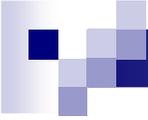


Félix C. Gómez de León
Antonio González Carpena

TEMA 3. BASES DEL DISEÑO MECÁNICO CON MATERIALES.

Curso de Resistencia de
Materiales y cálculo de
estructuras.

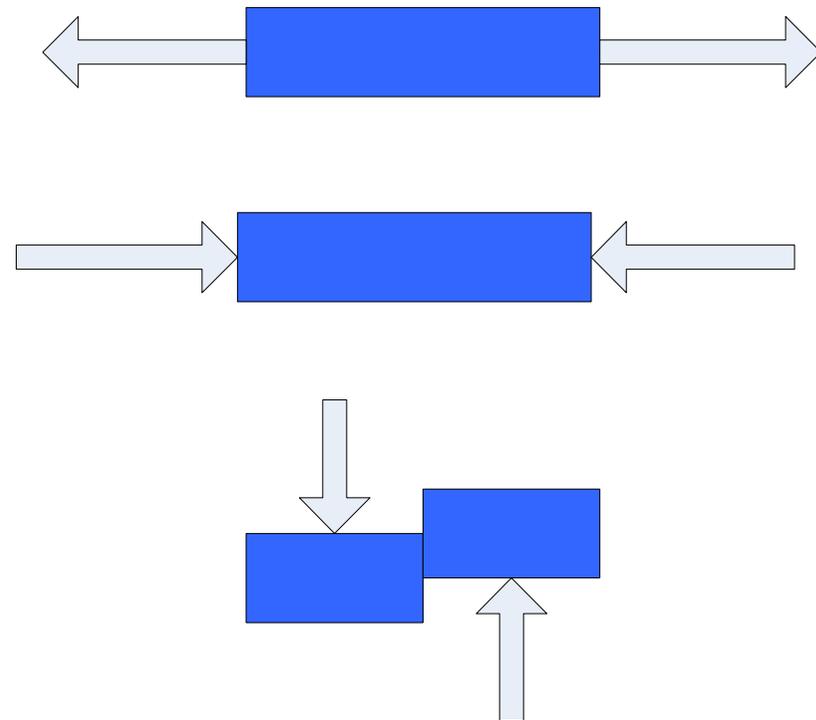


Índice.

- Clases de tensiones.
- Tensión simple (tracción y compresión).
- Tensión de flexión.
- Tensión de cortadura.
- Tensión de comparación.
- Límite elástico, punto de fluencia y carga de rotura.
- Características de los materiales.
- Resistencia de cálculo.

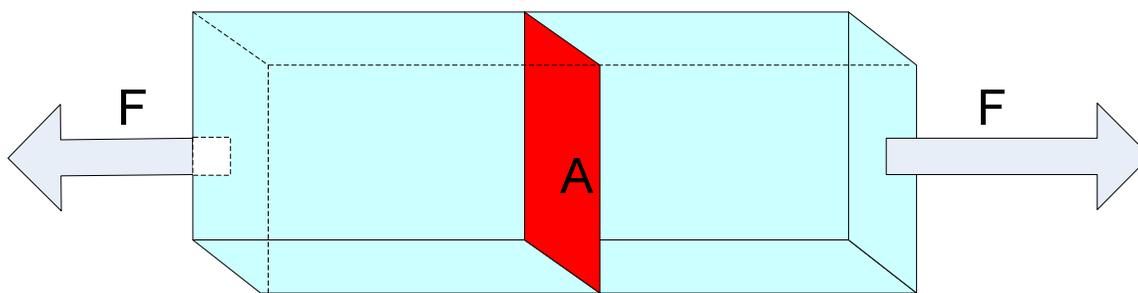
Clases de tensiones.

- Dependiendo de la dirección y sentido relativos entre las fuerzas actuantes y la posición del cuerpo sobre el cual actúan, se consideran las siguientes formas de trabajo:
 - **TRACCIÓN:** El esfuerzo es perpendicular a la sección transversal del cuerpo. Este tipo de esfuerzos tienden a alargar el cuerpo.
 - **COMPRESIÓN:** El esfuerzo, al igual que en el caso anterior es perpendicular a la sección transversal del cuerpo, pero este esfuerzo tiende a acortar dicho cuerpo.
 - **CORTADURA:** Cuando sobre el cuerpo actúan fuerzas contrarias, situadas en dos planos contiguos, que tienden a deslizar entre sí, las secciones en que actúan.



Tensión Uniaxial (Tracción y Compresión).

- En física e ingeniería, se denomina **tensión mecánica** al valor de la distribución de fuerzas por unidad de área en el entorno de un punto material dentro de un cuerpo material o medio continuo.
- Un caso particular es el de *tensión simple*, que se define en una situación en que se aplica fuerza F uniformemente distribuida sobre un área A . En ese caso la tensión mecánica uniaxial se representa por un escalar designado con la letra griega σ (sigma) y viene dada por:

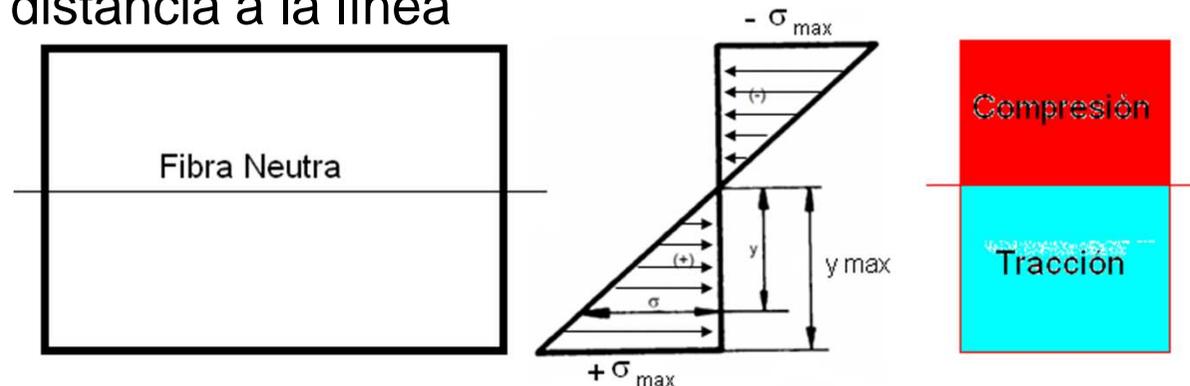
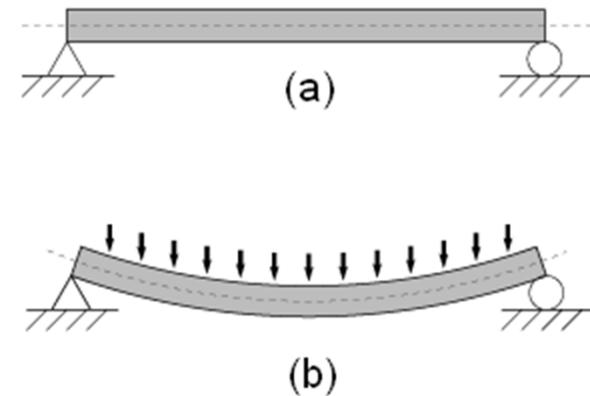


$$\sigma = \frac{F}{A}$$

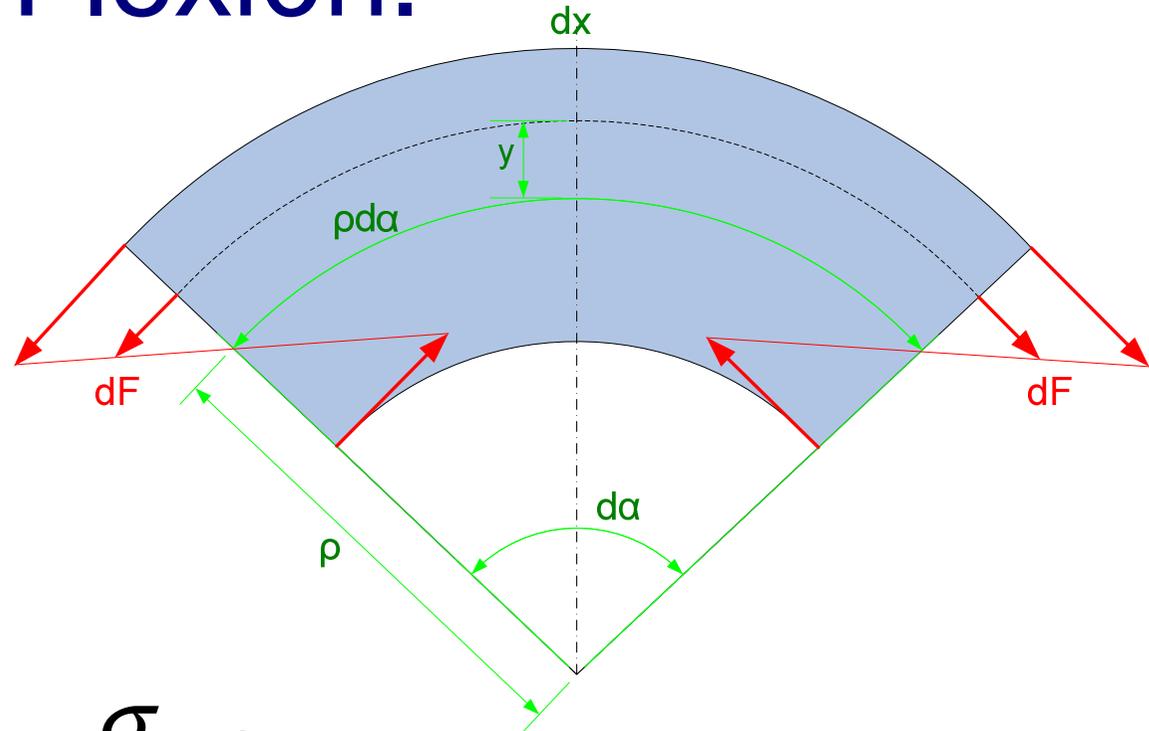
- Siendo las unidades [Pa] (pascal = [N/m²]), [MPa] = 10⁶ [Pa] y también [kp/cm²].

Tensión de Flexión.

- Las tensiones que acompañan a la flexión de una viga no son tensiones directas y no se pueden evaluar por la fórmula anterior.
- La figura (a) de la derecha muestra una viga rectangular apoyada en sus extremos y la figura (b) muestra un dibujo exagerado de la forma de la viga cuando está cargada.
- Las tensiones por encima de la fibra neutra son de compresión y las de debajo de tracción.
- Las tensiones son mayores en los extremos y van disminuyendo conforme se acercan a la fibra neutra donde son cero.
- Las tensiones son directamente proporcionales a la distancia a la línea neutra.



Tensión de Flexión.



$$dM = dF \times y$$

$$dM = \sigma dA \times y$$

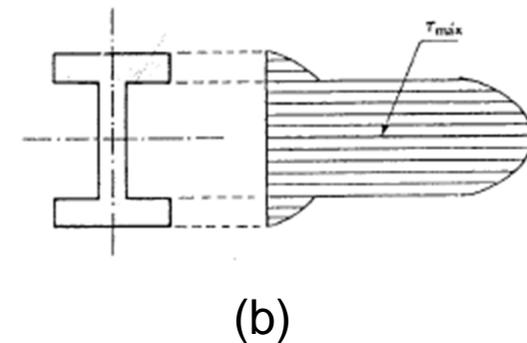
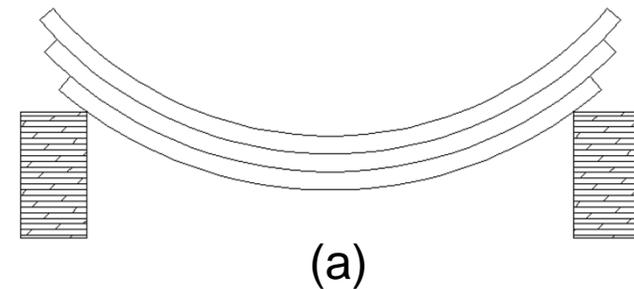
$$dM = \frac{y}{y} (\sigma dA \times y) = \frac{\sigma}{y} y^2 dA$$

$$M = \frac{\sigma}{y} \int y^2 dA = \frac{\sigma I}{y} = \sigma W$$

Tensión de cortadura.

- Cuando una viga flexa (fig. a), aparecen unas tensiones que resultan de la tendencia que tienen las fibras de la viga a deslizarse horizontalmente.
- Las tensiones horizontales de cortadura no se distribuyen uniformemente sobre la sección transversal, sino en forma de parábola, con la máxima tensión unitaria en la fibra neutra (fig. b)
- Su magnitud es 1.5 veces la tensión media y puede calcularse por:

$$\tau = \frac{3}{2} \frac{V}{bd}$$





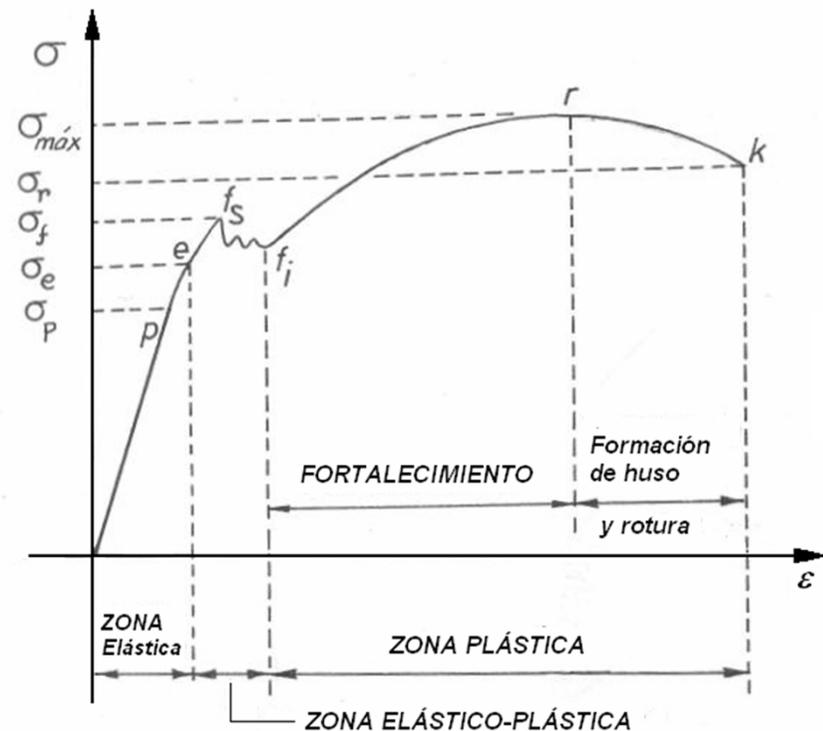
Tensión de comparación.

- Criterio de Von Mises.

$$\sigma_{co} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Límite elástico, punto de fluencia y carga de rotura.

- Si sometemos una barra de acero estructural a un ensayo de tracción, aumentando progresivamente el valor de F y llevando los valores de σ y ε a un gráfico cuyo eje de ordenadas mida tensiones (σ) y el de abscisas deformaciones unitarias (ε), se obtiene para el acero dulce el *diagrama tensión-deformación*.



Límite elástico, punto de fluencia y carga de rotura.

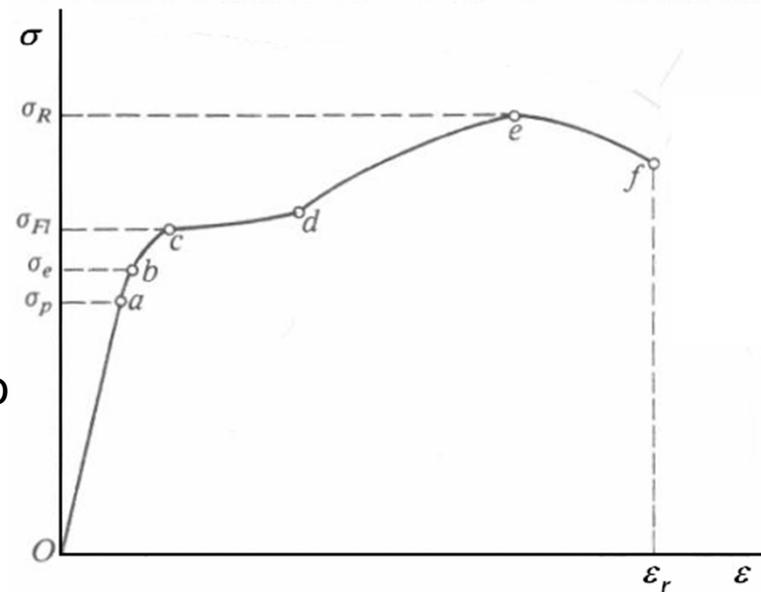
a. **Límite de proporcionalidad:** Tramo recto de la gráfica. Las deformaciones son proporcionales a la carga y si esta se retirara la probeta recuperaría su forma inicial.

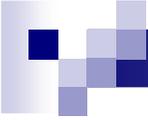
b. **Límite elástico:** es aquél para el que se produce un alargamiento prefijado de antemano (0,2%, 0,1%, etc.) y que se obtiene trazando una recta paralela al tramo proporcional.

c. **Punto de fluencia:** es el que marca la aparición de la deformación brusca de la probeta sin incremento de la carga aplicada.

d. **Estricción:** Hasta llegar a este punto la probeta se ha alargado uniformemente en toda su longitud acompañado de una contracción lateral también uniforme. A partir de este punto, el alargamiento y la contracción lateral se localizan en una sección de la probeta en la que se producirá la rotura.

e. **Carga de rotura:** La rotura de la probeta es irreversible, ya que aunque se disminuya la carga y, por tanto, los esfuerzos, la probeta experimenta deformaciones cada vez mayores hasta romperse, cuando las deformaciones alcanzan en el punto f su máximo valor o deformación de rotura ϵ_R .





Características de los materiales.

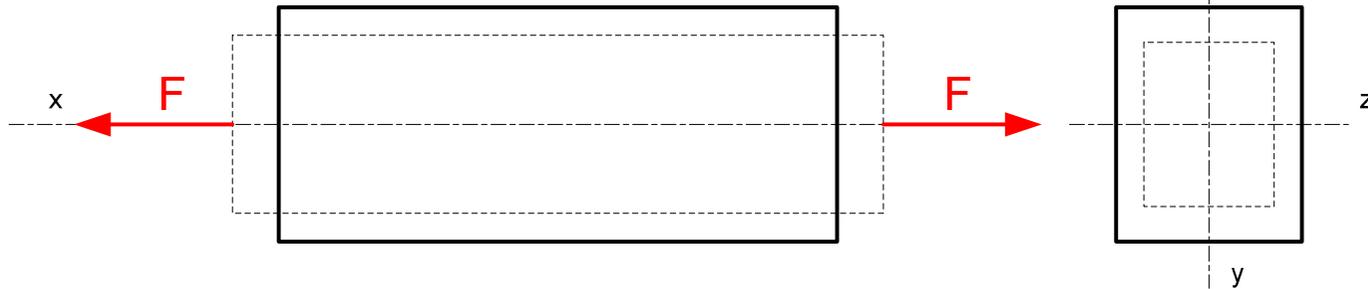
Módulo de Elasticidad (E).

- En la zona elástica del diagrama las tensiones y las deformaciones son proporcionales, esta proporción, que puede expresarse como la tensión unitaria dividida por la deformación, es una constante que recibe el nombre de módulo de elasticidad.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F/A}{e/L} = \frac{FL}{Ae}$$

Características de los materiales.

Coeficiente de Poisson (ν).



- En el ensayo de tracción, simultáneamente al alargamiento de la probeta se produce un estrechamiento de su sección transversal.

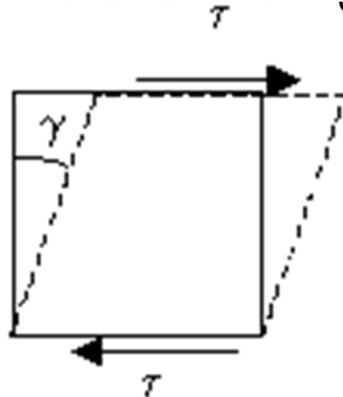
$$\varepsilon_y = -\nu \frac{\sigma}{E}; \quad \varepsilon_z = -\nu \frac{\sigma}{E}$$

- ν es el coeficiente de Poisson y es una constante para cada tipo de material.

Características de los materiales.

Módulo de Rigidez (G)

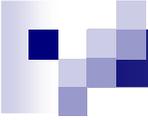
- Es un parámetro característico de cada material que indica la relación entre la tensión cortante y la deformación angular en el material:



$$\tau = G\gamma$$

- El módulo de rigidez está relacionado con el módulo de Elasticidad y el coeficiente de Poisson:

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



Características de los materiales.

Aceros.

- Módulo de Elasticidad (E): 210.000 N/mm²
- Módulo de Rigidez (G): 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson (ν): 0,3
- Coeficiente de dilatación térmica (α):
 $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$
- Densidad (ρ): 7.850 kg/m³

TIPOS Y GRADOS DE ACEROS

S 355 J2

S = Acero estructural

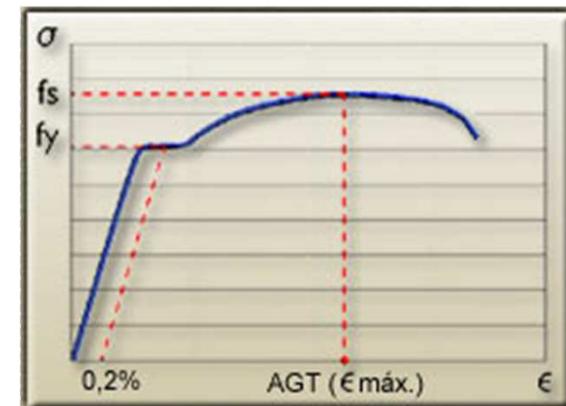
XXX = Limite elástico mínimo en MPa

- JR: Construcción ordinaria
- J0: Const. altas exigencias de soldabilidad.
- J2: Const. altas exigencias de resistencia, resiliencia y soldabilidad

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.



Fuente: CTE-SE-A

Resistencia de cálculo (f_{yd}).

- Es el cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material:

$$f_{yd} = f_y / \gamma_M$$

- Siendo:

- f_y tensión del límite elástico del material base (tabla 4.1). No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.
- γ_M coeficiente parcial de seguridad del material.
 - $\gamma_{M0} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
 - $\gamma_{M1} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
 - $\gamma_{M2} = 1,25$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
 - $\gamma_{M3} = 1,1$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.

Problema 3.1.

- La estructura de la figura está fabricada con una IPE 100. Comprobar si el perfil es suficiente

