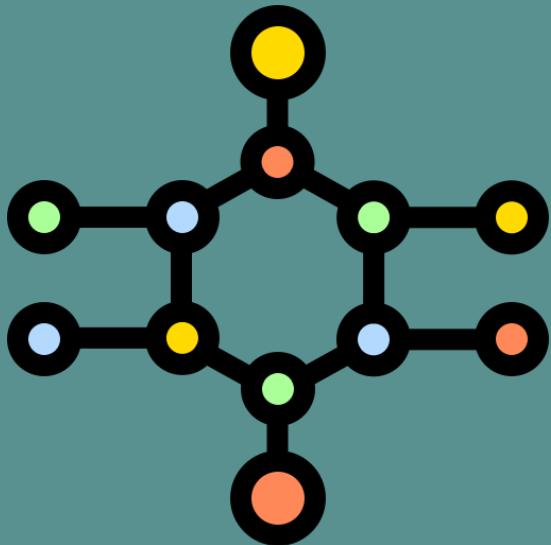


Polímeros



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:



Carbono (C)



Oxígeno (O)

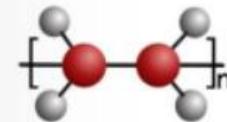
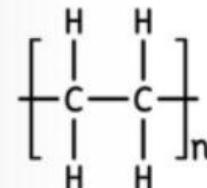


Hidrógeno (H)

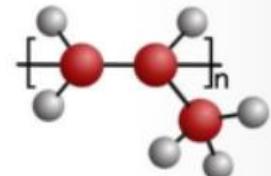
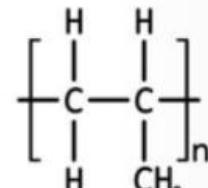


Nitrógeno (N)

Polietileno(PE)



Polipropileno (PP)



Clasificación de los polímeros



POLIMEROS



Según su origen

Naturales

Sintéticos

Semisintéticos

Termoplásticos

Termoestables

Elastómeros

Según su función mecánica y térmica

Plásticos

Fibras

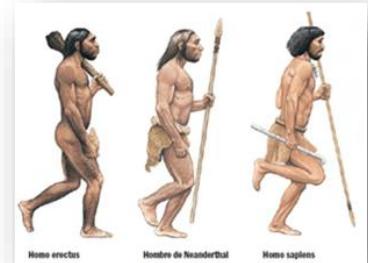
Adhesivos

Recubrimientos

Espumas

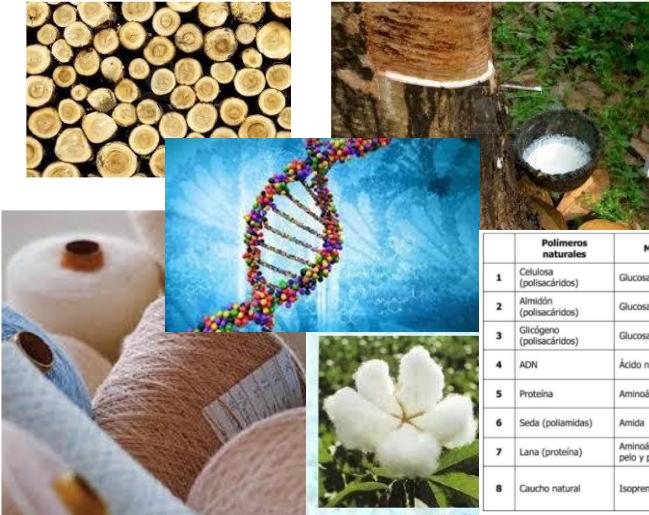
Según su aplicación

Polímeros



Naturales

Reino Animal o vegetal



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 Cauchó natural	Isopreno	Fabricación de neumáticos, artículos impermeables y aislantes,

Sintéticos

Procesos de polimerización controlados por el hombre



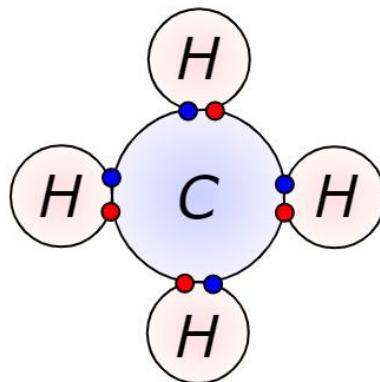
Conceptos básicos

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

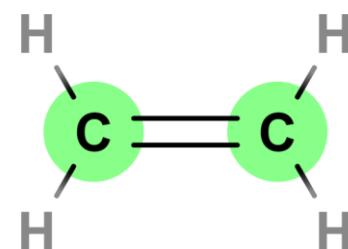
Moléculas Saturadas



- Electrones del hidrógeno
- Electrones del carbono

Metano

Moléculas insaturadas



Etileno



Acetileno

Conformados por:



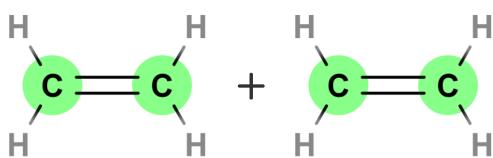
Carbono (C)



Hidrógeno (H)

Química de las moléculas poliméricas

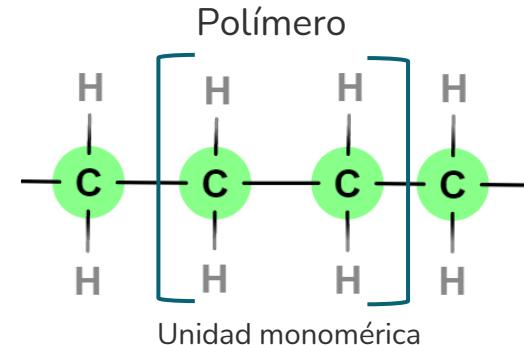
Monómero



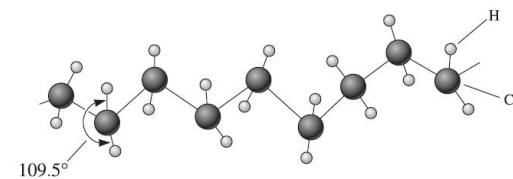
Etileno

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

Polimerización

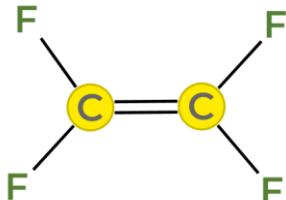


Polietileno (PE)



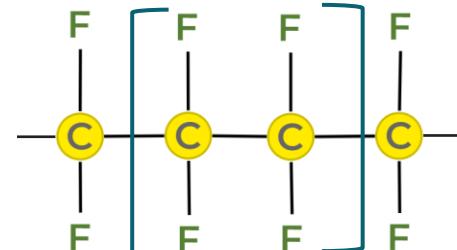
Estructura molecular

Química de las moléculas poliméricas



Tetrafluoretileno (TFE)

Derivado del Metano

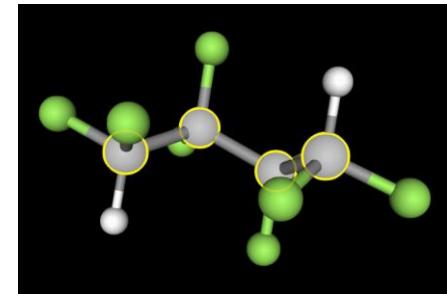


Unidad monomérica

Politetrafluoroetileno (PTFE)



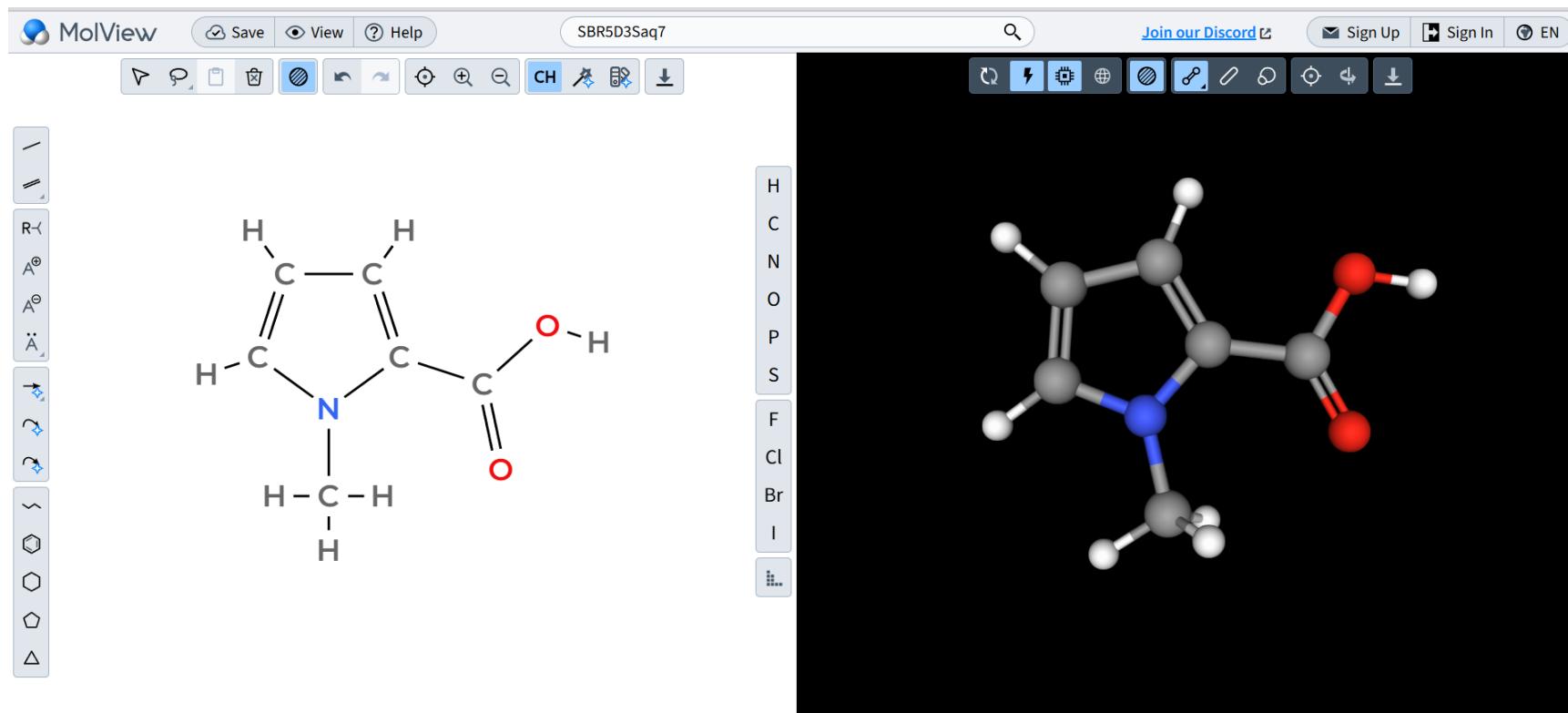
Recubrimiento
de teflón



**EJEMPLOS DE
HOMOPOLÍMEROS**

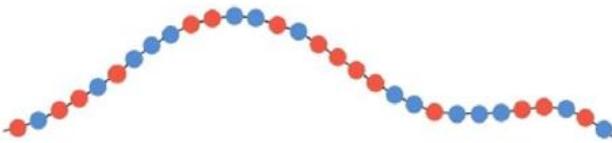
Un extra...

<https://molview.org/>

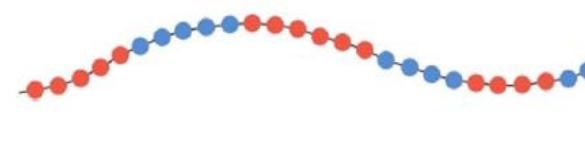


Copolímeros

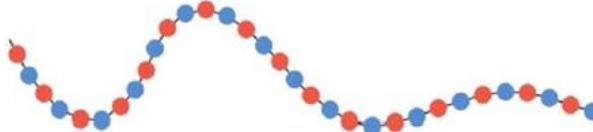
Se obtiene cuando **dos (o más) monómeros distintos** se polimerizan juntos y se enlazan químicamente en una **misma cadena polimérica**



Al azar (random)



En bloque



Alternados



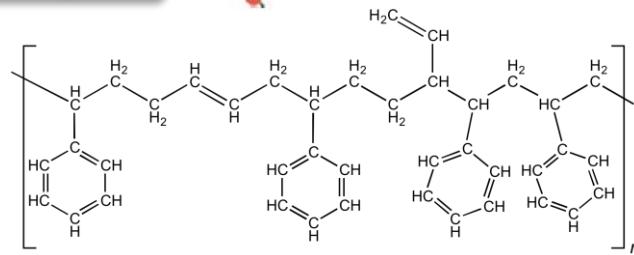
De injerto

Monómero A

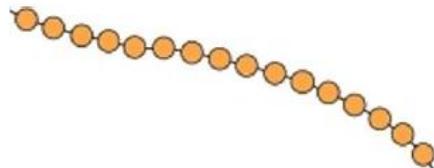
Monómero B

EJEMPLO:

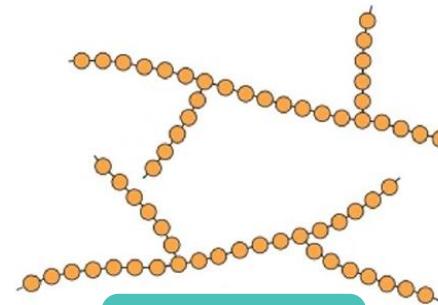
El caucho de estireno-butadieno (SBR)



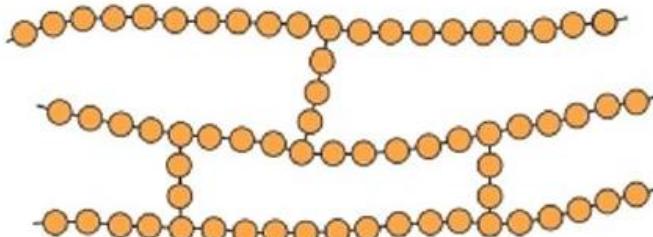
Estructuras moleculares



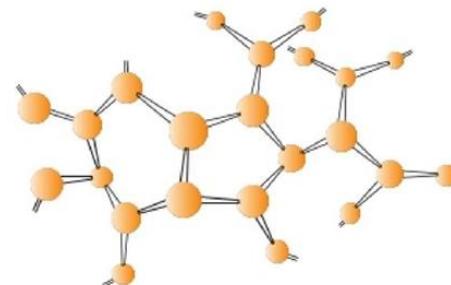
Lineal



Ramificada



Entrecruzada



Reticulada
(Tridimensional)

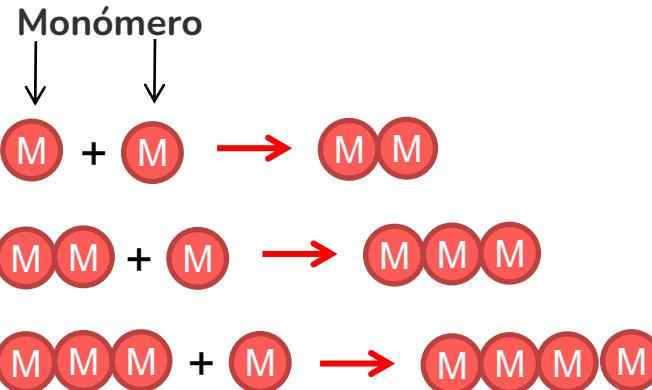


Los círculos son las unidades repetitivas

Procesos de polimerización

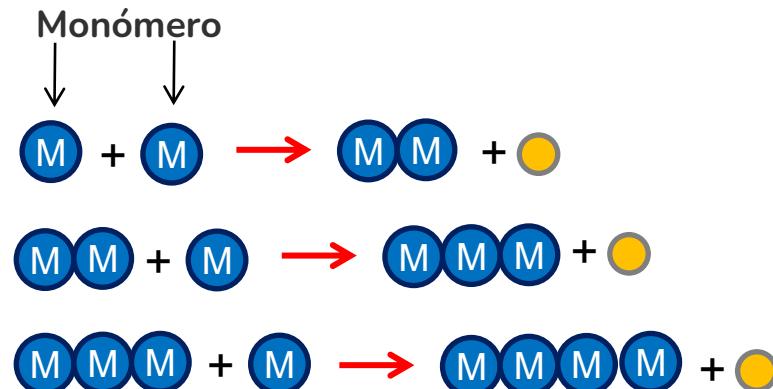
Adición

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.



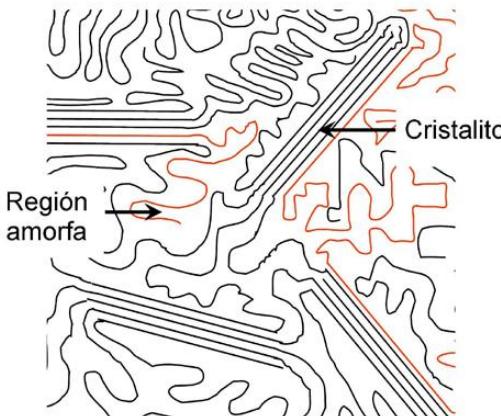
Cristalinidad

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**.

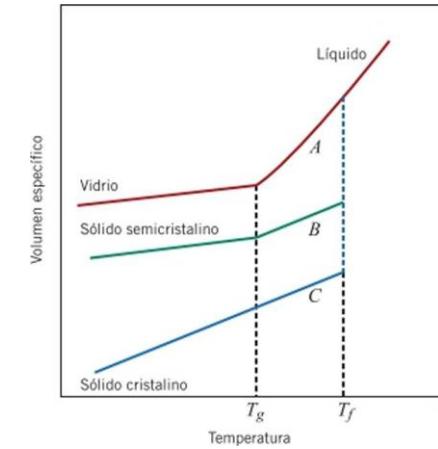
Grado de cristalinidad

Velocidad de enfriamiento en la solidificación

Configuración de las cadenas poliméricas



Modelo para explicar cristalinidad de polímeros (micela con flecos)



Propiedad	Polímero cristalino	Polímero amorfó
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

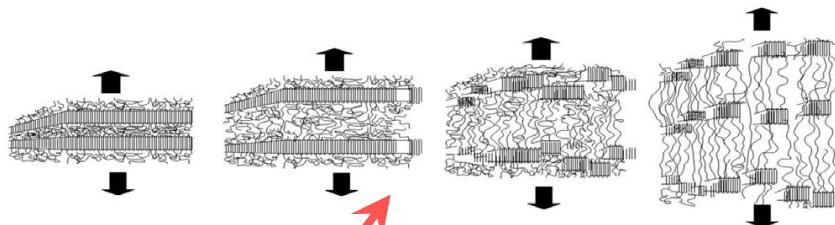
A mayor cristalinidad
(aumenta la densidad)

Tabla 1. Propiedades de diferentes tipos de PE.

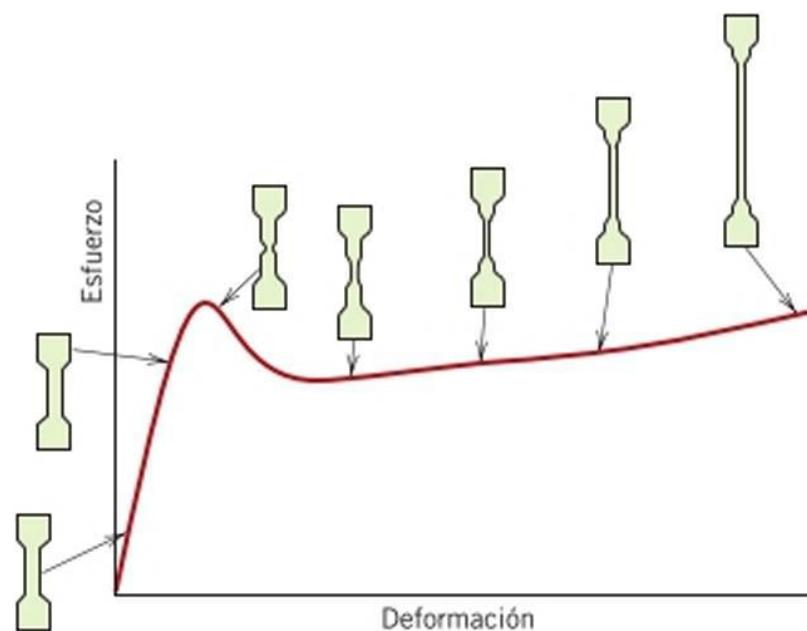
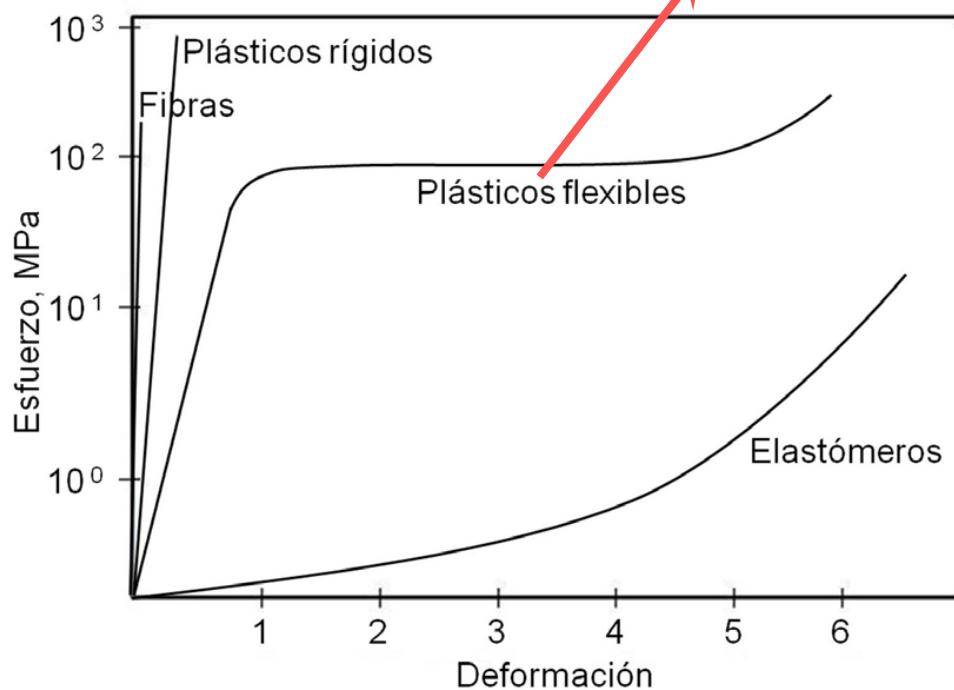
Propiedad	Densidad 0.91–0.925	Densidad 0.926– 0.94	Densidad 0.941–0.965
Resistencia tensil (psi)	600 – 2300	1 200 – 3 500	3 100 – 5 500
Módulo de flexión (10^3 psi)	8 – 60	60 – 115	100 – 260
Dureza Rockwell D	41 – 48	50 – 60	60 – 70

Aumentan notablemente la resistencia, modulo de flexión y dureza

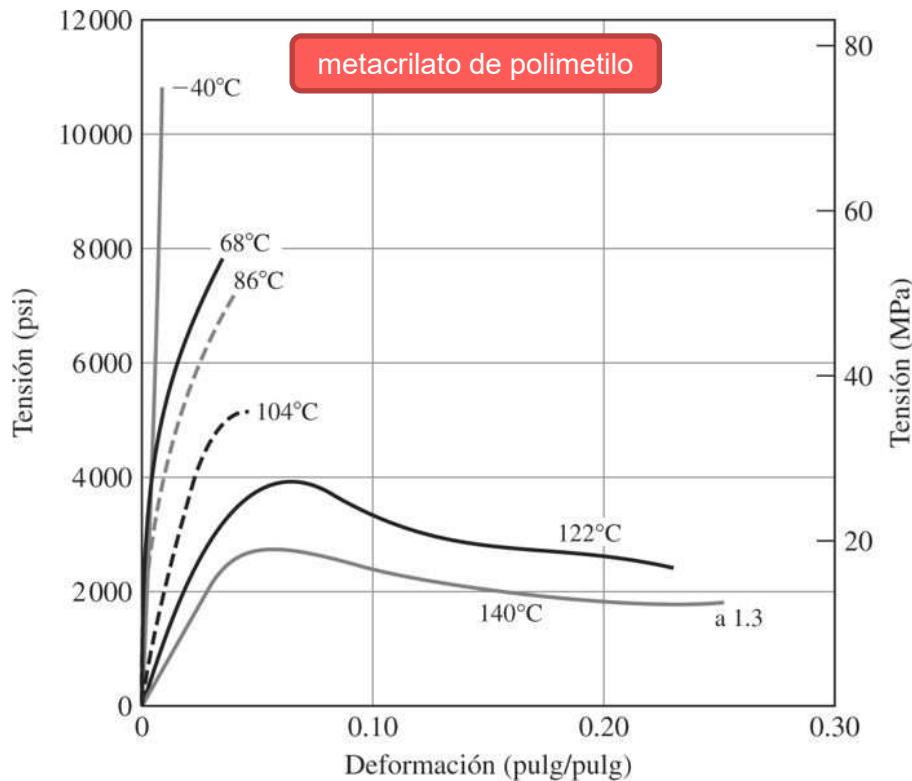
Esfuerzo-deformación



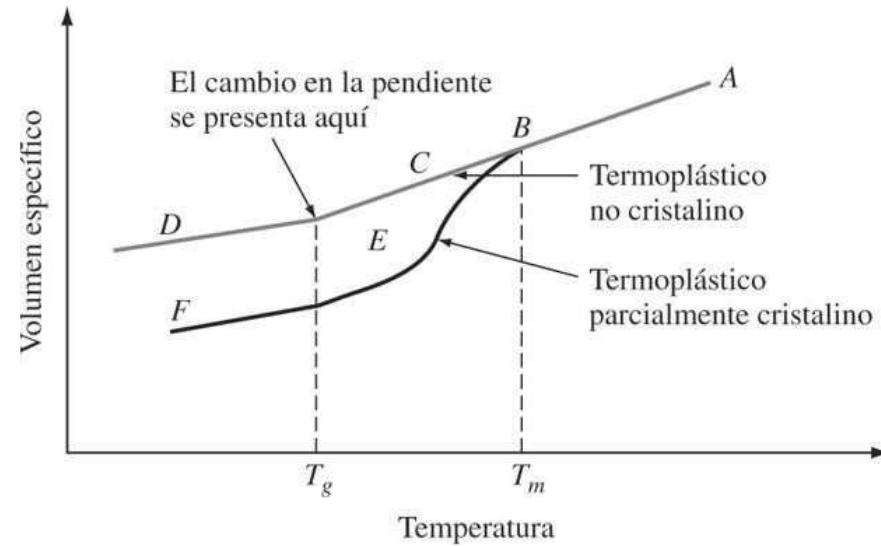
Deformación de los semicristalinos



Efecto de la temperatura



Efecto de la temperatura en el gráfico tensión-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

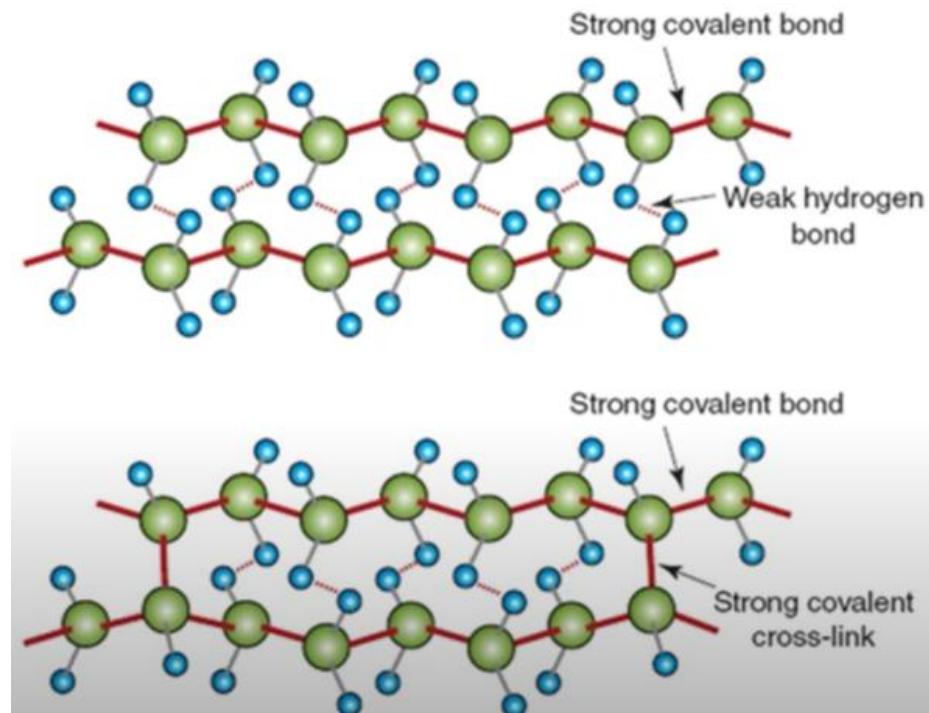
- ✓ Son amorfos y sin formar regiones cristalinas significativas.
- ✓ Estructuras de cadenas entrelazadas aleatoriamente.
- ✓ Alta elasticidad.
- ✓ Presentan T_g y son inferiores a la temperatura ambiente, por esos son blandos y elásticos



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.
- ❖ **Elastomeros:** tienen pocos enlaces covalentes.



Termoplásticos

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

Teflón



Polimetilmetacrilato (PMMA)



Policarbonato



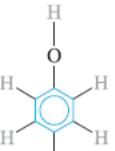
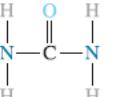
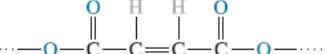
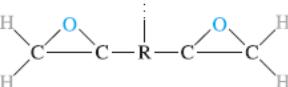
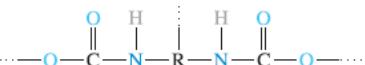
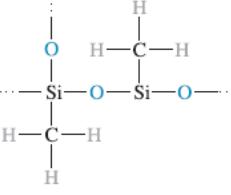
Polipropileno (PP)



Poliestireno (PS)



Termoestables

Polímero	Unidades funcionales	Aplicaciones comunes
Fenólicos		Adhesivos, recubrimientos, laminados.
Aminas		Adhesivos, utensilios de cocina, piezas eléctricas moldeadas
Poliésteres		Piezas eléctricas moldeadas, laminados decorativos, matrices poliméricas en la fibra de vidrio
Epóxicos		Adhesivos, piezas eléctricas moldeadas, matriz para materiales compuestos
Uretanos		Fibras, recubrimientos, espumas, aislantes
Silicones		Adhesivos, juntas, selladores

Resinas epóxicas



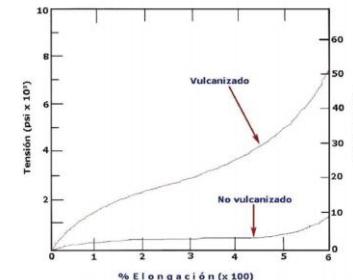
Fenólicos



Elastómeros

Polímero	Unidad de repetición	Aplicaciones
Polisopreno	$\dots - \text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H}) - \dots$	Neumáticos, pelotas de golf, suelas para zapatos.
Polibutadieno (o caucho butadieno o Buna-S)	$\dots - \text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H}) - \dots$	Neumáticos industriales, endurecimiento de otros elastómeros, cámaras para neumáticos, tiras para impermeabilizar, mangueras para vapor.
Polisobutileno (o caucho butilo)	$\dots - \text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H}) - \dots$	
Policloropreno (neopreno)	$\dots - \text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H}) - \dots$	Mangueras, recubrimiento de cables.
Butadiene-styrene (BS or SBR rubber)	$\dots - \left[\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H}) \right]_n - \text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}_6\text{H}_5 - \dots$	Neumáticos
Butadieno-acrilonitrilo (Buna-N)	$\dots - \left[\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})=\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H}) \right]_n - \text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})\equiv\text{N} - \dots$	Juntas, mangueras para combustible.
Siliconas	$\dots - \text{O}-\text{Si}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{C}(\text{H})-\text{Si}(\text{H})-\text{O} - \dots$	Juntas, sellos

Cacho 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 video 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)



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

PS (Poliestireno)

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