Capítulo 1

Introducción a la materia

1.1 Concepto de tensión y estado de tensión

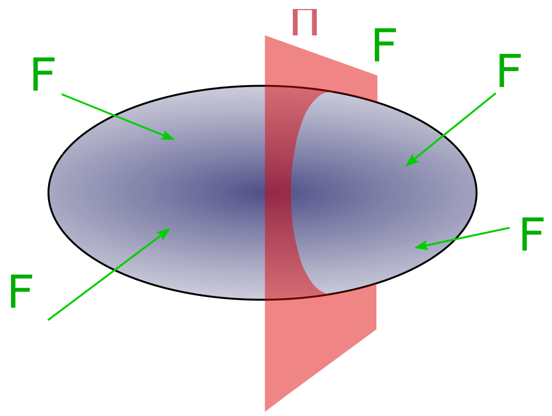

Fig. 1.1: Sistema en equilibrio

El sólido de la Fig. 1.1 se halla en equilibrio. Si se lo secciona con un plano, se restituye el equilibrio aplicando en el baricentro de la sección resultante una fuerza y un par de reducción, como se muestra en la Fig. 1.2.

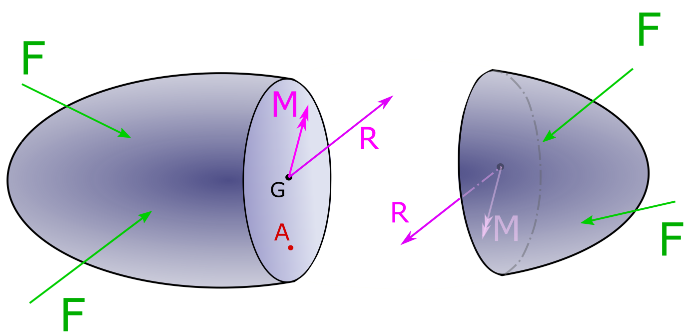

Fig. 1.2: Corte por un plano π

En realidad, estas acciones no se ejercen como acciones concentradas en un punto, sino que es conjunto de acciones que actúa en cada punto.

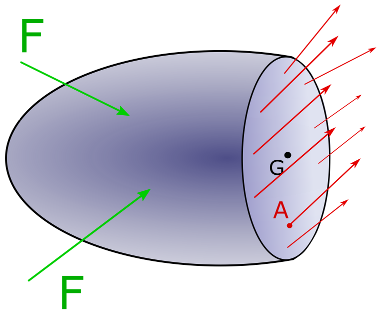

Fig. 1.3: Fuerzas distribuidas en la superficie de la sección

Si alrededor de un punto genérico A, que pertenece a la sección, se considera un entorno ΔF, resulta que sobre dicho entorno se transmite una fuerza elemental ΔP.

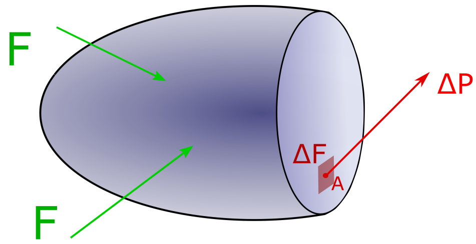

Fig. 1.4: Fuerza en el entorno del punto A

Dado el cociente $\Delta P/\Delta F$, se define como **vector tensión** al límite cuando el entorno ΔF tiende a cero:

$$\rho = \lim_{\Delta F \to 0} \frac{\Delta P}{\Delta F} = \frac{dP}{dF}$$

Así como se corto a la sección con el plano π se puede cortar por cualquier otro plano. Al variar la inclinación del plano, la tensión cambiará y serán otras su intensidad, dirección y sentido.

Por lo tanto, a cada punto le corresponden infinitos vectores tensión. A dicho conjunto se lo denomina **estado de tensión**

- Si al variar el plano, la tensión varía en intensidad, dirección y sentido, teniendo el vector tensión cualquier orientación en el espacio, se trata de un **estado triple de tensión**

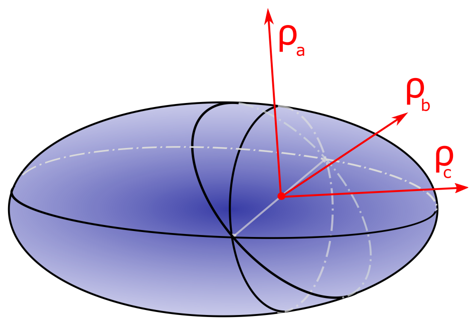

Fig. 1.5: Tensiones en el punto A respecto a otros planos

- Si al variar el plano, la tensión varía en intensidad, dirección y sentido, manteniéndose el vector tensión paralelo a un plano determinado, se trata de un **estado plano de tensión**
- Si al variar el plano, el vector tensión se mantienen paralelo a una misma dirección, se trata de un **estado simple de tensión**

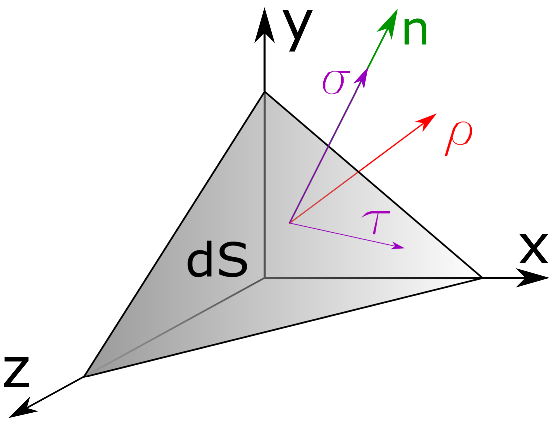

Fig. 1.6: Descomposición en normal y tangencial

El vector tensión puede descomponerse en sus componentes normales y tangenciales. Definimos las tensiones normales (σ) como aquellas perpendiculares a la superficie, y las tangenciales (τ) a las que actúan sobre a la superficie (ver Fig. 1.7).

Definido un eje cartesiano (X, Y, Z), si elegimos usar como plano de corte al plano X, definido como el plano cuya normal tiene la dirección de X, entonces las tensiones resulta como se puede ver en la Fig 1.7. La nomenclatura utilizada (σ_{ij} ; τ_{ij}) expresa primero (i) el plano en el que actúan, y segundo (j) su dirección.

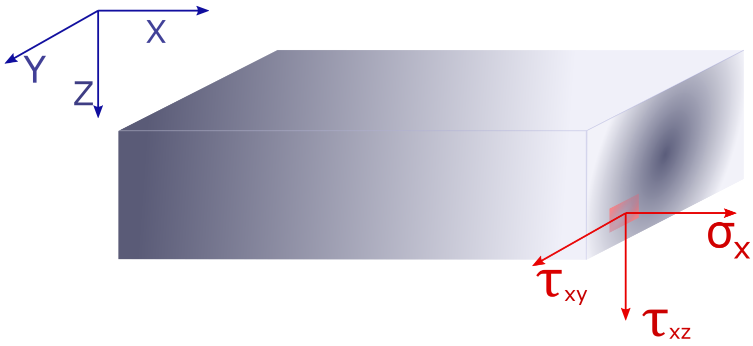

Fig. 1.7: Tensiones en X, Y, Z

1.2 Ecuaciones de equivalencia

Como se puede observar en la Fig. 1.2, al cortar el sólido con el plano π se logró restituir el equilibrio aplicando al baricentro de la sección una fuerza y un par. La descomposición de esa fuerza y par es lo que en materias anteriores se denomino solicitaciones. Las ecuaciones de equivalencia vinculan las solicitaciones de cada sección con las tensiones actuantes en cada punto de la sección.

- $N = \int_A \sigma_x \, dA$
- $Q_y = \int_A \tau_{xy} \, dA$
- $Q_z = \int_A \tau_{xz} \, dA$
- $M_y = \int_A \sigma_x \, z \, dA$
- $M_z = -\int_A \sigma_x \, Y \, dA$
- $M_x = \int_A -\tau_{xy} \, Z \, dA + \tau_{xz} \, Y \, dA$

1.3 Deformaciones específicas

Las deformaciones específicas se definen como las deformaciones sufridas por la barra por cada unidad de longitud.

Estas deformaciones específicas componen la deformación total del sólido, y pueden ser inducidas por cambios de temperatura o esfuerzos. A continuación analizaremos este último caso:

La Ley de Hooke vincula los alargamientos específicos (ε) con las tensiones normales (σ) mediante un módulo de elasticidad E, y las distorsiones angulares (γ) con las tensiones tangenciales (τ) mediante el módulo de corte G

$$\sigma = E \, \varepsilon \longrightarrow \varepsilon = \frac{\sigma}{\varepsilon} \tau = G \, \gamma \longrightarrow \gamma = \frac{\tau}{G}$$

Se define el coeficiente de Poisson (μ) como el negativo de la razón entre las deformaciones longitudinales sufridas en dos ejes ortogonales ante una carga uniaxial:

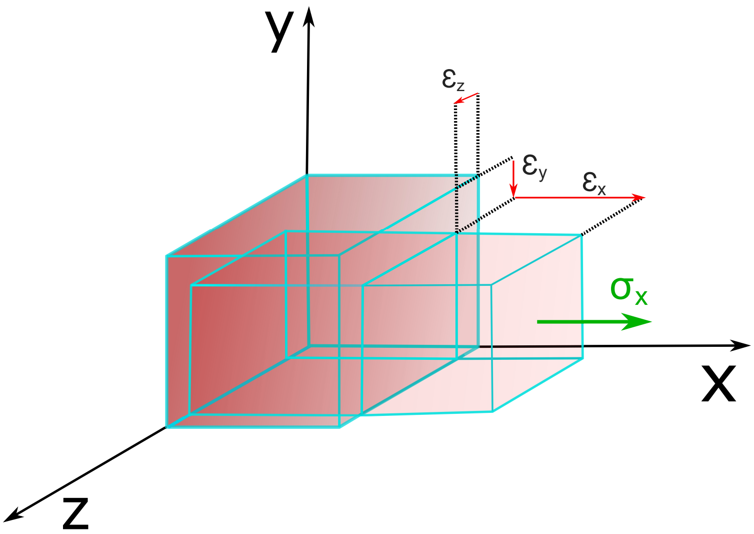

Fig. 1.8: Deformación ante carga uniaxial

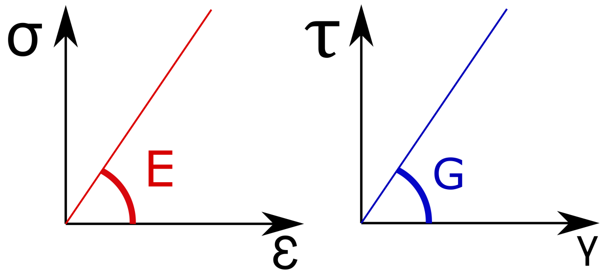

Fig. 1.9: Representación de la Ley de Hooke uniaxial

$$\mu = -\frac{\varepsilon_{ii}}{\varepsilon_{jj}} \longrightarrow \varepsilon_{ii} = -\mu\, \varepsilon_{jj}$$

Para un esfuerzo uniaxial como el de la figura, resulta

$$\varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} \quad ; \quad \varepsilon_y = -\mu\frac{\sigma_x}{E} \quad ; \quad \varepsilon_z = -\mu\frac{\sigma_x}{E} \quad .$$

En el caso de tener esfuerzos en las otras direcciones, la deformación específica en el eje X resulta

$$\varepsilon_x = \varepsilon_{x(\sigma_x)} + \varepsilon_{x(\sigma_y)} + \varepsilon_{x(\sigma_z)} \; ; \quad \varepsilon_x = \frac{\sigma_x}{E} - \mu\,\frac{\sigma_y}{E} - \mu\,\frac{\sigma_z}{E}$$

$$\therefore\ \varepsilon_x = \frac{1}{E}[\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]$$

Análogamente

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}[\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)] \quad \text{y} \quad \varepsilon_z = \frac{1}{E}[\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)]$$