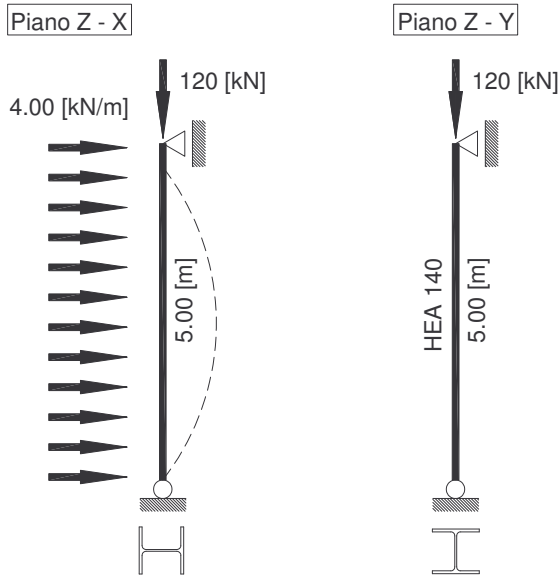


VERIFICA DI UNA COLONNA IN ACCIAIO - EC.3

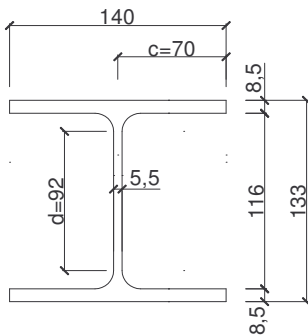
1.1. Schema statico della colonna – HEA 140 (S235) – carichi SLU



1.2. Sollecitazioni di progetto

Forza normale di progetto:	$N_{x,sd} = 120$	(kN)
Momento flettente di progetto:	$M_{y,sd} = 12.50$	(kNm)
Forza di taglio di progetto:	$V_{z,sd} = 10.00$	(kN)

1.3. Classificazione della sezione trasversale



$$\epsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

Classificazione delle ali: $\frac{c}{t_f} = \frac{70}{8.5} = 8.2 < 10 \cdot \epsilon$ **Classe 1**

Classificazione dell'anima: $\frac{d}{t_w} = \frac{92}{5.5} = 16.7 < 72 \cdot \epsilon$ **Classe 1**

1.4. Verifiche di resistenza della colonna

- Resistenza assiale plastica:

$$N_{c,Rd} = A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 31.4 \cdot 10^2 \cdot \frac{235}{1.10 \cdot 10^3} = 670.8 \quad (\text{kN})$$

- Resistenza a flessione plastica:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 173.5 \cdot 10^3 \cdot \frac{235}{1.10 \cdot 10^6} = 37.07 \quad (\text{kNm})$$

- Resistenza a taglio plastica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 10.12 \cdot 10^2 \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1.10 \cdot 10^3} = 124.8 \quad (\text{kN})$$

$$\frac{V_{z,Sd}}{V_{pl,Rd}} = \frac{10}{124.8} = 0.08 < 0.50 \quad \text{il taglio non influenza la resistenza a flessione}$$

- Resistenza combinata tra forza assiale e momento flettente:

$$\frac{N_{x,Sd}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{c,Rd}} = \frac{120}{670.8} + \frac{12.5}{37.07} = 0.52 < 1 \quad (-)$$

1.5. Resistenza all'instabilità piana

$$L_{0y} = \beta_y \cdot L = 1 \cdot 5000 = 5000 \quad (\text{mm})$$

$$L_{0z} = \beta_z \cdot L = 1 \cdot 5000 = 5000 \quad (\text{mm})$$

$$\lambda_y = \frac{L_{0y}}{i_y} = \frac{5000}{57.3} = 87.26$$

$$\lambda_z = \frac{L_{0z}}{i_z} = \frac{5000}{35.2} = 142$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{0y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{\lambda_y^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 31.4 \cdot 10^2}{87.26^2 \cdot 10^3} = 854.70 \quad (\text{kN})$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{0z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{\lambda_z^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 31.4 \cdot 10^2}{142^2 \cdot 10^3} = 322.75 \quad (\text{kN})$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{31.4 \cdot 10^2 \cdot 235}{854700}} = 0.93$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{31.4 \cdot 10^2 \cdot 235}{322750}} = 1.51$$

$$\phi_y = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_y - 0.2) + \bar{\lambda}_y^2 \right] = 0.5 \cdot \left[1 + 0.34 \cdot (0.93 - 0.2) + 0.93^2 \right] = 1.056$$

$$\phi_z = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_z - 0.2) + \bar{\lambda}_z^2 \right] = 0.5 \cdot \left[1 + 0.49 \cdot (1.51 - 0.2) + 1.51^2 \right] = 1.96$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + [\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2]^{0.5}} = \frac{1}{1.056 + [1.056^2 - 0.93^2]^{0.5}} = 0.6419$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + [\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2]^{0.5}} = \frac{1}{1.96 + [1.96^2 - 1.51^2]^{0.5}} = 0.3113$$

Resistenza assiale all'instabilità piana:

$$N_{b,Rd,y} = \chi_y \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0.6419 \cdot 31.4 \cdot 10^2 \cdot \frac{235}{1.10 \cdot 10^3} = 430.6 \quad (\text{kN})$$

$$N_{b,Rd,z} = \chi_z \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 0.3113 \cdot 31.4 \cdot 10^2 \cdot \frac{235}{1.10 \cdot 10^3} = 208.8 \quad (\text{kN})$$

1.6. Resistenza all'instabilità flessotorsionale

Condizioni di vincolo torsionale:

$$k = k_w = 1$$

Lunghezza tra due successivi ritegni torsionali:

$$L = 5000 \quad (\text{mm})$$

Coefficiente C_1 funzione del carico distribuito:

$$C_1 = 1.132$$

$$M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L^2} \cdot \left[\frac{I_w}{I_z} + \frac{L^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} \right]^{0.5}$$

$$M_{cr} = 1.132 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 389.3 \cdot 10^4}{5000^2} \cdot \left[\frac{15.06 \cdot 10^9}{389.3 \cdot 10^4} + \frac{5000^2 \cdot 80700 \cdot 8.13 \cdot 10^4}{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 389.3 \cdot 10^4} \right]^{0.5} = 56800000 \quad (\text{kNmm})$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{173.5 \cdot 10^3 \cdot 235}{56800000}} = 0.85 > 0.4$$

fenomeno di instabilità laterale

$$\phi_{LT} = 0.5 \cdot [1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2] = 0.5 \cdot [1 + 0.21 \cdot (0.85 - 0.2) + 0.85^2] = 0.93$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + [\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]^{0.5}} = \frac{1}{0.93 + [0.93^2 - 0.85^2]^{0.5}} = 0.7659$$

$$M_{b,Rd,y} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 0.7659 \cdot 173.5 \cdot 10^3 \cdot \frac{235}{1.10 \cdot 10^6} = 28.40 \quad (\text{kNm})$$

1.7. Resistenza a presso flessione nel piano Z – X (trascurando la flessotorsione)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,y}} + \frac{k_y \cdot M_{y,Sd}}{M_{c,Rd}}$$

Coefficiente di momento equivalente:

$$\beta_{My} = 1.30$$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left[\frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \right] \leq 0.90$$

$$\mu_y = 0.93 \cdot (2 \cdot 1.3 - 4) + \left[\frac{173.5 - 155.4}{155.4} \right] = -1.186$$

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Sd}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} = 1 - \frac{-1.186 \cdot 120}{0.6419 \cdot 31.4 \cdot 23.5} = 1.30 < 1.50$$

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,y}} + \frac{k_y \cdot M_{y,Sd}}{M_{c,Rd}} = \frac{120}{430.6} + \frac{1.30 \cdot 12.5}{37.07} = 0.72 < 1$$

1.8. Resistenza a presso flessione e svergolamento

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,z}} + \frac{k_{LT} \cdot M_{y,Sd}}{M_{b,Rd,y}}$$

Coefficiente di momento equivalente:

$$\beta_{MLT} = 1.30$$

$$\mu_{LT} = 0.15 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \beta_{MLT} - 0.15 \leq 0.90$$

$$\mu_{LT} = 0.15 \cdot 1.51 \cdot 1.30 - 0.15 = 0.144 < 0.90$$

$$k_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} \cdot N_{Sd}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} = 1 - \frac{0.144 \cdot 120}{0.3113 \cdot 31.4 \cdot 23.5} = 0.925 < 1.00$$

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,z}} + \frac{k_{LT} \cdot M_{y,Sd}}{M_{b,Rd,y}} = \frac{120}{208.8} + \frac{0.925 \cdot 12.5}{28.4} = 0.98 < 1$$