

Progetto armatura longitudinale in una sezione rettangolare

Esercizio:

Definita una sezione rettangolare costituita da calcestruzzo di classe C30/35 ($f_{ck}=30$ MPa) con altezza $h=500$ mm, base $b=200$ mm e altezza utile $d=450$ mm definire l'armatura longitudinale necessaria ad assorbire i parametri della sollecitazione nei seguenti casi:

Caso a) $M_{Ed}=200$ kN m; $N_{Ed}=-200$ kN

Caso b) $M_{Ed}=200$ kN m; $N_{Ed}=0$

Caso c) $M_{Ed}=300$ kN m; $N_{Ed}=-200$ kN

Svolgimento:

Calcolo delle resistenze di calcolo del calcestruzzo e dell'acciaio d'armatura:

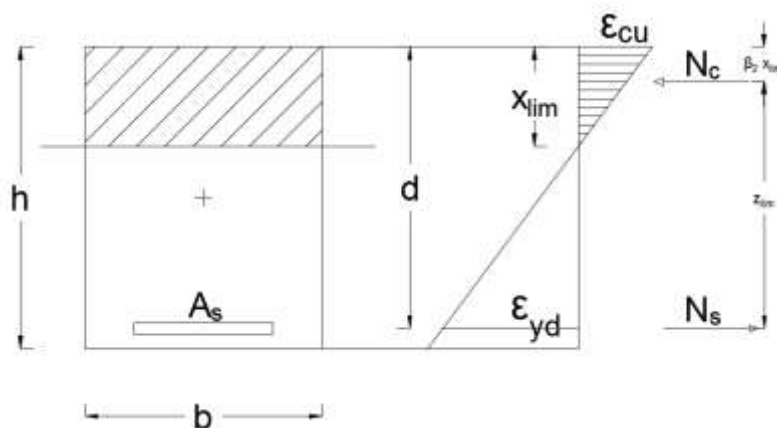
$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0.85 \frac{30}{1.5} = 17 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1.15} = 391 \text{ MPa}$$

Calcolo del momento resistente "limite":

Asse neutro "limite":

$$x_{lim} = \frac{|\varepsilon_{cu}|}{|\varepsilon_{cu}| + |\varepsilon_{yd}|} d = \frac{0,0035}{0,0035 + 0,00196} 450 = 288 \text{ mm}$$



Condizione "limite"

$$M_{Rd,lim} = N_c \cdot z_{lim} = f_{cd} \cdot \beta_1 \cdot x_{lim} \cdot b \cdot z_{lim} = 17 \cdot 0,8095 \cdot 288 \cdot 200 \cdot 330 \rightarrow 261,7 \text{ kN m}$$

Dove:

$$z_{lim} = d - \beta_2 \cdot x_{lim} = 450 - 0,41597 \cdot 288 = 330 \text{ mm}$$

CASO a):

Momento agente calcolato rispetto all'armatura tesa:

$$M_{s,Ed} = M_{Ed} - N_{Ed} \cdot y_s = 200 + 200 \cdot 0,2 = 240 \text{ kN m}$$

$$M_{s,Ed} < M_{Rd,lim} \longrightarrow \text{Necessaria solo armatura tesa (A}_s\text{)}$$

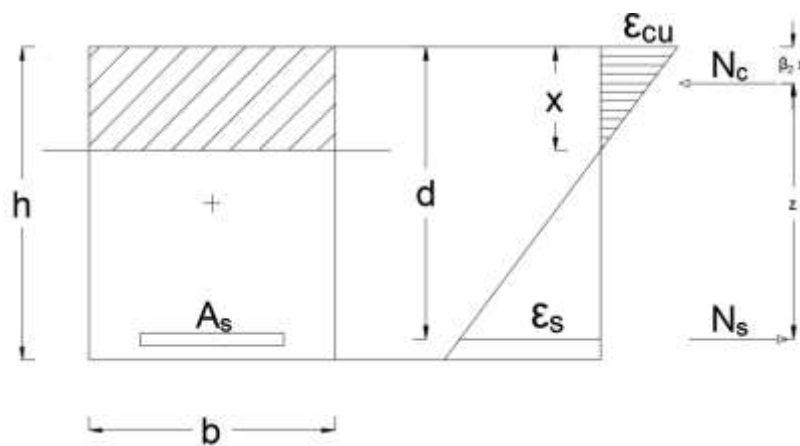
Asse neutro:

$$x = \frac{d}{2\beta_2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2\beta_2}\right)^2 - \frac{M_{s,Ed}}{\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot f_{cd} \cdot b}} = \frac{450}{2 \cdot 0,416} - \sqrt{\left(\frac{450}{2 \cdot 0,416}\right)^2 - \frac{240 \cdot 10^6}{0,8095 \cdot 0,416 \cdot 17 \cdot 200}}$$
$$= 253 \text{ mm}$$

$$z = d - \beta_2 x = 345 \text{ mm}$$

Armatura longitudinale tesa:

$$A_s = \frac{M_{s,Ed}}{z \cdot f_{yd}} + \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = \frac{240 \cdot 10^6}{345 \cdot 391} - \frac{200 \cdot 10^3}{391} = 1268 \text{ mm}^2 \quad (4 \Phi 22)$$



Armatura semplice (caso a e b)

CASO b):

Momento agente calcolato rispetto all'armatura tesa:

$$M_{s,Ed} = M_{Ed} - N_{Ed} \cdot y_s = 200 + 0 \cdot 0,2 = 200 \text{ kN m}$$

$$M_{s,Ed} < M_{Rd,lim} \longrightarrow \text{Necessaria solo armatura tesa (A}_s\text{)}$$

Asse neutro:

$$x = \frac{d}{2\beta_2} - \sqrt{\left(\frac{d}{2\beta_2}\right)^2 - \frac{M_{s,Ed}}{\beta_1 \cdot \beta_2 \cdot f_{cd} \cdot b}} = \frac{450}{2 \cdot 0,416} - \sqrt{\left(\frac{450}{2 \cdot 0,416}\right)^2 - \frac{200 \cdot 10^6}{0,8095 \cdot 0,416 \cdot 17 \cdot 200}}$$

$$= 198 \text{ mm}$$

$$z = d - \beta_2 x = 368 \text{ mm}$$

Armatura longitudinale tesa:

$$A_s = \frac{M_{s,Ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{200 \cdot 10^6}{3368 \cdot 391} = 1390 \text{ mm}^2 \quad (4 \Phi 22)$$

CASO c):

Momento agente calcolato rispetto all'armatura tesa:

$$M_{s,Ed} = M_{Ed} - N_{Ed} \cdot y_s = 300 + 200 \cdot 0,2 = 340 \text{ kN m}$$

$M_{s,Ed} > M_{Rd,lim}$ \longrightarrow Necessaria armatura tesa (A_s) e compressa (A'_s)

4) ΔM :

$$\Delta M_{Ed} = M_{s,Ed} - M_{Rd,lim} = 340 - 261 = 79 \text{ kN m}$$

Armatura longitudinale compressa:

$$A'_s = \frac{\Delta M_{Ed}}{f_{yd}(d-d')} = \frac{79 \cdot 10^6}{391(450-50)} = 505 \text{ mm}^2 \quad (2 \Phi 20)$$

Armatura longitudinale tesa:

$$A_s = \frac{M_{Rd,lim}}{z_{lim} \cdot f_{yd}} + \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} + A'_s = \frac{261 \cdot 10^6}{330 \cdot 391} - \frac{200 \cdot 10^3}{391} + 505 = 2016 \text{ mm}^2 \quad (4 \Phi 26)$$

