

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 240 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

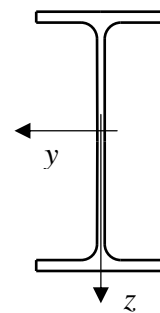
$$b = 120 \text{ mm}, h = 240 \text{ mm}, t_f = 9.8 \text{ mm}, t_w = 6.2 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 3910 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1913 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 38920000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 324300 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 366600 \text{ mm}^3, i_y = 99.7 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2836000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 47270 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 73920 \text{ mm}^3, i_z = 26.9 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S275 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3000 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



*Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.*

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione  $N_{pl,Rd}$  (punti -1/+3)

☐ 1 289 kN    ☐ 2 501 kN    ☐ 3 591 kN    ☐ 4 1024 kN    ☐ 5 1388 kN

- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza  $M_{pl,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 19.4 kNm    ☐ 2 55.4 kNm    ☐ 3 96.0 kNm    ☐ 4 128.3 kNm    ☐ 5 141.2 kNm

- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza  $M_{pl,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 11.2 kNm    ☐ 2 19.4 kNm    ☐ 3 55.4 kNm    ☐ 4 96.0 kNm    ☐ 5 128.3 kNm

Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_z$  (punti -1/+3)

☐ 1 0.350    ☐ 2 0.524    ☐ 3 0.896    ☐ 4 1.297    ☐ 5 1.831

- (5) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 115 kN    ☐ 2 213 kN    ☐ 3 439 kN    ☐ 4 766 kN    ☐ 5 989 kN

Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

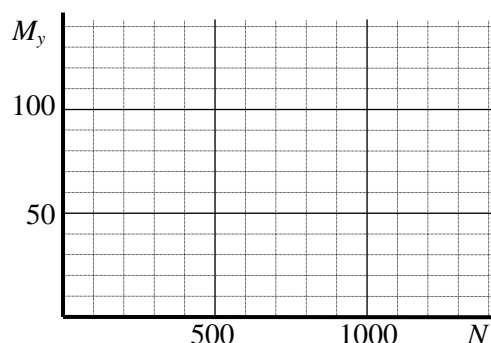
- (6) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_y$  (punti -1/+3)

☐ 1 0.272    ☐ 2 0.350    ☐ 3 0.524    ☐ 4 0.896    ☐ 5 1.297

- (7) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 115 kN    ☐ 2 213 kN    ☐ 3 439 kN    ☐ 4 766 kN    ☐ 5 989 kN

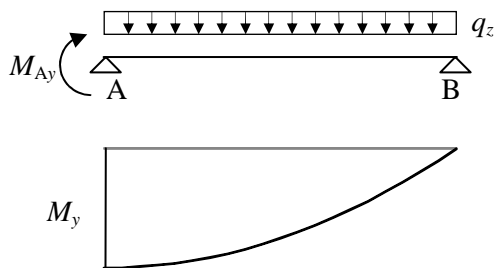
- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza ( $M_y$ ). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.00 m. Immagina che sia soggetta a un carico  $q_z = 40 \text{ kN/m}$  e ad una coppia  $M_{Ay} = 180 \text{ kNm}$ , mentre all'altro estremo è  $M_{By} = 0$ .

Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.



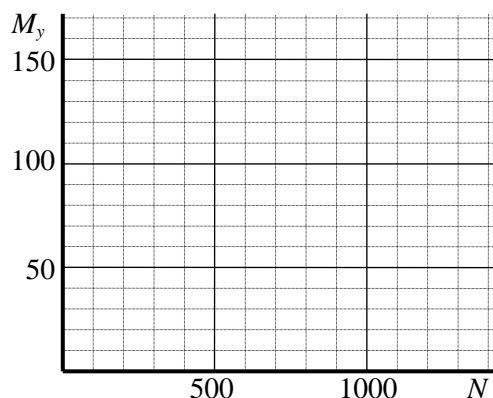
- (9) Quanto vale il coefficiente  $\alpha_m$  che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

*Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.*

[1] 0.20      [2] 0.40      [3] 0.60      [4] 0.80      [5] 1.00

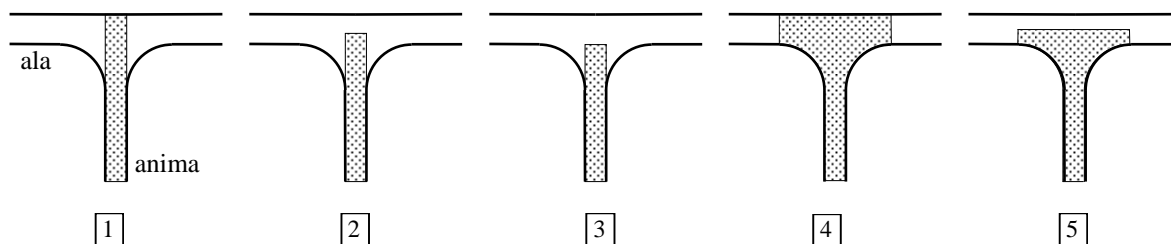
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente  $M_y$ - $N$  senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di  $\alpha_m$  trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)

*Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.*



- (11) Nel calcolare l'area a taglio  $A_{v,z}$ , a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

*Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area  $A_{v,z}$ .*



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

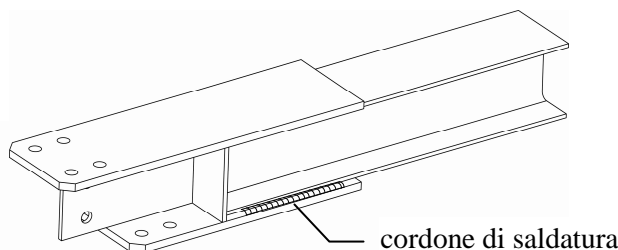
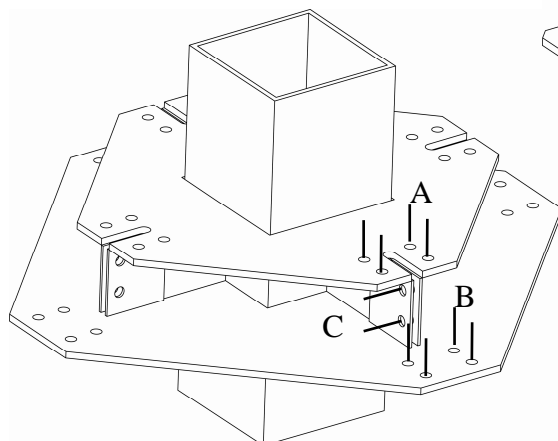
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale  $V_{pl,Rd,z}$  (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

[1] 289 kN      [2] 501 kN      [3] 591 kN      [4] 1024 kN      [5] 1388 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio  $V_{Ed,z} = 220 \text{ kN}$  e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza  $M_{Ed,y}$ , quanto vale la resistenza a flessione  $M_{V,Rd,y}$ ? (punti -1/+4)

[1] 57.4 kNm      [2] 85.5 kNm      [3] 96.0 kNm      [4] 112.4 kNm      [5] 128.9 kNm

# Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 240 – Acciaio S275  
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore  $t = 12$  mm  
Acciaio S275

Bulloni di classe 8.8 filettati solo all'estremità

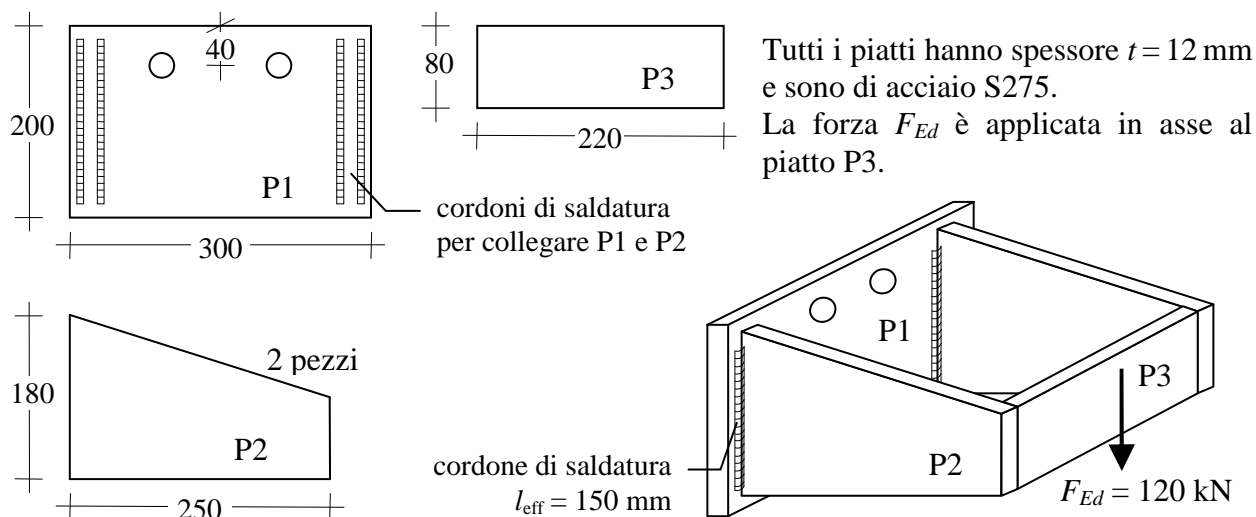
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione:  $M_{Ed,y} = -120$  kNm,  $V_{Ed,z} = 100$  kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è **l'area totale** (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente  $M_{Ed,y}$ ? (punti -1/+4)  
☐ 1  $648 \text{ mm}^2$  ☐ 2  $813 \text{ mm}^2$  ☐ 3  $992 \text{ mm}^2$  ☐ 4  $1130 \text{ mm}^2$  ☐ 5  $1302 \text{ mm}^2$
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)  
☐ 1 M16 ☐ 2 M18 ☐ 3 M20 ☐ 4 M22 ☐ 5 M24
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere  $k=2.5$ . Qual è il valore minimo di  $\alpha$  necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)  
☐ 1 0.44 ☐ 2 0.55 ☐ 3 0.63 ☐ 4 0.72 ☐ 5 0.84
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza  $e_1$  di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)  
☐ 1 25 mm ☐ 2 30 mm ☐ 3 35 mm ☐ 4 40 mm ☐ 5 50 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)  
☐ 1 M12 ☐ 2 M14 ☐ 3 M16 ☐ 4 M18 ☐ 5 M20

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola  $a = 6$  mm.

- (22) Che lunghezza  $l$  deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)  
☐ 1 90 mm ☐ 2 140 mm ☐ 3 180 mm ☐ 4 240 mm ☐ 5 360 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza  $l$  di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio  $V$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 niente ☐ 2 15 kN ☐ 3 30 kN ☐ 4 60 kN ☐ 5 120 kN

(24) Momento flettente  $M$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 niente ☐ 2 7.5 kNm ☐ 3 15 kNm ☐ 4 30 kNm ☐ 5 60 kNm

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per  $a$  (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- ☐ 1 4 mm ☐ 2 5 mm ☐ 3 6 mm ☐ 4 7 mm ☐ 5 8 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- ☐ 1 M16 ☐ 2 M18 ☐ 3 M20 ☐ 4 M22 ☐ 5 M24

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti?  
(in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$   kN

$F_{t,Ed} =$   kN

$F_{v,Rd} =$   kN

$F_{t,Rd} =$   kN

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 220 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

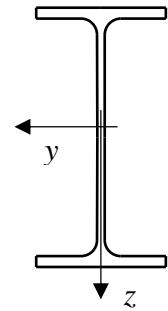
$$b = 110 \text{ mm}, h = 220 \text{ mm}, t_f = 9.2 \text{ mm}, t_w = 5.9 \text{ mm}, r = 12 \text{ mm}.$$

$$A = 3340 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1591 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 27720000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 252000 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 285400 \text{ mm}^3, i_y = 91.1 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2049000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 37250 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 58110 \text{ mm}^3, i_z = 24.8 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S355 ed è di classe 1. L'asta è lunga 2000 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



*Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.*

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione  $N_{pl,Rd}$  (punti -1/+3)

☐ 1 309 kN      ☐ 2 714 kN      ☐ 3 1129 kN      ☐ 4 1267 kN      ☐ 5 1415 kN

- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza  $M_{pl,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 19.7 kNm      ☐ 2 48.1 kNm      ☐ 3 74.2 kNm      ☐ 4 96.5 kNm      ☐ 5 127.9 kNm

- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza  $M_{pl,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 10.4 kNm      ☐ 2 19.7 kNm      ☐ 3 48.1 kNm      ☐ 4 74.2 kNm      ☐ 5 96.5 kNm

Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_z$  (punti -1/+3)

☐ 1 0.127      ☐ 2 0.290      ☐ 3 0.631      ☐ 4 1.066      ☐ 5 1.415

- (5) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 311 kN      ☐ 2 628 kN      ☐ 3 845 kN      ☐ 4 1010 kN      ☐ 5 1106 kN

Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

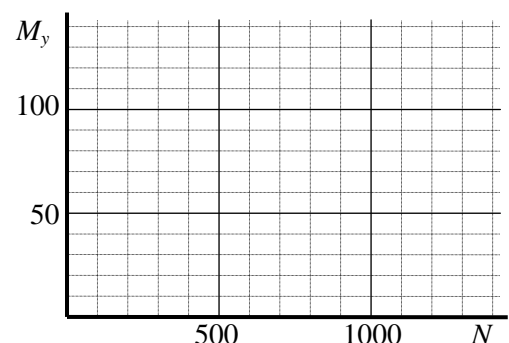
- (6) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_y$  (punti -1/+3)

☐ 1 0.127      ☐ 2 0.290      ☐ 3 0.631      ☐ 4 1.066      ☐ 5 1.415

- (7) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 311 kN      ☐ 2 628 kN      ☐ 3 845 kN      ☐ 4 1010 kN      ☐ 5 1106 kN

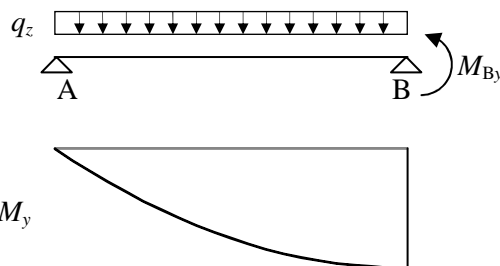
- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza ( $M_y$ ). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 2.00 m. Immagina che sia soggetta a un carico  $q_z = 40 \text{ kN/m}$  e ad una coppia  $M_{By} = 80 \text{ kNm}$ , mentre all'altro estremo è  $M_{Ay} = 0$ .

Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.



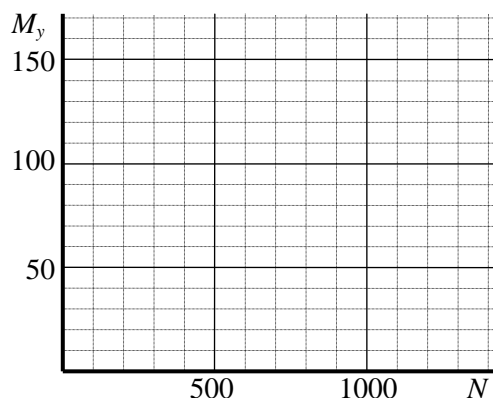
- (9) Quanto vale il coefficiente  $\alpha_m$  che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

*Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.*

☐ 1 0.20      ☐ 2 0.40      ☐ 3 0.60      ☐ 4 0.80      ☐ 5 1.00

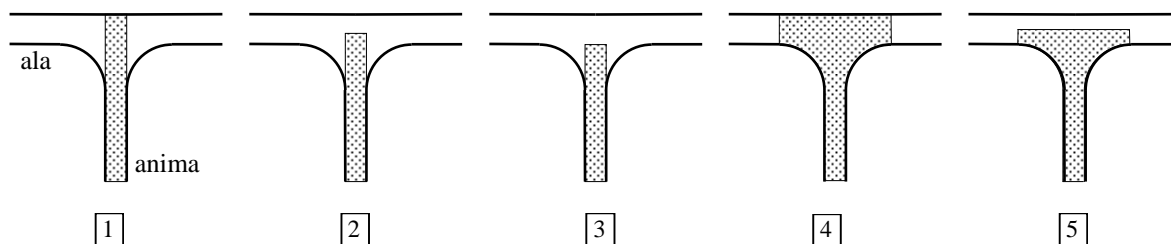
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente  $M_y$ - $N$  senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di  $\alpha_m$  trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)

*Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.*



- (11) Nel calcolare l'area a taglio  $A_{v,z}$ , a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

*Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area  $A_{v,z}$ .*



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

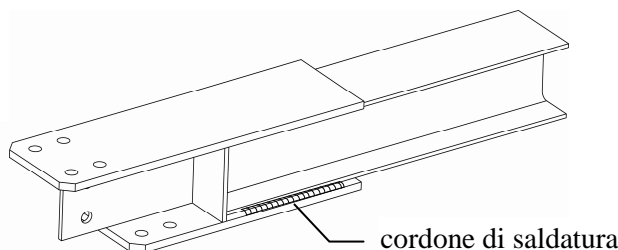
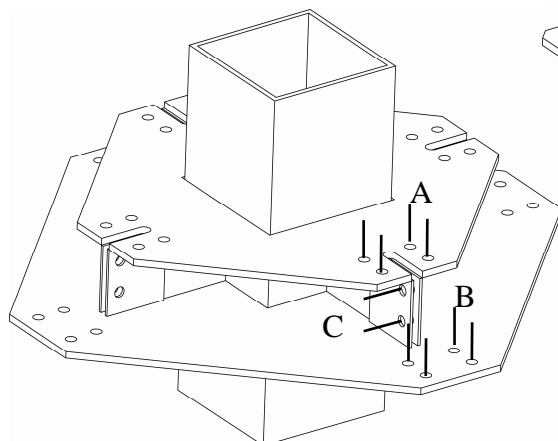
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale  $V_{pl,Rd,z}$  (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

☐ 1 311 kN      ☐ 2 628 kN      ☐ 3 845 kN      ☐ 4 1010 kN      ☐ 5 1106 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio  $V_{Ed,z} = 260 \text{ kN}$  e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza  $M_{Ed,y}$ , quanto vale la resistenza a flessione  $M_{V,Rd,y}$ ? (punti -1/+4)

☐ 1 60.2 kNm      ☐ 2 73.4 kNm      ☐ 3 80.0 kNm      ☐ 4 96.5 kNm      ☐ 5 121.1 kNm

# Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 220 – Acciaio S355  
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore  $t = 15$  mm  
Acciaio S355

Bulloni di classe 8.8 filettati solo all'estremità

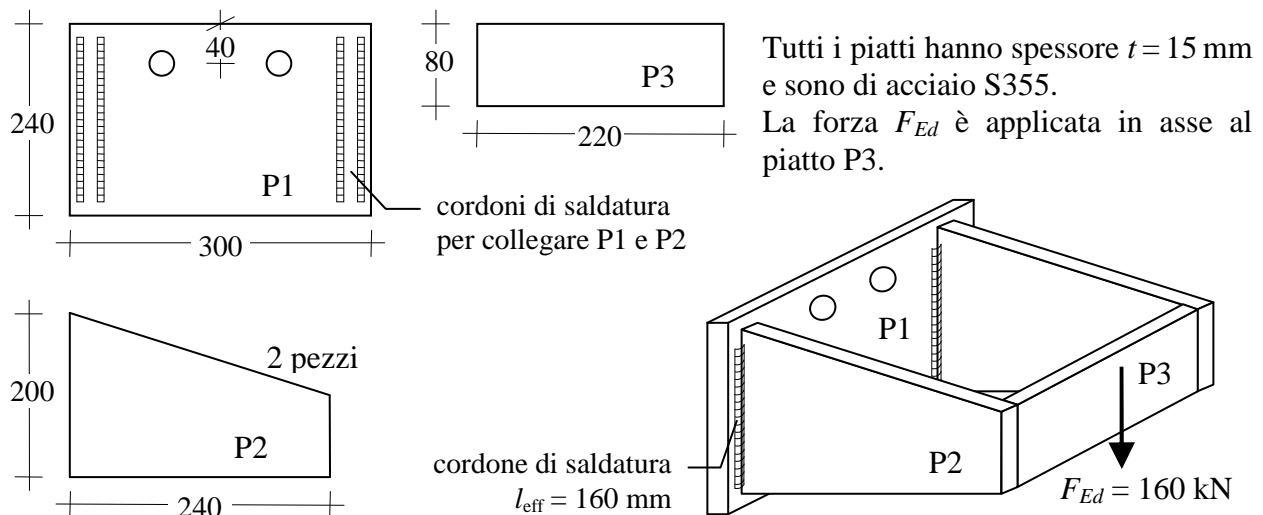
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piattini, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione:  $M_{Ed,y} = -124$  kNm,  $V_{Ed,z} = 100$  kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è **l'area totale** (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente  $M_{Ed,y}$ ? (punti -1/+4)  
☐ 1 699 mm<sup>2</sup> ☐ 2 851 mm<sup>2</sup> ☐ 3 1025 mm<sup>2</sup> ☐ 4 1468 mm<sup>2</sup> ☐ 5 1813 mm<sup>2</sup>
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)  
☐ 1 M16 ☐ 2 M18 ☐ 3 M20 ☐ 4 M22 ☐ 5 M24
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere  $k=2.5$ . Qual è il valore minimo di  $\alpha$  necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)  
☐ 1 0.42 ☐ 2 0.51 ☐ 3 0.62 ☐ 4 0.73 ☐ 5 0.89
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza  $e_1$  di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)  
☐ 1 25 mm ☐ 2 30 mm ☐ 3 35 mm ☐ 4 40 mm ☐ 5 50 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)  
☐ 1 M12 ☐ 2 M14 ☐ 3 M16 ☐ 4 M18 ☐ 5 M20

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola  $a = 6$  mm.

- (22) Che lunghezza  $l$  deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)  
☐ 1 140 mm ☐ 2 180 mm ☐ 3 230 mm ☐ 4 280 mm ☐ 5 360 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza  $l$  di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio  $V$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 niente ☐ 2 20 kN ☐ 3 40 kN ☐ 4 80 kN ☐ 5 160 kN

(24) Momento flettente  $M$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 niente ☐ 2 4.8 kNm ☐ 3 9.6 kNm ☐ 4 19.2 kNm ☐ 5 38.4 kNm

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per  $a$  (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- ☐ 1 4 mm ☐ 2 5 mm ☐ 3 6 mm ☐ 4 7 mm ☐ 5 8 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- ☐ 1 M16 ☐ 2 M18 ☐ 3 M20 ☐ 4 M22 ☐ 5 M24

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti?  
(in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$   kN

$F_{t,Ed} =$   kN

$F_{v,Rd} =$   kN

$F_{t,Rd} =$   kN



Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 270 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

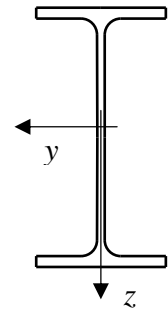
$$b = 135 \text{ mm}, h = 270 \text{ mm}, t_f = 10.2 \text{ mm}, t_w = 6.6 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 4590 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 2209 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 57900000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 428900 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 484000 \text{ mm}^3, i_y = 112.3 \text{ mm}.$$

$$I_z = 4299000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 62200 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 96950 \text{ mm}^3, i_z = 30.2 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S235 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3200 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



*Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.*

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione  $N_{pl,Rd}$  (punti -1/+3)

☐ 1 1367 kN    ☐ 2 1027 kN    ☐ 3 841 kN    ☐ 4 494 kN    ☐ 5 285 kN

- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza  $M_{pl,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 129.4 kNm    ☐ 2 108.3 kNm    ☐ 3 89.1 kNm    ☐ 4 77.0 kNm    ☐ 5 44.3 kNm

- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza  $M_{pl,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 108.3 kNm    ☐ 2 89.1 kNm    ☐ 3 77.0 kNm    ☐ 4 44.3 kNm    ☐ 5 21.7 kNm

Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_z$  (punti -1/+3)

☐ 1 1.891    ☐ 2 1.139    ☐ 3 0.681    ☐ 4 0.512    ☐ 5 0.433

- (5) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 1003 kN    ☐ 2 754 kN    ☐ 3 526 kN    ☐ 4 285 kN    ☐ 5 211 kN

Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

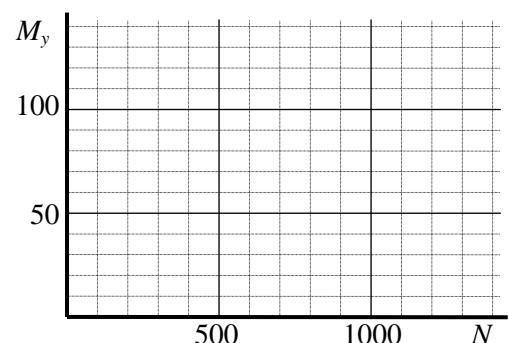
- (6) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_y$  (punti -1/+3)

☐ 1 1.139    ☐ 2 0.681    ☐ 3 0.512    ☐ 4 0.433    ☐ 5 0.306

- (7) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 1003 kN    ☐ 2 754 kN    ☐ 3 526 kN    ☐ 4 285 kN    ☐ 5 211 kN

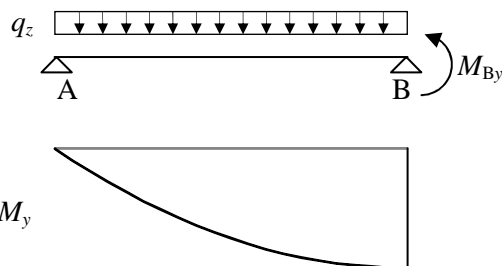
- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza ( $M_y$ ). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.20 m. Immagina che sia soggetta a un carico  $q_z = 39 \text{ kN/m}$  e ad una coppia  $M_{By} = 200 \text{ kNm}$ , mentre all'altro estremo è  $M_{Ay} = 0$ .

Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.



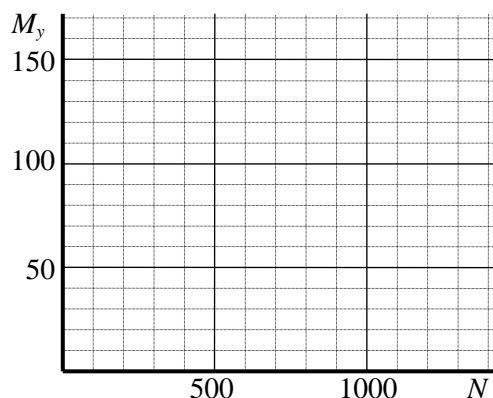
- (9) Quanto vale il coefficiente  $\alpha_m$  che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

*Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.*

- ☐ 1.00    
 ☐ 0.80    
 ☐ 0.60    
 ☐ 0.40    
 ☐ 0.20

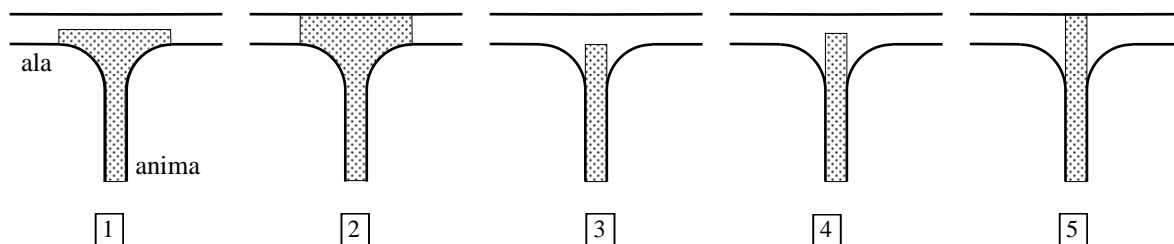
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente  $M_y$ - $N$  senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di  $\alpha_m$  trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)

*Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.*



- (11) Nel calcolare l'area a taglio  $A_{v,z}$ , a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

*Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area  $A_{v,z}$ .*



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

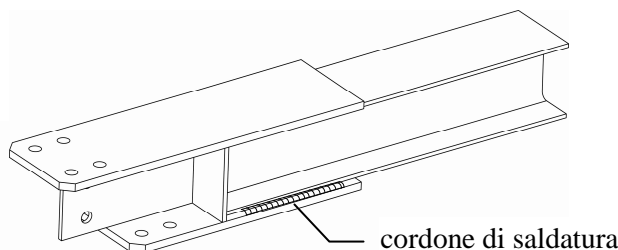
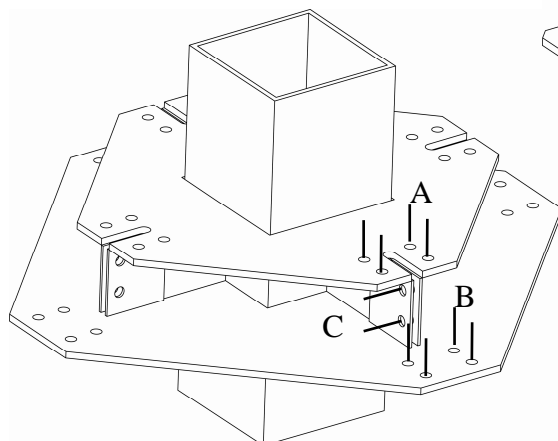
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale  $V_{pl,Rd,z}$  (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- ☐ 1003 kN    
 ☐ 754 kN    
 ☐ 526 kN    
 ☐ 285 kN    
 ☐ 211 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio  $V_{Ed,z} = 240 \text{ kN}$  e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza  $M_{Ed,y}$ , quanto vale la resistenza a flessione  $M_{V,Rd,y}$ ? (punti -1/+4)

- ☐ 113.1 kNm    
 ☐ 97.3 kNm    
 ☐ 89.1 kNm    
 ☐ 67.0 kNm    
 ☐ 34.8 kNm

# Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 270 – Acciaio S235  
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore  $t = 11$  mm  
Acciaio S235

Bulloni di classe 8.8 filettati solo all'estremità

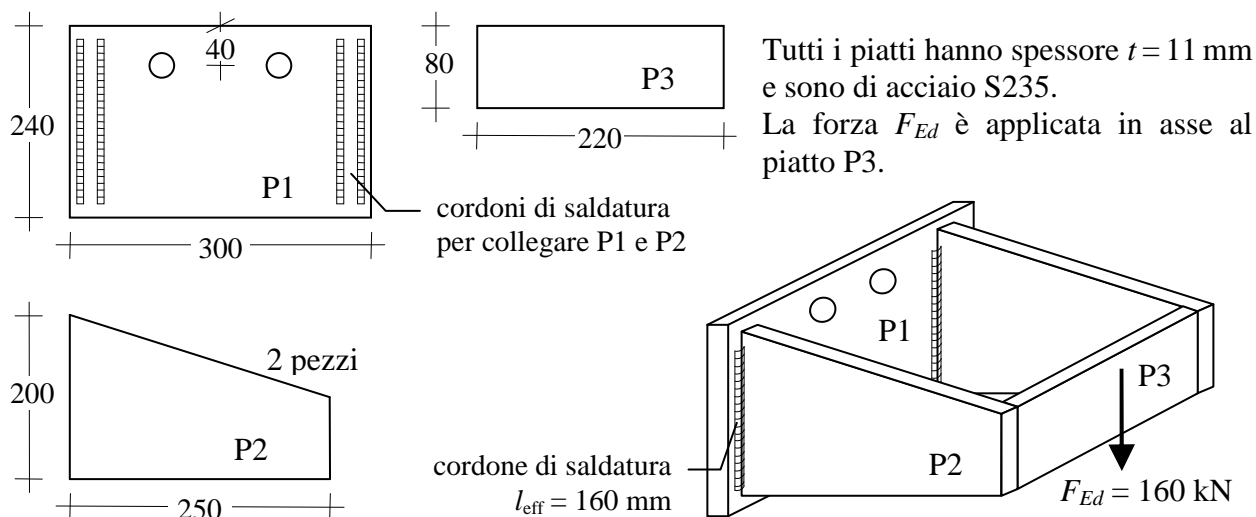
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione:  $M_{Ed,y} = -125$  kNm,  $V_{Ed,z} = 100$  kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è **l'area totale** (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente  $M_{Ed,y}$ ? (punti -1/+4)  
☐ 1 1476 mm<sup>2</sup> ☐ 2 1206 mm<sup>2</sup> ☐ 3 924 mm<sup>2</sup> ☐ 4 712 mm<sup>2</sup> ☐ 5 597 mm<sup>2</sup>
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)  
☐ 1 M24 ☐ 2 M22 ☐ 3 M20 ☐ 4 M18 ☐ 5 M16
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere  $k=2.5$ . Qual è il valore minimo di  $\alpha$  necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)  
☐ 1 0.86 ☐ 2 0.73 ☐ 3 0.61 ☐ 4 0.50 ☐ 5 0.39
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza  $e_1$  di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)  
☐ 1 50 mm ☐ 2 40 mm ☐ 3 35 mm ☐ 4 30 mm ☐ 5 25 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)  
☐ 1 M20 ☐ 2 M18 ☐ 3 M16 ☐ 4 M14 ☐ 5 M12

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola  $a = 7$  mm.

- (22) Che lunghezza  $l$  deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)  
☐ 1 320 mm ☐ 2 270 mm ☐ 3 210 mm ☐ 4 160 mm ☐ 5 100 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza  $l$  di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio  $V$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 160 kN    ☐ 2 80 kN    ☐ 3 40 kN    ☐ 4 20 kN    ☐ 5 niente

(24) Momento flettente  $M$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 40 kNm    ☐ 2 20 kNm    ☐ 3 10 kNm    ☐ 4 5 kNm    ☐ 5 niente

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per  $a$  (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- ☐ 1 8 mm    ☐ 2 7 mm    ☐ 3 6 mm    ☐ 4 5 mm    ☐ 5 4 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- ☐ 1 M24    ☐ 2 M22    ☐ 3 M20    ☐ 4 M18    ☐ 5 M16

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti? (in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$  \_\_\_\_\_ kN

$F_{t,Ed} =$  \_\_\_\_\_ kN

$F_{v,Rd} =$  \_\_\_\_\_ kN

$F_{t,Rd} =$  \_\_\_\_\_ kN

Per i quesiti riportati in questa pagina devi fare riferimento ad un'asta con sezione IPE 240 (qui a fianco indicata). Le sue caratteristiche sono:

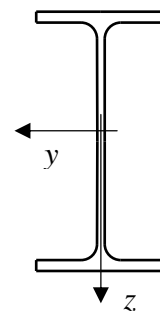
$$b = 120 \text{ mm}, h = 240 \text{ mm}, t_f = 9.8 \text{ mm}, t_w = 6.2 \text{ mm}, r = 15 \text{ mm}.$$

$$A = 3910 \text{ mm}^2, A_{v,z} = 1913 \text{ mm}^2.$$

$$I_y = 38920000 \text{ mm}^4, W_{el,y} = 324300 \text{ mm}^3, W_{pl,y} = 366600 \text{ mm}^3, i_y = 99.7 \text{ mm}.$$

$$I_z = 2836000 \text{ mm}^4, W_{el,z} = 47270 \text{ mm}^3, W_{pl,z} = 73920 \text{ mm}^3, i_z = 26.9 \text{ mm}.$$

Il profilo è di acciaio S235 ed è di classe 1. L'asta è lunga 3600 mm ed è vincolata con cerniere ad entrambe le estremità.



*Nota: Per le domande di questa pagina, il valore esatto è uno tra quelli indicati. Se ci riesci, prova a stimarlo a occhio (o con calcoli rapidi) in modo da risparmiare tempo. Quindi se i tuoi calcoli danno un valore simile ad uno indicato seleziona quello.*

Indica quanto valgono le resistenze del profilo.

- (1) Resistenza a trazione  $N_{pl,Rd}$  (punti -1/+3)

☐ 1 1412 kN    ☐ 2 1154 kN    ☐ 3 875 kN    ☐ 4 467 kN    ☐ 5 247 kN

- (2) Resistenza a flessione nel piano di maggior resistenza  $M_{pl,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 133.6 kNm    ☐ 2 99.4 kNm    ☐ 3 82.1 kNm    ☐ 4 67.4 kNm    ☐ 5 39.2 kNm

- (3) Resistenza a flessione nel piano di minor resistenza  $M_{pl,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 99.4 kNm    ☐ 2 82.1 kNm    ☐ 3 67.4 kNm    ☐ 4 39.2 kNm    ☐ 5 16.5 kNm

Se l'asta è compressa si instabilizzerà nel piano di maggiore snellezza. Indica quanto vale la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

- (4) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_z$  (punti -1/+3)

☐ 1 1.439    ☐ 2 1.089    ☐ 3 0.735    ☐ 4 0.521    ☐ 5 0.388

- (5) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd} = N_{b,Rd,z}$  (punti -1/+3)

☐ 1 837 kN    ☐ 2 589 kN    ☐ 3 320 kN    ☐ 4 225 kN    ☐ 5 118 kN

Immagina che l'asta, compressa, si possa instabilizzare solo nel piano di minore snellezza. Indica quanto vale in questo caso la snellezza adimensionalizzata e la resistenza a compressione.

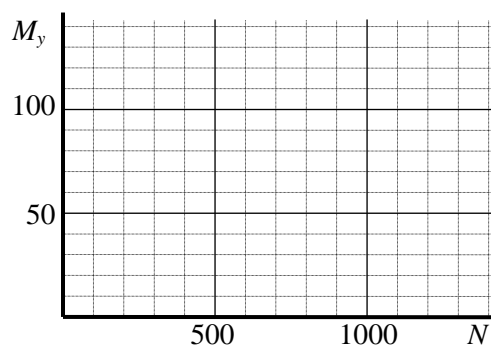
- (6) Snellezza adimensionalizzata  $\bar{\lambda}_y$  (punti -1/+3)

☐ 1 1.089    ☐ 2 0.735    ☐ 3 0.521    ☐ 4 0.388    ☐ 5 0.244

- (7) Resistenza a compressione  $N_{b,Rd,y}$  (punti -1/+3)

☐ 1 837 kN    ☐ 2 589 kN    ☐ 3 320 kN    ☐ 4 225 kN    ☐ 5 118 kN

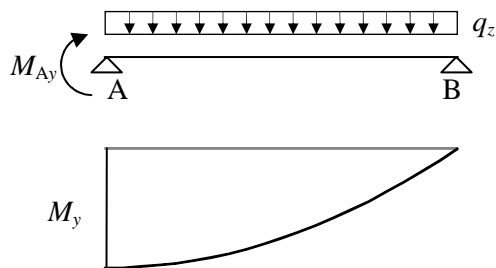
- (8) Coerentemente con i valori sopra calcolati e tenendo conto delle indicazioni di normativa, disegna qui a fianco (in scala) il dominio resistente a tensoflessione, con flessione nel piano di maggior resistenza ( $M_y$ ). (punti 0/+4)



Fai ancora riferimento all'asta mostrata nel primo foglio, lunga 3.60 m. Immagina che sia soggetta a un carico  $q_z = 40 \text{ kN/m}$  e ad una coppia  $M_{Ay} = 259 \text{ kNm}$ , mentre all'altro estremo è  $M_{By} = 0$ .

Il diagramma del momento flettente è mostrato a fianco.

Considera l'asta soggetta a pressoflessione e tienine conto con il **metodo B** della normativa.



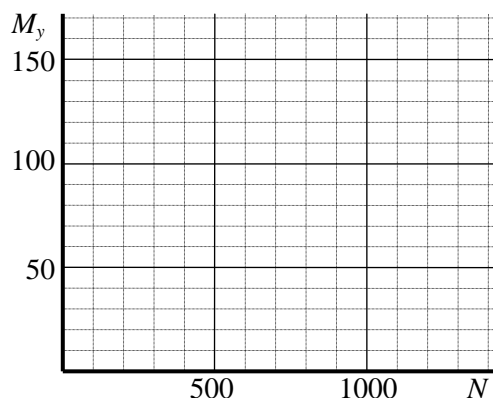
- (9) Quanto vale il coefficiente  $\alpha_m$  che individua il momento equivalente per la verifica di stabilità a pressoflessione? (punti 0/+4)

*Nota: Il valore esatto è uno tra quelli indicati e può essere stimato a occhio, facendo un confronto con casi semplici. Se il tuo "occhio" non basta a trovarlo ed effettui il calcolo e trovi un valore simile ma non identico ad uno indicato, seleziona quello più vicino.*

- ☐ 1 1.00      ☐ 2 0.80      ☐ 3 0.60      ☐ 4 0.40      ☐ 5 0.20

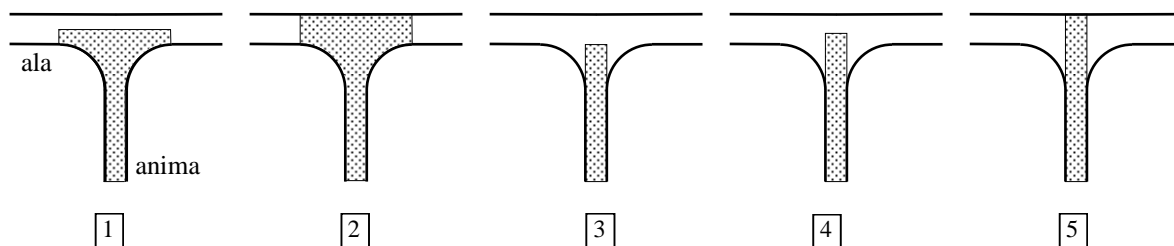
- (10) Disegna di nuovo il dominio resistente  $M_y$ - $N$  senza instabilità (del quesito 8) e disegna, sovrapposto a quello, il dominio che ottieni tenendo conto dell'instabilità col valore di  $\alpha_m$  trovato. Evidenzia sulla figura tutti i simboli che possono essere utili per farmi capire il criterio con cui hai tracciato il nuovo dominio. (punti 0/+6)

*Nota: Il mio giudizio sarà basato sulla coerenza con i valori determinati nei quesiti da 1 a 9, anche se questi sono errati.*



- (11) Nel calcolare l'area a taglio  $A_{v,z}$ , a quale area si fa riferimento? (punti -1/+4)

*Nota: Indico solo la zona in cui l'anima si collega all'ala. Il retino indica l'area  $A_{v,z}$ .*



Anche per i prossimi due quesiti fai riferimento alla sezione mostrata nel foglio precedente ed ai valori lì riportati.

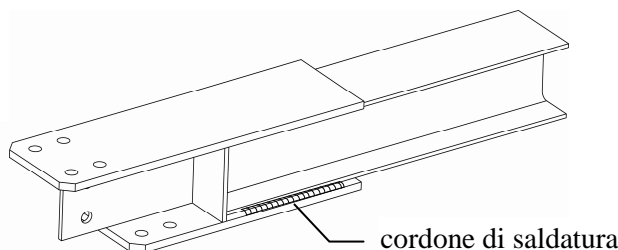
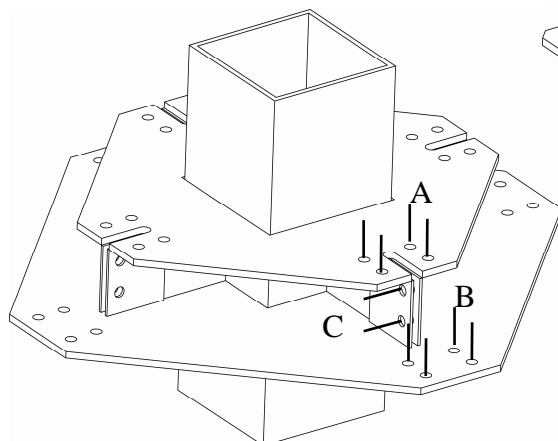
- (12) Quanto vale la resistenza a taglio per azioni applicate nella direzione verticale  $V_{pl,Rd,z}$  (in assenza di momento flettente)? (punti -1/+4)

- ☐ 1 1412 kN      ☐ 2 1154 kN      ☐ 3 875 kN      ☐ 4 467 kN      ☐ 5 247 kN

- (13) Se la trave è soggetta a un taglio  $V_{Ed,z} = 220 \text{ kN}$  e ad un momento flettente nel piano di maggior resistenza  $M_{Ed,y}$ , quanto vale la resistenza a flessione  $M_{V,Rd,y}$ ? (punti -1/+4)

- ☐ 1 97.3 kNm      ☐ 2 81.8 kNm      ☐ 3 74.1 kNm      ☐ 4 62.0 kNm      ☐ 5 49.0 kNm

# Nodo brevetto Carannante



Trave: IPE 240 – Acciaio S235  
(vedi foglio 1 per i dati)

Piatti di spessore  $t = 14$  mm  
Acciaio S235

Bulloni di classe 8.8 filettati solo all'estremità

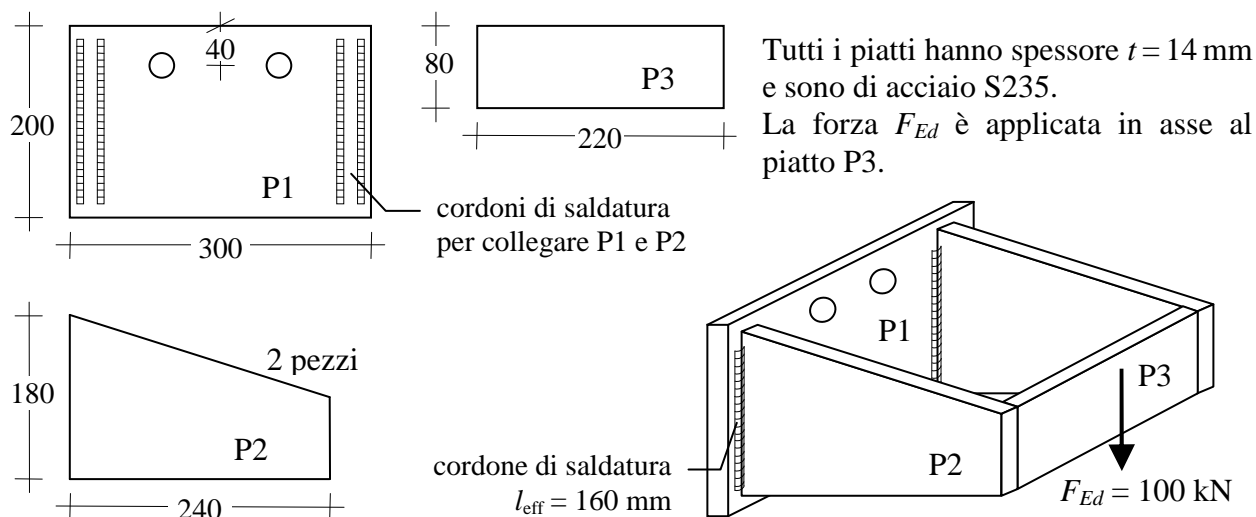
La figura mostra un collegamento brevettato tra trave e colonna. Alla trave vengono saldati dei piatti, che successivamente vengono bullonati al nodo (4 bulloni in posizione A, 4 in posizione B, 2 in posizione C). Si ipotizzi che i bulloni A e B portino il momento flettente, i bulloni C il taglio. Il collegamento deve essere progettato per trasmettere le caratteristiche di sollecitazione:  $M_{Ed,y} = -112$  kNm,  $V_{Ed,z} = 100$  kN.

Come lavorano i bulloni?

- (14) Bulloni A (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (15) Bulloni B (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (16) Bulloni C (punti -1/+2) ☐ 1 a trazione ☐ 2 a taglio ☐ 3 a compressione
- (17) Con riferimento ai bulloni A, qual è **l'area totale** (cioè complessiva per tutti le sezioni di tutti i bulloni) necessaria per portare il momento flettente  $M_{Ed,y}$ ? (punti -1/+4)  
☐ 1 1458 mm<sup>2</sup> ☐ 2 1341 mm<sup>2</sup> ☐ 3 1215 mm<sup>2</sup> ☐ 4 914 mm<sup>2</sup> ☐ 5 733 mm<sup>2</sup>
- (18) Quali bulloni userai, di conseguenza? (punti 0/+3)  
☐ 1 M24 ☐ 2 M22 ☐ 3 M20 ☐ 4 M18 ☐ 5 M16
- (19) Nel verificare a rifollamento il piatto per la flessione puoi assumere  $k=2.5$ . Qual è il valore minimo di  $\alpha$  necessario perché la verifica sia soddisfatta? (punti -1/+4)  
☐ 1 0.81 ☐ 2 0.69 ☐ 3 0.58 ☐ 4 0.51 ☐ 5 0.42
- (20) Che valore assegni, di conseguenza, alla distanza  $e_1$  di bulloni dal bordo? (punti 0/+3)  
☐ 1 50 mm ☐ 2 40 mm ☐ 3 35 mm ☐ 4 30 mm ☐ 5 25 mm
- (21) Che diametro assegni ai bulloni C? (punti -1/+4)  
☐ 1 M20 ☐ 2 M18 ☐ 3 M16 ☐ 4 M14 ☐ 5 M12

Ciascuna ala della trave è saldata al piatto (che poi verrà bullonato) mediante due cordoni d'angolo (uno è mostrato in figura) che hanno altezza di gola  $a = 5$  mm.

- (22) Che lunghezza  $l$  deve avere il cordone di saldatura (immaginando che le estremità siano realizzate perfettamente)? (punti -1/+4)  
☐ 1 460 mm ☐ 2 350 mm ☐ 3 290 mm ☐ 4 230 mm ☐ 5 170 mm



Nella figura è mostrato un elemento metallico formato saldando quattro piatti (P1, 2 P2, P3). Il piatto P1 è collegato ad una colonna in acciaio mediante due bulloni (si vedono i fori nel piatto P1).

Devi progettare le saldature tra piatto P1 e piatto P2. La lunghezza  $l$  di ciascun cordone di saldatura, al netto di eventuali parti di estremità mal fatte è assegnata (vedi figura).

Indica innanzitutto le caratteristiche di sollecitazione portate da **ciascun cordone** di saldatura.

(23) Taglio  $V$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 100 kN    ☐ 2 50 kN    ☐ 3 25 kN    ☐ 4 12.5 kN    ☐ 5 niente

(24) Momento flettente  $M$  (punti -1/+3)

- ☐ 1 48 kNm    ☐ 2 24 kNm    ☐ 3 12 kNm    ☐ 4 6 kNm    ☐ 5 niente

(25) Come determini l'altezza di gola necessaria (usa il dominio di resistenza sferico)? (punti 0/+5)

Riporta sinteticamente tutti i disegni e passaggi che possono essere utili per giudicare.

(26) Che valore usi per  $a$  (indica il minimo necessario) (punti -1/+3)

- ☐ 1 8 mm    ☐ 2 7 mm    ☐ 3 6 mm    ☐ 4 5 mm    ☐ 5 4 mm

(27) Devi poi progettare la bullonatura tra piatto P1 e colonna. Considera bulloni di classe 8.8 con filettatura solo all'estremità. Che bulloni usi? (punti 0/+3)

- ☐ 1 M24    ☐ 2 M22    ☐ 3 M20    ☐ 4 M18    ☐ 5 M16

(28) Con riferimento a un singolo bullone, indica quanto valgono le forze sollecitanti e resistenti?  
(in totale punti 0/+8, ovvero 0/+2 punti per ciascuna risposta esatta)

$F_{v,Ed} =$  \_\_\_\_\_ kN

$F_{t,Ed} =$  \_\_\_\_\_ kN

$F_{v,Rd} =$  \_\_\_\_\_ kN

$F_{t,Rd} =$  \_\_\_\_\_ kN