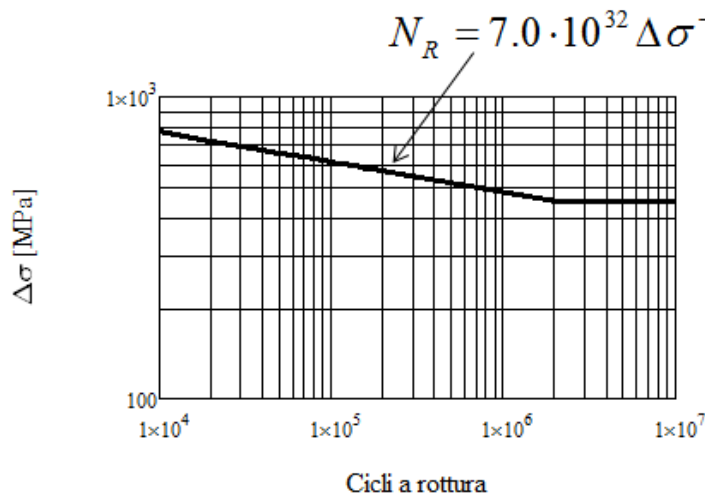
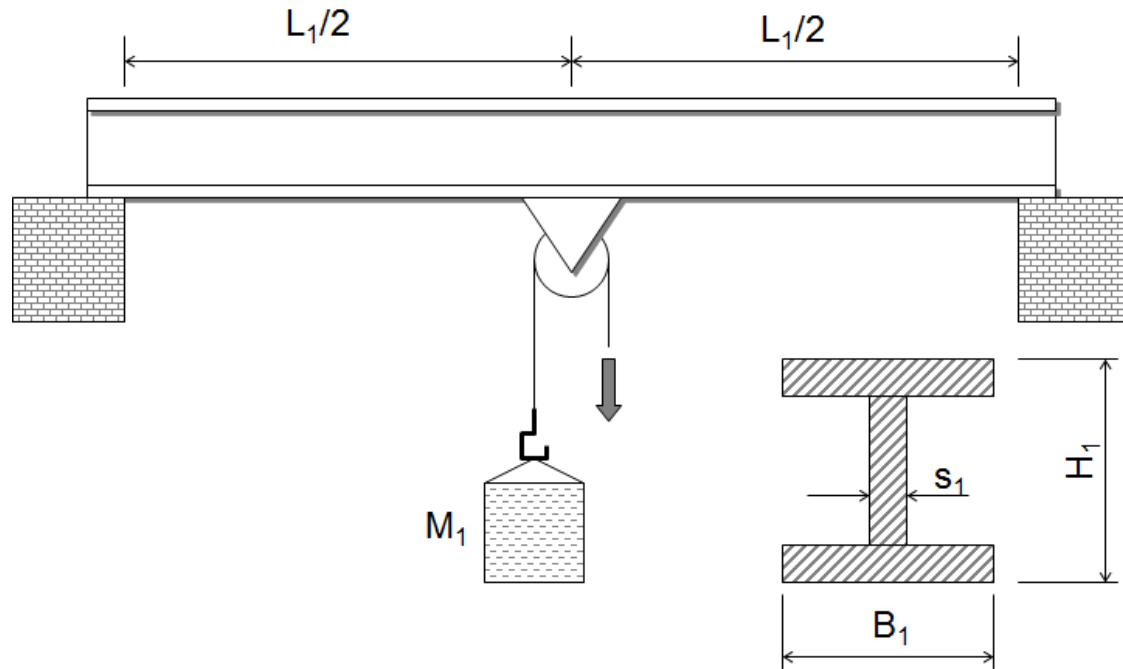


**COSTRUZIONE DI APPARECCHIATURE CHIMICHE  
PROVA IN ITINERE DEL 23/04/2015**

**Esercizio 1**

E' data la trave, appoggiata agli estremi, mostrata in figura, utilizzata come sostegno per il sollevamento della massa  $M$  tramite una carrucola. La massa  $M_1$  viene sollevata " $n_1$ " volte l'ora, per 8 ore di lavoro al giorno per 250 giorni lavorativi l'anno.

Si determini, includendo gli effetti del peso proprio della trave, il numero di anni necessario a raggiungere un danneggiamento a fatica pari a 0.5.



$M_1 := 500 \cdot \text{kg}$

$L_1 := 10 \cdot \text{m}$

$\sigma_{y1} := 450 \cdot \text{MPa}$

$\rho_1 := 7800 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$n_1 := 5$

$H_1 := 100 \cdot \text{mm}$

$B_1 := 80 \cdot \text{mm}$

$s_1 := 10 \cdot \text{mm}$

Peso per unità di lunghezza:

$$A_1 := H_1 \cdot B_1 - (H_1 - 2 \cdot s_1) \cdot (B_1 - s_1) = 2.4 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

$$p_1 := \rho_1 \cdot g \cdot A_1 = 0.184 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

Momento flettente massimo:

$$M_{\text{max}_w} := p_1 \cdot \frac{L_1^2}{8} = 2.295 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m} \quad \text{Dovuto al peso proprio}$$

$$M_{\text{max}_M} := p_1 \cdot \frac{L_1^2}{8} + 2 \cdot M_1 \cdot g \cdot \frac{L_1}{4} = 2.681 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m} \quad \text{Durante il sollevamento}$$

Tensioni

$$J_x := \frac{B_1 \cdot H_1^3}{12} - \frac{(B_1 - s_1) \cdot (H_1 - 2 \cdot s_1)^3}{12} = 3.68 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{\text{max}} := \frac{M_{\text{max}_M}}{J_x} \cdot \frac{H_1}{2} = 364.285 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{min}} := \frac{M_{\text{max}_w}}{J_x} \cdot \frac{H_1}{2} = 31.179 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma := \sigma_{\text{max}} - \sigma_{\text{min}} = 333.106 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m := \frac{\sigma_{\text{max}} + \sigma_{\text{min}}}{2} = 197.732 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_e := \Delta\sigma \cdot \frac{\sigma_{y1}}{\sigma_{y1} - \sigma_m} = 594.201 \text{ MPa}$$

$$N_R := 7 \cdot 10^{32} \cdot \left( \frac{\Delta\sigma_e}{\text{MPa}} \right)^{-10} = 1.276 \times 10^5$$

$$N_{05} := \frac{N_R}{2}$$

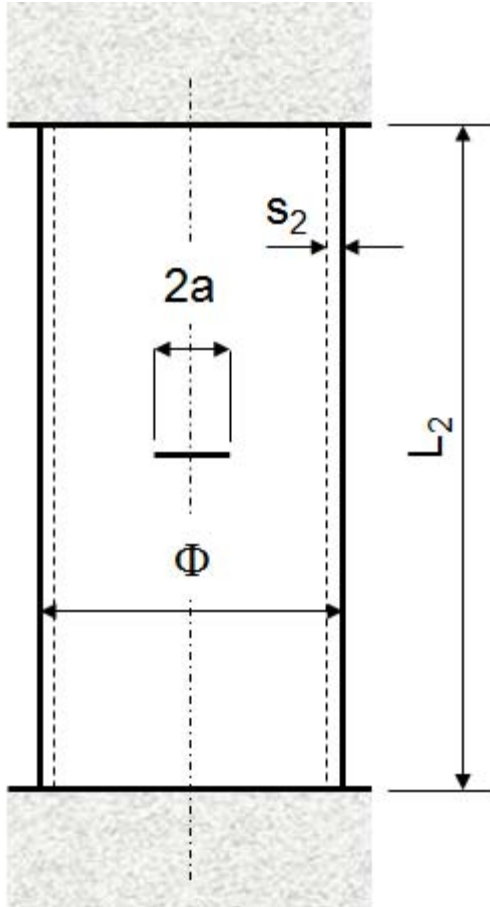
$$n_A := \frac{N_{05}}{n_1} \cdot \frac{1}{8 \cdot 250} = 6.379$$

### Esercizio 2

Un tubo di sezione circolare reca una frattura passante di dimensione  $2a$ . Al tubo viene imposto un allungamento assiale  $\Delta L_2$ .

Verificare l'integrità del tubo in tali condizioni.

Verificare l'applicabilità della MFLE e discutere brevemente le relative implicazioni sulla validità delle verifiche condotte.



$$\sigma_{y2} := 500 \cdot \text{MPa}$$

$$K_{IC} := 75 \cdot \text{MPa} \cdot \sqrt{\text{m}}$$

$$a := 20 \cdot \text{mm}$$

$$\Phi := 1 \cdot \text{m}$$

$$s_2 := 5 \cdot \text{mm}$$

$$E := 210000 \cdot \text{MPa}$$

$$L_2 := 3 \cdot \text{m}$$

$$\Delta L_2 := 4 \cdot \text{mm}$$

$$\beta := 1$$

Tensione nominale agente

$$\sigma_{\text{nom}} := \frac{\Delta L_2}{L_2} \cdot E = 280 \text{ MPa}$$

Verifica alla propagazione instabile della frattura

$$K_I := \beta \cdot \sigma_{\text{nom}} \cdot \sqrt{\pi \cdot a} = 70.186 \text{ MPa} \cdot \sqrt{\text{m}}$$

Verifica al collasso elasto plastico

$$\sigma_{\text{nom}_c} := \sigma_{y2} \cdot \frac{\pi \cdot \left( \Phi - \frac{s_2}{2} \right) - 2 \cdot a}{\pi \cdot \left( \Phi - \frac{s_2}{2} \right)} = 493.618 \text{ MPa}$$

Verifica MFLE

$$r_p := \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left( \frac{K_I}{\sigma_{y2}} \right)^2 = 3.136 \text{ mm}$$

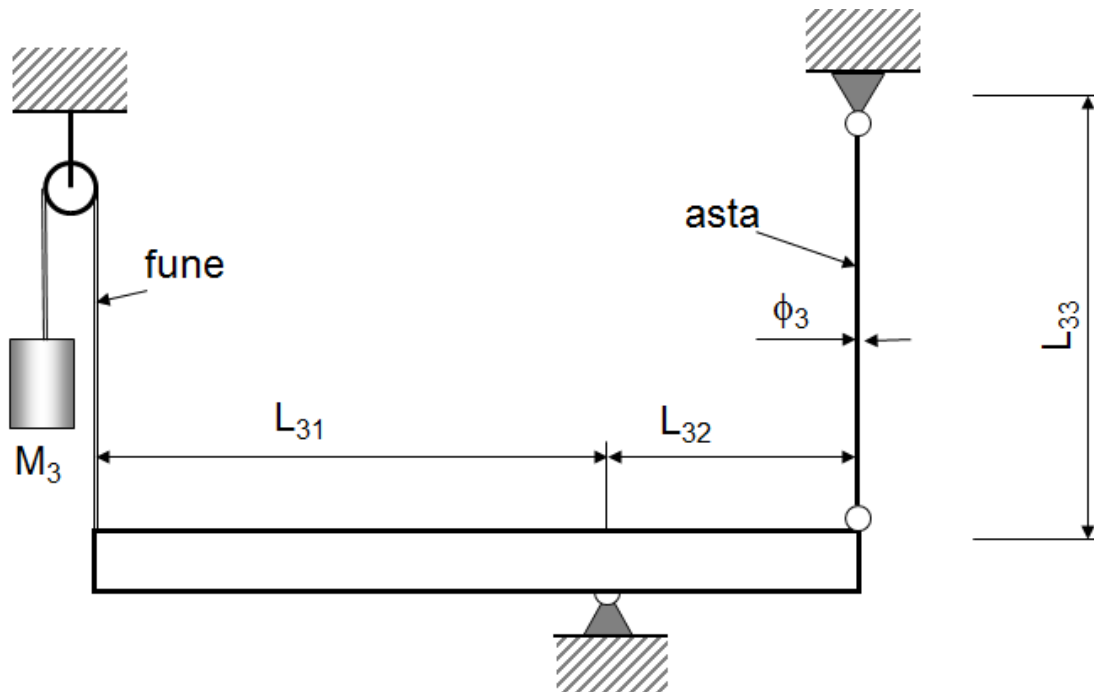
$$\frac{r_p}{a} = 0.157$$

La verifica risulta particolarmente cautelativa, dato che i limiti della MFLE non sono rispettati

### Esercizio 3

Una trave orizzontale infinitamente rigida è soggetta all'estremità sinistra al carico applicato dalla massa  $M_3$  attraverso una fune ed una carrucola. All'altra estremità la trave è collegata ad un'asta incernierata agli estremi di sezione circolare piena.

Se l'asta verticale è soggetta a creep alla temperatura di funzionamento, determinare di quanto si sposta ed in che direzione l'estremità sinistra della trave dopo un tempo  $t_3$ .



$$M_3 := 400 \cdot \text{kg}$$

$$\phi_3 := 20 \cdot \text{mm}$$

$$L_{31} := 1.75 \cdot \text{m}$$

$$L_{32} := 1 \cdot \text{m}$$

$$L_{33} := 1.5 \cdot \text{m}$$

$$B_3 := 8.02 \cdot 10^{-13} \cdot \frac{1}{\text{s}}$$

$$\frac{d}{dt} \epsilon := B \cdot \sigma^n$$

Parametri legge di Norton: (velocità di deformazione in  $\text{s}^{-1}$ , tensione in MPa)

$$n_3 := 2.5$$

$$t_3 := 1000 \cdot \text{hr}$$

Forza normale agente nell'asta

$$N_3 := M_3 \cdot g \cdot \frac{L_{31}}{L_{32}} = 6.865 \times 10^3 \text{ N}$$

Tensione nell'asta

$$A_3 := \frac{\pi \cdot \phi_3^2}{4} = 314.159 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_3 := \frac{N_3}{A_3} = 21.851 \text{ MPa}$$

Velocità di deformazione

$$\epsilon_p := B_3 \cdot \left( \frac{\sigma_3}{\text{MPa}} \right)^{n_3} = 1.79 \times 10^{-9} \frac{1}{\text{s}}$$

Deformazione di creep dopo  $t_3$

$$\Delta \epsilon := \epsilon_p \cdot t_3 = 6.444 \times 10^{-3}$$

Spostamento trave (verso l'alto):

$$S_3 := \Delta \epsilon \cdot L_{33} \cdot \frac{L_{31}}{L_{32}} = 16.915 \text{ mm}$$