
Universidad Nacional de Cuyo
Facultad de Ingeniería

Ensayo de Materiales

Dra. Ana María Furlani



Plan de la Exposición

Propiedades Mecánicas

Ensayos Mecánicos

- Propiedades Mecánicas

- Ensayos Mecánicos

 - Ensayos Destructivos

 - Ensayos No Destructivos



Esfuerzos Simples

Estática de sólidos:

Equilibrio de fuerzas externas:

Equilibrio estático

Materiales reales se deforman:

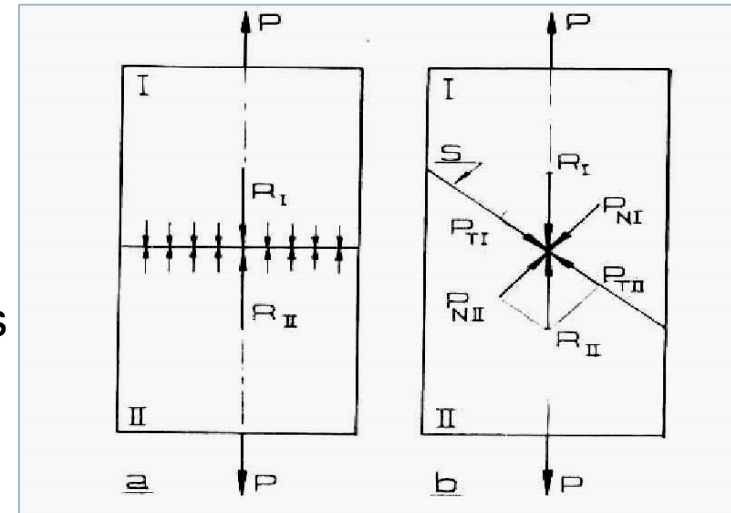
Mecánica de sólidos

Reacciones contrarrestan fuerzas externas

Métodos:

Analíticos

Experimentales



Esfuerzo:

Actúan fuerzas exteriores:

Rompen equilibrio interno del sólido

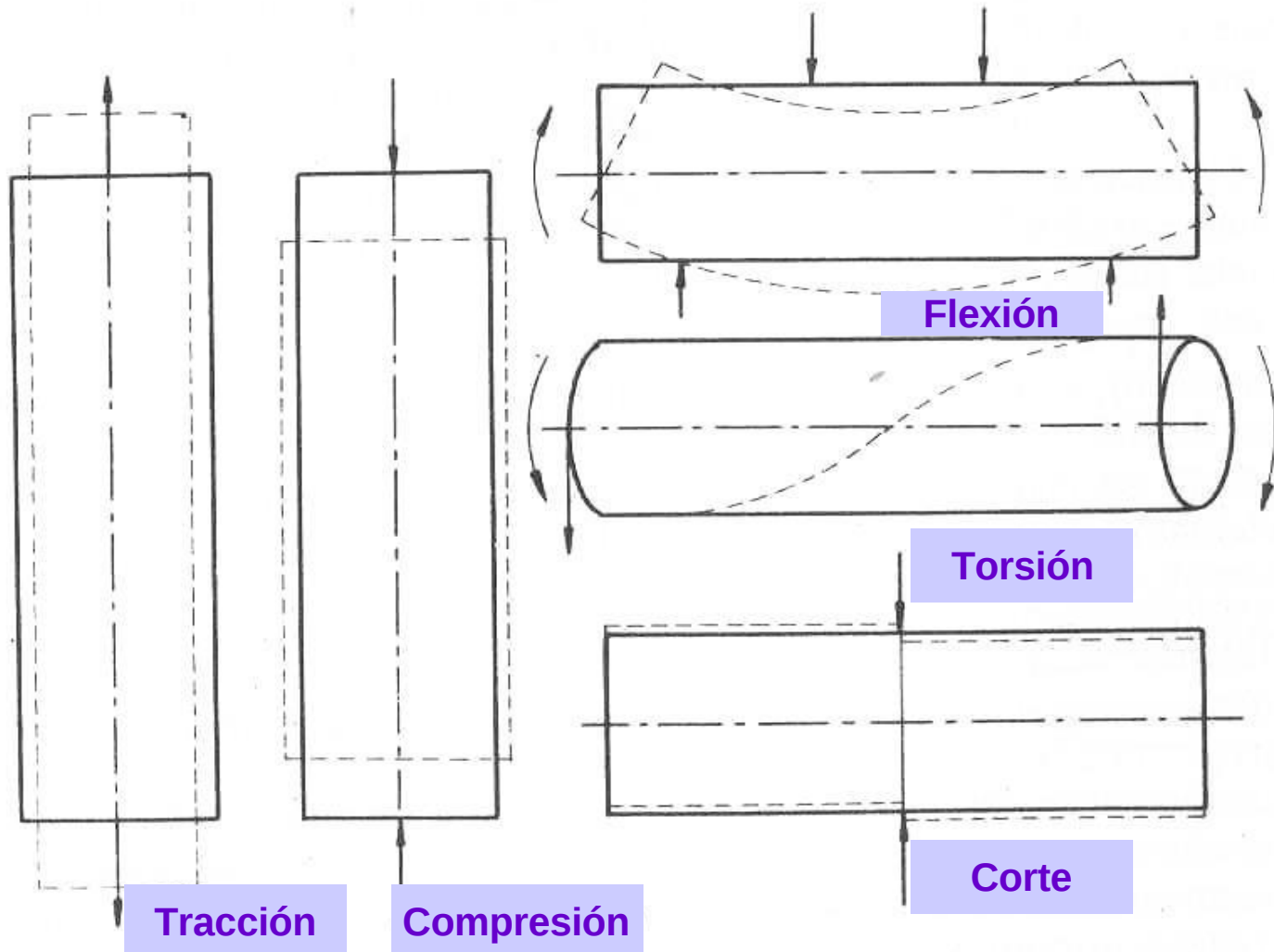
Atracción/repulsión de átomos:

Fuerzas internas

P_N (valor crítico, decohesión, fractura)

P_T (deslizamiento, fractura)

Esfuerzos Simples



Esfuerzos Simples

Tensión= *Fuerza/Área*

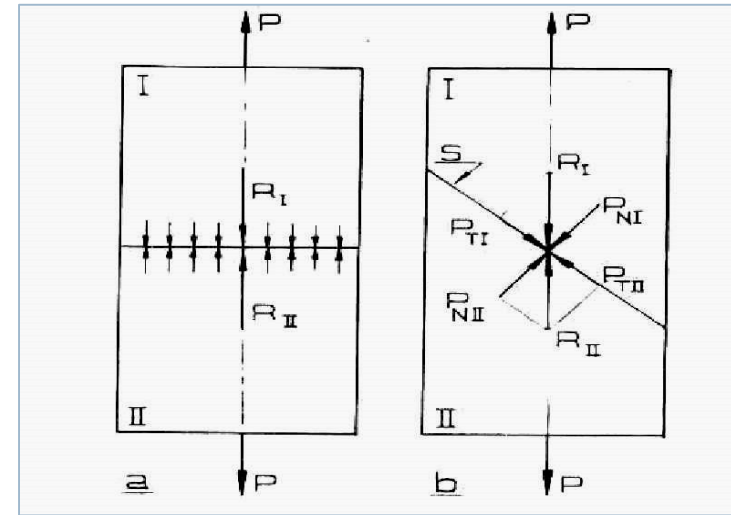
$$\sigma = \frac{P_N}{S}$$

$$\tau = \frac{P_T}{S}$$

De ensayos:

$$\sigma = \frac{M_f}{W_x}$$

$$\tau = \frac{M_t}{W_p}$$



Esfuerzos Simples

Nomenclatura

σ : esfuerzo normal

τ : esfuerzo tangencial

E : aplicación estática de la carga

D : aplicación dinámica

Ejemplos:

σ_{ET}

τ_{ET}



Tensiones admisibles o de trabajo

Materiales frágiles:

$$\sigma_{\text{adm}} = \sigma_{\text{ET}} / \text{coef. seguridad (N)}$$

Materiales dúctiles:

$$\sigma_{\text{adm}} = \sigma_p / \text{coef. seguridad (N)}$$



Tipos de cargas externas

Según velocidad de aplicación:

Cargas estáticas

Cargas dinámicas

Cuasi instantáneas

Repetidas en el tiempo

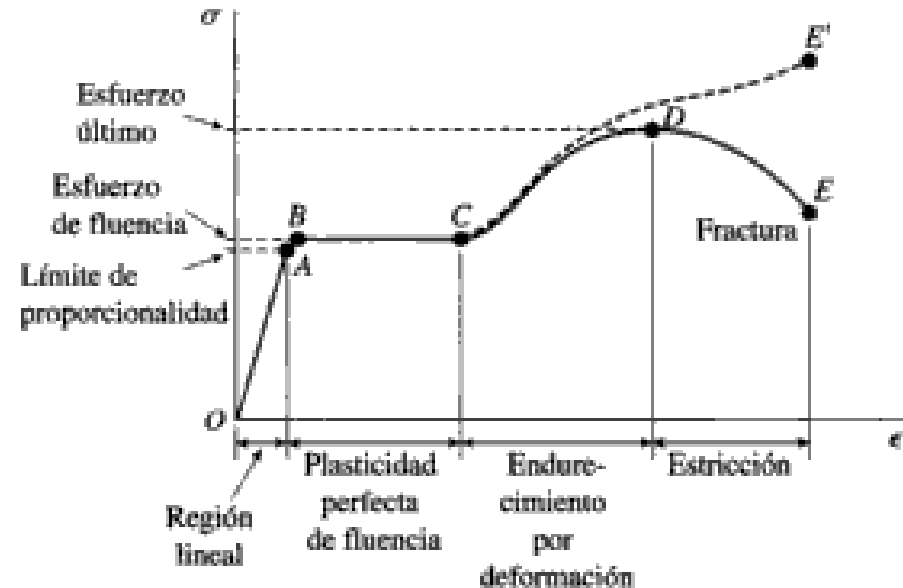
Según modo de aplicación:

Concentradas

Distribuidas

Uniformes

No uniformes



Elasticidad y Plasticidad

Deformación Elástica:

Desaparece al anular la causa que la produjo

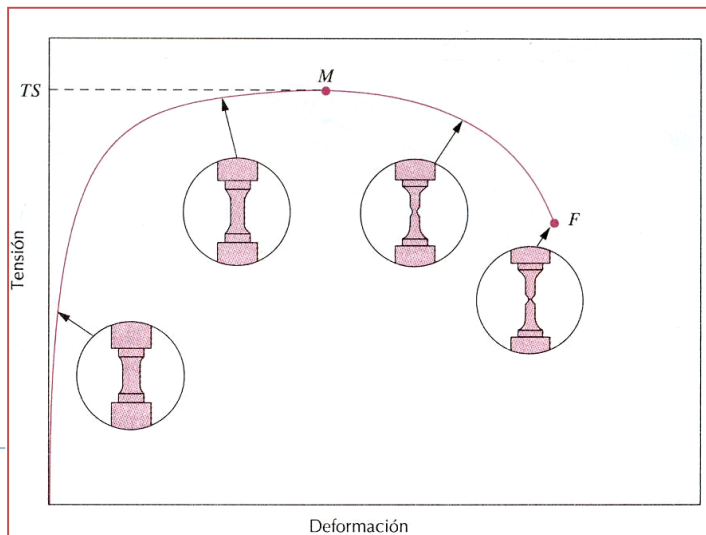
Deformación elástica instantánea o ideal

Deformación elástica retardada

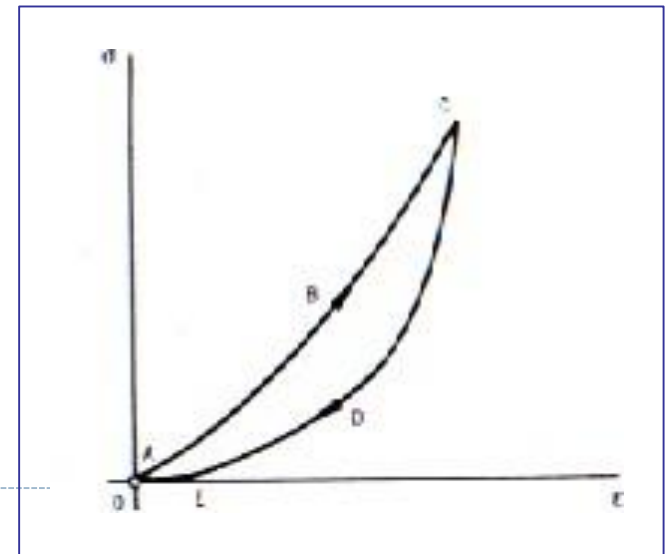
Descomposición aditiva

Deformación Plástica:

Descomposición aditiva

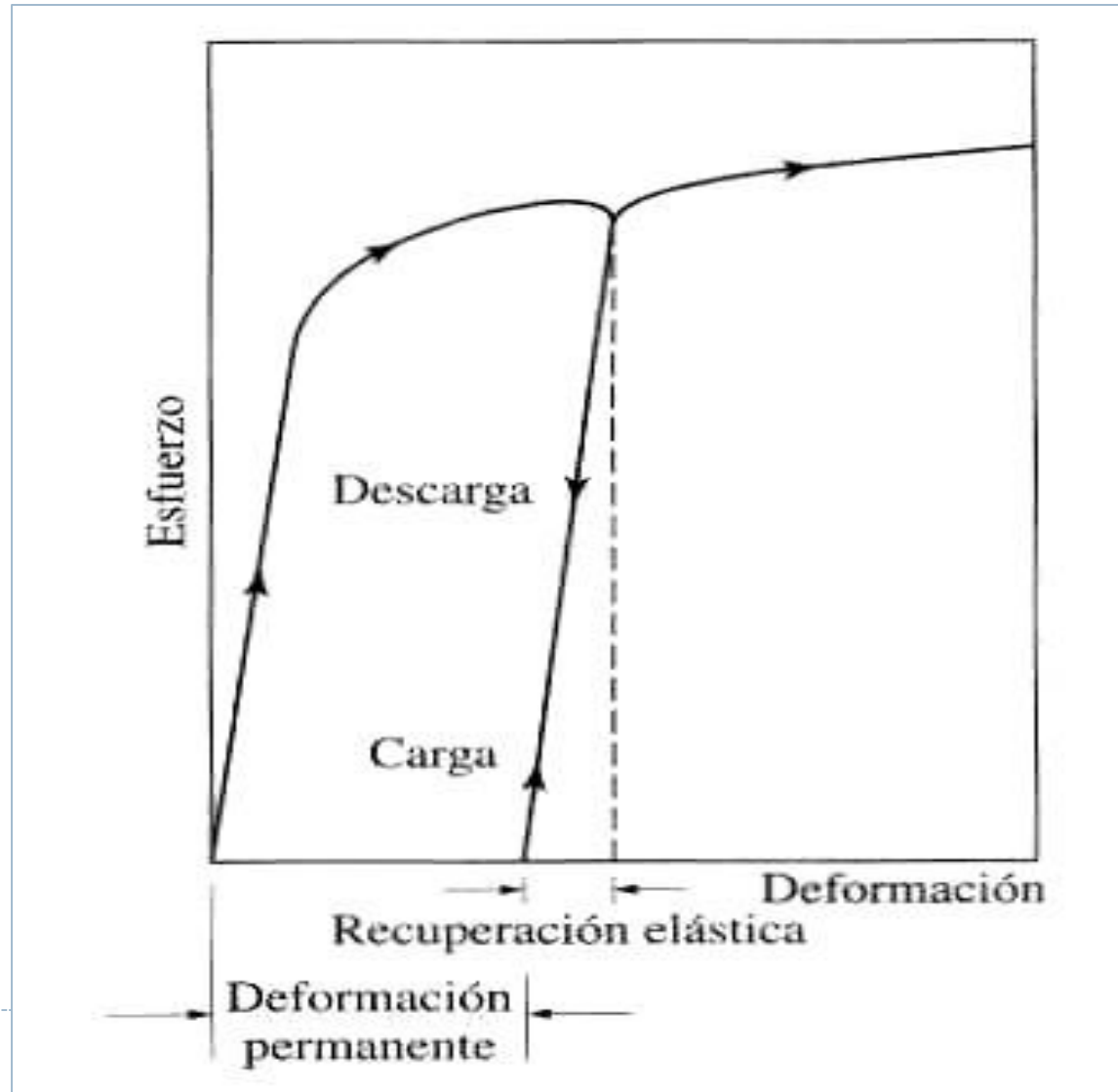


Ej: Probeta de Goma



Deformación Plástica:

No desaparece al anular la causa que la produjo



Constantes elásticas

Caracterizan al material

Módulo de elasticidad longitudinal

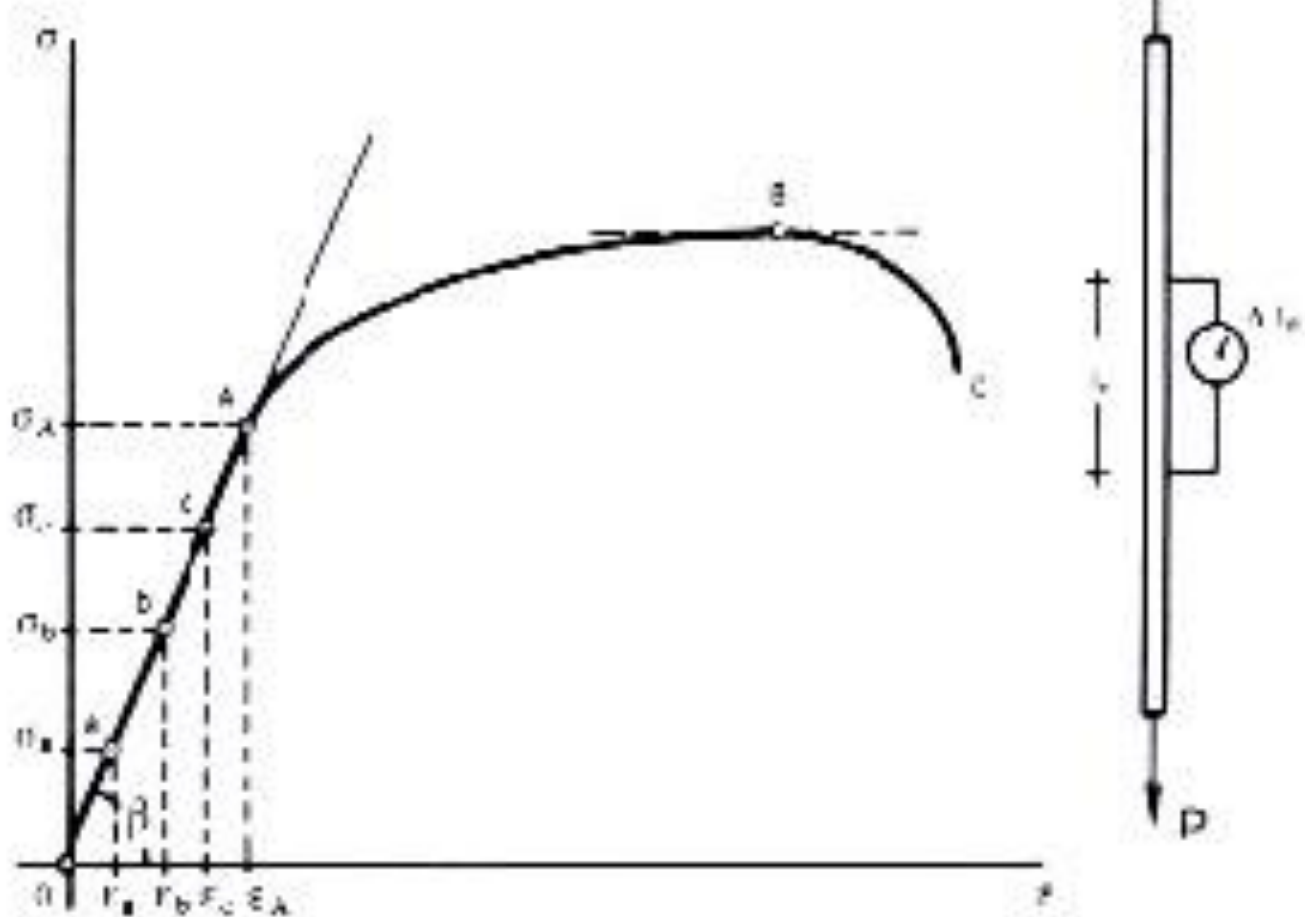
Módulo de elasticidad transversal

Coeficiente de Poisson

Módulo volumétrico

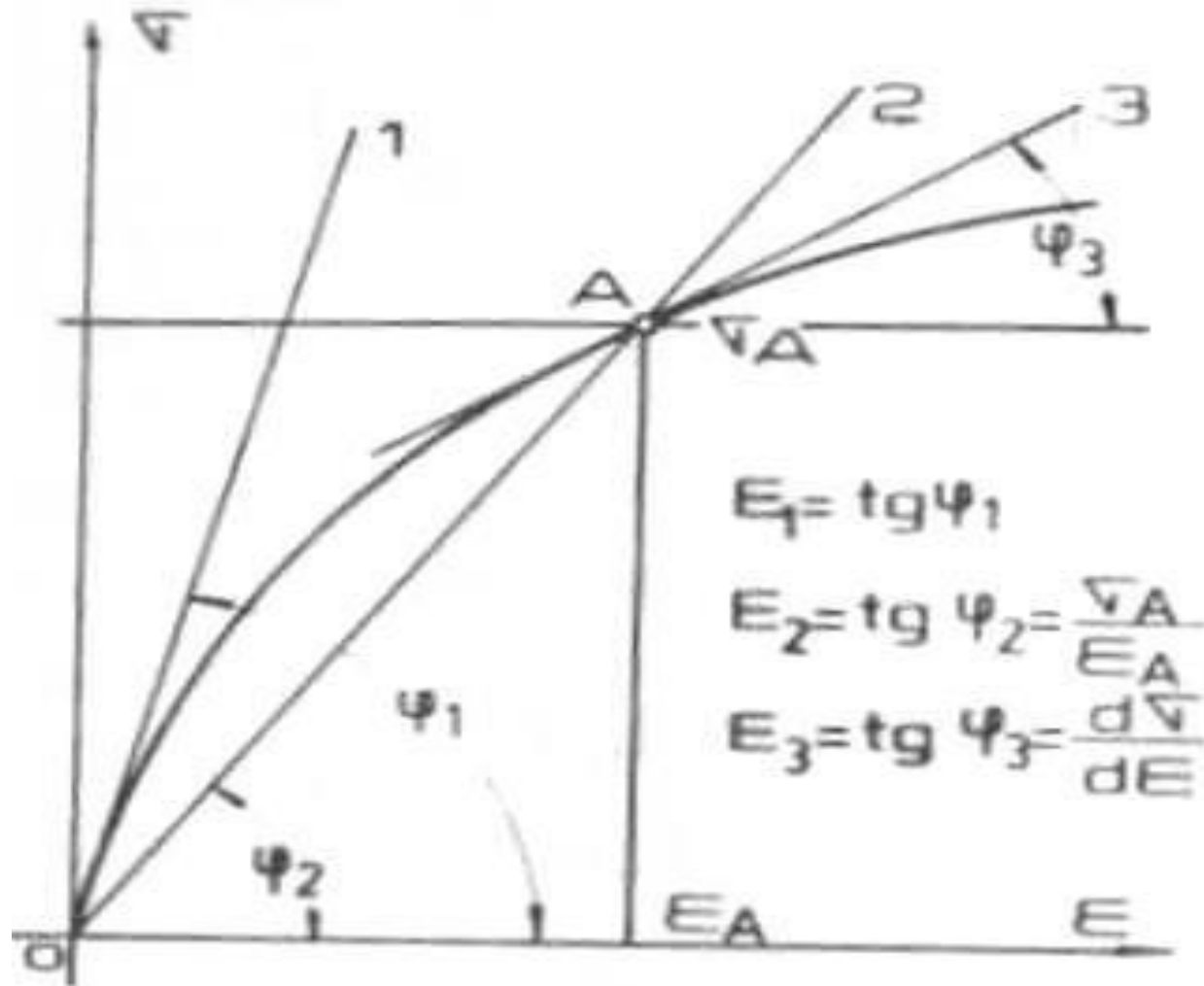


Constantes elásticas: Módulo de elasticidad longitudinal

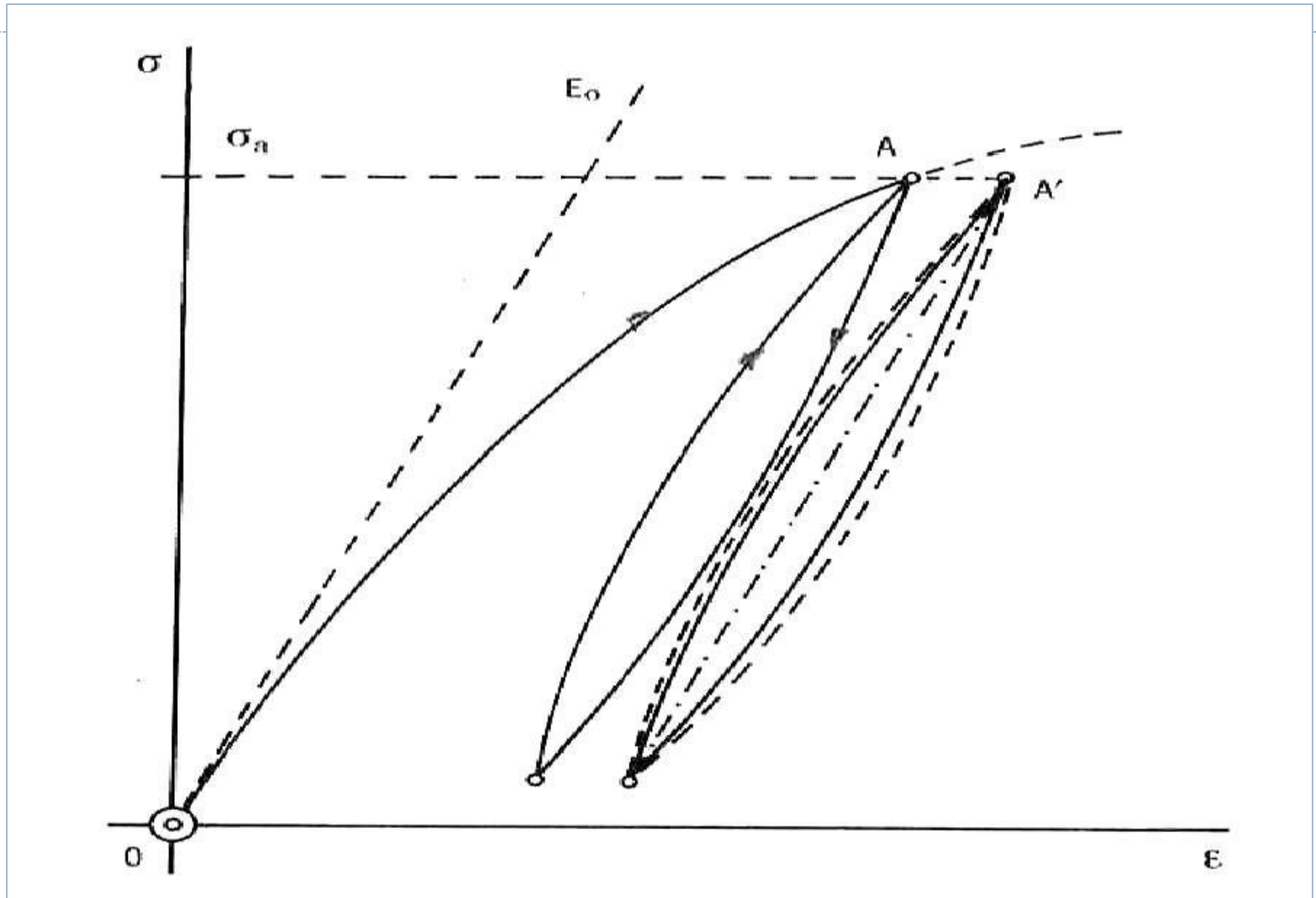


$$\frac{\sigma_A}{\epsilon_A} = \frac{\sigma_B}{\epsilon_B} = \frac{\sigma_C}{\epsilon_C} = cte = \frac{\sigma_A}{\epsilon_A} = E = \tan \varphi$$

Constantes elásticas: Módulo de elasticidad longitudinal



Constantes elásticas: Módulo de elasticidad longitudinal



Constantes elásticas: Módulo de elasticidad transversal

$$G = \tau / \gamma$$

γ : deformación angular unitaria

Constantes elásticas: Módulo de Poisson

$$\mu = -\epsilon_{tr} / \epsilon_{ax}$$

ϵ_{tr} : $(d_0 - d) / d_0$

$$G = E / (2 * (1 + \mu))$$

Constantes elásticas: Módulo volumétrico de elasticidad

$$K = \sigma_m / \Delta v = -P / \Delta v$$

$$K = E / (3 * (1 - 2 * \mu))$$



**Maquina
universal de
Ensayos**



Probeta

Normalizada

**Ensayo
de
Tracción**

**Propiedades
Mecánicas**

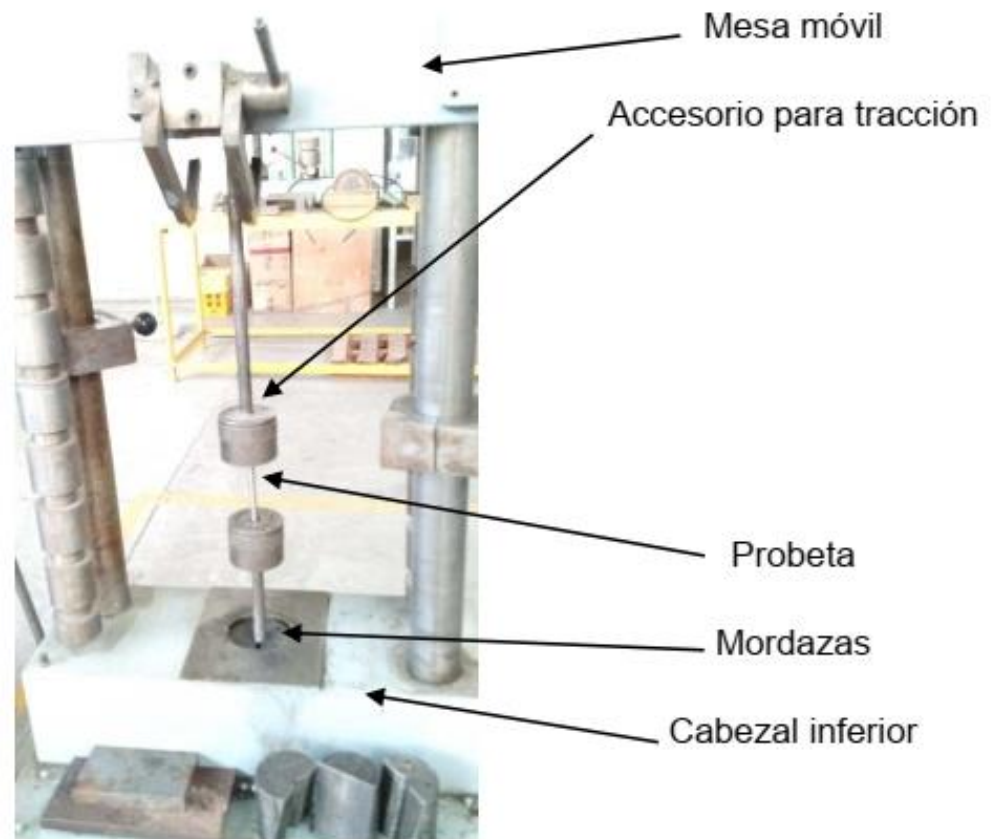
- Elasticidad
- Plasticidad
- Ductilidad
- Tenacidad
- Fragilidad
- Rigidez

Modulo Elástico

Tensión de Rotura

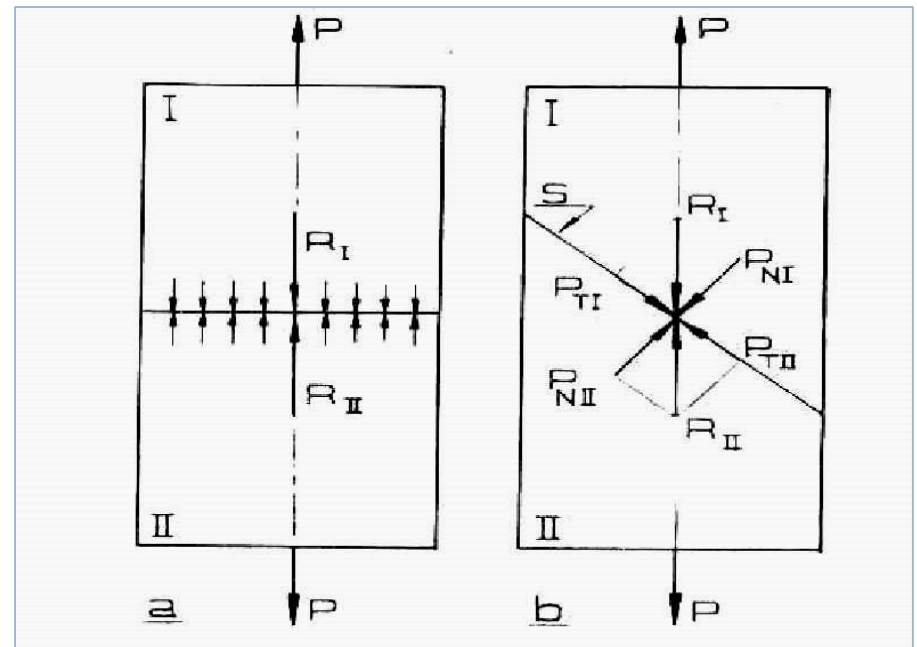
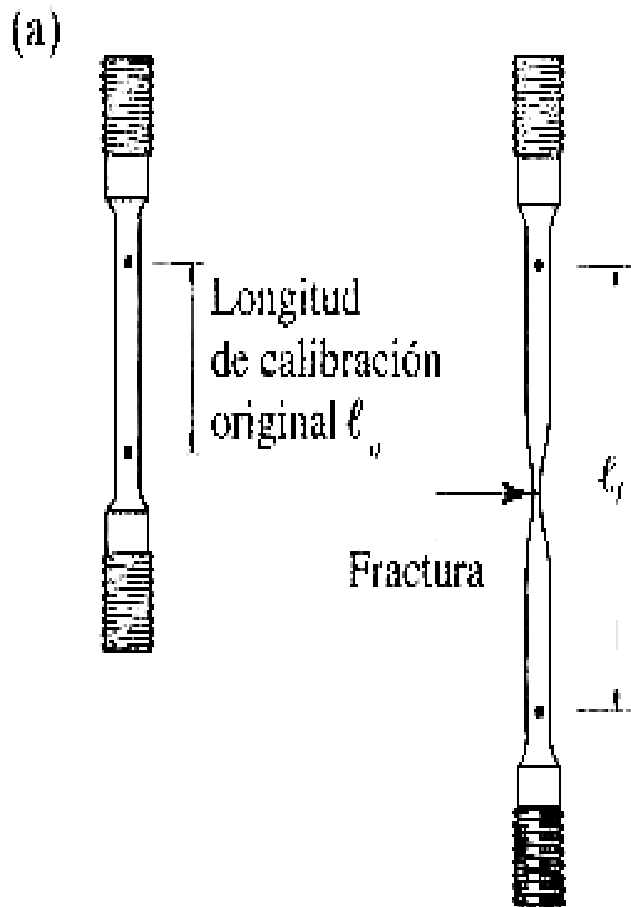
Tensión de Fluencia

Máquina Universal de Ensayos



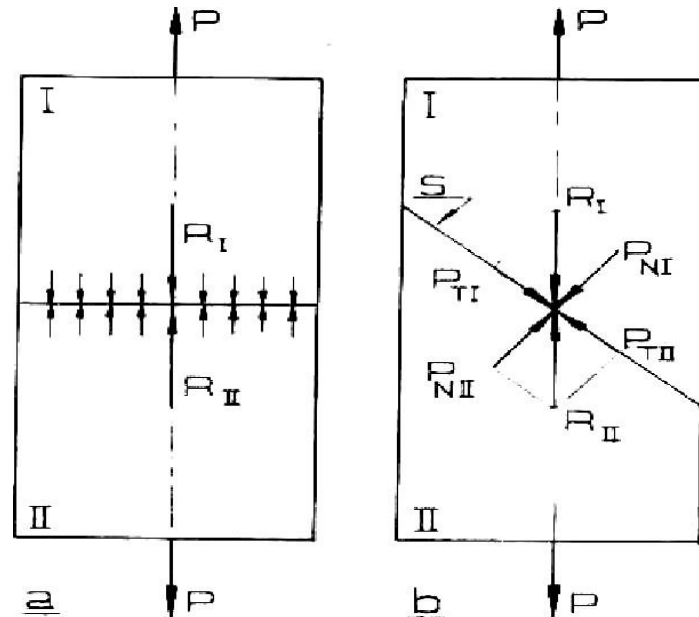
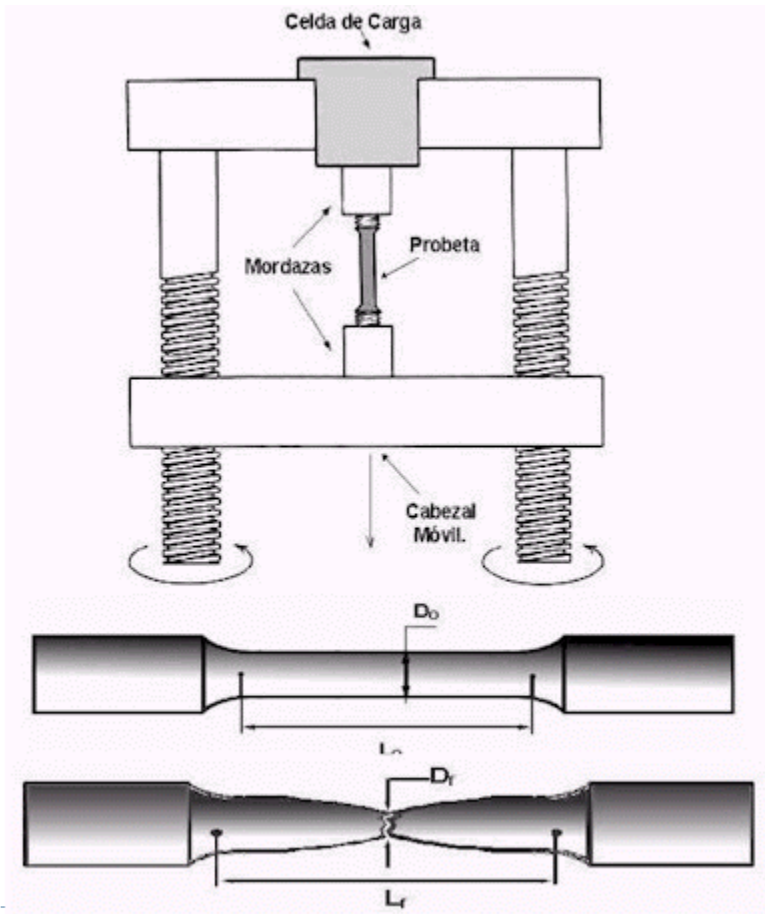
➤ Esfuerzos en Tracción Simple

- ✓ Utilizado para determinar propiedades mecánicas para diseño.

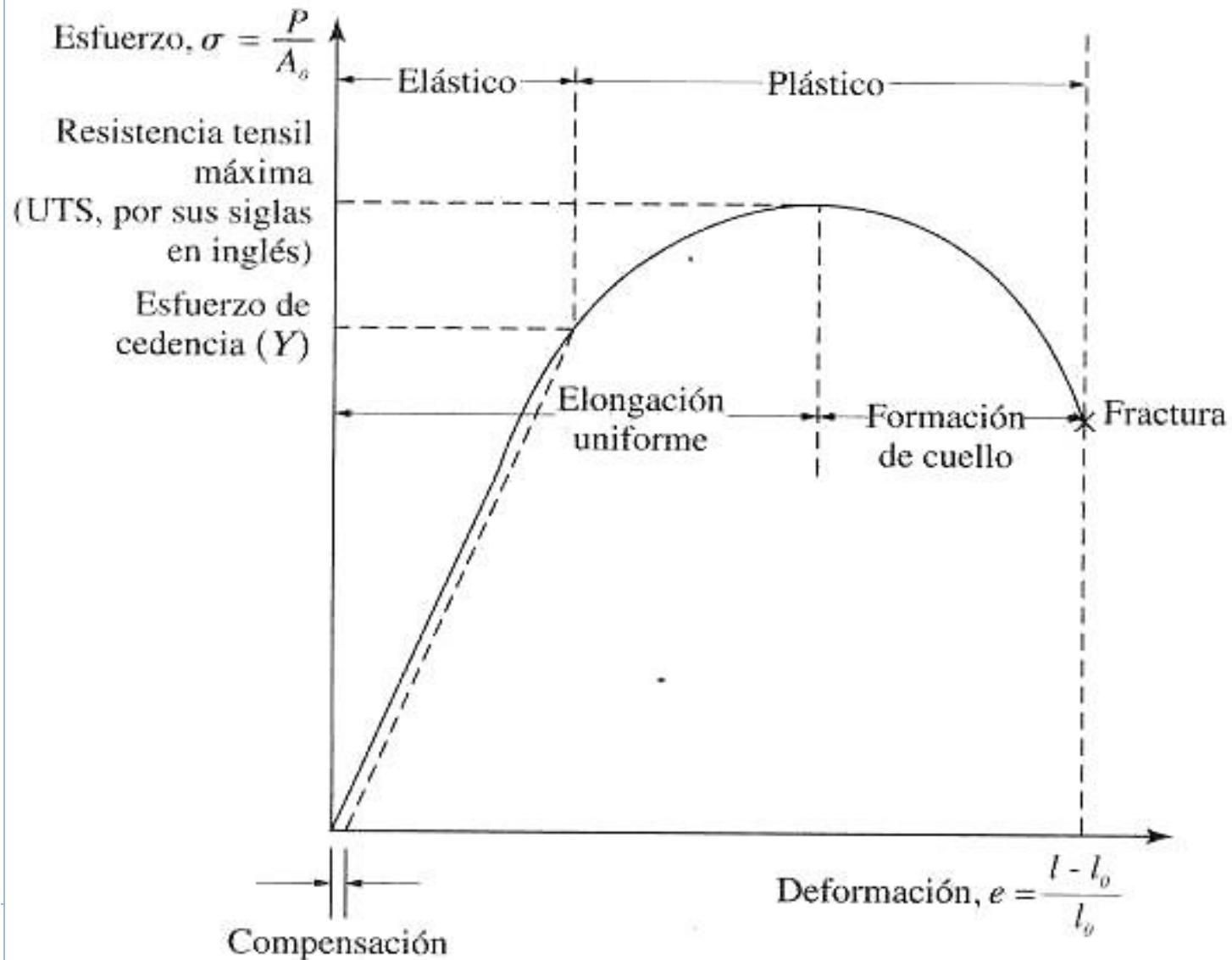


Esfuerzos en Tracción Simple

Utilizado para determinar propiedades mecánicas para diseño.



Curva Esfuerzo-Deformación Típica



► Esfuerzo Normal

$$\sigma = \frac{P}{S_0}$$

P = esfuerzo normal

S₀ = área transversal

σ = tensión normal

► Deformación convencional

$$\varepsilon = \frac{(l - l_0)}{l_0}$$

l₀ = longitud de referencia inicial

l = longitud final

► Módulo de Elasticidad longitudinal

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

CÁLCULOS DE TRACCIÓN

$\sigma_{ET} = P_{\text{máx}} / S_0$ Resistencia estática a la tracción

$\sigma_{LE} = P_{LE} / S_0$ Tensión al límite elástico

$\sigma_F = P_F / S_0$ Tensión de fluencia

$\delta \% = (\Delta l / l_0) * 100$ Alargamiento de rotura

Coeficiente de estricción

$$\Phi \% = \frac{(S_0 - S)}{S_0} \times 100$$

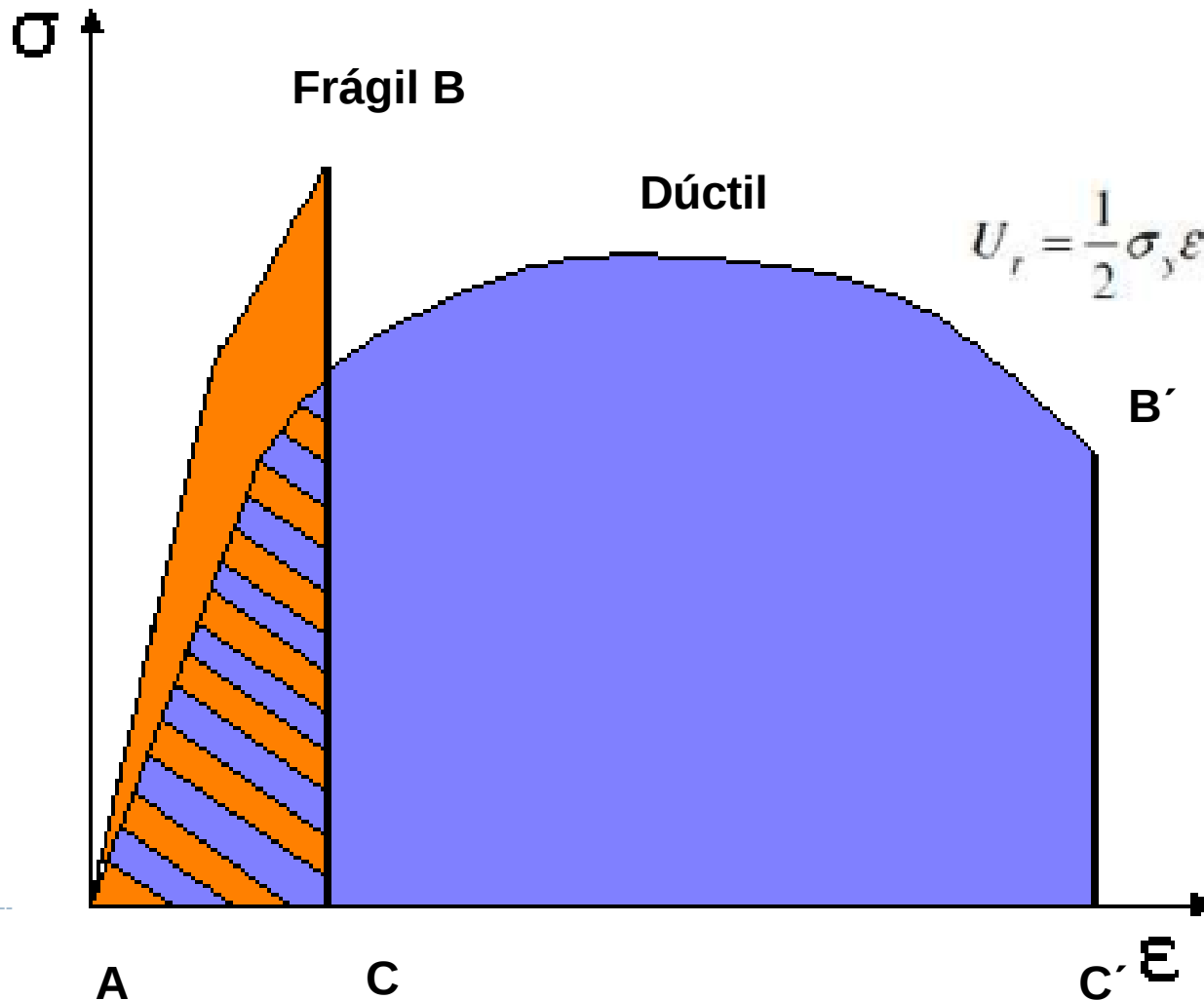


Ductilidad, resiliencia, tenacidad

$$U_r = \int_0^{\epsilon_y} \sigma \cdot d\epsilon$$

$$U_r = \frac{1}{2} \sigma_y \epsilon_y$$

$$U_r = \frac{1}{2} \sigma_y \epsilon_y = \frac{1}{2} \sigma_y \left(\frac{\sigma_y}{E} \right) = \frac{\sigma_y^2}{2E}$$



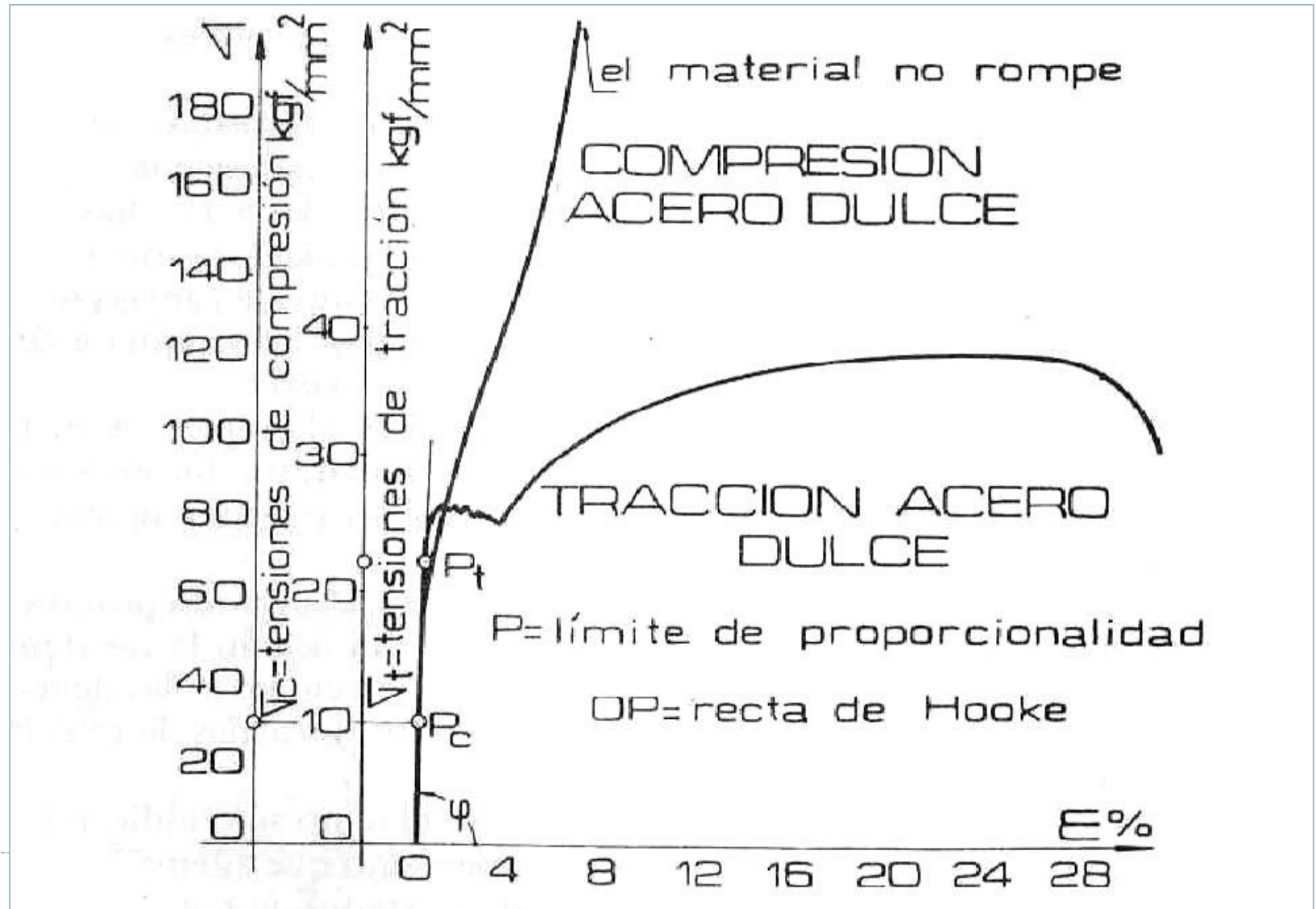
Ductilidad

Cantidad de deformación PLÁSTICA que sufre un material hasta fractura.

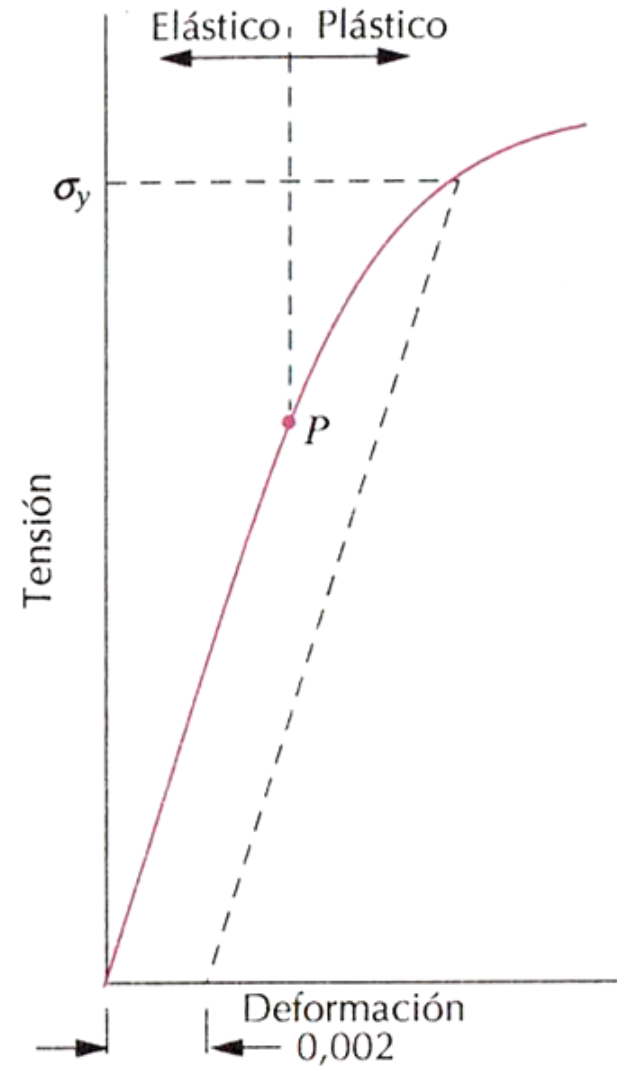
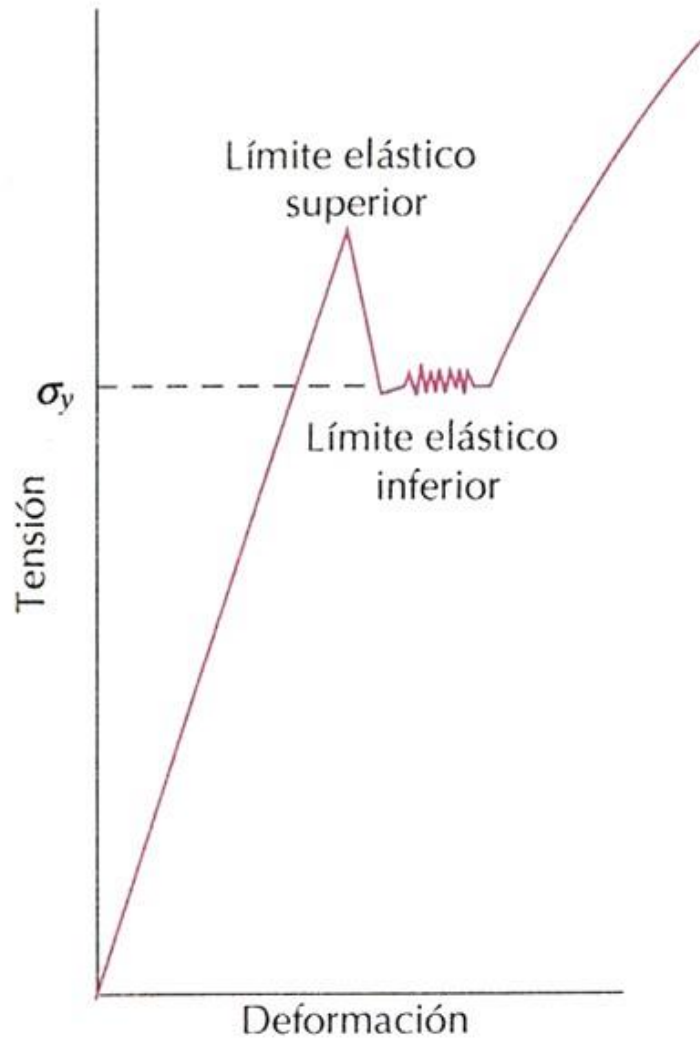
$$\text{Alargamiento de rotura} = \frac{(l_f - l_0)}{l_0} \times 100$$

$$\text{Coefic. estricción} = \frac{(S_0 - S)}{S_0} \times 100$$

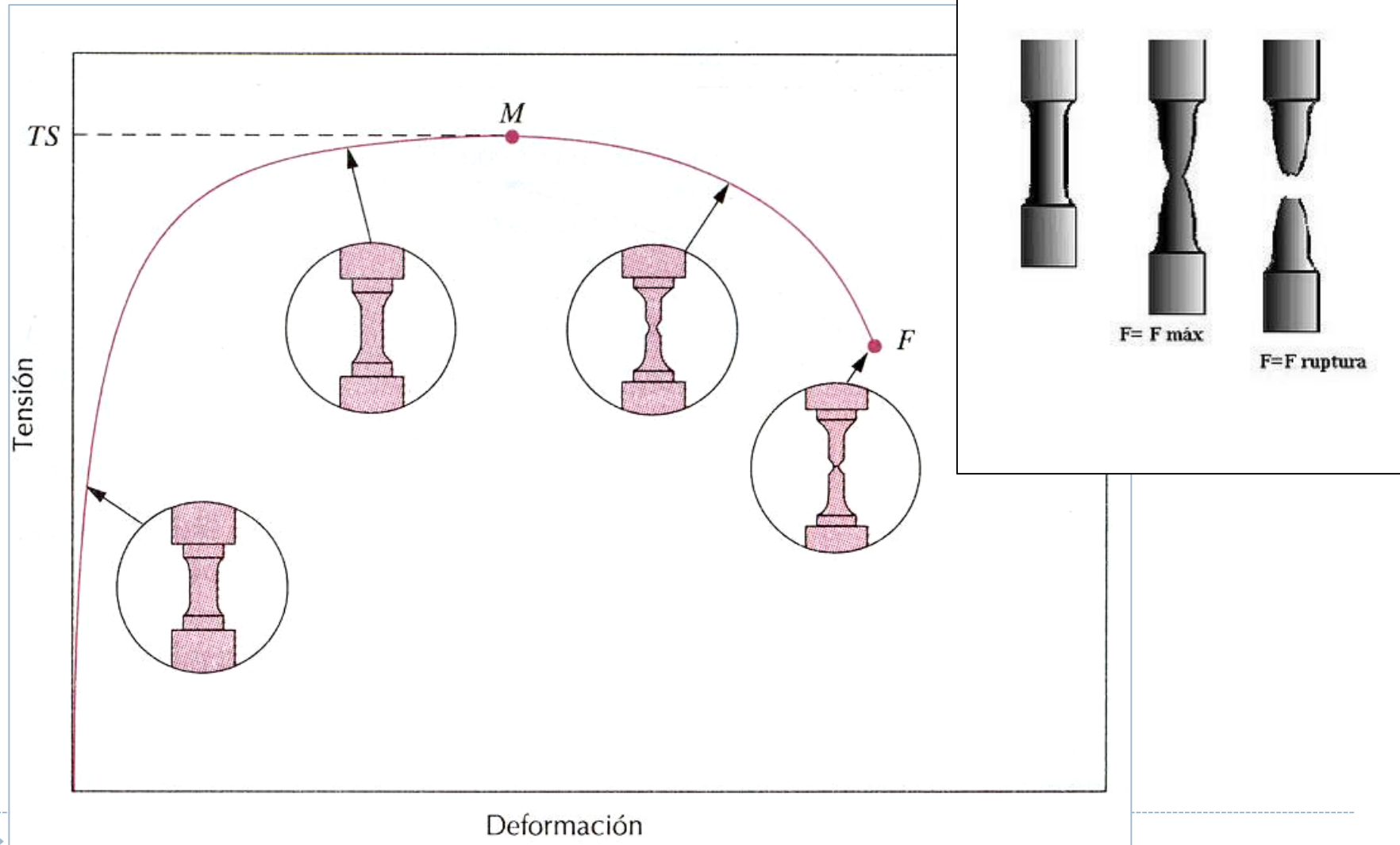
Comparación Diagrama Esfuerzo-Deformación para Ensayo de Tracción y Compresión



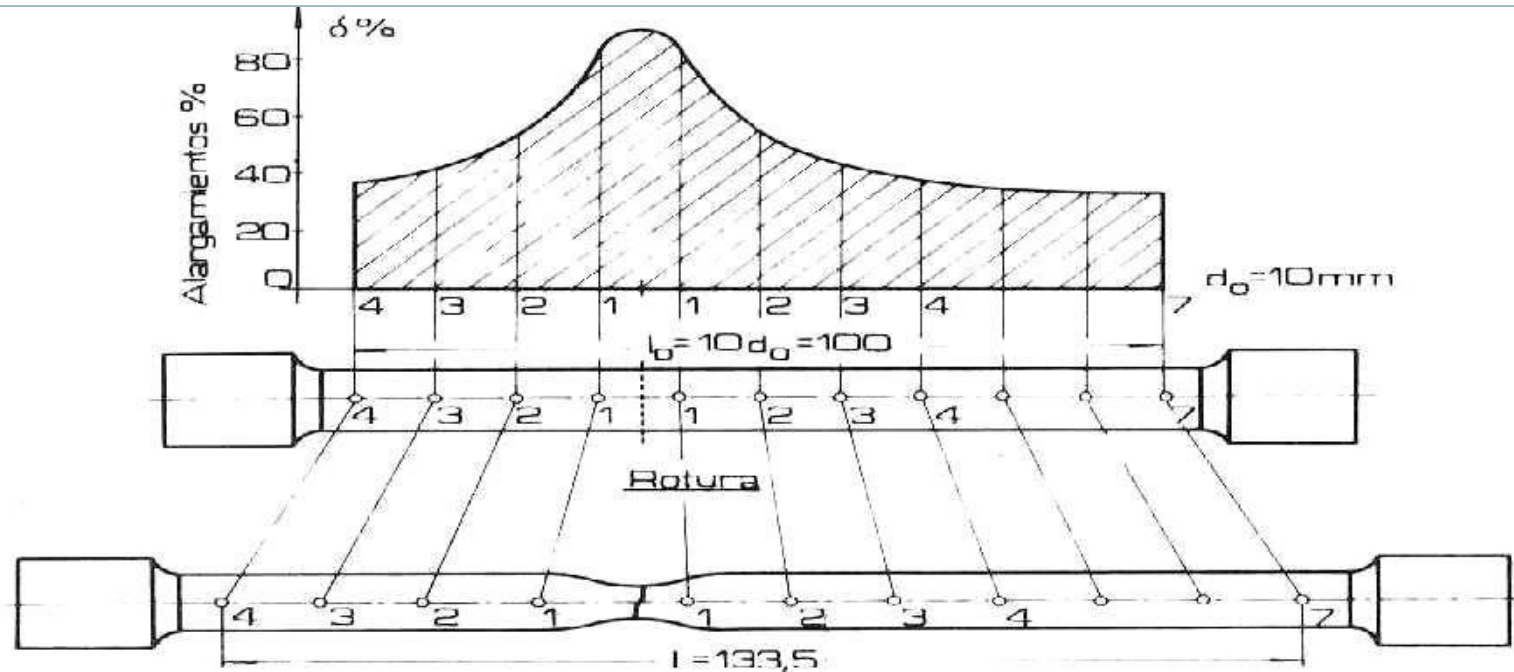
Límite Convencional



Evolución de la Probeta en el Diagrama Tensión-Deformación durante el Ensayo de Tracción



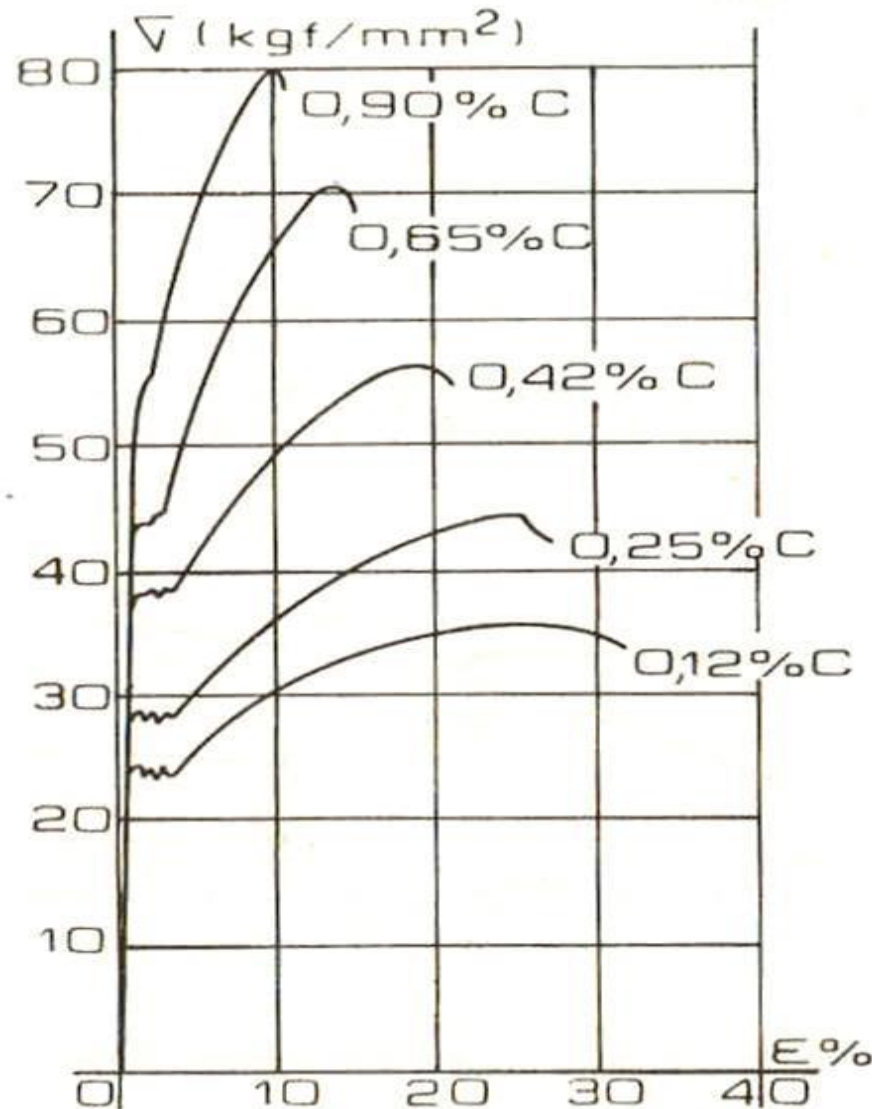
Variación del Alargamiento de rotura con Longitud Inicial (norma IRAM U 500-102)



ACERO SAE 1010

Puntos	Antes del ensayo l_0 (mm)	Después de la rotura l (mm)	Alargamiento de rotura% $\delta\% = \frac{l - l_0}{l_0} 100$
1-1	10	18,3	83
2-2	30	45,6	52
3-3	$5d_0 = 50$	70,9	41,8
4-4	70	96,2	37,4
4-7	$10d_0 = 100$	133,5	33,5

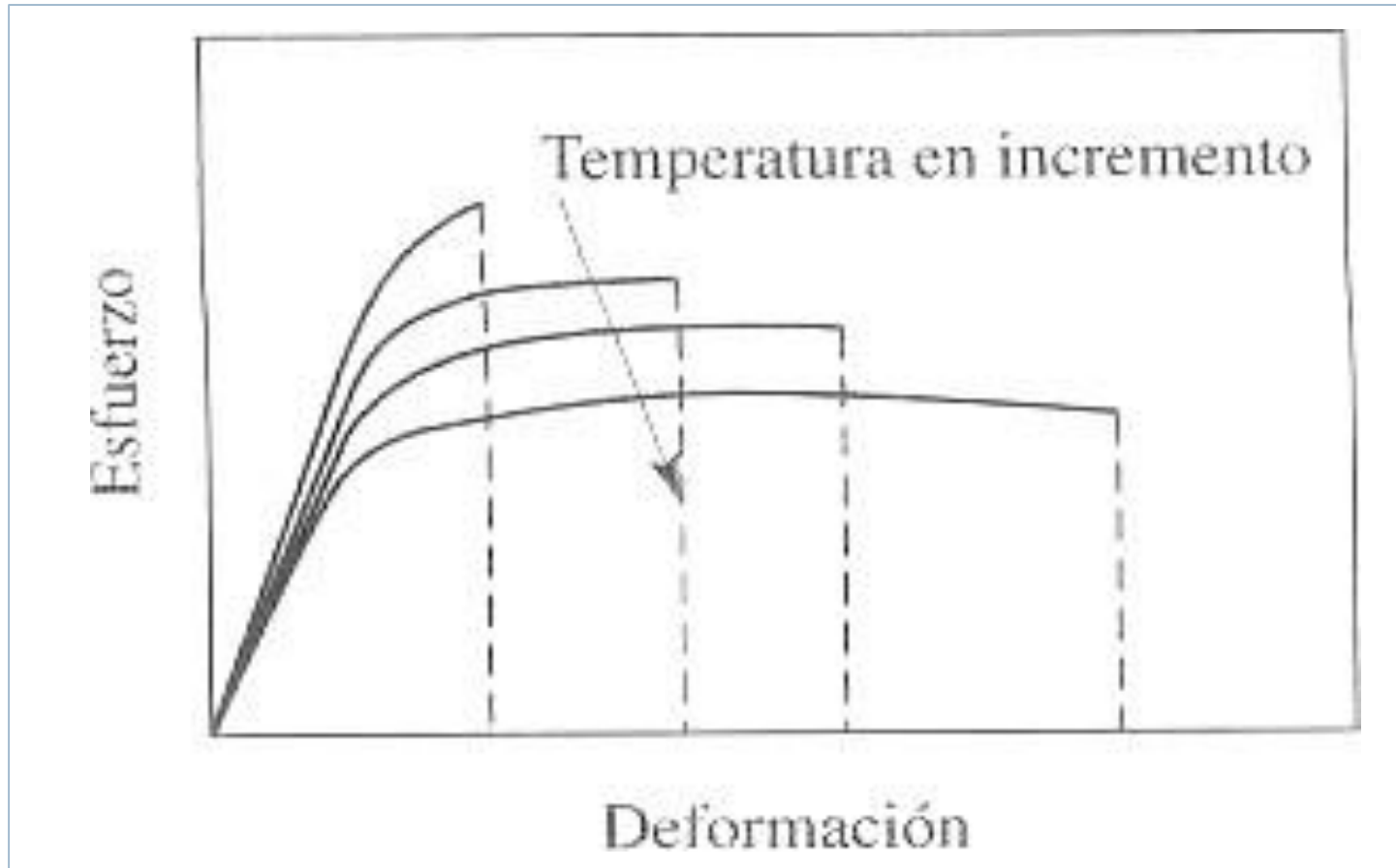
Diagramas de Tracción para distintos Aceros al Carbono



%C

Efecto de la Temperatura

Efectos de la rapidez de deformación



ENSAYO DE COMPRESIÓN



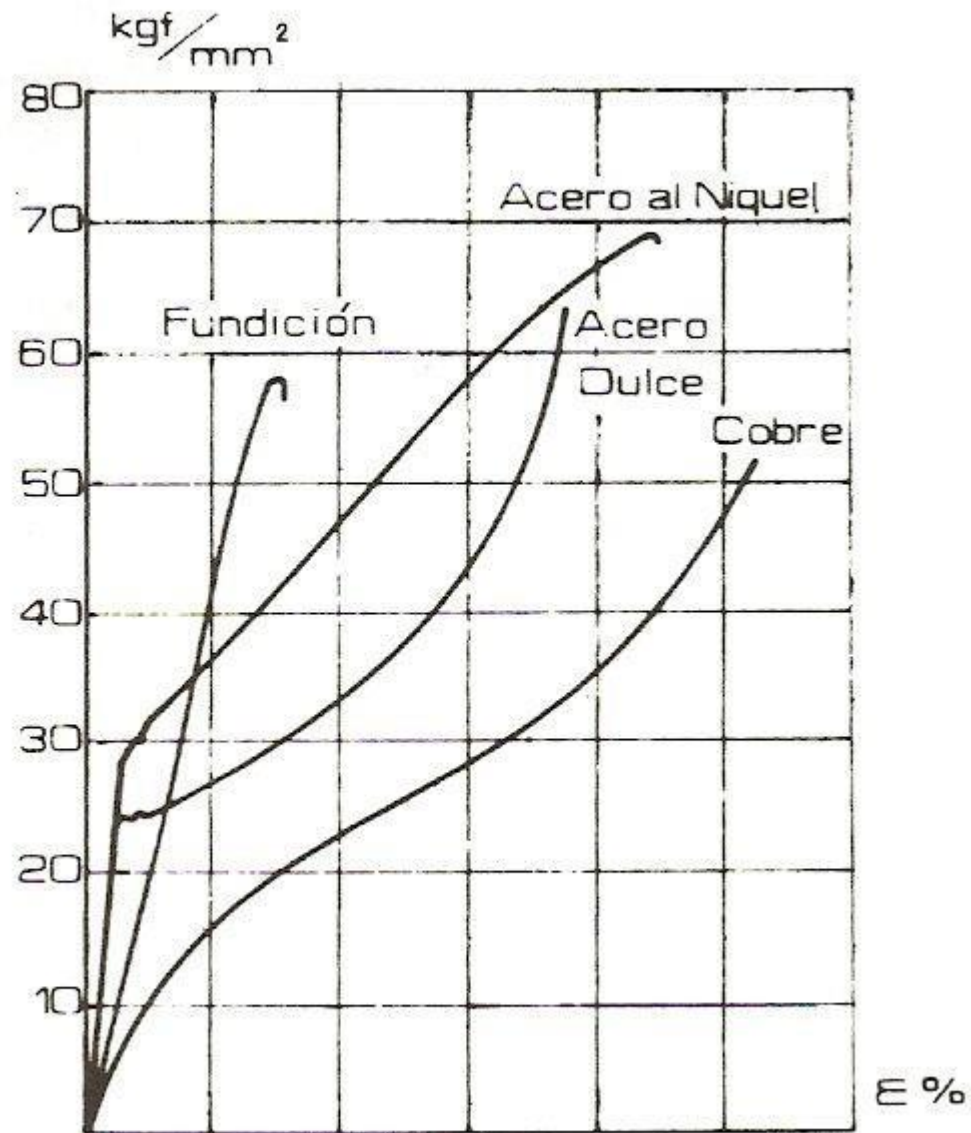
MAQUINA DE ENSAYO - ACCESORIOS



ACCESORIOS



Diagramas de Compresión



Probetas

Norma ASTM E9

Corta: $h=0,8$ a $2D$

Mediana: $h=3D$

Larga: $h=(8 \text{ a } 10)D$

Utilización:

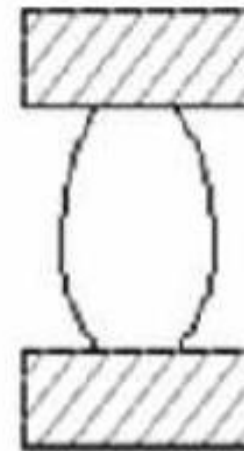
Cortas: para determinar la resistencia estática a la compresión en metales que soportaran cargas normales y en espesores reducidos.

Medianas: para uso general.

Largas: para definir el módulo de elasticidad.



Fractura
Frágil

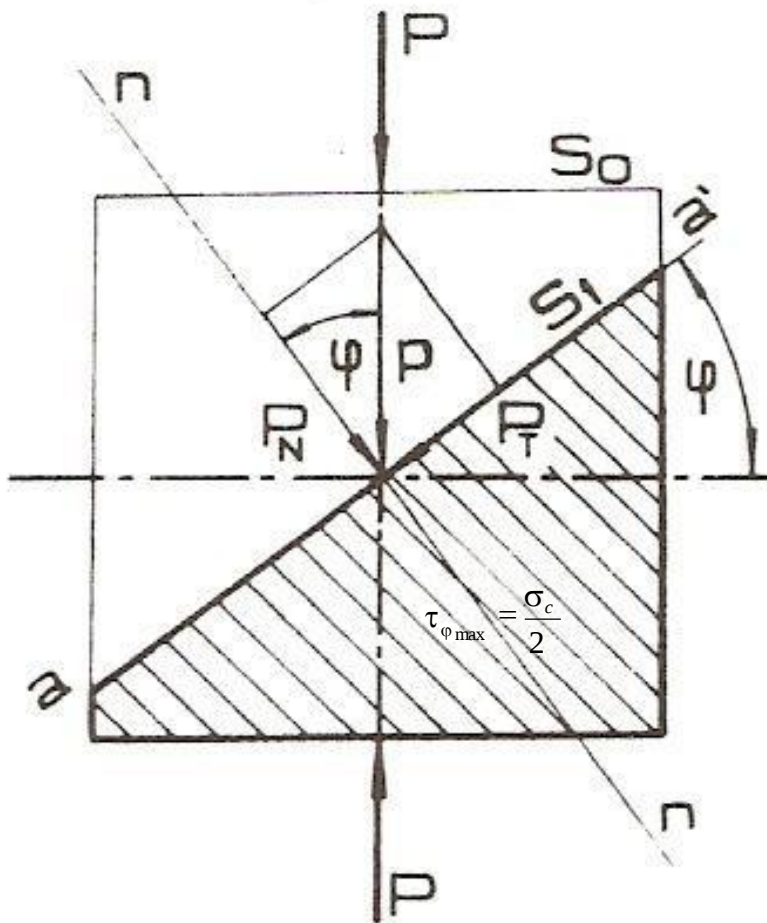


Abarrilamiento



Pandeo

Tensiones de rotura



$$\begin{aligned}\tau_{\varphi} &= \frac{P_T}{S_1} = \frac{P \cdot \sin \varphi}{S_0 / \cos \varphi} = \\ &= \frac{P}{S_0} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi = \frac{\sigma}{2} \sin 2\varphi\end{aligned}$$

$$\tau_{\varphi \max} = \sigma / 2$$

Máximo para: $2 \varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 45$

Determinaciones del Ensayo de Compresión

Resistencia Estática a la Compresión

$$\sigma_{EC} = \frac{P_{Max}}{S_0}$$

Tensión al límite de Proporcionalidad

$$\sigma_p = \frac{P_p}{S_0}$$

Tensión al límite de Aplastamiento

$$\sigma_f = \frac{P_f}{S_0}$$

Acortamiento de rotura

$$\delta \% = \frac{h_0 - h}{h_0} \cdot 100$$

Ensanchamiento Transversal o Recalcadura

$$\varphi \% = \frac{S - S_0}{S_0} \cdot 100$$

