



# Curso – Resistencia de materiales [15153]

## Clase 3 – Deformación uniaxial – Esfuerzo vs Deformación

Plan de estudios - Ingeniería Civil en Mecánica

Profesores: Matías Pacheco Alarcón ([matias.pacheco@usach.cl](mailto:matias.pacheco@usach.cl))

Aldo Abarca Ortega ([aldo.abarca@usach.cl](mailto:aldo.abarca@usach.cl))

Ayudante: Estéfano Muñoz ([estefano.munoz@usach.cl](mailto:estefano.munoz@usach.cl))

Santiago de Chile, Marzo 2019



## Esfuerzo y deformación

Considere una barra BC de sección transversal la cuál está empotrada en B. Si se aplica una carga C la barra se deforma una magnitud  $\delta$ .

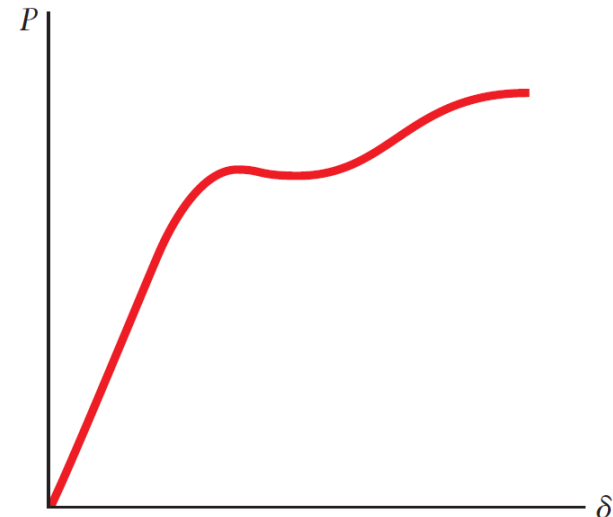
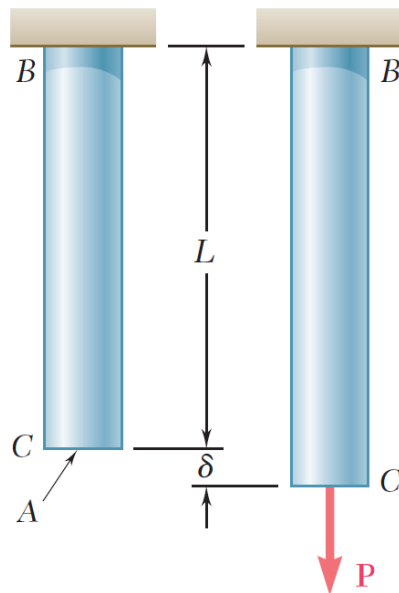


Diagrama carga contra deformación

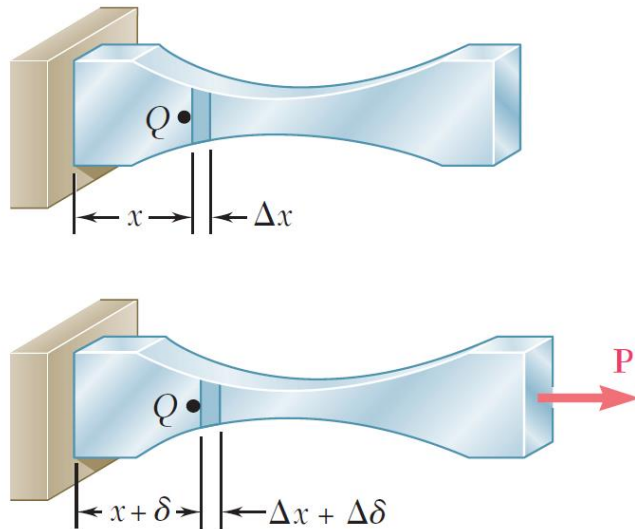
En deformación normal, se define la “deformación por unidad de largo” como:

$$\text{Deformación unitaria: } \epsilon = \frac{\delta}{L}$$



# Esfuerzo y deformación

Si se tiene una barra de sección transversal  $A$  variable cargada axialmente:



Considerando un pequeña distancia longitudinal  $\Delta x$  se denota que su deformación bajo la carga  $P$  es  $\Delta\delta$ , así la deformación unitaria en el punto  $Q$  es:

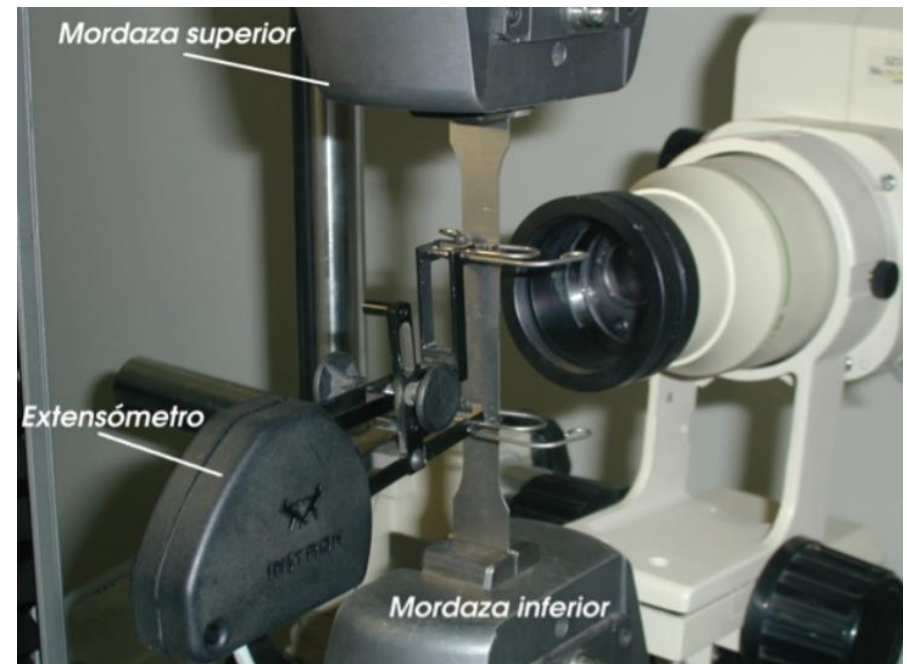
$$\epsilon = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta\delta}{\Delta x} = \frac{d\delta}{dL}$$

Notar que  $\epsilon$  es una magnitud adimensional.



# Ensayo de tracción

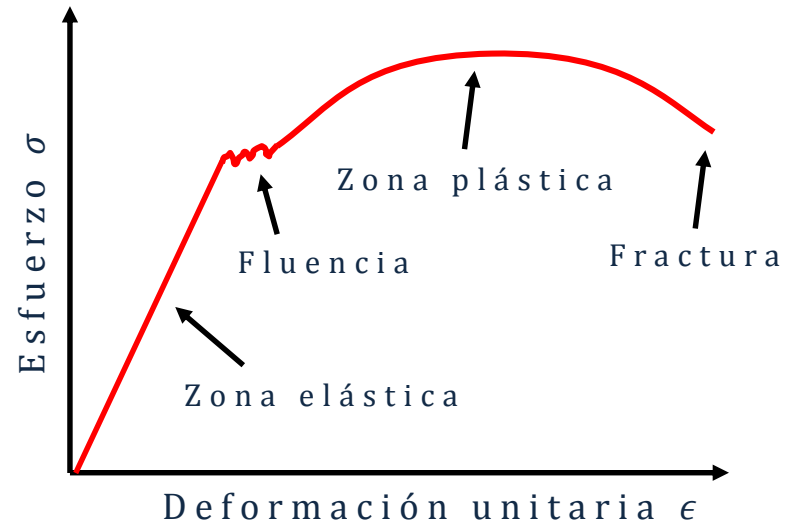
1. Aplicar un estado uniforme de esfuerzo normal ( $\sigma$ ) en una muestra del material (probeta).
2. Se registra la carga, el desplazamiento de las mordazas, el desplazamiento entre marcas (extensómetro mecánico u óptico).
3. El ensayo se encuentra normado: ASTM E8/E8M ó NCh 200 OF74.
4. Ensayo de tipo destructivo, es decir, hasta la rotura.





## Ensayo de tracción uniaxial

Durante el ensayo, la deformación está confinada en la región más estrecha del centro, la cual tiene una sección uniforme a lo largo de su longitud.



Deformación ingenieril

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0}$$

Esfuerzo ingenieril

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Ley de Hooke



$$\sigma = E\epsilon$$



## Ensayo de compresión uniaxial

Consiste en comprimir una probeta de cierto material, de geometría cilíndrica o rectangular, con el fin de conocer sus propiedades mecánicas bajo esta solitud.





## Tipos de máquinas de tracción



Máquina LOSENHAUSENWERK  
Cap. máx. 100kN

Lab. de Sólidos I



Máquina INSTRON  
Cap. máx. 100kN

Lab. de Sólidos II

- Electromecánicas.
  - Cargas máximas 13 (Ton)
  - Velocidades máximas 500 (mm/min)
  - Fácil control de desplazamiento
- Oleohidráulicas.
  - Cargas máximas 100 (Ton)
  - Velocidades máximas 100 mm/min
  - Fácil control de la carga



# Tipos de máquinas de tracción

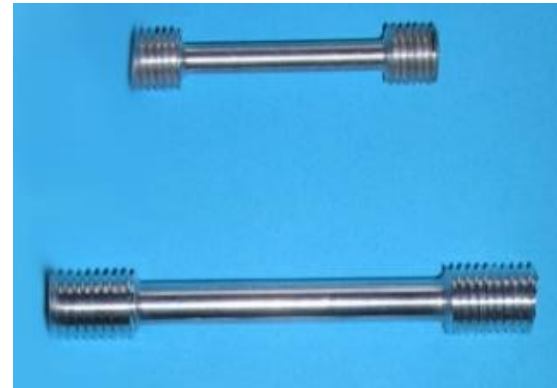
Ensayo de tracción sobre una nanofibra



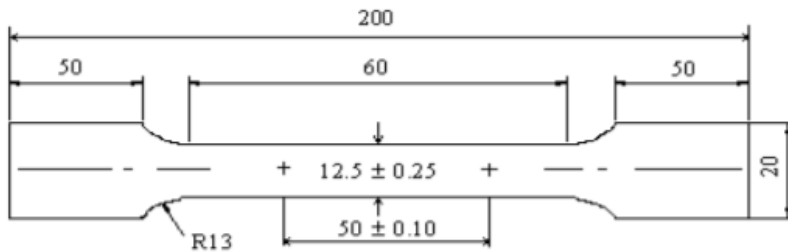


# Tipos de probeta

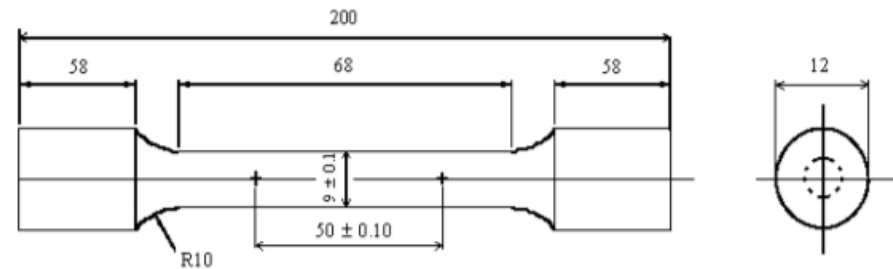
Probetas metálicas (dogbone o dumbbell)



Probetas ASTM E8M:



Probeta plana

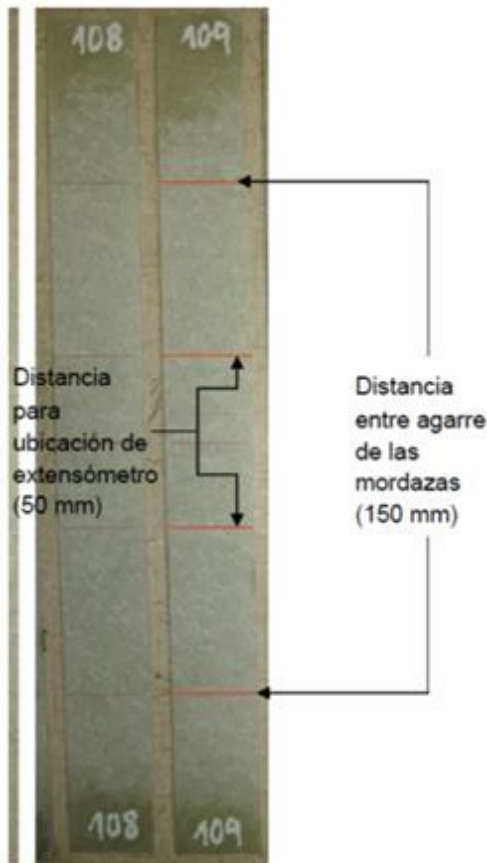


Probeta cilíndrica

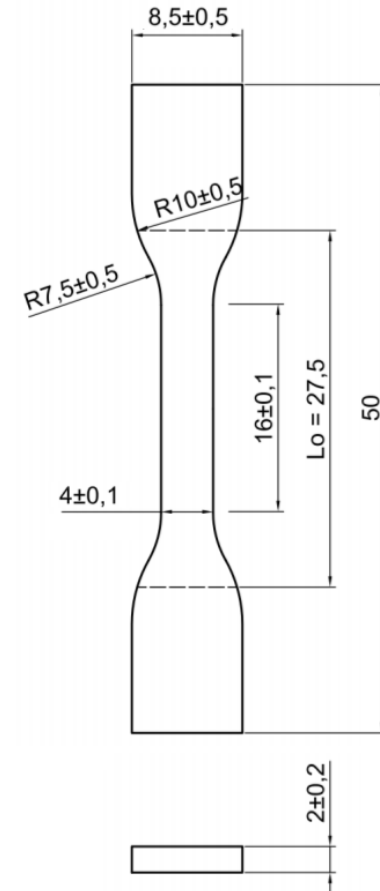
## Tipos de probetas



Probeta resina  
(ASTM D638)



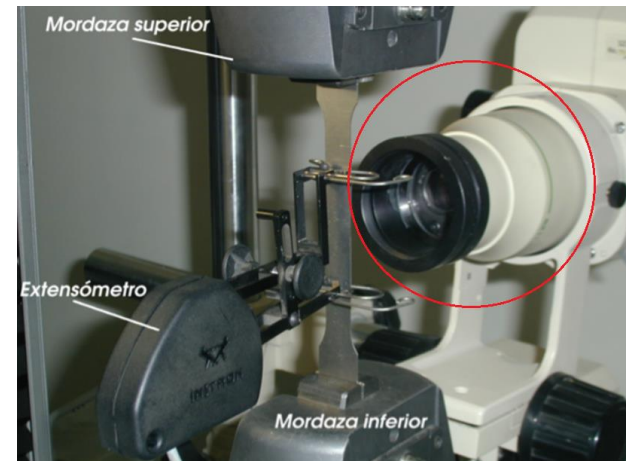
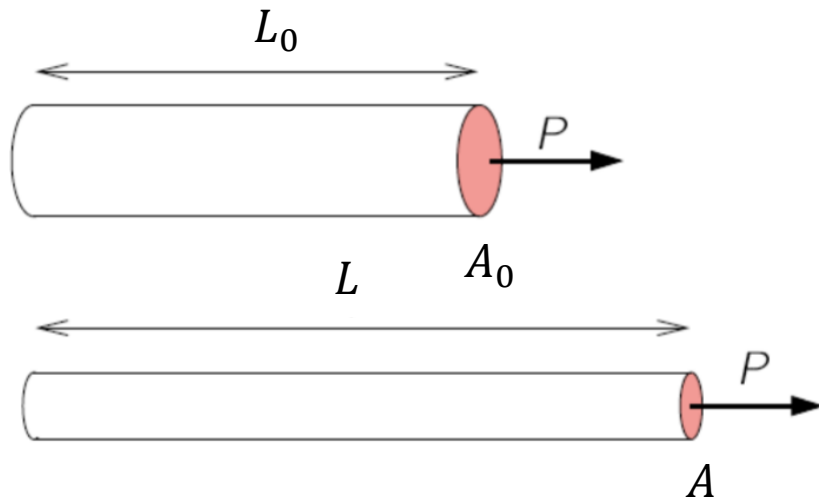
Probeta de f. vidrio  
(ASTM D3039)



Probeta de goma  
(ISO 37 o ASTM D412)



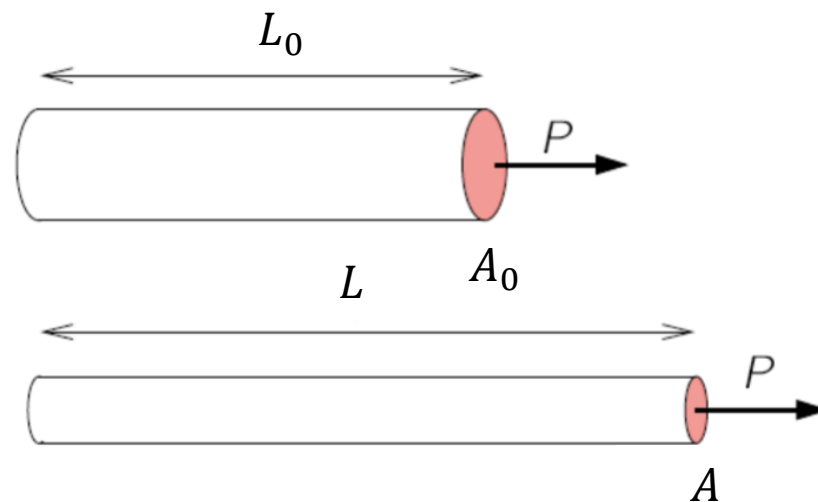
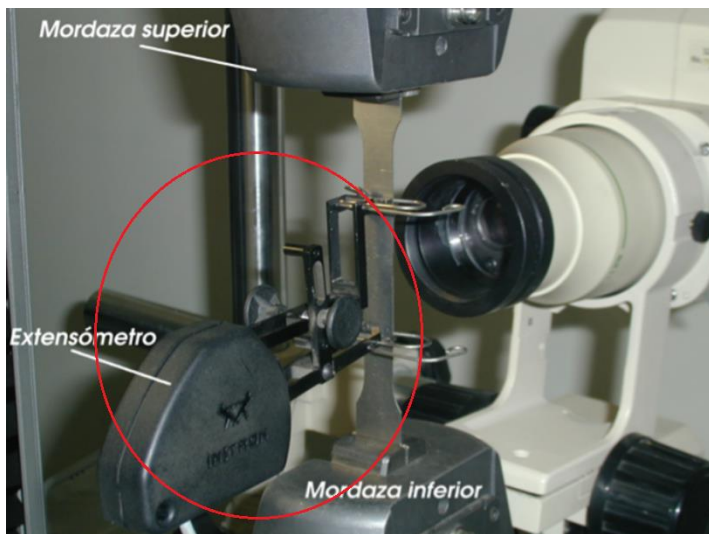
## Medidas de esfuerzo y deformación



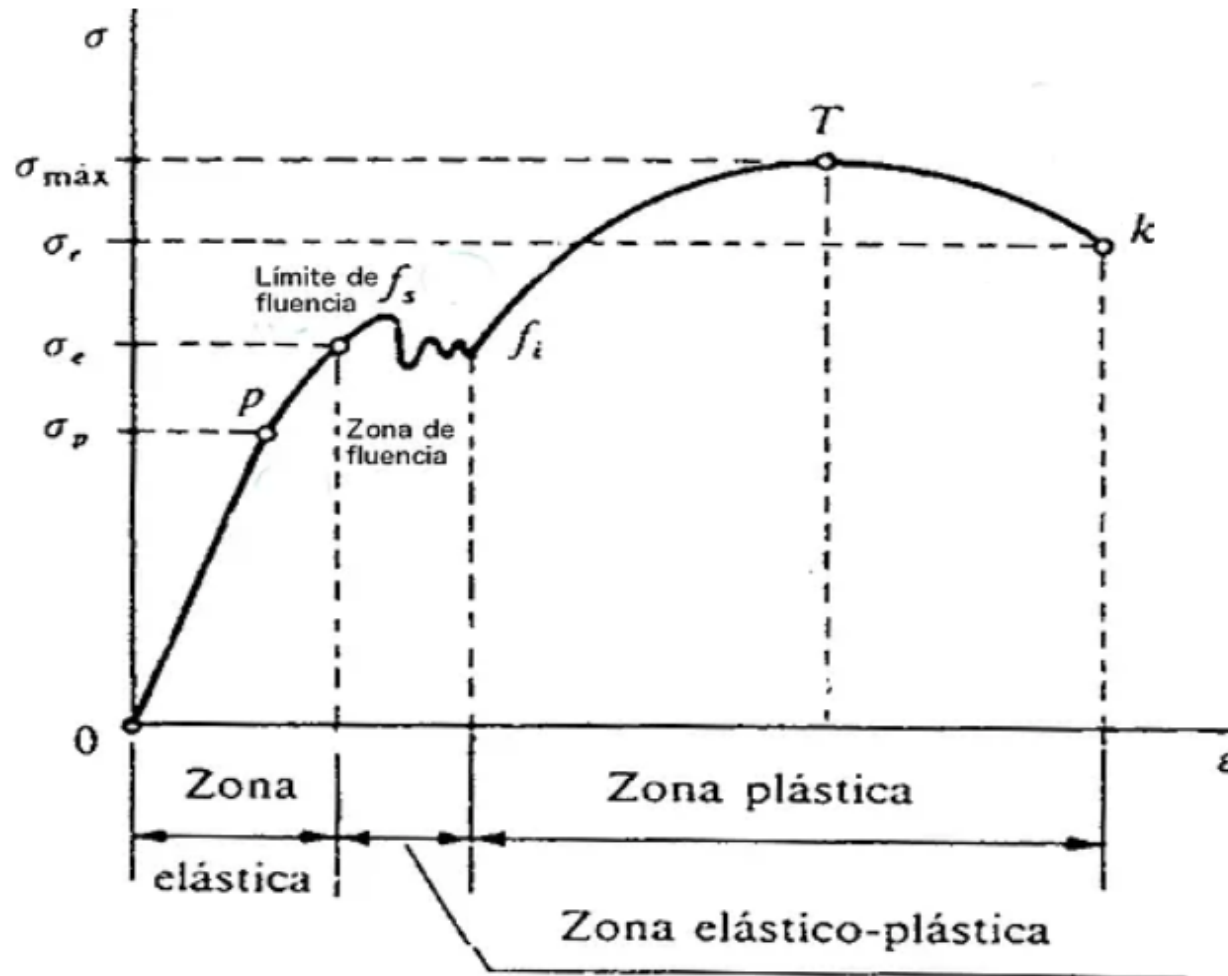
Medida	Ecuación
Esfuerzo ingenieril	$\sigma = \frac{P}{A_0}$
Esfuerzo Real	$\sigma_R = \frac{P}{A}$

## Medidas de esfuerzo y deformación

Medida	Ecuación
Deformación ingenieril	$\epsilon = \frac{\delta}{L} = \frac{L - L_0}{L_0}$
Deformación Real	$\epsilon_r = \ln\left(\frac{L}{L_0}\right)$
	$\epsilon_r = \ln\left(\frac{A_0}{A}\right)$

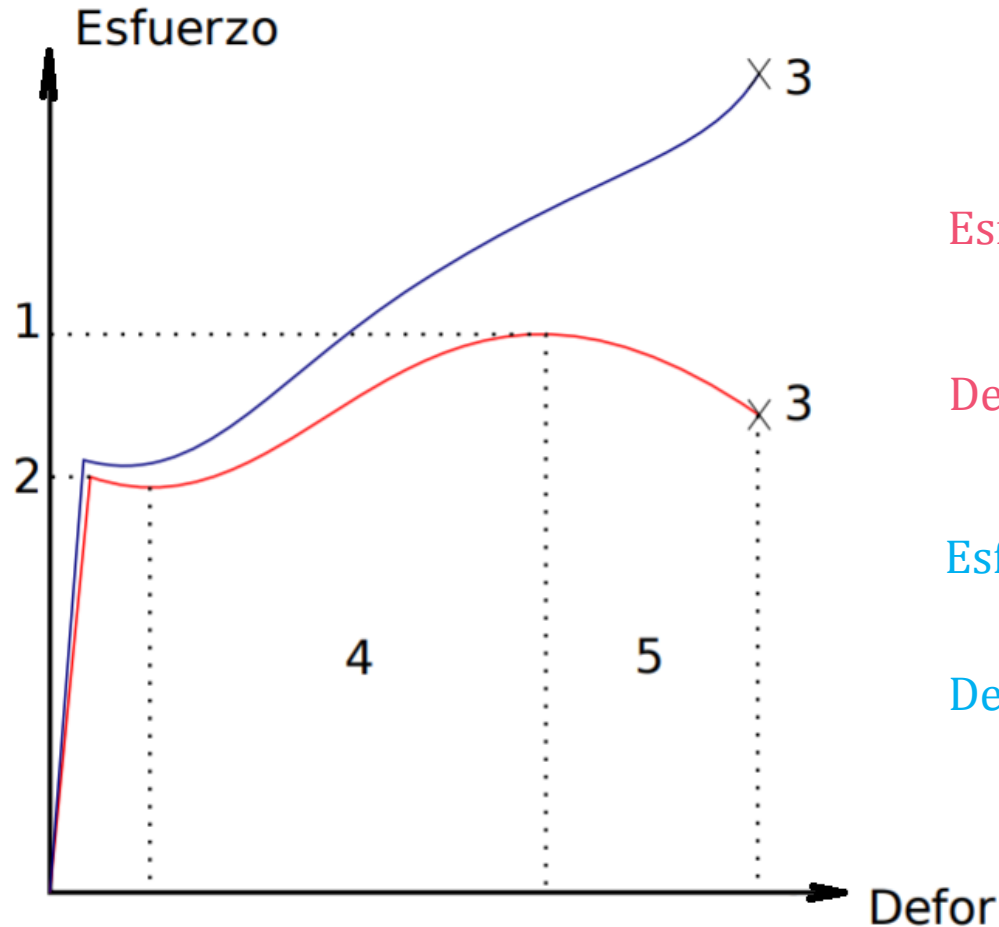


## Curva esfuerzo vs deformación





## Curva esfuerzo vs deformación



$$\text{Esfuerzo ingenieril: } \sigma = \frac{P}{A_0}$$

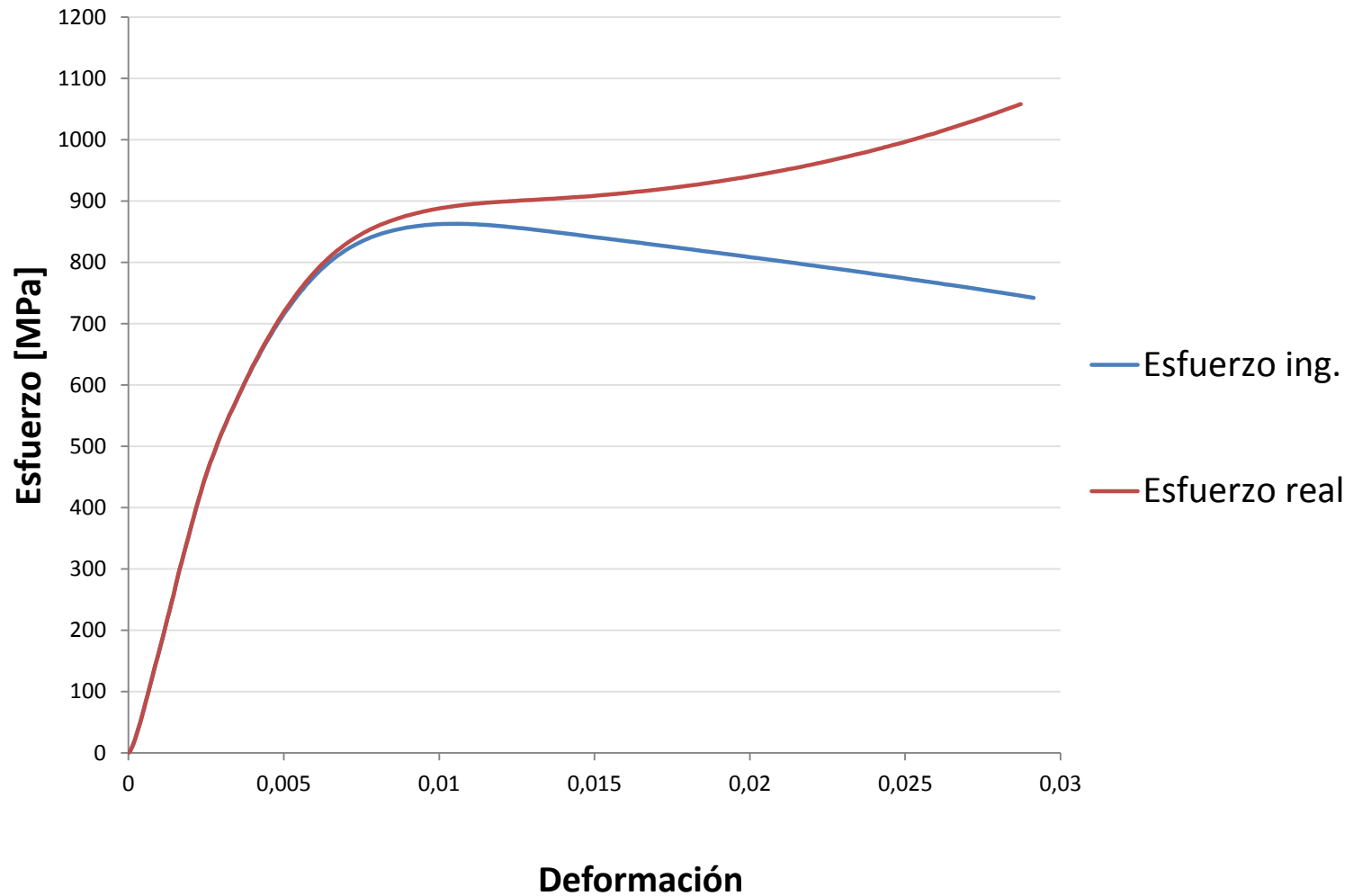
$$\text{Deformación ingenieril: } \epsilon = \frac{L - L_0}{L_0}$$

$$\text{Esfuerzo real: } \sigma_r = \frac{P}{A}$$

$$\text{Deformación real: } \epsilon_r = \ln\left(\frac{A}{A_0}\right)$$

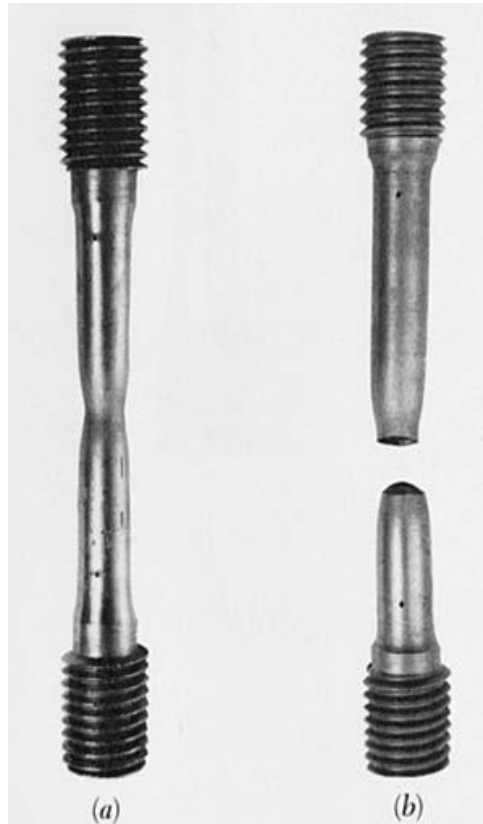


## Curva esfuerzo vs deformación Acero SAE 1045

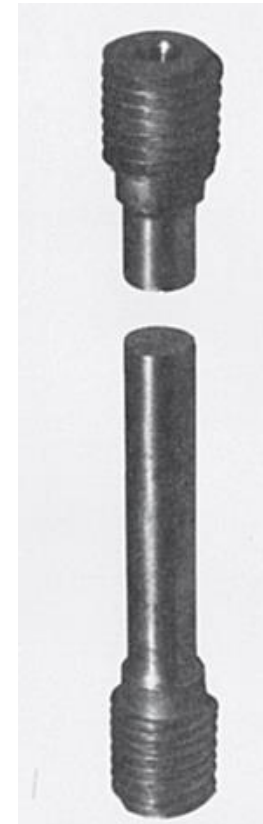




## Curva esfuerzo vs deformación



Ruptura de probeta dúctil a tracción uniaxial.



Ruptura de probeta frágil a tracción uniaxial.





## Curva esfuerzo vs deformación

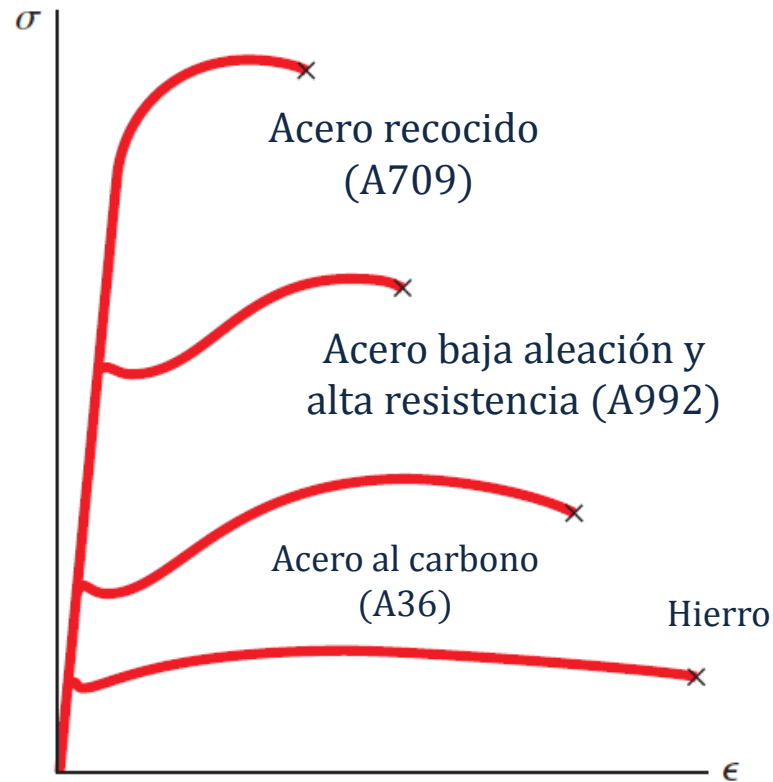
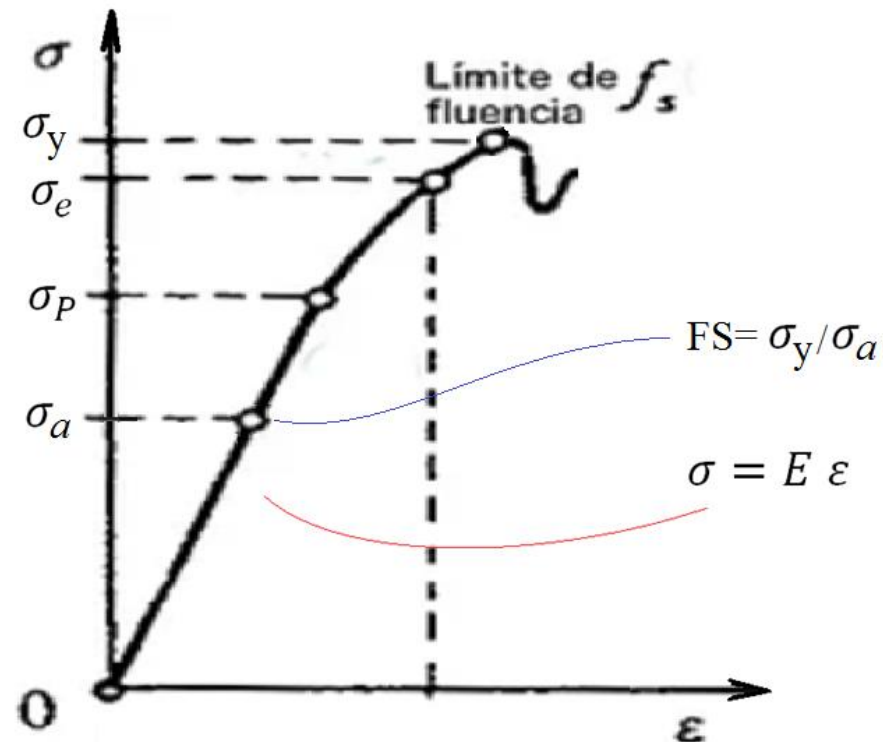


Diagrama esfuerzo-deformación para hierro y diferentes grados de acero.



# Ley de Hooke y factor de seguridad





# ¿Consultas?

## **Curso – Resistencia de Materiales [15153]**

Plan de estudios - Ingeniería Civil en Mecánica

Profesores: Matías Pacheco Alarcón ([matias.pacheco@usach.cl](mailto:matias.pacheco@usach.cl))

Aldo Abarca Ortega ([aldo.abarca@usach.cl](mailto:aldo.abarca@usach.cl))

Ayudante: Estéfano Muñoz ([estefano.munoz@usach.cl](mailto:estefano.munoz@usach.cl))

Santiago de Chile, Marzo 2019