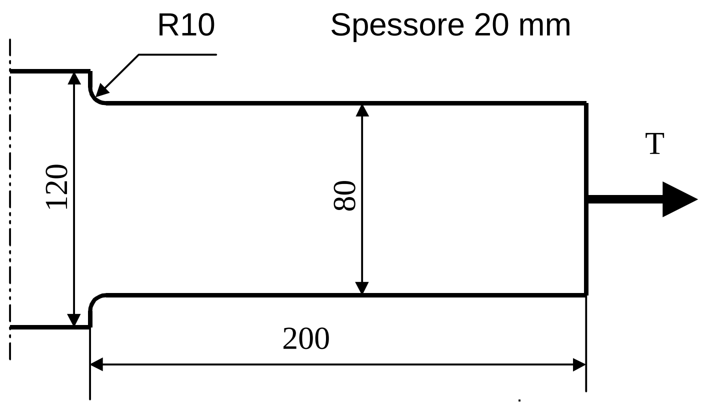
Esercizio 4-1

Una piastra in S355 EN 10027/1 (Fe510 UNI 7070) delle dimensioni indicate in figura viene sollecitata da un carico assiale T = 64 kN.
Con riferimento alla sezione con intaglio, calcolare i coefficienti di sicurezza a rottura duttile e a primo snervamento.



Soluzione

Calcolo la tensione nominale agente nella sezione dellintaglio:

$$\sigma_{nom} = \frac{T}{A} = \frac{64000}{80 \cdot 20} = 40 \text{ MPa}$$

Il coefficiente di sicurezza per la rottura duttile risulta:

$$CS = \frac{R_m}{\sigma_{nom}} = \frac{510}{40} = 12.75$$

Il fattore di concentrazione delle tensioni viene letto nell'apposito diagramma tenendo conto che:

$$\frac{H}{h} = \frac{120}{80} = 1.5 \qquad \frac{r}{h} = \frac{10}{80} = 0.125$$

e vale K_t = 1.95

La tensione massima all'apice dell'intaglio vale quindi:

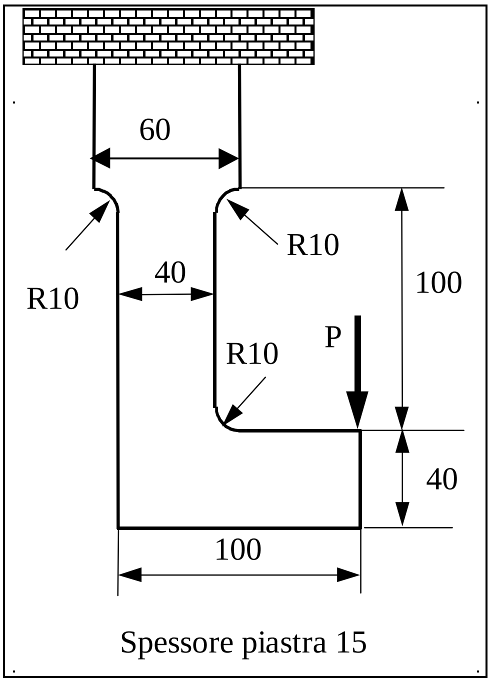
$$\sigma_{max} = K_t \sigma_{nom} = 1.95 \cdot 40 = 78 \text{ MPa}$$

e qindi il coefficiente di sicurezza a primo snervamento vale:

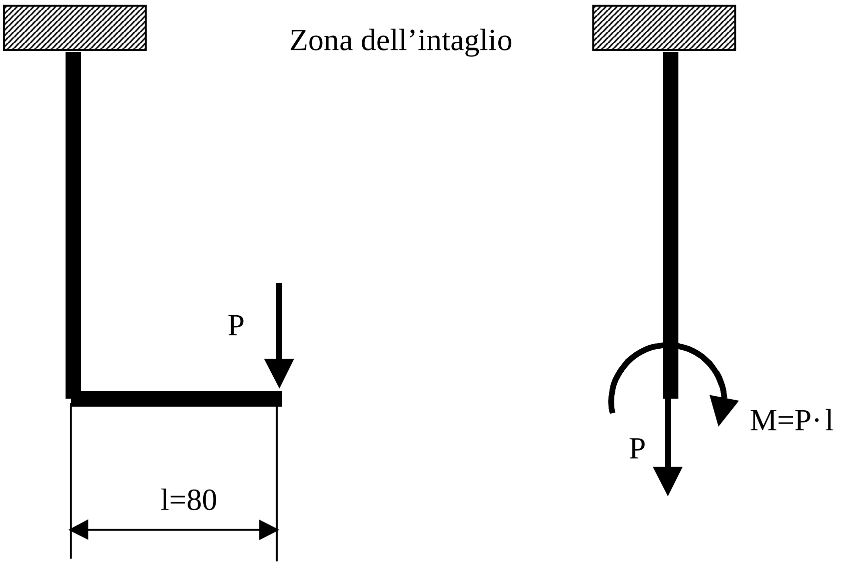
$$CS = \frac{R_{eH}}{\sigma_{max}} = \frac{355}{78} = 4.55$$

Esercizio 4-2

La struttura indicata in figura è costituita da una piastra in acciaio S355 EN 10027/1 (Fe510 UNI 7070) incastrata in un soffitto.Il carico applicato è P = 3000 N.
Con riferimento alla sezione con intaglio, calcolare i coefficienti di sicurezza a rottura duttile e a primo snervamento.



La struttura viene schematizzata nel seguente modo:



Si noti che il momento flettente è costante lungo tutto il tratto verticale
Nella zona dell'intaglio si ha quindi una sollecitazione dovuta al carico P (sforzo normale) e un momento flettente M=P l, con l = 80 mm.

Le relative tensioni valgono:

$$\sigma_n = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{A}} = \frac{3000}{40 \cdot 15} = 5\ \mathrm{MPa}$$

$$\sigma_f = \frac{6 \cdot \mathrm{P} \cdot \mathrm{l}}{\mathrm{b} \cdot \mathrm{h}^2} = \frac{6 \cdot 3000 \cdot 80}{15 \cdot 40^2} = 60\ \mathrm{MPa}$$

e la tensione complessiva:

$$\sigma = \sigma_n + \sigma_f = 5 + 60 = 65\ \mathrm{MPa}$$

Il coefficiente di sicurezza per la rottura duttile risulta:

$$CS = \frac{R_m}{\sigma} = \frac{510}{65} = 7.85$$

Per il calcolo del coefficiente di sicurezza a primo snervamento si devono considerare i due fattori di concentrazione delle tensioni separatamente. Tenendo conto che

$$\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{h}} = \frac{60}{40} = 1.5 \qquad \frac{\mathrm{r}}{\mathrm{h}} = \frac{10}{40} = 0.25$$

risulta $K_{t,n} = 1.6$ e $K_{t,f} = 1.4$

La tensione massima all'apice dell'intaglio vale quindi:

$$\sigma_{\max} = K_{t,n}\sigma_n + K_{t,f}\sigma_f = 1.6 \cdot 5 + 1.4 \cdot 60 = 92\ \mathrm{MPa}$$

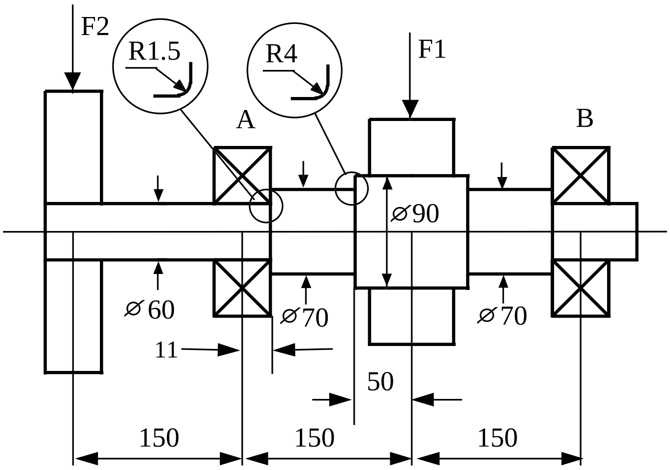
e qindi il coefficiente di sicurezza a primo snervamento vale:

$$CS = \frac{R_{eH}}{\sigma_{\max}} = \frac{355}{92} = 3.86$$

Esercizio 4-3

L'albero schematizzato in figura è costruito in acciaio 39NiCrMo3 e viene caricato dalle forze complanari F1 = 10 kN e F2 = 7500 N; fra le due ruote viene trasmesso un momento torcente di 900 Nm.

1. Calcolare le reazioni vincolari sopportate dai cuscinetti
2. Tracciare i diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione
3. Tracciare i diagrammi delle tensioni di flessione e di torsione massime
4. Verificare staticamente l'albero.



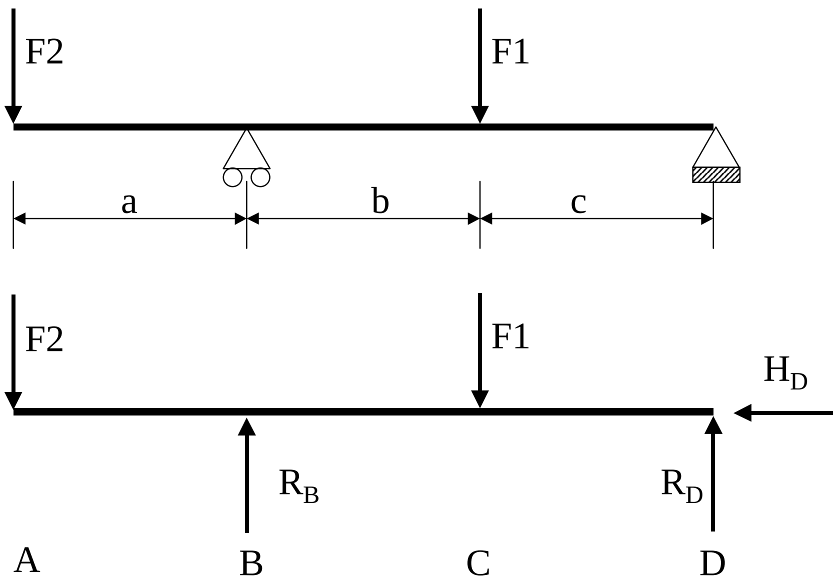
Soluzione

- Caratteristiche del Materiale (UNI 7670/84) diametri da 40 a 100 mm:

R_m= 880 MPa R_{p02} = 685 MPa

- Comportamento flessionale

Schema della struttura e sostituzione dei vincoli con le reazioni vincolari



Calcolo reazioni vincolari:

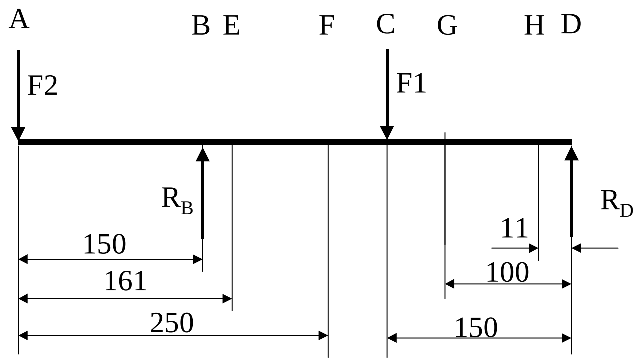
$\rightarrow H_D = 0$

$B \supset \; F2 \cdot a - F1 \cdot b + R_D (b+c) = 0 \qquad \Rightarrow \qquad R_D = \dfrac{F1 \cdot b - F2 \cdot a}{(b+c)} = 1.25 \text{ kN}$

$D \subset -F2 \cdot (a+b+c) + R_B (b+c) - F1 \cdot c = 0 \qquad \Rightarrow \qquad R_B = \dfrac{F1 \cdot c + F2 \cdot (a+b+c)}{(b+c)} = 16.25 \text{ kN}$

NB: risulta verificata la relazione F1+F2= R_D+R_B

Diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione
Conviene effettuare i calcoli del momento flettente anche nei punti in cui vi sono delle variazioni di sezione (intagli)



Versi positivi dei momenti

Punti A e D: M_A=M_B=0

Punto B $M_B = F2 \cdot 150 = 1\,125\,000 \quad \text{Nmm}$

Punto E $M_E = F2 \cdot 161 - R_B \cdot 11 = 1\,028\,750 \quad \text{Nmm}$

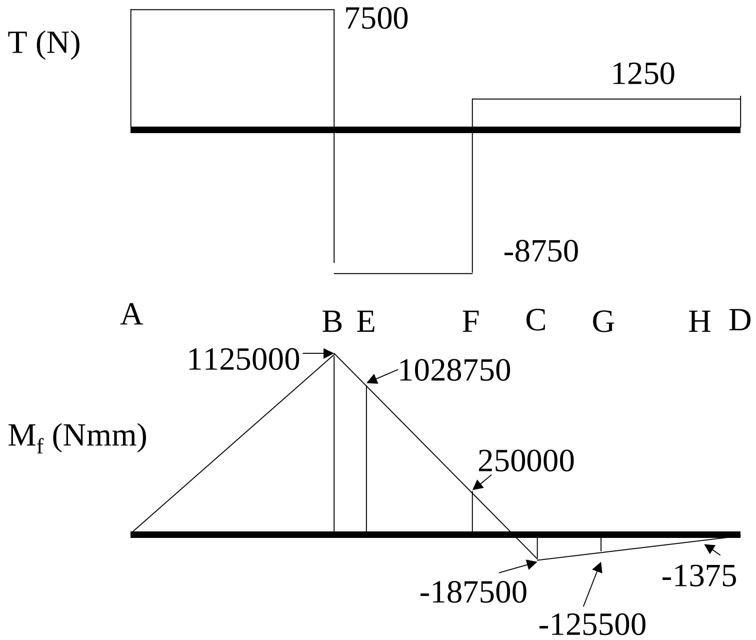
Punto F $M_F = F2 \cdot 250 - R_B \cdot 100 = 250\,000 \quad \text{Nmm}$

Punto C $M_C = -R_D \cdot 150 = -187\,500 \;\; \text{Nmm}$

Punto G $M_G = -R_D \cdot 100 = -125\,000 \;\; \text{Nmm}$

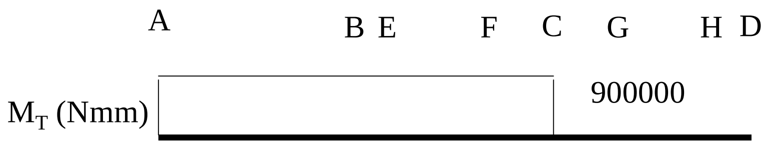
Punto H $M_H = -R_D \cdot 11 = -1375 \;\; \text{Nmm}$

Diagrammi di Taglio e Momento flettente :



- Comportamento Torsionale

Fra le due ruote (punti A e C) agisce un Momento Torcente costante pari a 900 Nm



Calcolo delle tensioni e diagrammi

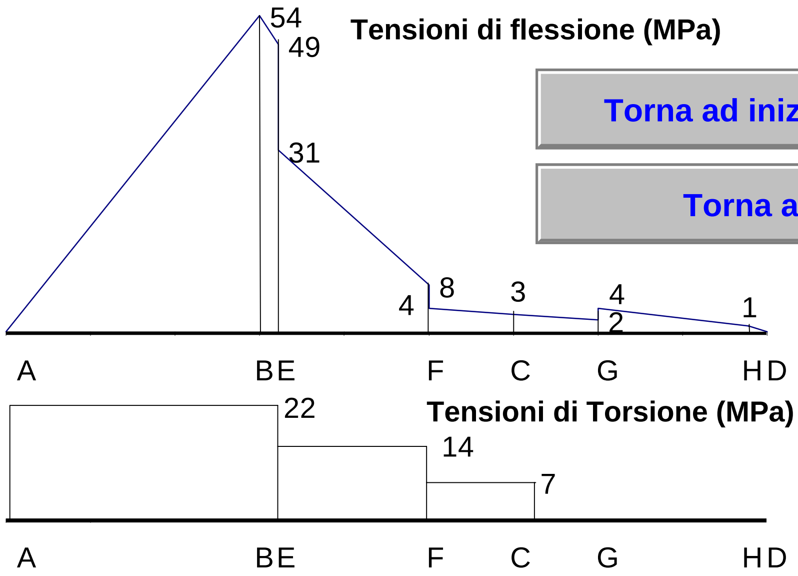
Le tensioni vengono calcolate, punto per punto e considerando le variazioni delle sezioni con le formule:

$$\sigma = \frac{32M_f}{\pi D^3} \qquad \tau = \frac{16M_T}{\pi D^3}$$

Punto	M_f (Nmm)	M_T(Nmm)	D (mm)	σ (MPa)	τ (MPa)
A	0	0	60	0	0
B	1125000	900000	60	54	22
Edx	1028750	900000	60	49	22
Esx	1028750	900000	70	31	14
Fdx	250000	900000	70	8	14
Fsx	250000	900000	90	4	7
C	-187500	0	90	3	0
Gdx	-125000	0	90	2	0
Gsx	-125000	0	70	4	0
Hdx	-1375	0	70	1	0
Hsx	-1375	0	60	1	0
D	0	0	60	0	0

Torna ad inizio documento

Torna al modulo



Verifica per la rottura duttile:
Il punto più sollecitato risulta il PUNTO B dove si ha una tensione normale di 54 MPa e una tensione tangenziale di 22 MPa.

La tensione ideale (ipotesi di Tresca) in tale punto vale: $\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = 69 \ \mathrm{MPa}$
e quindi il coefficiente di sicurezza rispetto alla rottura duttile:

$$CS = \frac{R_m}{\sigma_{id}} = \frac{880}{69} = 12.75$$

Verifica a primo snervamento.
Il punto da verificare è il punto E, dove vi sono sollecitazioni elevate e l'intaglio più gravoso
Essendo:

$$\frac{D}{d} = \frac{70}{60} = 1.17 \qquad \frac{r}{d} = \frac{1.5}{60} = 0.025$$

dagli appositi diagrammi si ottiene :
flessione $K_{t,f} = 2.3$ torsione $K_{t,t} = 1.8$
e quindi il calcolo convenzionale della tensione ideale è:

$$\sigma_{id} = \sqrt{(K_{t,f}\sigma)^2 + 4(K_{t,f}\tau)^2} = 146 \ \mathrm{MPa}$$

da cui il coefficiente di sicurezza per il primo snervamento risulta:

$$CS = \frac{R_{p02}}{\sigma_{id}} = \frac{685}{146} = 4.69$$

Si noti che una volta tracciati i diagrammi di momento è evidente che i punti critici saranno B e E, e quindi si può effettuare il calcolo con riferimento solo a tali punti.