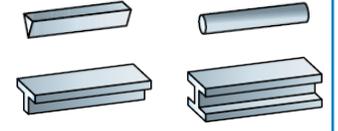


Resistenza dei materiali

Studio dei corpi in condizioni di equilibrio statico e delle loro sollecitazioni interne.

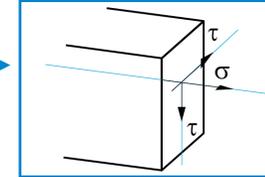
travi

solidi a sezione prismatica in cui una delle tre dimensioni è prevalente rispetto alle altre due



tensioni interne

stato di sollecitazione generato all'interno dei materiali in equilibrio statico dai carichi applicati dall'esterno e dalle reazioni vincolari



τ = tensioni tangenziali
 σ = tensioni normali

sollecitazioni semplici

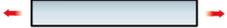
sforzo normale

compressione o trazione con direzione assiale

compressione



trazione



• **tensione interna normale** in una sezione A normale all'asse per effetto di una forza F assiale:

$$\sigma = \frac{F}{A} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

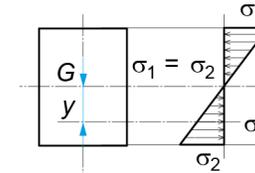
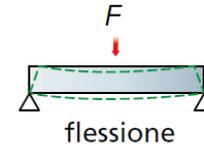
- **deformazione:** in una trave soggetta a *trazione* aumenta la lunghezza e la sezione trasversale si restringe; viceversa per la *compressione*.
Variazione di lunghezza:

$$\Delta l = \frac{N \cdot L_0}{A \cdot E} = \sigma \cdot \frac{L_0}{E} \quad \text{con } E \text{ modulo di Young}$$

- **carico di rottura** R_m : forza massima cui può resistere un mm^2 del materiale;
- **tensione ammissibile** σ_{am} : sforzo limite di sicurezza: $\sigma_{am} = \frac{R_m}{\nu_r}$ con: $\nu_r = 1,5 \div 3$
- **progetto:** sezione A della trave soggetta a forza F : $A > \frac{F}{\sigma_{am}}$
- **verifica:** limite della tensione interna: $\sigma_{max} = \frac{F}{A} < \sigma_{am}$
 - se non soddisfatta: aumentare dimensioni sezione;
 - adottare un materiale più resistente

flessione

dovuta a una forza verticale applicata in direzione normale all'asse della trave



- **tensioni interne:** la flessione curva le fibre longitudinali e fa ruotare le sezioni estreme. Le fibre subiscono compressione nella parte superiore e trazione in quella inferiore; nella zona di separazione (asse neutro) si ha solo flessione.
Tensioni:

$$\sigma_y = \frac{M_f \cdot y}{J_x}; \quad \sigma_{max} = \frac{M_f}{W_x} \quad \begin{matrix} J_x = \text{momento d'inerzia;} \\ W_x = \text{modulo di resistenza} \end{matrix}$$

- **resistenza alla sollecitazione:** è influenzata dalla forma, oltre che dall'area della sezione, a parità di materiale. Per esempio, a parità di sezione rettangolare, la dipendenza di J e W da B è lineare, quella da H è quadratica

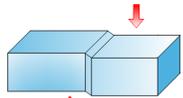
$$J = \frac{B \cdot H^3}{12}; \quad W = \frac{B \cdot H^2}{6}$$

- **progetto:** valore del modulo di resistenza: $W \geq \frac{M_f}{\sigma_{am}}$
- **verifica:** limite della tensione interna: $\sigma_{max} = \frac{M_f}{W} \leq \sigma_{am}$

sollecitazioni semplici

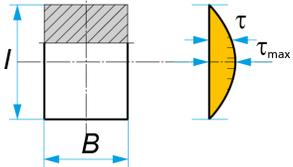
taglio

le forze perpendicolari all'asse della trave che precedono la sezione considerata hanno risultante non nulla



Per effetto del taglio, le sezioni contigue scorrono mantenendosi parallele tra loro.

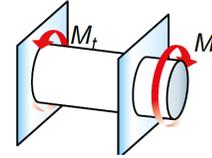
• **tensioni interne:** tipo tangenziale; risultano nulle agli estremi e hanno il massimo in corrispondenza dell'asse baricentrico. Per la sezione di forma rettangolare si ha:



$$\tau = \frac{T \cdot S_i}{J}; \quad \tau_{\max} = \frac{3 \cdot T}{2B \cdot H} \quad S_i = \text{momento statico dell'area tratteggiata}$$

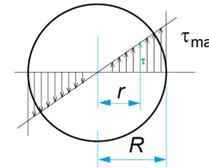
torsione

la risultante delle forze o momenti che precedono la sezione considerata è un momento giacente nel piano della sezione



La deformazione indotta dalla torsione produce la rotazione di ogni sezione rispetto alla precedente.

• **tensioni interne:** tipo tangenziale con valore massimo nel punto più lontano dal centro. Per la sezione circolare si ha:



$$\tau = \frac{M_t \cdot r}{J_p}; \quad \tau_{\max} = \frac{M_t \cdot R}{J_p} \quad \text{con: } J_p = \frac{\pi \cdot D^4}{32} \text{ momento d'inerzia polare}$$

sollecitazioni composte

si hanno quando una sezione è sottoposta a più sollecitazioni semplici contemporaneamente

- in caso di flessione e taglio o compressione e flessione, il grafico delle tensioni risultanti può essere ricavato grazie al principio di sovrapposizione degli effetti;
- in caso di normale e tangenziale, la normativa per le costruzioni in acciaio indica la seguente verifica:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} < \sigma_{am}$$

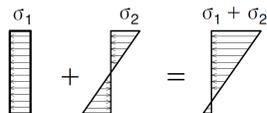
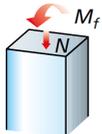
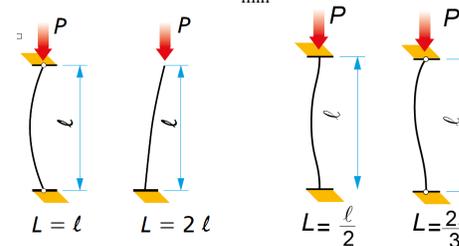


grafico in caso di compressione e flessione

carico di punta

un elemento *snello*, sollecitato a compressione, tende a flettersi provocando una sollecitazione aggiuntiva di flessione, dovuta all'eccentricità del carico rispetto all'asse della trave. L'instabilità dipende da:

- condizioni di vincolo della trave;
- raggio d'inerzia della sezione: $\ell_{\min} = \sqrt{\frac{J}{A}}$ con: J = momento d'inerzia, A = area;
- snellezza: $\lambda = \frac{L}{\ell_{\min}}$ con: L = lunghezza di libera inflessione della trave;



alcune condizioni di vincolo della trave

Attrito e lubrificazione

resistenze passive

forze che si oppongono al moto nel contatto tra gli organi meccanici, e tra questi e un fluido

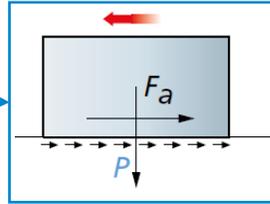
- resistenze di attrito;
- resistenza del mezzo

resistenza di attrito

forza generata dal contatto tra due superfici e tale da opporsi al movimento di un corpo

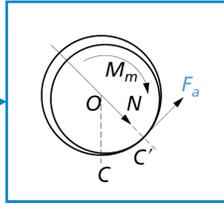
attrito radente

la forza di attrito vale: $F_a = f \cdot P$ con: f coefficiente di attrito che dipende dalla natura e dal grado di finitura delle superfici; P forza normale al piano di scorrimento



attrito nei perni

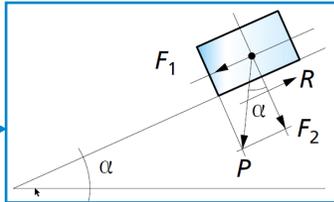
con il perno fermo il punto di contatto è in C. Durante il moto la forza di attrito F_a agisce nel punto di contatto C' e nasce un momento resistente: $M_a = F_a \cdot r$



piano inclinato

$F_1 = P \cdot \sin \alpha$; $F_2 = P \cdot \cos \alpha$; R è la forza resistente. Se:
 $P \cdot \sin \alpha > f \cdot P \cos \alpha$ il corpo scende;
 $P \cdot \sin \alpha < f \cdot P \cos \alpha$ il corpo è fermo.
La condizione limite è:

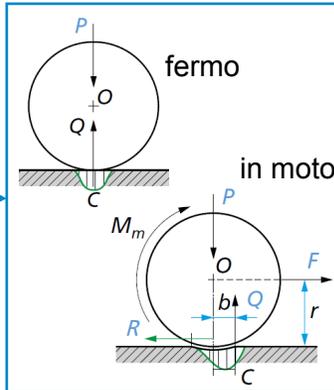
$$f = \frac{P \cdot \sin \alpha}{P \cdot \cos \alpha}$$



attrito volvente

con il disco fermo è $P = Q$. Nel moto del disco la forza resistente Q si sposta in avanti di b (coefficiente d'attrito volvente). Nel moto uniforme del disco sul piano deve risultare: coppia motrice = coppia resistente
 $F \cdot r = Q \cdot b$ e la forza da contrastare è:

$$R = F = \frac{Q \cdot b}{r}$$



resistenza del mezzo

resistenza affrontata da un corpo nell'attraversare un fluido

La resistenza del mezzo R vale: $R = \rho \cdot C \cdot S \cdot v^2$ e dipende da:

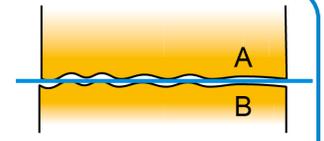
- ρ = densità del fluido;
- v = velocità relativa corpo/fluido;
- S = sezione max trasversale del corpo;
- C = coefficiente alla forma del corpo e alla scabrosità della superficie

lubrificazione

ha l'obiettivo di eliminare o almeno ridurre il più possibile la forza di attrito

si interpone tra le superfici a contatto un sottile strato di fluido avente caratteristiche opportune, detto **lubrificante**

se il lubrificante impregna le due superfici, ma non è in grado di separarle completamente, riduce il coefficiente di attrito da 0,5 a 0,1



se il lubrificante è mantenuto in pressione e separa le due superfici, consente di abbassare il coefficiente di attrito tra metalli fino a 0,005

