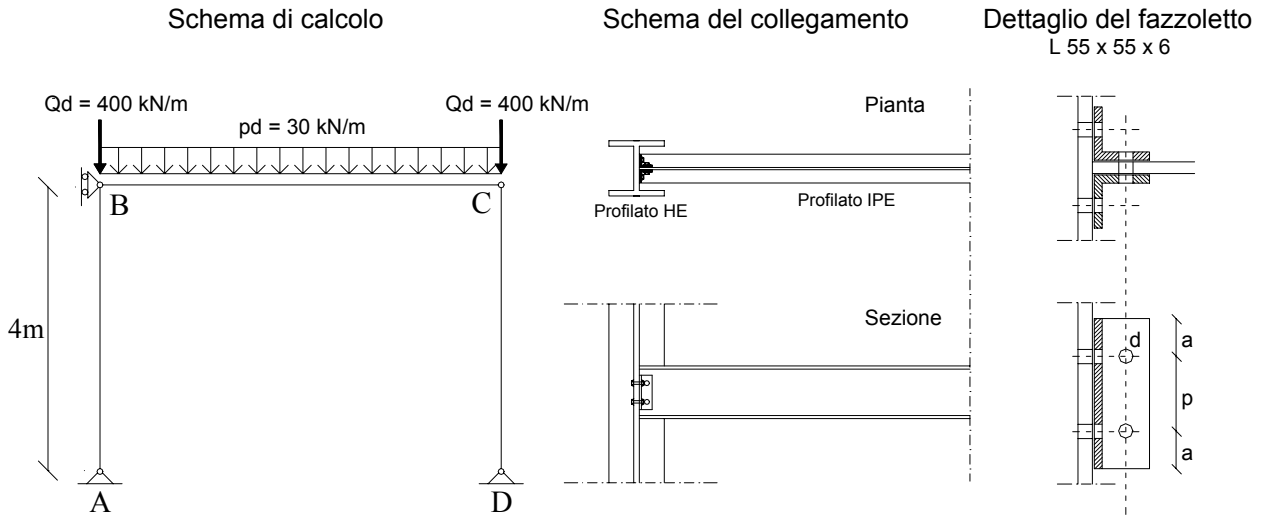


Esercizio n°1 - Acciaio

Si consideri il portale di acciaio in figura sottoposto alle seguenti azioni di calcolo: un carico uniformemente ripartito sulla trave $p_d = 30 \text{ kN/m}$ e due forze concentrate $Q_d = 400 \text{ kN}$ agenti in testa alle colonne. I collegamenti di estremità delle singole aste possono essere assimilati a cerniere ed il carrello in B impedisce la traslazione orizzontale della trave.

- 1) Trascurandone il peso proprio, si dimensionino gli elementi orizzontale e verticali del portale utilizzando rispettivamente un profilato IPE per la trave ed un profilato HEA per le colonne (acciaio classe Fe 430 - $f_d = 275 \text{ N/mm}^2$)
- 2) Il collegamento trave colonna è realizzato mediante una coppia di squadrette costituite da angolari a L a lati uguali $55 \times 55 \times 6$ (Fe 430), ognuno collegato con due bulloni (classe 5.6 - $f_{d,v} = 212 \text{ N/mm}^2$) sulla trave e due sulla colonna (vedi dettaglio). Si determini il diametro dei bulloni necessario ed il relativo passo, considerando gli effetti del momento parassita.



1) Progetto della trave

Il momento flettente in mezzera vale :

$$M_{\max} = \frac{p_d \times l^2}{8} = \frac{30 \times 5^2}{8} = 93.75 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Il modulo di resistenza della sezione necessario è :

$$W = \frac{M_{\max}}{f_d} = \frac{93.75 \times 10^6}{275} = 340910 \text{ mm}^3 = 340.9 \text{ cm}^3$$

Si adotta un profilo IPE 270 $\Rightarrow W_x = 429 \text{ cm}^3$

Progetto del pilastro

Lo sforzo normale alla base del pilastro vale :

$$N_d = Q_d + \frac{p_d \times l}{2} = 400 + \frac{30 \times 5}{2} = 475 \text{ kN}$$

Ipotizzando in prima battuta $\omega = 1.5$ l'area strettamente necessaria del profilato risulta :

$$A^{\text{str.nec.}} = \frac{\omega N_d}{f_d} = \frac{1.5 \times 475 \times 10^3}{275} = 2591 \text{ mm}^2 = 25.91 \text{ cm}^2$$

Si adotta un profilo HEA 140 $\Rightarrow A = 31.4 \text{ cm}^2 \quad \rho_x = 5.73 \text{ cm} \quad \rho_y = 3.52 \text{ cm}$

Valutazione della snellezza dell'asta per ottenere il valore del coefficiente ω

$$\lambda = \frac{h}{\rho_{\min}} = \frac{400}{3.52} = 113.63 \Rightarrow \omega = 2.60$$

Verifica di stabilità

$$\sigma = \frac{\omega N_d}{A} = \frac{2.60 \times 475 \times 10^3}{31.4 \times 10^2} = 393 \text{ N/mm}^2 > f_d \Rightarrow \text{Non verificato}$$

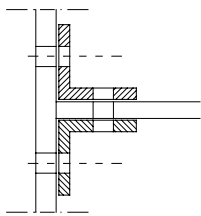
Si adotta allora un profilo HEA 160 $\Rightarrow A = 38.8 \text{ cm}^2 \quad \rho_x = 6.57 \text{ cm} \quad \rho_y = 3.98 \text{ cm}$

Valutazione della snellezza dell'asta per ottenere il valore del coefficiente ω

$$\lambda = \frac{h}{\rho_{\min}} = \frac{400}{3.98} = 101 \Rightarrow \omega = 2.22$$

Verifica di stabilità

$$\sigma = \frac{\omega N_d}{A} = \frac{2.22 \times 475 \times 10^3}{38.8 \times 10^2} = 271 \text{ N/mm}^2 < f_d \Rightarrow \text{Verificato}$$



2) Sollecitazione di taglio agli estremi della trave

$$T = \frac{p_d \times l}{2} = \frac{30 \times 5}{2} = 75 \text{ kN}$$

Bulloni classe 5.6 $\Rightarrow f_{d,v} = 212 \text{ N/mm}^2$

Acciaio FE430 $\Rightarrow f_d = 275 \text{ N/mm}^2$

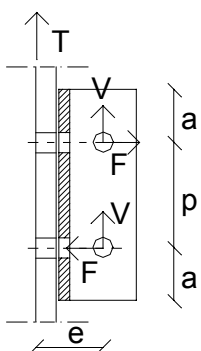
Progetto del collegamento bullonato fra le squadrette e l'anima della trave

Si ipotizza

$p = 60 \text{ mm}$

$a = 40 \text{ mm}$

$e = 35 \text{ mm}$



- Sono 2 bulloni impegnati, ciascuno, in due sezioni di taglio

Calcolo delle componenti di forza F e V agenti su ciascun bullone :

$$F = \frac{T \times e}{n_s \times p} = \frac{75 \times 35}{2 \times 60} = 21.87 \text{ kN}$$

$$V = \frac{T}{n_s \times n_b} = \frac{75}{2 \times 2} = 18.75 \text{ kN}$$

La risultante agente su ciascun bullone vale :

$$R = \sqrt{V^2 + F^2} = \sqrt{18.75^2 + 21.87^2} = 28.81 \text{ kN}$$

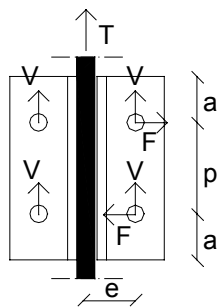
Dimensionamento dei bulloni

$$A_b = \frac{R}{f_{d,v}} = \frac{28.81 \times 10^3}{212} = 135 \text{ mm}^2$$

Si adottano bulloni di diametro $d = 16 \text{ mm} \Rightarrow A_b = 157 \text{ mm}^2$

$48 \text{ mm} = 3d \leq p \leq 10d = 160 \text{ mm} \Rightarrow$ Verificato

$3d = 48 \text{ mm} \Rightarrow$ Verificato



Progetto del collegamento bullonato fra le squadrette ed il pilastro

Si ipotizza

$p = 60 \text{ mm}$

$a = 40 \text{ mm}$

$e = (35 + 3.3) = 38.3 \text{ mm}$

- Sono 4 bulloni impegnati, ciascuno, in 1 sezione di taglio

Calcolo delle componenti di forza F e V agenti su ciascun bullone :

$$F = \frac{T \times e}{2 \times n_s \times p} = \frac{75 \times 38.3}{2 \times 1 \times 60} = 23.94 \text{ kN}$$

$$V = \frac{T}{n_s \times n_s} = \frac{75}{1 \times 4} = 18.75 \text{ kN}$$

La risultante agente su ciascun bullone vale :

$$R = \sqrt{V^2 + F^2} = \sqrt{18.75^2 + 23.94^2} = 30.41 \text{ kN}$$

Dimensionamento dei bulloni

$$A_b = \frac{R}{f_{d,v}} = \frac{30.41 \times 10^3}{212} = 143 \text{ mm}^2$$

Si adottano bulloni di diametro $d = 16 \text{ mm} \Rightarrow A_b = 157 \text{ mm}^2$

$48 \text{ mm} = 3d \leq p \leq 10d = 160 \text{ mm} \Rightarrow$ Verificato

$24 \text{ mm} = 1.5d \leq a \leq 3d = 48 \text{ mm} \Rightarrow$ Verificato

Verifica a rifollamento della squadretta

$$R = \max(28.81 - 30.41) \text{ kN}$$

$$\sigma_{rif} = \frac{R}{d \times s} = \frac{30.41 \times 10^3}{16 \times 6} = 316.7 \text{ N/mm}^2 < \alpha f_d$$

$$\alpha = \frac{a}{d} = \frac{40}{16} = 2.5$$

$$\alpha f_d = 2.5 \times 275 = 687.5 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{\text{rif}} \quad \Rightarrow \quad \text{Verificato}$$

Verifica a rifollamento dell'anima della trave

$$\sigma_{\text{rif}} = \frac{2R}{d \times s} = \frac{2 \times 28.81 \times 10^3}{16 \times 6.6} = 545 \text{ N/mm}^2 < \alpha f_d$$

$$\alpha = \frac{a}{d} = \frac{40}{16} = 2.5$$

$$\alpha f_d = 2.5 \times 275 = 687.5 \text{ N/mm}^2 > \sigma_{\text{rif}} \quad \Rightarrow \quad \text{Verificato}$$