

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:

*Esempi*

- 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

☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4

- 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

La formula  $N_{u,Rd} = 0.9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$   
con  $A_{net} = 37.2 \text{ mm}^2$  e  $\gamma_{M2} = 1.25$

- domande che richiedono un risultato numerico: scrivi il risultato nello spazio predisposto, usando un numero adeguato di cifre significative.

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

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

(punti 4)

il punteggio in caso di risposta esatta è 4

Per tutti i quesiti fai riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), alla Circolare n. 617 del 2/02/2009 ed all'Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-1, novembre 2005).

Indica se ciascuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa

(per ciascuna domanda punti 2)

- (1) La resistenza del calcestruzzo aumenta all'aumentare del rapporto acqua/cemento
- (2) La carbonatazione del calcestruzzo promuove la corrosione delle armature d'acciaio
- (3) Il ritiro comporta sempre una riduzione di volume dell'elemento in c.a.
- (4) Il valore caratteristico della tensione di snervamento di un acciaio B450A deve essere almeno 450 MPa
- (5) La normativa pone un limite sulle tensioni in esercizio del calcestruzzo anche per contenerne le deformazioni viscosi
- (6) Nel II stadio di comportamento, l'asse neutro di una sezione rettangolare in c.a. a semplice armatura soggetta a flessione semplice si ottiene risolvendo un'equazione di 1° grado

☐ vero ☒ falso

☒ vero ☐ falso

☐ vero ☒ falso

☒ vero ☐ falso

☒ vero ☐ falso

☐ vero ☒ falso

- (7) La presenza di armatura compressa in una sezione in c.a.:

(punti 3)

☐ non ha influenza sul momento resistente

☐ è di fondamentale importanza solo nelle verifiche allo stato limite di esercizio

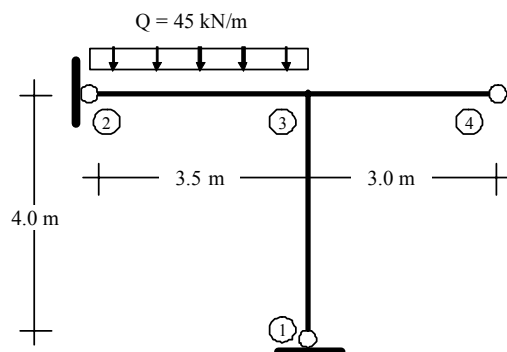
☒ in fase di progetto, consente di ridurre l'altezza utile

☐ due delle risposte precedenti sono corrette

- (8) Una sezione circolare con diametro  $d = 30$  cm, armata con  $8 \phi 16$  e con copriferro  $c = 5$  cm è soggetta a sforzo normale centrato di compressione. Quanto vale lo sforzo normale resistente  $N_{Rd}$  se il calcestruzzo è di classe C20/25 e l'armatura è realizzata in acciaio B450C? (punti 3)

☐ 1125.2 kN    ☒ 1430.5 kN    ☐ 1807.5 kN    ☐ 2154.7 kN    ☐ 2827.4 kN

Per le domande che seguono fai riferimento allo schema statico raffigurato a fianco. Tutte le aste sono realizzate con lo stesso materiale di modulo elastico  $E$  ed hanno lo stessa sezione trasversale con momento d'inerzia  $I$ . Per il calcolo delle quantità necessarie all'applicazione del metodo degli spostamenti e del Metodo di Cross assumi le aste incernierate ad un estremo ed incastrate sull'altro.



- (9) Quanto vale la rotazione del nodo 3 (positiva se antioraria) a meno di  $EI$ ? (punti 4)  
 $\varphi_3 = \underline{\quad 26.4 \quad} / EI$

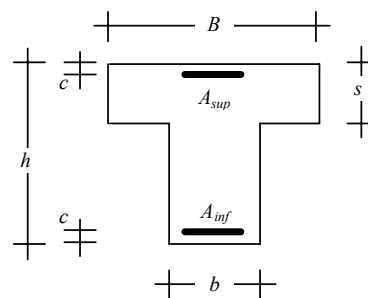
- (10) Indica il momento flettente dell'estremo 3 dell'asta 2-3 (positivo se antiorario): (punti 3)

☒ -46.3 kNm    ☐ -15.1 kNm    ☐ 12.4 kNm    ☐ 31.2 kNm    ☐ 47.4 kNm

- (11) Indica quanto vale il coefficiente di ripartizione dell'estremo 3 dell'asta 3-4 per l'applicazione del metodo di Cross: (punti 2)

☐ 0.124    ☐ 0.288    ☒ 0.384    ☐ 0.427    ☐ 0.513

Per le domande che seguono fai riferimento allo sezione in c.a. disegnata a lato. La lunghezza delle due basi è  $B = 50$  cm e  $b = 30$  cm, l'altezza vale  $h = 60$  cm, lo spessore della soletta è  $s = 15$  cm. L'armatura disposta sul lato inferiore è realizzata con  $2 \phi 14$ , mentre quella disposta sul lato superiore è realizzata con  $4 \phi 20$ . Il copriferro è uguale per le due armature e vale  $c = 5$  cm. Il coefficiente di omogeneizzazione vale  $n = 15$ . Si assuma inoltre che la sezione sia soggetta ad un momento flettente negativo pari a  $M = -150$  kNm.



- (12) Quanto vale la distanza  $X$  tra l'asse neutro ed il bordo compresso? (punti 4)

☐ 13.7 cm    ☐ 16.4 cm    ☒ 19.9 cm    ☐ 24.6 cm    ☐ 35.1 cm

- (13) Quanto vale la tensione massima di compressione del calcestruzzo? (punti 3)

☐ -6.8 MPa    ☐ -7.2 MPa    ☒ -9.3 MPa    ☐ -11.7 MPa    ☐ -14.4 MPa

- (14) Quanto vale la tensione dell'armatura tesa? (punti 3)

☐ 35.8 MPa    ☐ 62.7 MPa    ☐ 92.1 MPa    ☐ 124.7 MPa    ☒ 245.9 MPa

Si vuole progettare la sezione trasversale di una trave a spessore di solaio soggetta ad un momento flettente pari a  $M_{Ed} = 125$  kNm allo Stato Limite Ultimo. La sezione è di forma rettangolare di altezza  $h = 25$  cm ed a doppia armatura. Si assuma un copriferro  $c = 4$  cm, un calcestruzzo C25/30 ed un acciaio B450C.

- (15) Si determini il valore minimo (senza approssimarlo) della larghezza  $b$  della sezione supponendo un'armatura compressa pari al 50% di quella tesa ( $u = 0.5$ ):

(punti 4)

$$b = \underline{92.4} \text{ cm}$$

- (16) Si determini il valore minimo dell'armatura tesa:

(punti 4)

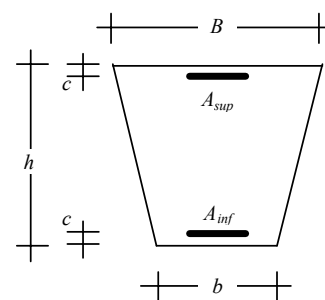
$$A_s = \underline{16.9} \text{ cm}^2$$

- (17) Dopo aver approssimato  $b$  per eccesso al multiplo di 5 cm, si determini il valore minimo dell'armatura compressa:

(punti 4)

$$A'_s = \underline{6.1} \text{ cm}^2$$

Per le domande che seguono fai riferimento alla sezione in c.a. trapezia disegnata a lato. La lunghezza delle due basi è  $B = 50$  cm e  $b = 30$  cm, l'altezza vale  $h = 65$  cm. L'armatura disposta sul lato inferiore è realizzata con 4  $\phi 20$ , mentre quella disposta sul lato superiore è realizzata con 4  $\phi 14$ . Il copriferro è uguale per le due armature e vale  $c = 5$  cm. I materiali sono calcestruzzo C25/30 ed acciaio B450C. Si assuma inoltre che la sezione sia soggetta a momento flettente positivo e si ipotizzi un diagramma delle deformazioni con la deformazione  $\epsilon_{cu}$  al bordo superiore e l'asse neutro a distanza  $X = 15.63$  cm dal bordo compresso.



- (18) Si determini la tensione  $\sigma_s$  dell'armatura tesa:

(punti 3)

$$\sigma_s = \underline{391.3} \text{ MPa}$$

- (19) Si determini il risultante delle tensioni nel calcestruzzo  $N_c$  assumendo un legame  $\sigma$ - $\epsilon$  del calcestruzzo con tensione costante pari a  $-f_{cd}$  per  $0.2 \epsilon_{cu} \leq \epsilon \leq \epsilon_{cu}$ :

(punti 4)

$$N_c = \underline{-851.6} \text{ kN}$$

- (20) Si spieghi se e perché il diagramma delle deformazioni considerato è quello con cui convenzionalmente la sezione raggiunge il collasso nel caso di flessione semplice con momento flettente positivo:

(punti 4)

Se il diagramma corrisponde a flessione semplice deve essere  $N_c + N'_s + N_s = 0$

$$N_c = -851.6 \text{ kN}$$

$$N_s = A_s \sigma_s = 12.57 \times 391.3 = 491.7 \text{ kN}$$

$$\epsilon'_s = 2.38 \times 10^{-3}$$

$$\sigma'_s = -391.3 \text{ MPa}$$

$$N'_s = A'_s \sigma'_s = -240.9 \text{ kN}$$

$$N_c + N'_s + N_s = -600.8 \text{ kN} \text{ dunque non è flessione semplice}$$