



UTN – FRBA
INGENIERIA CIVIL

RESISTENCIA DE MATERIALES
Ing. Juan José Urquiza

MATERIALES

RELACION ENTRE TENSIONES Y DEFORMACIONES

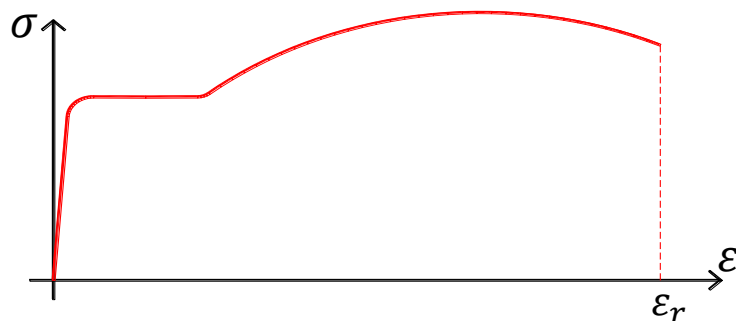
INTRODUCCIÓN



PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

- **HOMOGENEIDAD** → MATERIAL HOMOGÉNEO → Iguales propiedades en todos sus puntos.
- **ISOTROPÍA** → MATERIAL ISÓTROPO → Iguales propiedades en todas las direcciones pasantes por el punto.
Si no se cumple → **Anisotropía**.
Caso particular : **Ortotropía** (diferentes propiedades en direcciones ortogonales, por ejemplo : la madera).

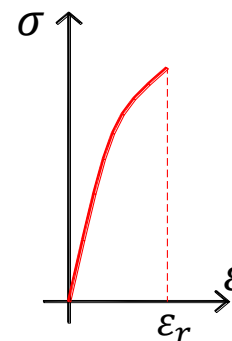
- **DUCTILIDAD** → MATERIAL DÚCTIL
Desarrolla grandes deformaciones permanentes antes de alcanzar la rotura.



Por analogía, en estructuras se habla de :

“Rotura dúctil” → **Rotura con preaviso** ← **DESEABLE**

- **FRAGILIDAD** → MATERIAL FRÁGIL
Desarrolla muy poca deformación antes de alcanzar la rotura.



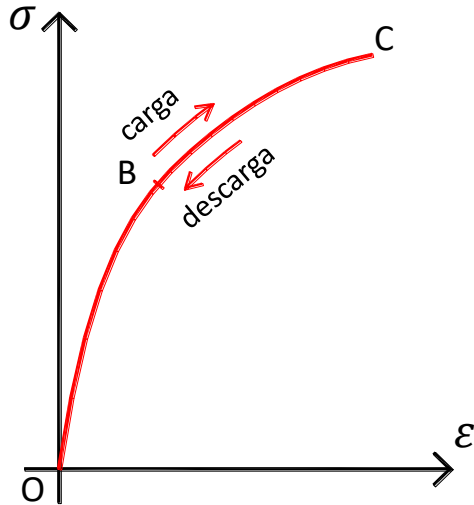
PELIGRO



“Rotura frágil” → **Rotura sin preaviso**

□ **ELASTICIDAD** → MATERIAL ELÁSTICO

Cuando se retira la carga, el material recupera su dimensión original.



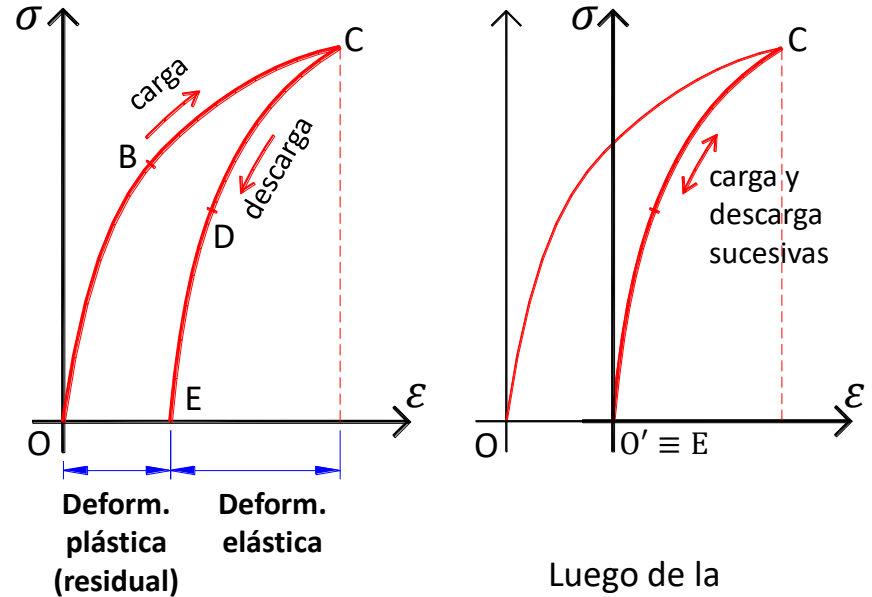
Curvas de carga y descarga coincidentes

NO quedan deformaciones residuales.

NO disipa energía → Material conservativo.

□ **PLASTICIDAD** → MATERIAL PLÁSTICO

Cuando se retira la carga, el material **NO** recupera su dimensión original.



Curvas de carga y descarga **NO** coincidentes

Quedan deformaciones residuales.

Disipa energía → Material **NO** conservativo.

ENSAYO DE MATERIALES

Objeto : Determinar propiedades físicas y mecánicas de los materiales.

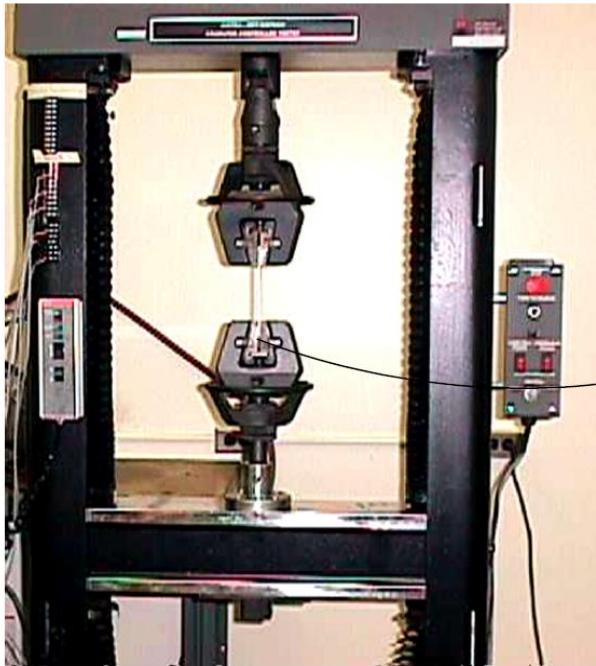
Normas : Procedimientos **estandarizados** para obtener **resultados comparables**.

Se establece la forma de toma de muestras y su cantidad, condiciones de aceptación y/o rechazo, las dimensiones de la probeta, forma de aplicación de la carga, forma de efectuar las mediciones, cálculos a realizar, manejo estadístico de los resultados, determinación de valores característicos.

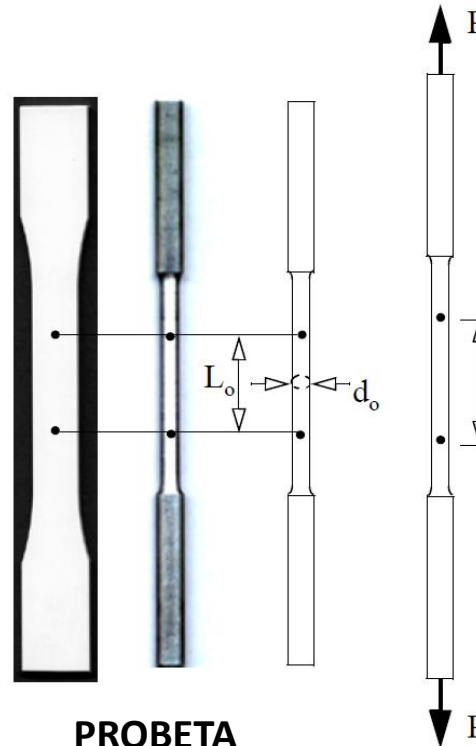
IRAM (Argentina), NBR (Brasil), ASTM (USA), UNE-EN (Comunidad Europea)

Reglamentos : Valores de referencia para el diseño (admisibles, últimos).

CIRSOC (Argentina), AISC, ASCE, ASME, ACI (USA), Eurocódigos (Comunidad Europea)



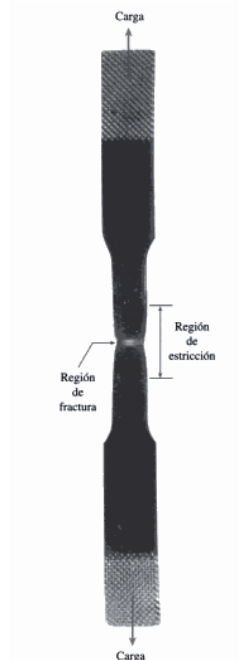
ENSAYO DE TRACCIÓN



PROBETA

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_o}$$

$$\sigma = \frac{P}{A_o} = \frac{P}{\pi d_o^2 / 4}$$



ENSAYO DE TRACCIÓN - ACERO CON BAJO CONTENIDO DE CARBONO

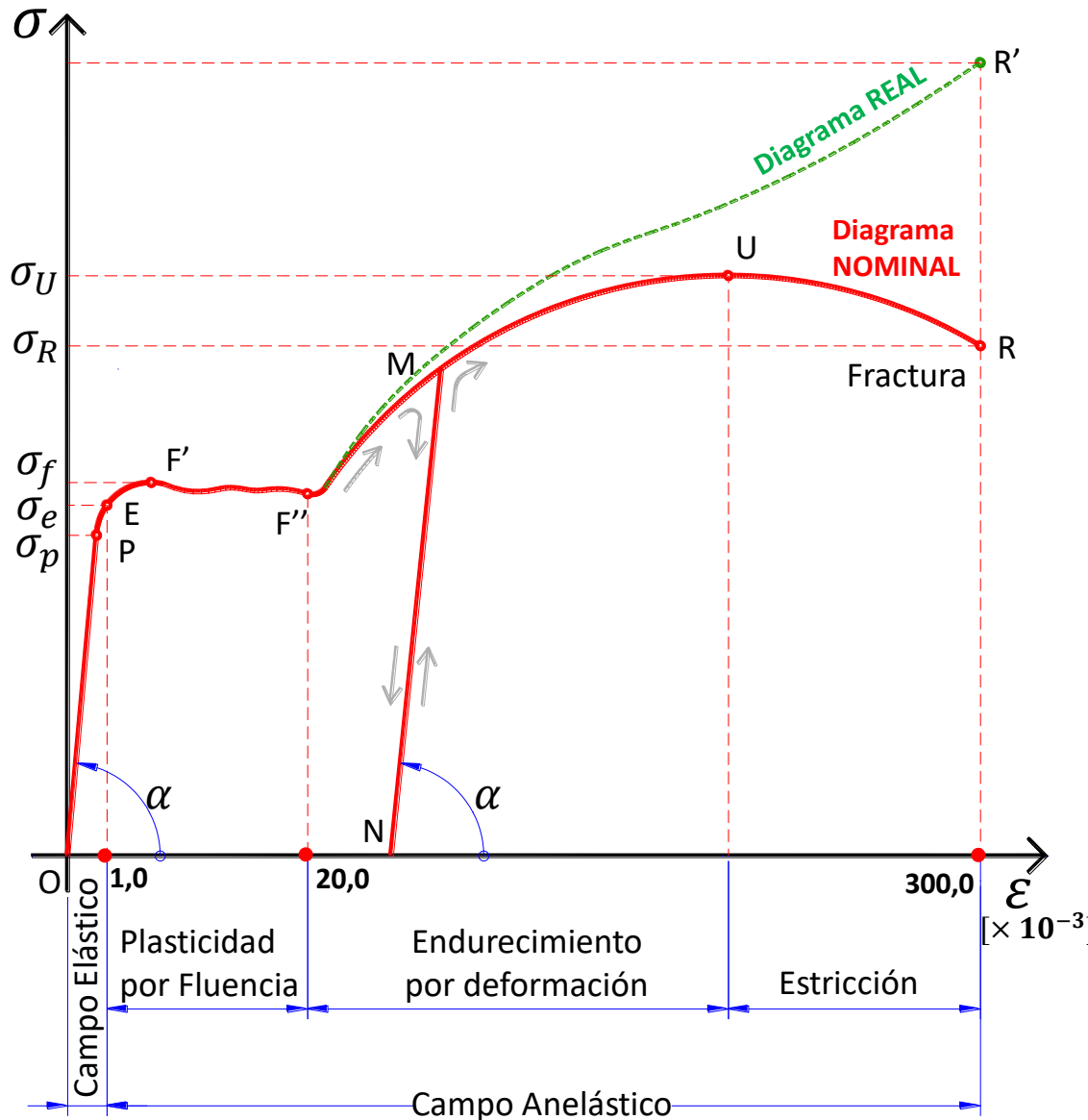


Diagrama σ - ϵ de un acero común de uso estructural tipo F-24

Puntos Notables	Descripción
P	Límite de Proporcionalidad $\sigma_p = 190/210 \text{ MPa}^{(*)}$
E	Límite de Elasticidad $\sigma_e = 220 \text{ MPa}^{(*)}$
F' F''	Límite de Fluencia $\sigma_f = 240/250 \text{ MPa}^{(*)}$ (F'')
U	Tensión última (máxima) $\sigma_u = 370/440 \text{ MPa}^{(*)}$
R	Tensión de rotura (fractura) $\sigma_p = 330 \text{ MPa}^{(*)}$

(*) Valores correspondientes al ensayo nominal, referido al área inicial de la probeta.

Diagrama σ - ϵ REAL (curva trazos verde)

Referido a la sección transversal instantánea de la probeta.

Descarga (recta M-N) : paralela a la recta que define el campo elástico.

CONSTANTES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

Ley de Hooke (1678):

Relación lineal entre tensiones y deformaciones. → **LINEALIDAD MECÁNICA.**

□ En términos de **tensiones normales** :

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

$$E = t g \alpha$$

Módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young

□ En términos de **tensiones tangenciales** :

$$\tau = G \cdot \gamma$$

G : Módulo de elasticidad transversal

Efecto Poisson

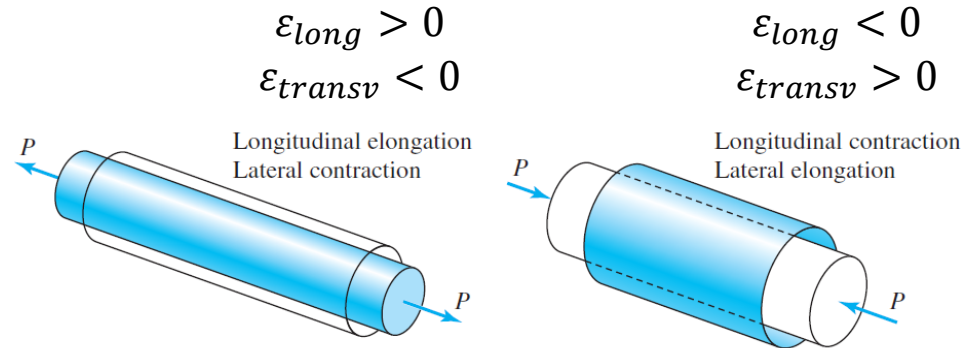
Toda deformación específica en una dirección provoca otra de signo contrario en direcciones ortogonales a la primera.

$$\mu = - \frac{\varepsilon_{transv}}{\varepsilon_{long}}$$

μ : **Coficiente de Poisson**

$$0 < \mu < 0,5$$

Valores límites :



Relación entre E , G y μ

Se demuestra que :

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \mu)}$$

RELACION ENTRE TENSIONES Y DEFORMACIONES

Vector "Estado de Tensión" $\{\Gamma_A\} = \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \end{bmatrix}_A$

Vector "Estado de Deformación" $\{\Psi_A\} = \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \end{bmatrix}_A$

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\sigma_x}{E} - \mu \frac{\sigma_y}{E} - \mu \frac{\sigma_z}{E} & \gamma_{xy} &= \tau_{xy} / G \\ \varepsilon_y &= -\mu \frac{\sigma_x}{E} + \frac{\sigma_y}{E} - \mu \frac{\sigma_z}{E} & \gamma_{yz} &= \tau_{yz} / G \\ \varepsilon_z &= -\mu \frac{\sigma_x}{E} - \mu \frac{\sigma_y}{E} + \frac{\sigma_z}{E} & \gamma_{zx} &= \tau_{zx} / G \end{aligned}$$

Finalmente :

$$\{\Psi\} = [F] \cdot \{\Gamma\} \rightarrow \begin{bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{xy} \\ \gamma_{yz} \\ \gamma_{zx} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1/E & -\mu/E & -\mu/E & 0 & 0 & 0 \\ -\mu/E & 1/E & -\mu/E & 0 & 0 & 0 \\ -\mu/E & -\mu/E & 1/E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G \end{bmatrix}}_{[F]} \cdot \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \end{bmatrix}$$

BIBLIOGRAFÍA

- Fliess, Enrique D. - Estabilidad II - Ed. Kapelusz - 2da. Edic. - 1984
- Gere, James M. - Mecánica de Materiales - Thomson - 6ta. Edic. - 2006
- Hibbeler R. C. - Mecánica de Materiales - Pearson - 6ta. Edic. - 2006
- Beer F., Russell J. E., Dewolf J. - Mecánica de Materiales - Mc Graw Hill - 3ra. Edic. - 2004
- Cervera Ruiz M., Blanco Díaz E. - Mecánica de estructuras, Libro 1, UPC, 2003
- Vable, M - Mechanics of Materials, Michigan Technological University, 2nd. Ed. - 2012
<http://www.me.mtu.edu>
- Carretero, R - Estabilidad IIA - Relación entre tensiones y deformaciones, Apuntes de Cátedra, UBA, 2001