

# BLOQUE VI.- MATERIALES POLIMÉRICOS

## Tema 19.- Polímeros

William D. Callister, Jr "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales". Tomo \*\*. Ed. Reverté  
James F. Shackelford "Introducción a la Ciencia de Materiales para Ingenieros". Cuarta edición. Ed. Prentice Hall (1998)

# Polímeros comerciales



polietileno



poliestireno



polipropileno



poliuretano

Diversas piezas internas de un parquímetro fabricadas con un polímero de acetal. Los polímeros se caracterizan por ser baratos, fáciles de procesar y poseen unas propiedades estructurales adecuadas.



## Polímero:

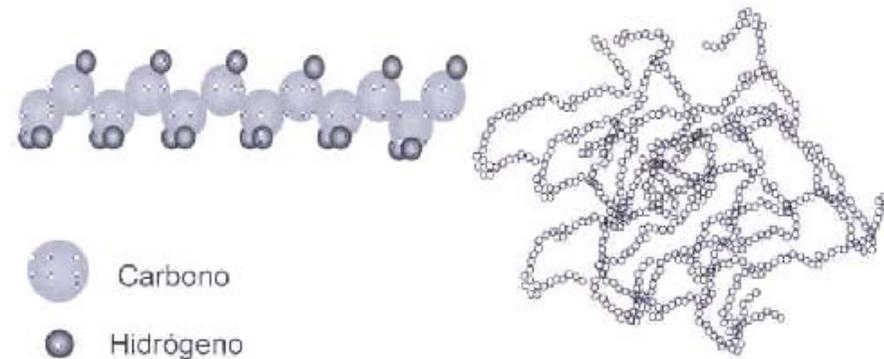
“Compuesto orgánico, natural o sintético, de elevado peso molecular constituido por unidades estructurales repetitivas que se componen básicamente de C, H, O, N”

“≈ cadenas de gran tamaño formadas por la unión covalente de varias unidades monoméricas (⇔macromolécula)”

- son productos/materiales que se han obtenido por síntesis/reacciones químicas
- son “Polímeros formados por compuestos orgánicos”
- “no están constituidos por moléculas iguales, puras, sino que son conjuntos de moléculas distintas en cuanto a longitud y, por tanto, a tamaño y masa.
- No poseen puntos de fusión definidos y exactos.

## Plástico:

- material listo para la fabricación de piezas de moldeo y semifabricados



- Se conforman fácilmente por moldeo
- Para que sean reutilizables y con un nivel aceptable de calidad, hay que añadir "aditivos" auxiliares para la mejora de las propiedades.
- Baja resistencia a la tracción
- Uso limitado en función de la temperatura (300°C, 530°C)
- Gran coeficiente de dilatación térmica
- Las uniones Van-der-Waals originan la buena ductilidad de algunos polímeros y que sean blandos
- Plásticos: Gran capacidad de deformación plástica.

- Basada en los monómeros utilizados en la fabricación.
- Nombres químicos complicados: utilización de siglas (ej. PMMA- poli-metilmetacrilato)
  - Norma DIN 7728: termoplásticos.
  - Norma DIN 7708: termoestables
  - Norma DIN ISO 1629: elastómeros

Monómero: metacrilato de metilo

Polímero: polimetacrilato de metilo

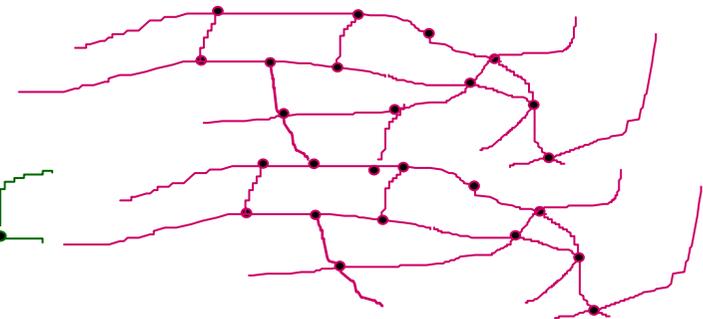
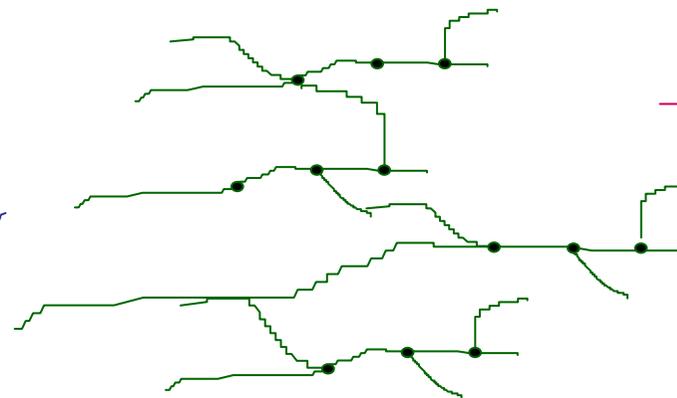
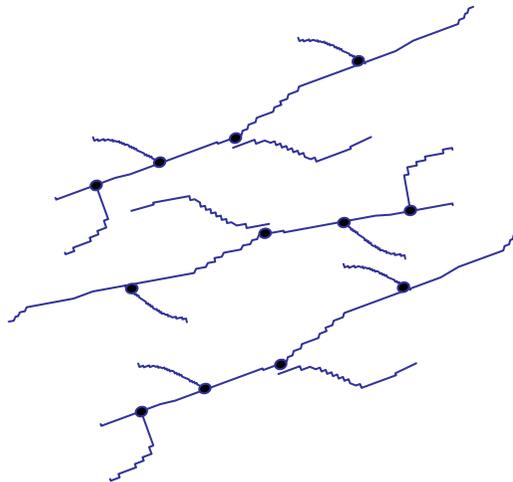
# Clasificación de polímeros: f (grado de entrecruzamiento)



Termoplásticos

Elastómeros

Termoestables



Cadenas lineales independientes

Cadenas lineales poco entrecruzadas

redes muy entrecruzadas

## TERMOPLÁSTICOS

- Por calentamiento y/o presión se vuelven deformables, adquieren plasticidad y adoptan un estado viscoso-líquido. Este proceso puede repetirse, en principio, indefinidamente. Son fusibles y solubles. Son termoconformables o remoldeables por calor
- Poseen una estructura molecular de cadenas abierta o hilos.
- Son soldables y reciclables

## TERMOESTABLES

- Estructura entrecruzada
- A pesar del aporte calórico, no son moldeables, no adquieren plasticidad..
- Dar forma: producto líquido intermedio de bajo peso molecular (termoendurecible)  $\Rightarrow$  Reacción de reticulación / entrecruzamiento

## ELASTÓMEROS

- Estructuras entrelazadas entre si formando una malla tridimensional mullida (reacción de Vulcanización). No son termoconformables. Son insolubles, infusibles pero hinchan en disolución.
- Polímeros amorfos que sufren grandes deformaciones reversibles a T cte.
- $T_g < T_{\text{ambiente}}$

### PLÁSTICOS ESTANDAR

Los más utilizados por sus propiedades de uso y su precio son:

Polietileno (PE), polipropileno (PP), poli-estireno (PS), poli-cloruro de vinilo (PVC)

### PLÁSTICOS TÉCNICOS

- Plásticos con propiedades especiales: bajas deformaciones cuando son sometidos a tensiones incluso a altas temperaturas, buena resistencia al impacto, buen comportamiento en abrasión, poca dilatación térmica, escasa contracción:

Poliamidas (PA), Polióxido de metileno (POM), polifeniléneter (PPE), Policarbonato (PC), poli(tereftalato de etileno) (PET) y los termoestables

### PLÁSTICOS DE ALTAS PRESTACIONES

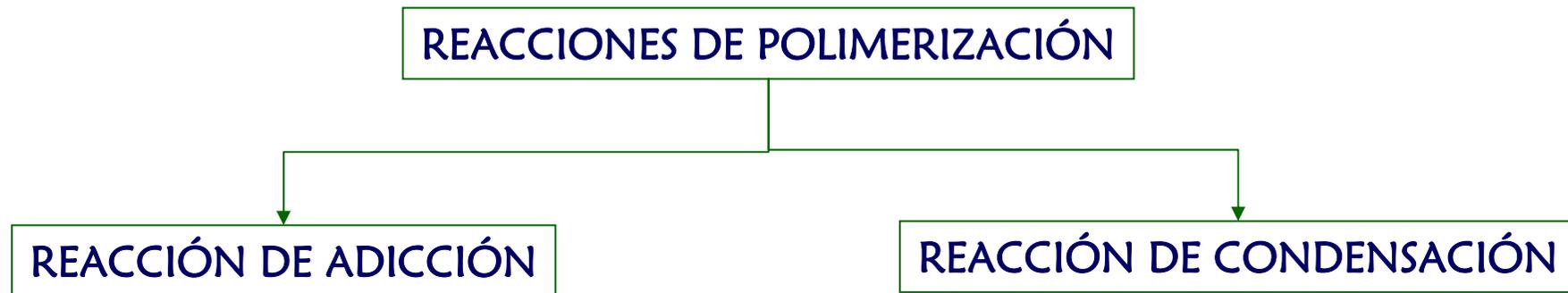
- Poseen propiedades concretas:

**PMMA:** excelente transparencia y estabilidad a la luz: ILUMINACIÓN Y DECORACIÓN

**PVCD:** escasa permeabilidad a los gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>) y al vapor de agua: SECTOR DE ENVASADO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

**PTFE:** gran resistencia a alta temperatura y a productos químicos: REVESTIMIENTO DE TUBOS Y VÁLVULAS METÁLICAS EN LA INDUSTRIA QUÍMICA

# MÉTODOS DE OBTENCIÓN



# Reacciones de Síntesis de polímeros (I)

MONO= UNO  
MERO=UNIDAD

Monómero

REACCIÓN  
Polimerización

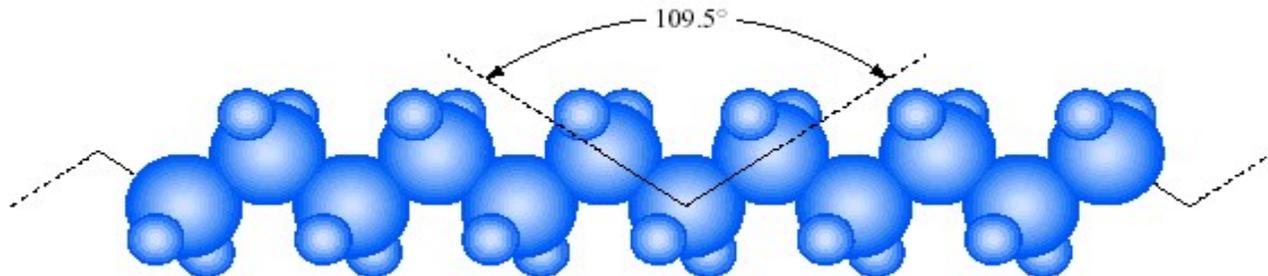
Polímero

Ordenamiento molecular de los monómeros por enlaces covalentes

$M_1$  → Homopolímero



$M_1+M_2$  → Copolímero



Grado de polimerización ( $X_n$ )  $\Leftrightarrow$  n° de unidades que se repiten en cadena

## SECUENCIA EN COPOLÍMEROS:

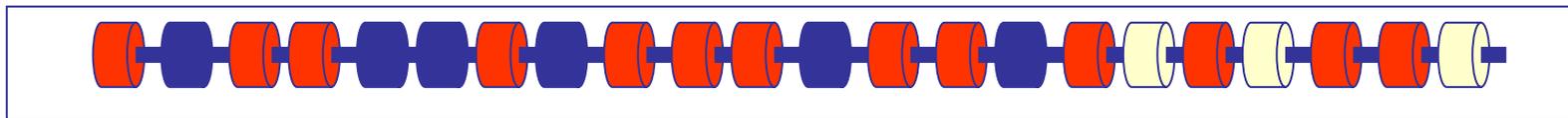
Homopolímero	-A-A-A-A-A-
Copolímero alternante	-A-B-A-B-A-B-A-
Copolímero al azar	-A-B-B-A-B-B-B-A-A-
Copolímero de bloques	-A-A-A-A-B-B-B-B-A-A-A-A-

**ABS-** Acrilonitrilo-  
Butadieno-Estireno

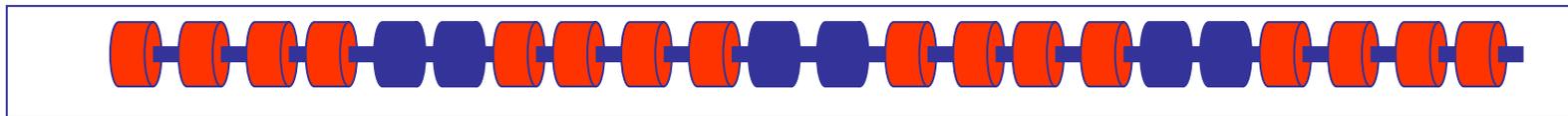
**EVA-** Etileno-acetato de  
vinilo

**SBR-** Estireno-Butadieno

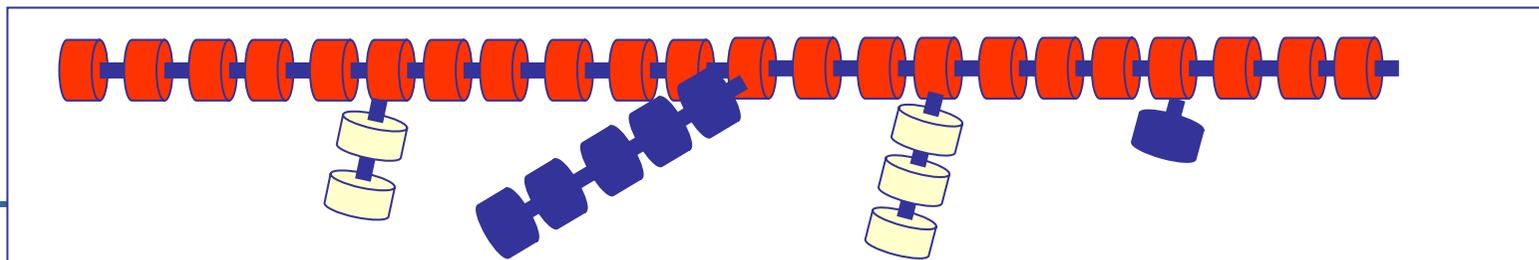
AZAR



BLOQUES

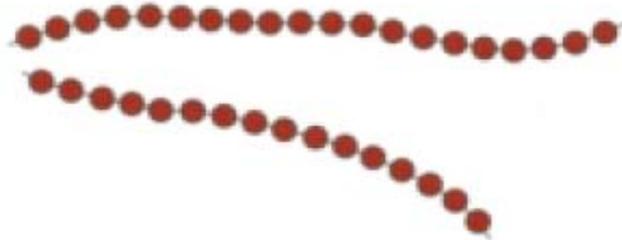


EN INJERTOS



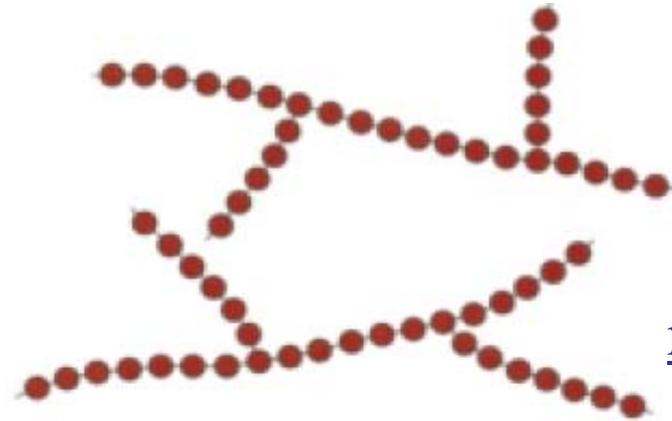
## Sin Ramificación

Cadenas lineales



(a)

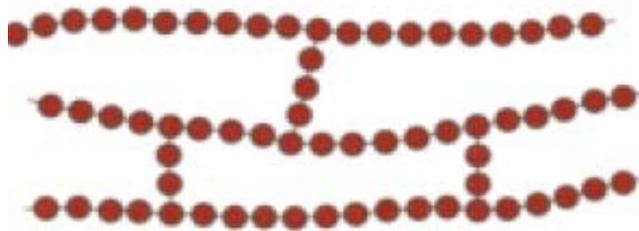
## Con Ramificación



(b)

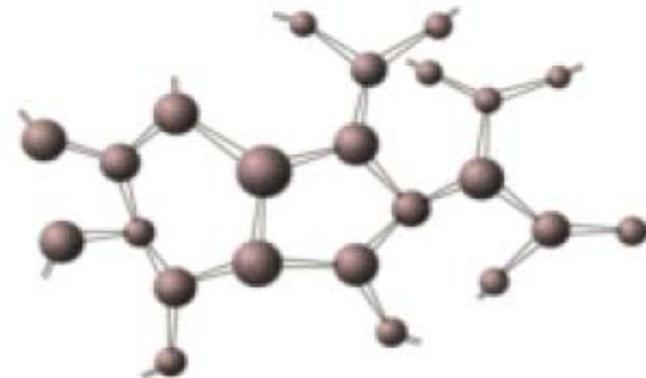
ramificada

## Con Ramificación



(c)

cruzada



(d)

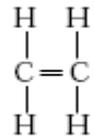
red

## Con Ramificación

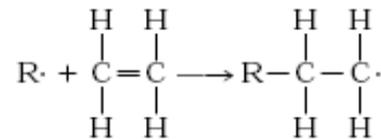


# Síntesis: reacciones de polimerización (III)

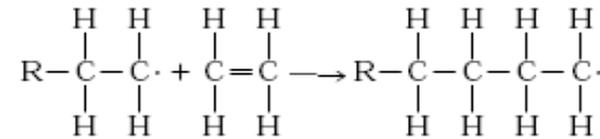
## Ejemplo: Síntesis del Polietileno (PE)



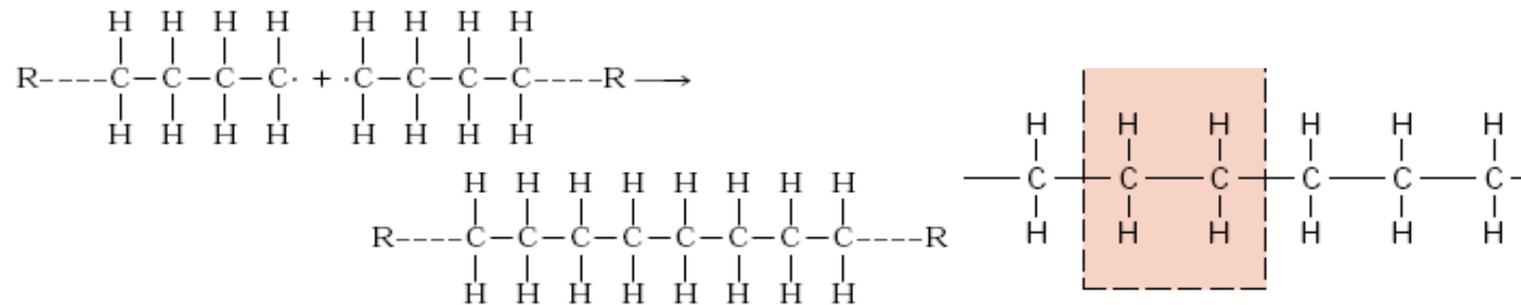
monómero



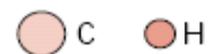
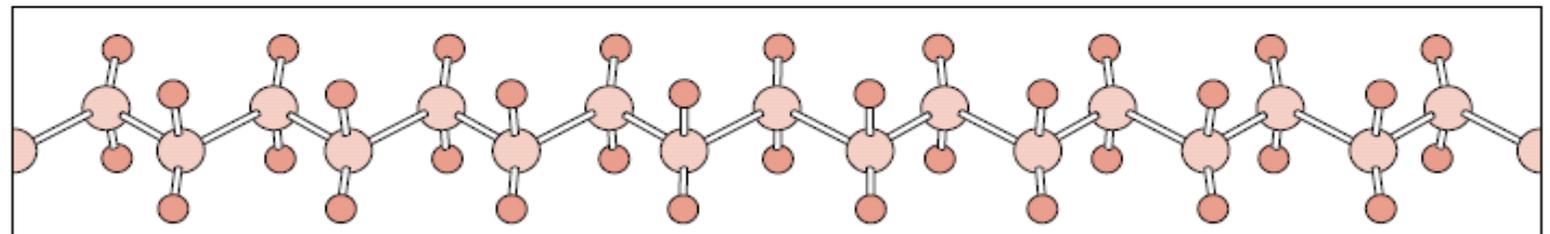
radical



Rx. Adición



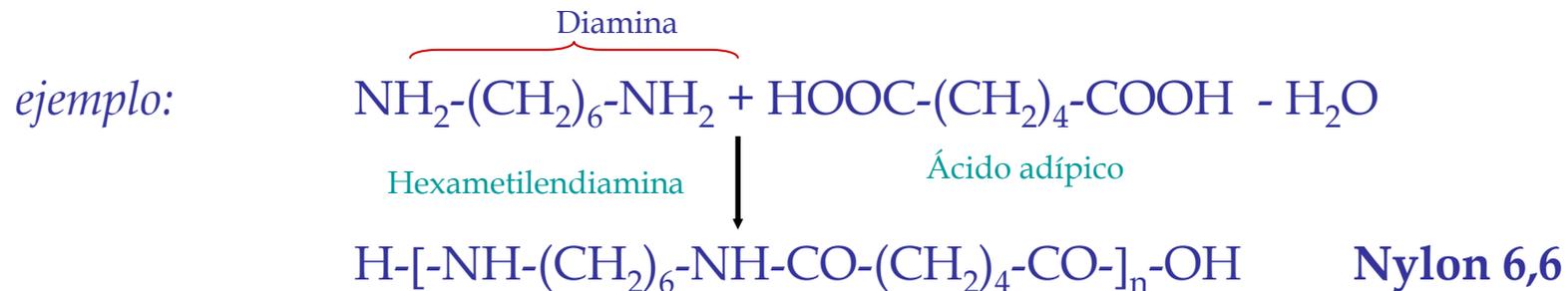
mero



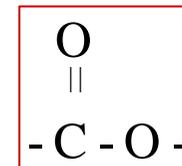
## Síntesis: reacciones de polimerización (IV)

### b) Polimerización por condensación o en etapas: PA, poliésteres, PC....

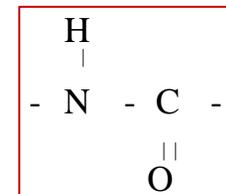
Se produce reacción entre **dos monómeros polifuncionales distintos** y se libera una molécula pequeña (generalmente H<sub>2</sub>O)



**Alcohol+Ácido → Ester + Agua →Poliésteres**

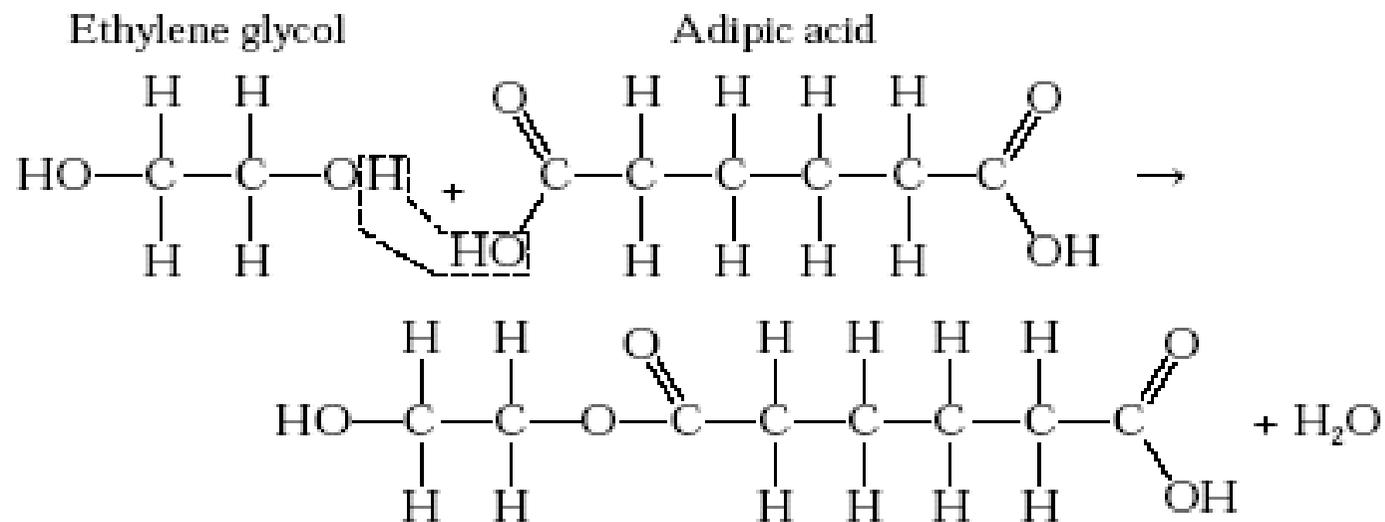


**Amina + Ácido → Amida+ Agua → Poliamidas**



b) ejemplo: Polimerización por condensación o en etapas PA, poliésteres, PC....

## Polimerización por condensación

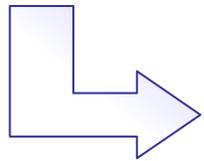


## Poliolefinas y polímeros vinílicos que se sintetizan por adición

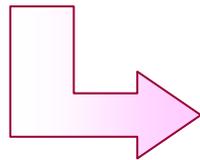
Clasificación	Abreviatura	Nombre	Monómero
termoplástico	PE (LDPE-ramificado HDPE-lineal)	Polietileno	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
Elastómero Termoplástico	PP-isotáctico PP-atáctico	Polipropileno	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
termoplástico	PS	Poliestireno	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$
termoplástico	PVC	Policloruro de vinilo	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{Cl} \end{array}$
	PAN	Poliacronitrilo	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\   \\ \text{C}\equiv\text{N} \end{array}$
termoplástico	PMMA	Polimetacrilato de metilo	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{COO}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$
	BUNA	Polibutadieno	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
	POM	Polióxido de metileno	$\text{H}_2\text{C}=\text{O}$

Monómeros		Polímero /reacción de Condensación
Dioles	$\text{HOH}_2\text{C-R-CH}_2\text{OH}$	Poliésteres -R-CH <sub>2</sub> -COOO-R'-
Diácidos	$\text{HOOC-R}'\text{-COOH}$	
Diamidas	$\text{H}_2\text{N-R-NH}_2$	Poliamidas -R-NHCO-R'- (Kevlar, etc...)
Diácidos	$\text{HOOC-R}'\text{-COOH}$	
Dioles	$\text{HOH}_2\text{C-R-CH}_2\text{OH}$	Poliuretanos -R-CH <sub>2</sub> -NHCOO-R'-
Diisocianatos	$\text{OCN-R}'\text{-NCO}$	

Los polímeros “puros” producto de la reacción de polimerización no presentan buenas propiedades



Cualquier sustancia que mejore las propiedades físicas, químicas o mecánicas de un polímero, o que reduzca su coste



- moléculas orgánicas -compatibilidad parcial: evitar la migración
- partículas sólidas de relleno – cargas

- Ayudantes del procesado
- Modificadores de las propiedades del producto ( Antioxidantes: polímeros que estén expuestos al exterior; Colorantes: modificadores del color, Plastificantes: utilizados en juguetes y equipos de procesado de comida, Ignífugos; antiestáticos, etc...)