	Tuberías, válvulas, acoplamientos, loseta vinílica, aislamientos para alambres, techos de vinilo para automóviles.	Polimetilmetacrilato (PMMA) (acrílico plexiglas)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{H} & \text{C} = \text{O} \\ & \\ & \text{O} \\ & \\ & \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ & \\ & \text{H} \end{array}$	Ventanas, parabrisas, recubrimientos, lentes de contacto duros, señalamientos iluminados.
Polipropileno (PP)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \cdots \text{C} - & \text{C} \cdots \\ & \\ \text{H} & \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ & \\ & \text{H} \end{array}$	Depósitos, fibras para alfombras, cuerdas, empaques.	Policlorotrifluoretileno	$\begin{array}{c} \text{F} & \text{Cl} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array}$	Componentes de válvulas, juntas, tuberías, aislamiento eléctrico.
Poliestireno (PS)	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{H} & \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$	Empaques y espumas aislantes, paneles de iluminación, componentes de aparatos, empaques para huevo.	Poli tetrafluoretileno (teflón)(PTFE)	$\begin{array}{c} \text{F} & \text{F} \\ & \\ \cdots \text{C} - \text{C} \cdots \\ & \\ \text{F} & \text{F} \end{array}$	Sellos, válvulas, recubrimientos antiadherentes.

Teflón

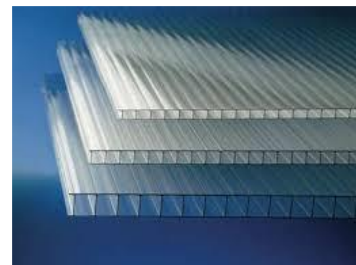


wiseGEEK

Polimetilmetacrilato (PMMA)



Polycarbonato



Polipropileno (PP)



Policloruro de vinilo(PVC)



Poliestireno (PS)



Termoestables

Polímero	Unidades funcionales	Aplicaciones comunes
Fenólicos	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{O} \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} $	Adhesivos, recubrimientos, laminados.
Aminas	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{N} - \text{C} - \text{N} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	Adhesivos, utensilios de cocina, piezas eléctricas moldeadas
Poliésteres	$ \cdots - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \cdots $	Piezas eléctricas moldeadas, laminados decorativos, matrices poliméricas en la fibra de vidrio
Epóxicos	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \cdots \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{C} - \text{C} - \text{R} - \text{C} - \text{C} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	Adhesivos, piezas eléctricas moldeadas, matriz para materiales compuestos
Uretanos	$ \cdots - \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{NH} - \text{R} - \text{NH} - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - \cdots $	Fibras, recubrimientos, espumas, aislantes
Silicones	$ \begin{array}{c} \cdots - \text{O} - \text{Si}(\text{CH}_3)_2 - \text{O} - \text{Si}(\text{CH}_3)_2 - \text{O} - \cdots \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	Adhesivos, juntas, selladores


Resinas epóxicas



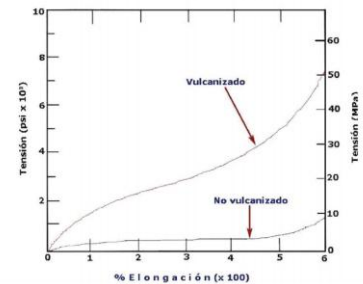
Fenólicos



Elastómeros

Polímero	Unidad de repetición	Aplicaciones
Poliisopreno	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \cdots - \text{C} - \text{H} - \text{C} = \text{C} - \text{H} - \text{C} - \cdots \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	Neumáticos, pelotas de golf, suelas para zapatos.
Polibutadieno (o caucho butadieno o Buna-S)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \cdots - \text{C} - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \cdots \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Neumáticos industriales, endurecimiento de otros elastómeros, cámaras para neumáticos, tiras para impermeabilizar, mangueras para vapor.
Polisobutileno (o caucho butilo)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \cdots - \text{C} - \text{H} - \text{C} - \text{H} - \text{C} - \text{H} - \cdots \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	
Policloropreno (neopreno)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \cdots - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} - \cdots \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	Mangueras, recubrimiento de cables.
Butadiene-styrene (BS or SBR rubber)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \cdots - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \cdots \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ 	Neumáticos
Butadieno-acrilonitrilo (Buna-N)	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \cdots - \text{C} = \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{C} - \cdots \\ \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ $\text{C} \equiv \text{N}$	Juntas, mangueras para combustible.
Siliconas	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \cdots - \text{O} - \text{Si} - \cdots \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Juntas, sellos

Caucho estireno butadieno (SBR)



Siliconas



Código Internacional de la Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos

PET (Polietileno Tereftalato)



USOS Y APLICACIONES:

Algunos usos y aplicaciones del PET son: Envases de gaseosas - Aceites - Agua mineral - Frascos para mayonesa - Salsa - Fibras textiles - Cintas de vídeo y audio - Películas radiográficas y muchas más.

VENTAJAS Y BENEFICIOS:

Barrera a los gases - Transparente - Irrompible - Liviano - No tóxico.

PEAD (Polietileno de Alta Densidad)



USOS Y APLICACIONES:

Envases para detergentes - Lavandina - Aceites automotor - Lácteos - Cajones - Baldes - Tambores - Caños para agua potable, gas, telefonía, minería y uso sanitario - Bolsas para supermercados - Bazar y menaje y muchas más.

VENTAJAS Y BENEFICIOS:

Resistente a las bajas temperaturas - Irrompible - Impermeable - No tóxico.

PVC (Policloruro de Vinilo)



USOS Y APLICACIONES:

Envases para agua mineral - Aceites - jugos - Mayonesas - Perfiles para marcos de puertas, ventanas - Caños para desagües domiciliarios y de redes - Mangueras - Blisters - Catéteres - Bolsas para sangre y muchas más.

VENTAJAS Y BENEFICIOS:

Ignífugo - Resistente a la intemperie - No tóxico - Impermeable - Irrompible.

Código Internacional de la Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos

PEBD (Polietileno de Baja Densidad)



LDPE

USOS Y APLICACIONES:

Bolsas de todo tipo - Películas para el agro - Envasamiento automático de alimentos - Bolsas para sueros - Tubos y pomos para cosméticos, medicamentos y otras industrias - tuberías para riego.

VENTAJAS Y BENEFICIOS:

No tóxico - Flexible - Liviano - Impermeable - Económico - Transparente.

PP (Polipropileno)



PP

USOS Y APLICACIONES:

Películas/film para diferentes envases, cigarrillos, chicles, golosinas - Jeringas descartables - Tapas en general - Fibras para tapicería - Alfombras - Cajas de baterías - Paragolpes - Autopartes - Caños para agua caliente.

VENTAJAS Y BENEFICIOS:

Resistente a la temperatura - Barrera a los aromas - No tóxico - Irrompible.

PS (Poliestireno)



PS

Otros Plásticos

CARACTERÍSTICAS:

En este rubro se incluyen una enorme variedad de plásticos tales como: Policarbonatos (PC); Poliamidas (PA); Poliuretanos (PU); Acrílicos (PMMA) y varios más, ya que se puede desarrollar un tipo de plástico para cada aplicación específica.

USOS Y APLICACIONES:

Autopartes - Carcasas de computación - Teléfonos: celulares y electrodomésticos en general - Piezas para ingeniería aeroespacial - Muebles - Accesorios náuticos y deportivos - Carteles y publicidad, y un sinnúmero de aplicaciones más.



Otros