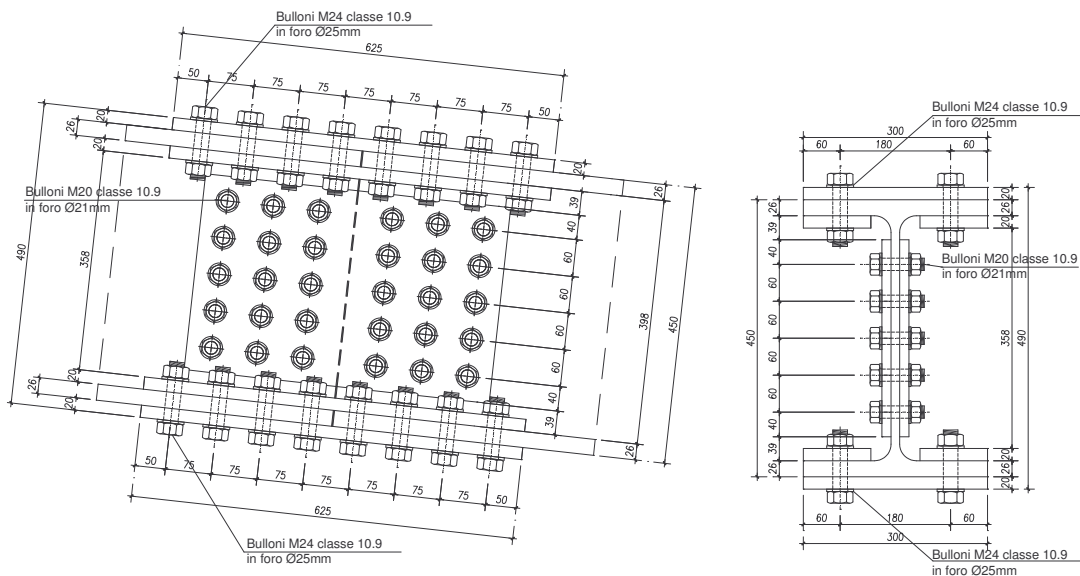


Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 ; 2005		
Scheda	1	Pagina	1 di 9

1. Resistenza del giunto con coprigiunti a completo ripristino flessionale



1.1. Caratteristiche meccaniche dei profili da giuntare:

PROFILI HE450B (acciaio Fe430):

Altezza della sezione:	$h = 450$	(mm)
Base della sezione:	$b = 300$	(mm)
Spessore delle ali:	$t_f = 26$	(mm)
Spessore dell'anima:	$t_w = 14$	(mm)
Raggio di raccordo:	$r = 27$	(mm)
Resistenza a snervamento:	$f_y = 275$	(N/mm ²)
Resistenza a rottura:	$f_u = 430$	(N/mm ²)

BULLONI D'ALA (classe 10.9):

Diametro dei bulloni:	$d = 24$	(mm)
Diametro del foro (calibrato):	$d_0 = 25$	(mm)
Resistenza a rottura:	$f_{ub} = 1000$	(N/mm ²)

BULLONI D'ANIMA (classe 10.9):

Diametro dei bulloni:	$d = 20$	(mm)
Diametro del foro (calibrato):	$d_0 = 21$	(mm)
Resistenza a rottura:	$f_{ub} = 1000$	(N/mm ²)

COPRIGIUNTI D'ALA (acciaio Fe430):

Larghezza del coprigiunto superiore:	$l_1 = 300$	(mm)
Larghezza coprigiunti inferiori:	$l_2 = 110 + 110$	(mm)
Spessore dei coprigiunti:	$t_c = 20$	(mm)
Resistenza a snervamento:	$f_y = 275$	(N/mm ²)
Resistenza a rottura:	$f_u = 430$	(N/mm ²)

COPRIGIUNTI D'ANIMA (acciaio Fe430):

Altezza del coprigiunto:	$h_c = 320$	(mm)
Spessore dei coprigiunti:	$t_c = 15$	(mm)
Resistenza a snervamento:	$f_y = 275$	(N/mm ²)
Resistenza a rottura:	$f_u = 430$	(N/mm ²)

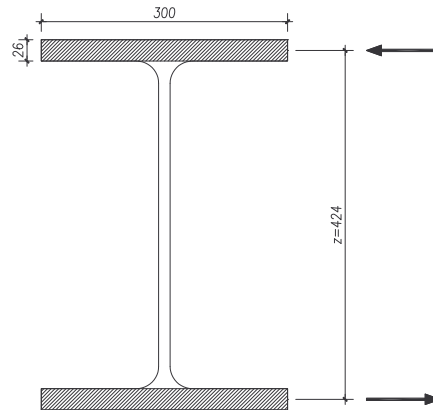
Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 : 2005		
Scheda	1	Pagina	2 di 9

1.2. Determinazione della resistenza della giunzione d'ala:

1.2.1. Momento plastico trasferibile dal profilo:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 3982 \cdot 10^3 \cdot \frac{275}{1.10 \cdot 10^6} = 995.5 \quad (\text{kNm})$$

1.2.2. Momento plastico trasferibile dalle ali:



$$M_{f,pl,Rd} = \frac{b \cdot t_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \cdot (h - t_f) = \frac{300 \cdot 26 \cdot 275}{1.10 \cdot 10^6} \cdot (450 - 26) = 826.8 \quad (\text{kNm})$$

1.2.3. Forza massima di scorrimento agente sulle ali:

$$F_{f,Rd} = \frac{M_{f,pl,Rd}}{h - t_f} = \frac{826.8}{0.45 - 0.026} = 1950 \quad (\text{kN})$$

1.2.4. Resistenza dei bulloni M24 per ciascun piano di taglio:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.5 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.5 \cdot 353 \cdot 1000}{1.25 \cdot 10^3} = 141.2 \quad (\text{kN})$$

A_s = area della parte filettata del gambo del bullone

1.2.5. Resistenza del giunto offerta dai bulloni:

Si adottano 8M24, ciascuno possiede due piani di taglio conferiti dalla presenza del doppio coprigiunto d'ala:

$$M_{1j,Rd} = n \cdot n_b \cdot F_{v,Rd} \cdot (h - t_f) = 2 \cdot 8 \cdot 141.2 \cdot (0.45 - 0.026) = 957.9 > M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

n = numero piani di taglio per ciascun bullone

n_b = numero bulloni presenti su metà coprigiunto d'ala

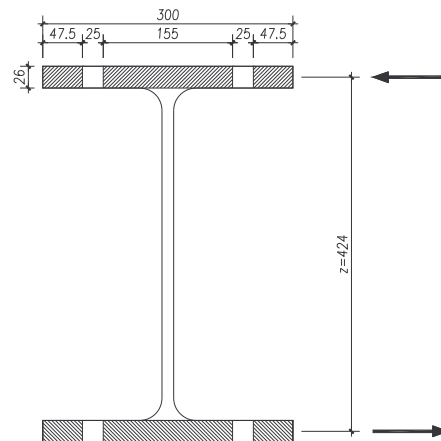
1.2.6. Resistenza del giunto offerta dalla sezione netta del profilo HE450B:

Resistenza a trazione della sezione netta delle ali:

$$F_{f,net,Rd} = \frac{0.9 \cdot [b \cdot t_f - n_{b,fil} \cdot d_0 \cdot t_f] \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot [300 \cdot 26 - 2 \cdot 25 \cdot 26] \cdot 430}{1.25 \cdot 10^3} = 2012.4 \quad (\text{kN})$$

$$M_{2j,Rd} = F_{f,net,Rd} \cdot (h - t_f) = 2012.4 \cdot (0.45 - 0.026) = 853.26 > M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

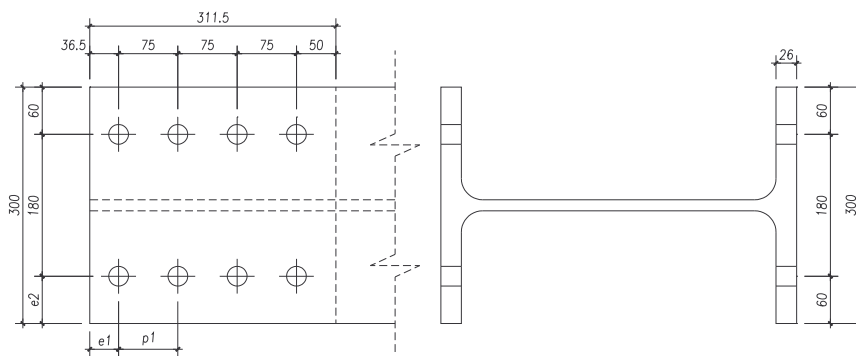
Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 : 2005		
Scheda	1	Pagina	3 di 9



1.2.7. Resistenza del giunto offerta dal rifollamento delle ali:

Resistenza a rifollamento valutata per ciascun bullone:

Foratura delle ali dell'HE450B
8 Fori Ø25 per 8M24 Classe 10.9



$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \cdot 2.5 \cdot t_f \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.49 \cdot 2.5 \cdot 26 \cdot 24 \cdot 430}{1.25 \cdot 10^3} = 261.16 \quad (\text{kN})$$

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; 1.00 \right\} = \min \left\{ \frac{36.5}{3 \cdot 25}; \frac{75}{3 \cdot 25} - 0.25; 1.00 \right\} = 0.49 \quad (-)$$

$$e_1 = 36.5 > 1.2 \cdot d_0 = 1.2 \cdot 25 = 30 \quad (\text{mm})$$

$$M_{3j,Rd} = n_b \cdot F_{b,Rd} \cdot (h - t_f) = 8 \cdot 261.16 \cdot (0.45 - 0.026) = 885.9 > M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

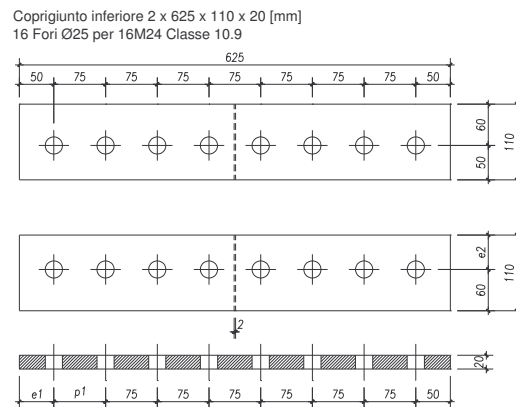
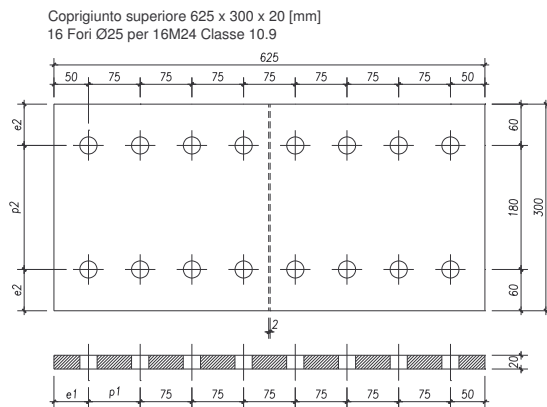
1.2.8. Resistenza del giunto offerta dal rifollamento dei coprigiunti:

Si adotta un sistema a doppio coprigiunto con spessore t_c pari a 20 (mm) cadauno:

$$F_{b,Rd} = \frac{\alpha \cdot 2.5 \cdot t_c \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.67 \cdot 2.5 \cdot (2 \cdot 20) \cdot 24 \cdot 430}{1.25 \cdot 10^3} = 553.15 \quad (\text{kN})$$

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; 1.00 \right\} = \min \left\{ \frac{50}{3 \cdot 25}; \frac{75}{3 \cdot 25} - 0.25; 1.00 \right\} = 0.67 \quad (-)$$

Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 : 2005		
Scheda	1	Pagina	4 di 9



$$M_{4j,Rd} = n_b \cdot F_{b,Rd} \cdot (h - t_f) = 8 \cdot 553 \cdot 15 \cdot (0.45 - 0.026) = 1876.3 > M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

1.2.9. Resistenza del giunto offerta dalla sezione lorda dei coprigiunti:

$$F_{c,Rd} = (l_1 + l_2) \cdot t_c \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = (300 + 110 + 110) \cdot 20 \cdot \frac{275}{1.10 \cdot 10^3} = 2600 \quad (\text{kN})$$

$$M_{5j,Rd} = F_{c,Rd} \cdot (h - t_f) = 2600 \cdot (0.45 - 0.026) = 1102.4 > M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

1.2.10. Resistenza del giunto offerta dalla sezione netta dei coprigiunti:

$$F_{c,net,Rd} = 0.9 \cdot [(l_1 + l_2) \cdot t_c - n_{b,filia} \cdot n_c \cdot d_0 \cdot t_c] \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \quad (\text{kN})$$

$$F_{c,net,Rd} = 0.9 \cdot [(300 + 110 + 110) \cdot 20 - 2 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 20] \cdot \frac{430}{1.25} = 2600 \quad (\text{kN})$$

$$M_{6j,Rd} = F_{c,net,Rd} \cdot (h - t_f) = 2600 \cdot (0.45 - 0.026) = 1102.4 > M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

Dove:

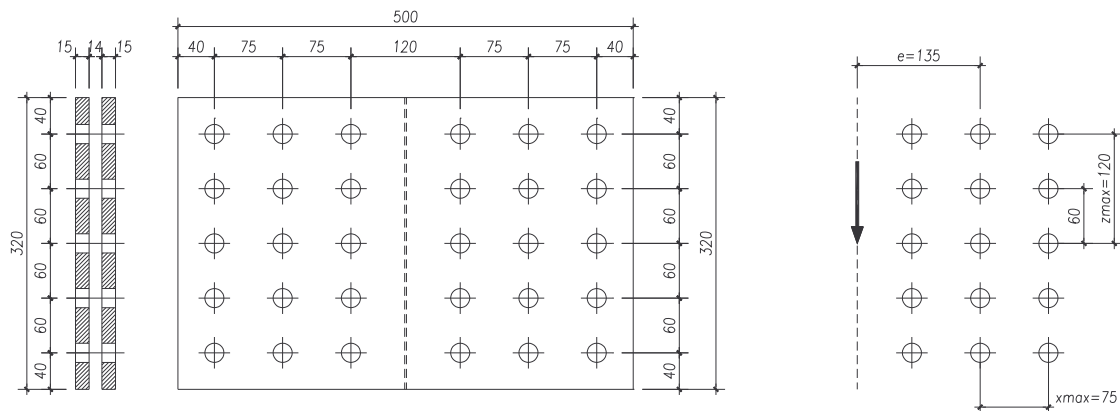
n_c = numero dei coprigiunti
 $n_{b,filia}$ = numero di bulloni presenti in un allineamento trasversale

1.2.11. Gerarchia delle resistenze:

Di seguito si riporta (in ordine decrescente) la successione dei possibili meccanismi di collasso del giunto in funzione della resistenza di ogni singolo elemento:

- Resistenza plastica delle ali:	$M_{f,pl,Rd} = 826.8$	(kNm)
- Resistenza della sezione netta dell'HE450B:	$M_{2j,Rd} = 853.26$	(kNm)
- Resistenza a rifollamento delle ali:	$M_{3j,Rd} = 885.9$	(kNm)
- Resistenza dei bulloni:	$M_{1j,Rd} = 975.9$	(kNm)
- Resistenza della sezione lorda dei coprigiunti:	$M_{5j,Rd} = 1102.4$	(kNm)
- Resistenza della sezione netta dei coprigiunti:	$M_{6j,Rd} = 1102.4$	(kNm)
- Resistenza a rifollamento dei coprigiunti:	$M_{4j,Rd} = 1876.3$	(kNm)

1.3. Determinazione della resistenza della giunzione d'anima:



1.3.1. Momento plastico trasferibile dall'anima:

$$M_{w,pl,Rd} = M_{pl,Rd} - M_{f,pl,Rd} = 995.5 - 826.8 = 168.7 \quad (\text{kNm})$$

1.3.2. Forza di taglio sollecitante derivante dall'analisi statica:

$$V_{Ed} = 323 \quad (\text{kN})$$

1.3.3. Resistenza dei bulloni M20 per ciascun piano di taglio:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.5 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.5 \cdot 245 \cdot 1000}{1.25 \cdot 10^3} = 98 \quad (\text{kN})$$

1.3.4. Sollecitazioni agenti sui bulloni d'anima:

Azione tagliante sui bulloni: $V_{Ed} = 323 \quad (\text{kN})$

Azione torcente sui bulloni: $T_{Ed} = M_{w,pl,Rd} + V_{Ed} \cdot e = 168.7 + 323 \cdot 0.135 = 212 \quad (\text{kNm})$

L'eccentricità è valutata tra il baricentro della bullonatura e l'asse mediano del coprigiunto d'anima.

$$V_z^{[V_{Ed}]} = \frac{V_{Ed}}{n \cdot n_b} = \frac{323}{2 \cdot 15} = 10.77 \quad (\text{kN})$$

$$V_z^{[T_{Ed}]} = \frac{T_{Ed} \cdot x_{max}}{n \cdot \sum (x_i^2 + z_i^2)} = \frac{212 \cdot 0.075}{2 \cdot (10 \cdot 0.075^2 + 6 \cdot 0.06^2 + 6 \cdot 0.12^2)} = 48.40 \quad (\text{kN})$$

$$V_x^{[T_{Ed}]} = \frac{T_{Ed} \cdot z_{max}}{n \cdot \sum (x_i^2 + z_i^2)} = \frac{212 \cdot 0.12}{2 \cdot (10 \cdot 0.075^2 + 6 \cdot 0.06^2 + 6 \cdot 0.12^2)} = 77.45 \quad (\text{kN})$$

$$F_{v,Ed} = \sqrt{(V_z^{[V_{Ed}]} + V_z^{[T_{Ed}]})^2 + (V_x^{[T_{Ed}]})^2} = \sqrt{(10.77 + 48.40)^2 + (77.45)^2} = 97.46 \quad (\text{kN})$$

Tasso di lavoro dei bulloni: $\delta = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{97.46}{98.00} = 0.99 < 1.00 \quad (-)$

Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 : 2005		
Scheda	1	Pagina	6 di 9

1.3.5. Verifica di rifollamento dei coprigiunti d'anima:

Resistenza a rifollamento valutata per ciascun bullone:

$$\text{Azione di rifollamento in direzione z: } F_{bz,Ed} = n \cdot (V_z^{[V_{Ed}]} + V_z^{[f_{Ed}]}) = 2 \cdot (10,77 + 48,4) = 118,34 \quad (\text{kN})$$

$$\text{Azione di rifollamento in direzione x: } F_{bx,Ed} = n \cdot (V_x^{[f_{Ed}]}) = 2 \cdot 77,45 = 154,9 \quad (\text{kN})$$

$$\alpha_z = \min \left\{ \frac{e_2}{3 \cdot d_0}; \frac{p_2}{3 \cdot d_0} - 0,25; 1,00 \right\} = \min \left\{ \frac{40}{3 \cdot 21}; \frac{60}{3 \cdot 21} - 0,25; 1,00 \right\} = 0,635 \quad (-)$$

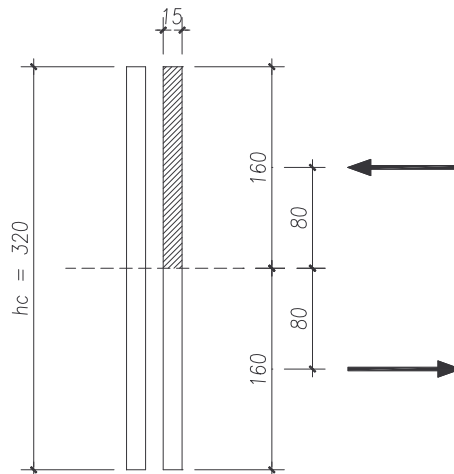
$$\alpha_x = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0,25; 1,00 \right\} = \min \left\{ \frac{40}{3 \cdot 21}; \frac{75}{3 \cdot 21} - 0,25; 1 \right\} = 0,635 \quad (-)$$

$$F_{bz,Rd} = \frac{\alpha_z \cdot 2,5 \cdot t_c \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,635 \cdot 2,5 \cdot (2 \cdot 15) \cdot 20 \cdot 430}{1,25 \cdot 10^3} = 327,62 > F_{bz,Ed} \quad (\text{kN})$$

$$F_{bx,Rd} = \frac{\alpha_x \cdot 2,5 \cdot t_w \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,635 \cdot 2,5 \cdot (2 \cdot 15) \cdot 20 \cdot 430}{1,25 \cdot 10^3} = 327,62 > F_{bx,Ed} \quad (\text{kN})$$

1.3.6. Verifica della sezione lorda dei coprigiunti d'anima:

Resistenza a flessione della sezione lorda dei coprigiunti d'anima:



$$M_{c,Rd} = W_{c,pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 768000 \cdot \frac{275}{1,10 \cdot 10^6} = 192 > M_{w,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

Dove:

$$W_{c,pl} = n_c \cdot \left\{ 2 \cdot \left[\frac{h_c}{2} \cdot t_c \cdot \frac{h_c}{4} \right] \right\} = 2 \cdot \left\{ 2 \cdot \left[\frac{320}{2} \cdot 15 \cdot \frac{320}{4} \right] \right\} = 768000 \quad (\text{mm}^3)$$

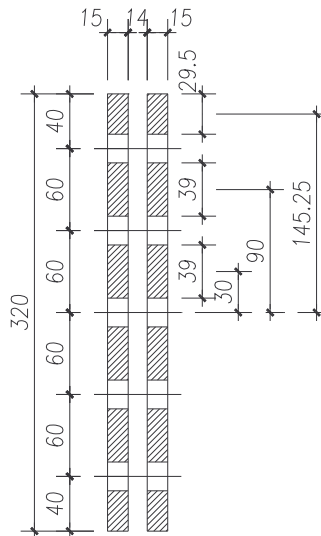
n_c = numero dei coprigiunti

Verifica a taglio della sezione lorda dei coprigiunti d'anima:

$$V_{c,Rd} = A_c \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 2 \cdot 320 \cdot 15 \cdot \frac{275}{\sqrt{3} \cdot 1,10 \cdot 10^3} = 1386 > V_{Ed} \quad (\text{kN})$$

Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprighiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 : 2005		
Scheda	1	Pagina	7 di 9

1.3.7. Verifica della sezione netta dei coprighiunti d'anima:



Resistenza a flessione della sezione netta dei coprighiunti d'anima:

$$M_{c,Rd} = W_{c,net,pl} \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 537893 \cdot \frac{430}{1.25 \cdot 10^6} = 185 > M_{w,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

Dove:

$$W_{c,net,pl} = n_c \cdot 2 \cdot \sum A_i \cdot z_i = 2 \cdot 2 \cdot (39 \cdot 15 \cdot 30 + 39 \cdot 15 \cdot 90 + 29.5 \cdot 15 \cdot 145.25) = 537893 \quad (\text{mm}^3)$$

Verifica a taglio della sezione netta dei coprighiunti d'anima:

$$V_{c,Rd} = A_{c,net} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 6450 \cdot \frac{430}{\sqrt{3} \cdot 1.25 \cdot 10^3} = 1281 > V_{Ed} \quad (\text{kN})$$

Dove:

$$A_{c,net} = n_c \cdot 2 \cdot \sum A_i = 2 \cdot 2 \cdot (39 \cdot 15 + 39 \cdot 15 + 29.5 \cdot 15) = 6450 \quad (\text{mm}^2)$$

1.3.8. Verifica a rifollamento dell'anima della trave:

Resistenza a rifollamento valutata per ciascun bullone:

$$\text{Azione di rifollamento in direzione z:} \quad F_{bz,Ed} = n \cdot (V_z^{[Ed]} + V_z^{[Ed]}) = 2 \cdot (10.77 + 48.4) = 118.34 \quad (\text{kN})$$

$$\text{Azione di rifollamento in direzione x:} \quad F_{bx,Ed} = n \cdot (V_x^{[Ed]}) = 2 \cdot 77.45 = 154.9 \quad (\text{kN})$$

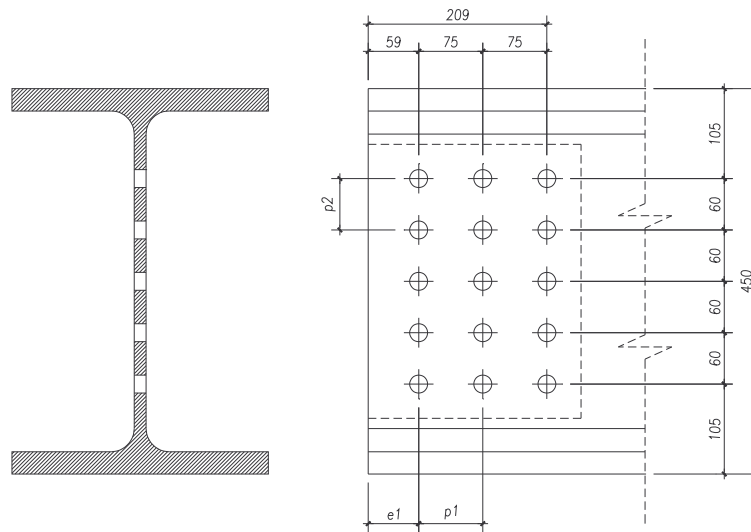
$$\alpha_z = \min \left\{ \frac{p_2}{3 \cdot d_0} - 0.25; 1.00 \right\} = \min \left\{ \frac{60}{3 \cdot 21} - 0.25; 1.00 \right\} = 0.70 \quad (-)$$

$$\alpha_x = \min \left\{ \frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - 0.25; 1.00 \right\} = \min \left\{ \frac{59}{3 \cdot 21}; \frac{75}{3 \cdot 21} - 0.25; 1 \right\} = 0.936 \quad (-)$$

$$F_{bz,Rd} = \frac{\alpha_z \cdot 2.5 \cdot t_w \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.7 \cdot 2.5 \cdot 14 \cdot 20 \cdot 430}{1.25 \cdot 10^3} = 169 > F_{bz,Ed} \quad (\text{kN})$$

$$F_{bx,Rd} = \frac{\alpha_x \cdot 2.5 \cdot t_w \cdot d \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.936 \cdot 2.5 \cdot 14 \cdot 20 \cdot 430}{1.25 \cdot 10^3} = 225 > F_{bx,Ed} \quad (\text{kN})$$

Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè		
Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima		
Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 : 2005		
Scheda	1	Pagina	8 di 9



1.4. Sollecitazioni di calcolo

Forza normale sollecitante: $N_{Ed} = 564 > 0.05 \cdot N_{pl,Rd} = 0.05 \cdot A \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 272$ (kN)

Momento sollecitante: $M_{Ed} = 804$ (kNm)

Dove:

A = area della sezione trasversale dell'HE450B

Poiché $N_{Ed} > 5\% N_{pl,Rd}$, si deve considerare l'interazione N - M:

Ripartizione delle azioni sulle ali:

$$M_{Ed} : I_y = M_{f,Ed} : I_f$$

Dove:

$I_y = 79890$ (cm⁴)

$I_f = 2 \cdot \left[\frac{b \cdot t_f^3}{12} + b \cdot t_f \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2} \right)^2 \right] = 2 \cdot \left[\frac{30 \cdot 2.6^3}{12} + 30 \cdot 2.6 \cdot \left(\frac{45}{2} - \frac{2.6}{2} \right)^2 \right] = 70200$ (cm⁴)

$M_{f,Ed} = M_{Ed} \cdot \frac{I_f}{I_y} = 804 \cdot \frac{70200}{79890} = 706.50$ (kNm)

$$N_{Ed} : A = N_{f,Ed} : A_f$$

Dove:

$A = 218$ (cm²)

$A_f = 2 \cdot b \cdot t_f = 2 \cdot 30 \cdot 2.6 = 156$ (cm²)

$N_{f,Ed} = N_{Ed} \cdot \frac{A_f}{A} = 564 \cdot \frac{156}{218} = 403.6$ (kN)

Forza di scorrimento sollecitante agente sulle ali:

$F_S = \frac{M_{f,Ed}}{z} + \frac{N_{f,Ed}}{2} = \frac{706.50}{0.424} + \frac{403.6}{2} = 1868 < F_{f,Rd} = 1950$ (kN)

SCHEDE APPLICATIVE DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI	Redattore	Dott. Ing. Simone Caffè	
	Soggetto	Giunto con coprigiunti d'ala e anima	
	Riferimento	EN 1993 - 1 - 1 ; EN 1993 - 1 - 8 ; 2005	
	Scheda	1	Pagina 9 di 9

Momento flettente totale agente sulle ali:

$$M_{f,tot,Ed} = F_s \cdot z = 1868 \cdot 0.424 = 792 < M_{f,pl,Rd} \quad (\text{kNm})$$

Ripartizione delle forze sull'anima:

Forza di taglio sollecitante: $V_{Ed} = 323 \quad (\text{kN})$

Momento flettente agente sull'anima: $M_{w,Ed} = M_{Ed} - M_{f,Ed} = 804 - 706.50 = 97.50 \quad (\text{kNm})$

Forza normale agente sull'anima: $N_{w,Ed} = N_{Ed} - N_{f,Ed} = 564 - 403.6 = 160.4 \quad (\text{kN})$

Si ricorda che l'eccentricità di V_{Ed} è pari a $e = 0.135$ (m).

Momento torcente agente sull'anima: $T_{Ed} = M_{w,Ed} + V_{Ed} \cdot e = 97.5 + 323 \cdot 0.135 = 141 \quad (\text{kNm})$

$$V_z^{[V_{Ed}]} = \frac{V_{Ed}}{n \cdot n_b} = \frac{323}{2 \cdot 15} = 10.77 \quad (\text{kN})$$

$$V_x^{[N_{w,Ed}]} = \frac{N_{w,Ed}}{n \cdot n_b} = \frac{160.4}{2 \cdot 15} = 5.35 \quad (\text{kN})$$

$$V_z^{[T_{Ed}]} = \frac{T_{Ed} \cdot X_{max}}{n \cdot \sum_i (x_i^2 + z_i^2)} = \frac{141 \cdot 0.075}{2 \cdot (10 \cdot 0.075^2 + 6 \cdot 0.06^2 + 6 \cdot 0.12^2)} = 32.22 \quad (\text{kN})$$

$$V_x^{[T_{Ed}]} = \frac{T_{Ed} \cdot Z_{max}}{n \cdot \sum_i (x_i^2 + z_i^2)} = \frac{141 \cdot 0.12}{2 \cdot (10 \cdot 0.075^2 + 6 \cdot 0.06^2 + 6 \cdot 0.12^2)} = 51.55 \quad (\text{kN})$$

$$F_{v,Ed} = \sqrt{(V_z^{[V_{Ed}]} + V_z^{[T_{Ed}]})^2 + (V_x^{[N_{w,Ed}]} + V_x^{[T_{Ed}]})^2} = \sqrt{(10.77 + 32.22)^2 + (5.35 + 51.55)^2} = 71.31 \quad (\text{kN})$$

Tasso di lavoro dei bulloni: $\delta = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{71.31}{98.00} = 0.728 < 1.00 \quad (-)$

Il giunto risulta verificato anche nei riguardi delle sollecitazioni indotte dalle azioni di progetto.