

Prima di cominciare, scrivi il tuo numero di matricola, cognome, nome e data di nascita nello spazio appositamente predisposto.

Rispondi usando una penna nera o blu (non una penna di colore diverso o una matita). Scrivi le parole e i numeri in bella grafia (risposte difficili da interpretare non saranno prese in considerazione).

Le domande possono essere di tre tipi:

- domande con risposta da scegliere tra quelle indicate; in questo caso dovresti sempre essere in grado di trovare la risposta senza consultare libri (in genere senza calcoli; talvolta con calcoli semplicissimi): devi rispondere sbarrando con una croce (ben evidente) la risposta prescelta
- domande che richiedono una risposta scritta: la risposta deve essere sintetica ma completa e deve contenere anche i valori utilizzati per i dati non forniti nella domanda; scrivi la risposta dentro il riquadro predisposto
- domande che richiedono un risultato numerico: scrivi il risultato nello spazio predisposto, usando un numero adeguato di cifre significative.

*Esempi*

☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

La formula  $F_{b,Rd} = k \alpha d t \frac{f_{tk}}{\gamma_{M2}}$   
con  $d = 17 \text{ mm}$  e  $\gamma_{M2} = 1.25$

$\sigma_s = \boxed{129.2} \text{ MPa}$

(punti 4)

il punteggio in caso di risposta esatta è 4

Dopo ciascuna domanda è indicato, con carattere più piccolo, il punteggio che viene assegnato se la risposta è corretta.

Per tutti i 20 quesiti fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) ed ove necessario all'Eurocodice 3 (UNI EN 1993-1-1, agosto 2005).

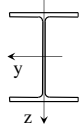
Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa

(per ciascuna domanda punti 2)

- La verifica di stabilità di un'asta presso-inflessa è condizionata dalla forma del diagramma del momento flettente. ☒ vero ☐ falso
- L'asse neutro di una sezione di classe 3 soggetta a flessione deviata non passa per il baricentro se la sezione è non simmetrica. ☐ vero ☒ falso
- Una sezione di classe 1 soggetta allo sforzo normale plastico resistente  $N_{pl,Rd}$  non è in grado di portare alcun momento flettente. ☒ vero ☐ falso
- La tensione  $\tau_{\perp}$  di un cordone d'angolo è chiamata così perché è ortogonale al piano della sezione di gola. ☐ vero ☒ falso
- In un collegamento con bulloni sollecitati a trazione bisogna eseguire anche la verifica a punzonamento delle lamiere. ☒ vero ☐ falso
- Un collegamento si definisce a completo ripristino di resistenza se è in grado di trasmettere: (punti 3)
  - le caratteristiche di sollecitazione di progetto dell'elemento meno resistente tra quelli collegati
  - le caratteristiche di sollecitazione di progetto dell'elemento più resistente tra quelli collegati
  - ☒ le caratteristiche di sollecitazione resistenti dell'elemento più debole tra quelli collegati
  - le caratteristiche di sollecitazione resistenti dell'elemento più forte tra quelli collegati

- (7) Per una sezione in acciaio soggetta a flessione composta: (punti 3)
- ☒ il dominio di resistenza in campo elastico è lineare indipendentemente dalla forma della sezione
- ☐ l'asse neutro divide la sezione in due parti di area uguale
- ☐ la verifica condotta secondo il Metodo A (NTC18) o B (EC3) tiene conto dei problemi di instabilità dovuti alla presenza di compressione e dell'influenza dell'andamento del momento flettente sul carico critico
- ☐ nessuna delle risposte precedenti è vera
- (8) Ai fini della verifica di un cordone di saldatura: (punti 3)
- ☐ il coefficiente  $\beta_w$  riduce la resistenza unitaria  $f_{wd}$  per tener conto che il materiale della saldatura è più resistente di quello base.
- ☒ non sono richiesti calcoli nel caso di saldature a completa penetrazione
- ☐ si fa riferimento alla sezione di gola, definita come l'area di lunghezza  $L$  pari a quella del cordone e altezza  $a$  pari al cateto verticale del triangolo inscritto nella sezione trasversale del cordone
- ☐ nessuna delle risposte precedenti è vera

Per le domande che seguono considera una sezione HE 280 A, realizzata in acciaio S235 ( $f_y=235$  MPa,  $E = 210000$  MPa). Assumi che la sezione sia di classe 2. Di seguito trovi i dati da sagomario:

Assi	$h$ (mm)	$b_f$ (mm)	$t_w$ (mm)	$t_f$ (mm)	$r$ (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	$W_{el,y}$ (mm <sup>3</sup> )	$W_{el,z}$ (mm <sup>3</sup> )	$W_{pl,y}$ (mm <sup>3</sup> )	$W_{pl,z}$ (mm <sup>3</sup> )
	270	280	8.0	13.0	24.0	9730	$1012.8 \times 10^3$	$340.2 \times 10^3$	$1112.2 \times 10^3$	$518.1 \times 10^3$

- (9) La sezione è sottoposta a flessione deviata. Le componenti del momento flettente rispetto agli assi principali d'inerzia sono  $M_{Ed,y} = 90$  kNm (asse forte) ed  $M_{Ed,z} = 60$  kNm (asse debole). La verifica allo SLU è soddisfatta?

(punti 3)

☒ Si☐ No

- (10) La sezione è sottoposta a flessione semplice e taglio. Il taglio è parallelo all'asse  $z$  e vale  $V_{Ed,z} = 370$  kN. Il momento flettente agisce attorno all'asse  $y$  ( $M_{Ed,y}$ ). Si indichi il valore massimo di  $M_{Ed,y}$  che la sezione può sopportare in presenza del taglio  $V_{Ed,z}$ :

(punti 4)

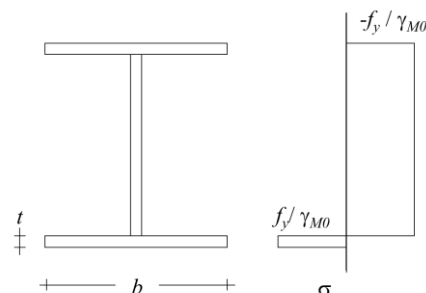
☐ 150.2 kNm    ☐ 179.4 kNm    ☒ 203.5 kNm    ☐ 222.1 kNm    ☐ 248.9 kNm

- (11) Adesso assumi un comportamento elastico lineare della sezione. La sezione è sottoposta al taglio  $V_{Ed,z} = 220$  kN ed al momento flettente  $M_{Ed,y} = 110$  kNm. Determina la tensione ideale  $\sigma_{id}$  valutata con il criterio di Von Mises nel punto dell'anima posto sotto l'asse  $y$  ad una distanza di 100 mm:

(punti 4)

☒ 197.0 MPa    ☐ 236.8 MPa    ☐ 260.1 MPa    ☐ 287.0 MPa    ☐ 341.0 MPa

La sezione descritta in figura è realizzata mediante piatti in acciaio tipo S235. I tre piatti sono uguali e hanno lunghezza  $b = 180$  mm e spessore  $t = 14$  mm. La sezione è soggetta a presso-flessione con momento flettente positivo agente attorno all'asse forte. La sezione è di classe 1 e raggiunge lo stato limite ultimo con il diagramma di tensioni indicato in figura. L'asse neutro passa per il lato superiore dell'ala inferiore (vedi figura).



- (12) Determina lo sforzo normale allo SLU pari al risultante delle tensioni agenti sulla sezione: (punti 3)

☐ 1 -1045.2 kN    ☐ 2 -800.5 kN    ☒ 3 -564.0 kN    ☐ 4 -220.3 kN    ☐ 5 56.0 kN

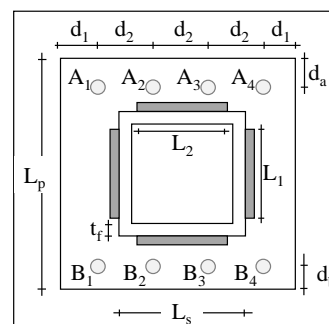
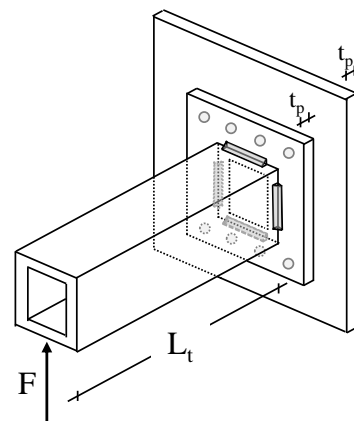
- (13) Determina il momento flettente allo SLU pari al momento risultante delle tensioni agenti sulla sezione: (punti 4)

☐ 1 83.5 kNm    ☒ 2 109.4 kNm    ☐ 3 129.5 kNm    ☐ 4 151.5 kNm    ☐ 5 183.2 kNm

- (14) Assumi adesso che la sezione sia soggetta a presso-flessione e che sia di classe 3. Lo sforzo normale vale  $N_{Ed} = -750$  kN. Determina il momento resistente della sezione ridotto per effetto dello sforzo normale  $M_{N,Rd,y}$ : (punti 4)

☒ 1 65.1 kNm    ☐ 2 90.3 kNm    ☐ 3 108.1 kNm    ☐ 4 125.9 kNm    ☐ 5 152.6 kNm

Un'asta di lunghezza  $L_t=1.6$  m è realizzata mediante uno scatolare di lato  $L_s=285$  mm e spessore  $t_f=10$  mm in acciaio S235. Essa è saldata ad un piatto quadrato, di lato  $L_p=650$  mm e spessore  $t_p=15$  mm, con 4 cordoni d'angolo disposti come illustrato in figura. I due cordoni orizzontali hanno lunghezza  $L_{w2}$  e i due verticali hanno lunghezza  $L_{w1}$ . Il piatto è a sua volta bullonato ad una piastra più grande ma dello stesso spessore  $t_p$  con bulloni M20 6.8 filettati solo all'estremità. Le proprietà dei bulloni sono riepilogate in tabella. Le distanze tra i bulloni e quelle tra i bulloni e i bordi della piastra sono le seguenti:  $d_1=35$  mm,  $d_2=55$  mm,  $d_a=45$  mm,  $d_b=35$  mm. L'asta è soggetta ad una forza concentrata all'estremo e pari a  $F_d=50$  kN (valore di progetto). Per effetto di questa forza, il collegamento è soggetto ad uno sforzo di taglio  $V_{Ed}$  e un momento flettente  $M_{Ed}$ .



Proprietà	Bullone M20 6.8
Diametro $d$	20 mm
Passo $p$	2.5 mm
$A$ (nominale)	314 mm <sup>2</sup>
$A_{res}$	245 mm <sup>2</sup>
$A/A_{res}$	0.78
$D_1$	29.16 mm
$D_2$	32.95 mm

- (15) Con riferimento alla configurazione di bulloni mostrati in figura, scegli tra le seguenti opzioni quella che secondo te permette di ottimizzare l'uso dei bulloni (ovvero permette di avere tutti i bulloni sollecitati in modo abbastanza uniforme): (punti 4)
- ☐ 1 I bulloni A1-B1-A4-B4 portano il taglio  $V_{Ed}$  e quelli A2-A3-B2-B3 portano il momento  $M_{Ed}$
- ☐ 2 I bulloni A1-B1-A4-B4 portano il momento  $M_{Ed}$  e quelli A2-A3-B2-B3 portano il taglio  $V_{Ed}$
- ☒ 3 I bulloni A1-A2-A3-A4 portano il taglio  $V_{Ed}$  e quelli B1-B2-B3-B4 portano il momento  $M_{Ed}$
- ☐ 4 I bulloni A1-A2-A3-A4 portano il momento  $M_{Ed}$  e quelli B1-B2-B3-B4 portano il taglio  $V_{Ed}$
- ☐ 5 Tutti i bulloni portano in modo uguale sia il taglio  $V_{Ed}$  che il momento  $M_{Ed}$

Supponi per tutti i quesiti a seguire che tutti i bulloni del gruppo A siano rimossi e che il collegamento sia realizzato con i soli bulloni del gruppo B.

- (16) Trascurando la presenza del taglio, indica il valore del massimo momento flettente che porta alla rottura dei bulloni (punti 3)
- ☐ 1 220.5 kNm    ☐ 2 238.7 kNm    ☐ 3 241.3 kNm    ☐ 4 256.1 kNm    ☒ 5 260.4 kNm
- (17) Determina il valore della forza  $F_d$  che applicata all'estremo della trave provoca il punzonamento del piatto (punti 3)
- ☐ 1 380.1 kN    ☒ 2 388.8 kN    ☐ 3 460.4 kN    ☐ 4 496.8 kN    ☐ 5 828.8 kN
- (18) Considera adesso il taglio ed il momento flettente determinati dalla forza  $F_d$ . I bulloni sono soggetti a taglio e trazione. Indica il valore che ottieni dalla verifica utilizzando il dominio a taglio e trazione (punti 3)
- ☒ 1 0.358    ☐ 2 0.482    ☐ 3 0.581    ☐ 4 0.648    ☐ 5 0.739
- (19) Progetta la lunghezza  $L_{W1}$  di ciascuno dei due cordoni di saldatura disposti in verticale per portare il taglio, nel rispetto di tutte le indicazioni e i limiti da normativa. Usa altezza di gola di 3 mm e indica esattamente il risultato del calcolo. (punti 3)

$$L_{W1} = \underline{\quad 46.1 \quad} \text{ mm}$$

- (20) Progetta la lunghezza  $L_{W2}$  di ciascuno dei due cordoni di saldatura disposti in orizzontale per portare il momento, nel rispetto di tutte le indicazioni e i limiti da normativa. Usa altezza di gola di 7 mm e indica esattamente il risultato del calcolo. (punti 3)

$$L_{W2} = \underline{\quad 206.9 \quad} \text{ mm}$$