



Università degli Studi di Cagliari

Prova scritta di Tecnica delle Costruzioni, Prof. Fausto Mistretta
16/12/2010 ore 15:00 aula ALFA.

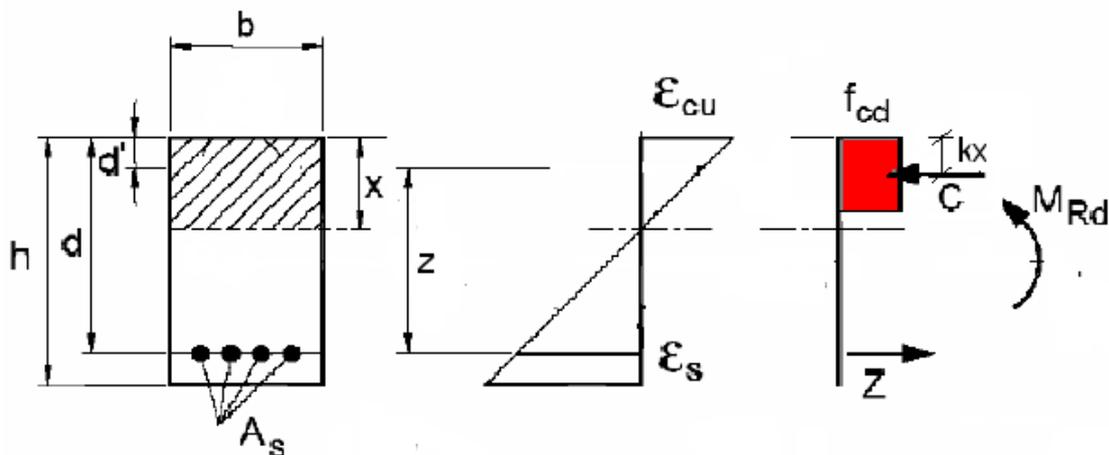
Cognome e Nome:

Matricola:

Quesito N° 1 (8 punti)

Verificare allo SLU la sezione rettangolare (base 250 mm, altezza 600 mm) armata con $4\Phi 14$ per M_{sd} pari a 120 kNm, realizzata con calcestruzzo classe di resistenza C28/35 e acciaio B450C.

Risoluzione:



$$f_{cd} = \frac{0,85 \cdot 28}{1,5} = 15,87 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{450}{1,15} = 391,3 \text{ MPa}$$

Lo SLU per flessione coincide con il raggiungimento della massima capacità deformativa del calcestruzzo, $\epsilon_c = 0,0035$.

Si utilizza come diagramma costitutivo del calcestruzzo lo stress-block ($\beta=0,8$, $k=0,4$).

Per $4\Phi 14$ si ha un'area pari a:

$$A_s = 616 \text{ mm}^2$$

Si deve calcolare la posizione effettiva dell'asse neutro ponendo:

$$C = Z$$

$$C = \beta \times f_{cd} b = 0,8 \cdot x \cdot f_{cd} \cdot b$$

$$Z = A_s \cdot f_{yd} = 241.040,8$$

Si ottiene $x = 76 \text{ mm}$

Si verifica che le armature lavorino oltre lo snervamento tramite la proporzione:

$$0,0035 : 76 = \varepsilon_s : (560 - 76)$$

$$\varepsilon_s = 0,02 > \varepsilon_{ysd} = 0,00196$$

$$M_{Rd} = Z \cdot z$$

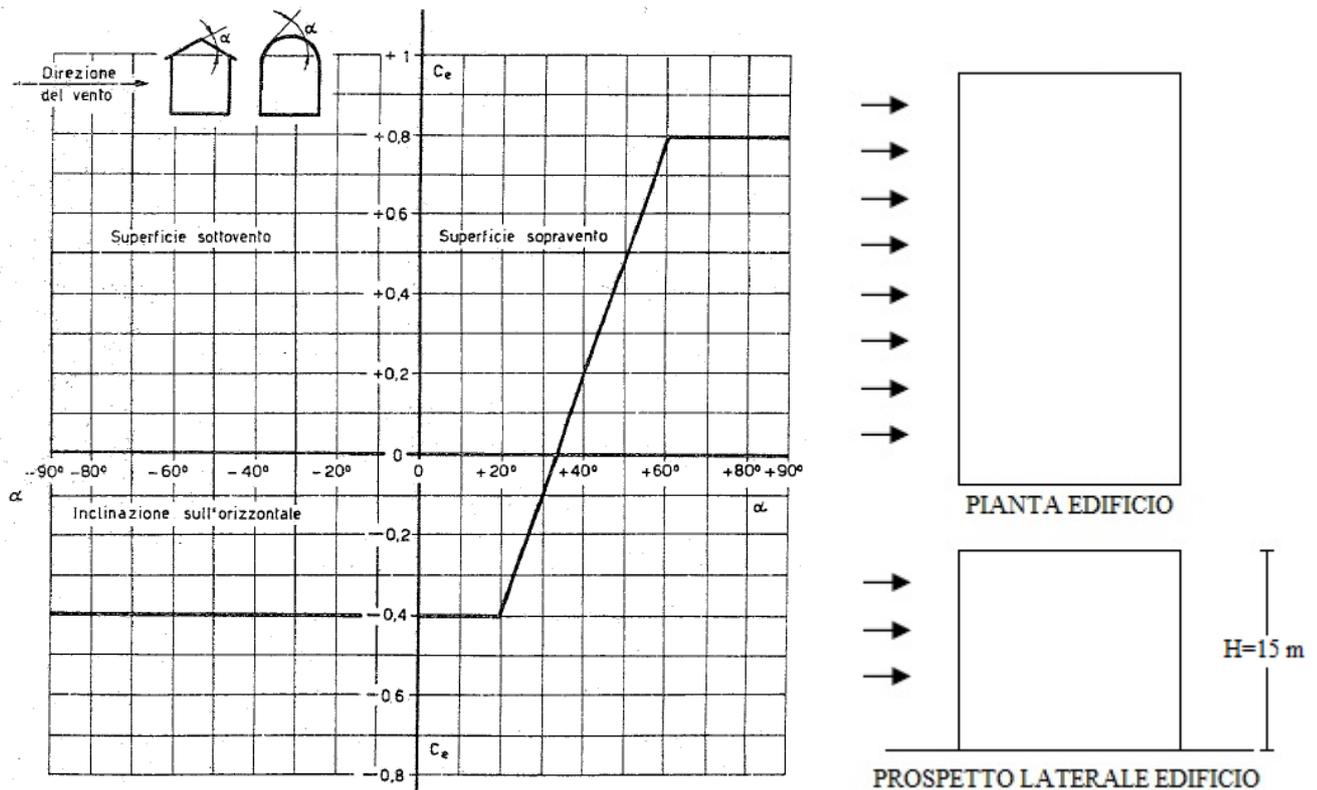
$$z = d - k \cdot x = 530 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 127,6 \text{ KNm} > 120 \text{ KNm VERIFICATA}$$

Quesito N° 2 (6 punti)

Calcolare la pressione del vento agente sulle pareti esterne di un edificio (vedi disegno sottostante) a pianta rettangolare alto 15 m, localizzato a Cagliari in un'area densamente urbanizzata, e distante 4 km dalla costa.

Per la determinazione del coefficiente di forma fare riferimento alla seguente figura:



Risoluzione:

La pressione del vento è data dall'espressione: $p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$

Pressione cinetica di riferimento q_b

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

La velocità di riferimento v_b per un edificio sito a Cagliari, quindi in Zona 5 (come da Normativa), si considera pari a 28 m/s. Inoltre ρ è la densità di riferimento dell'aria assunta convenzionalmente pari a 1,25 kg/m³. Quindi:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 784 = 490 \text{ N/m}^2$$

Coefficiente di esposizione c_e

Il coefficiente di esposizione $c_e(z)$ è dato dalla seguente equazione:

$$c_e(z) = K_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \text{ per } z \leq z_{\min}$$

I valori di c_t , z_0 , z_{\min} e K_r vengono desunti dalle indicazioni riportate in Normativa. Si ottiene:

$c_t = 1$ è il coefficiente di topografia;

I coefficienti z_0 , z_{\min} , K_r sono assegnati in funzione della categoria di esposizione del sito, dipendente dalla zona di esposizione e dalla classe di rugosità del terreno.

Classe di rugosità del terreno: A

Categoria di esposizione: IV

$$K_r = 0,22$$

$$Z_0(\text{m}) = 0,3$$

$$Z_{\min}(\text{m}) = 8$$

z è la quota rispetto al suolo; in via semplificativa (e a favore di sicurezza) assumiamo $z = 15$ m, corrispondente all'altezza massima dell'edificio, da cui si ricava:

$$c_e(z) = 0,0484 \cdot 1 \cdot 3,91 \cdot (7 + 1 \cdot 3,91) = 2,06$$

Coefficiente dinamico c_d

Può essere assunto pari a 1.

Coefficiente di forma c_p

In base alla tabella allegata, ipotizzando che il vento agisca con un angolo di incidenza di 90° (caso peggiore) sulle pareti dell'edificio, si ottiene:

$$c_p = 0,8 \text{ per la parete sopravvento}$$

$$c_p = -0,4 \text{ per la parete sottovento}$$

Si ottiene infine il valore della pressione del vento:

$$c_p = 490 \cdot 2,06 \cdot 1 \cdot 0,8 = 807 \text{ N/m}^2 \text{ per la parete sopravvento}$$

$$c_p = 490 \cdot 2,06 \cdot 1 \cdot (-0,4) = -404 \text{ N/m}^2 \text{ per la parete sottovento}$$

Quesito n°3 (10 punti)

Verificare allo SLU di instabilità il pilastro realizzato da un profilo HEA 180 in acciaio S235 di altezza pari a 6,5 m, incastrato al suolo e incernierato all'altra estremità.

I carichi agenti sul pilastro presenti sono:

-permanenti	80,00 kN
-permanenti non strutturali	100,00 kN
-variabili	120,00 kN

Dati del profilo:

-altezza	h	171	mm
-larghezza	b	180	mm
-spessore delle ali	t _f	9,5	mm
-spessore dell'anima	t _w	6,0	mm
-raggio di raccordo	r	15	mm
-area	A	4525	mm ²
-momento d'inerzia rispetto all'asse forte	I _y	2510	cm ⁴
-momento d'inerzia rispetto all'asse debole	I _z	924,6	cm ⁴
-peso per unità di lunghezza	g _t	0,355	kN/m

Risoluzione:

$$N_{Ed} = 1,3 \cdot 80,00 + 1,5 \cdot 100,00 + 1,5 \cdot 120,00 = 434 \text{ kN}$$

Nota: si considera il peso proprio del pilastro già compreso nei carichi permanenti strutturali assegnati.

Resistenza di calcolo all'instabilità:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 + \bar{\lambda}^2}} \leq 1 \quad \Phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

N_{cr} è il carico critico elastico dell'asta pari a:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_0^2}$$

dove L₀=β·L è la lunghezza di libera inflessione.

Per un'asta con un estremo incastrato ed uno incernierato β=0,8, per cui L_{0,y}=L_{0,z}=0,8·6,5=5,2m.

Per le sezioni laminare quando si ha h/b<1,2 e t_c<100 mm, si considera la curva d'instabilità b per l'asse forte y-y e la curva d'instabilità c per l'asse debole z-z.

-asse forte y-y

Dalla curva d'instabilità b ricavo il fattore di imperfezione α=0,34.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y-y}}{L_{0,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 25100000}{5200^2} \cong 1.924 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{4525 \cdot 235}{1924000}} = 0,743$$

$$\Phi = 0,5[1 + 0,34(0,743 - 0,2) + 0,743^2] = 0,868$$

$$\chi = \frac{1}{0,868 + \sqrt{0,868^2 + 0,743^2}} = 0,497$$

e quindi la resistenza di calcolo a compressione rispetto all'asse forte y-y:

$$N_{b,Rd} = \frac{0,497 \cdot 4525 \cdot 235}{1,05} = 504 \text{ kN}$$

-asse debole z-z

Dalla curva d'instabilità c ricavo il fattore di imperfezione $\alpha=0,49$.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z-z}}{L_{0,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 9246000}{5200^2} = 709 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{4525 \cdot 235}{709000}} = 1,225$$

$$\Phi = 0,5[1 + 0,49(1,225 - 0,2) + 1,225^2] = 1,501$$

$$\chi = \frac{1}{1,501 + \sqrt{1,501^2 + 1,225^2}} = 0,291$$

e quindi la resistenza di calcolo a compressione rispetto all'asse debole z-z:

$$N_{b,Rd} = \frac{0,291 \cdot 4525 \cdot 235}{1,05} = 294,5 \text{ kN}$$

La resistenza di calcolo a compressione sarà la minore tra quelle calcolate rispetto ai due assi. Poiché si ha $N_{Ed}=434 \text{ kN} > N_{b,Rd} = 294,5 \text{ kN}$ la verifica NON risulta soddisfatta.

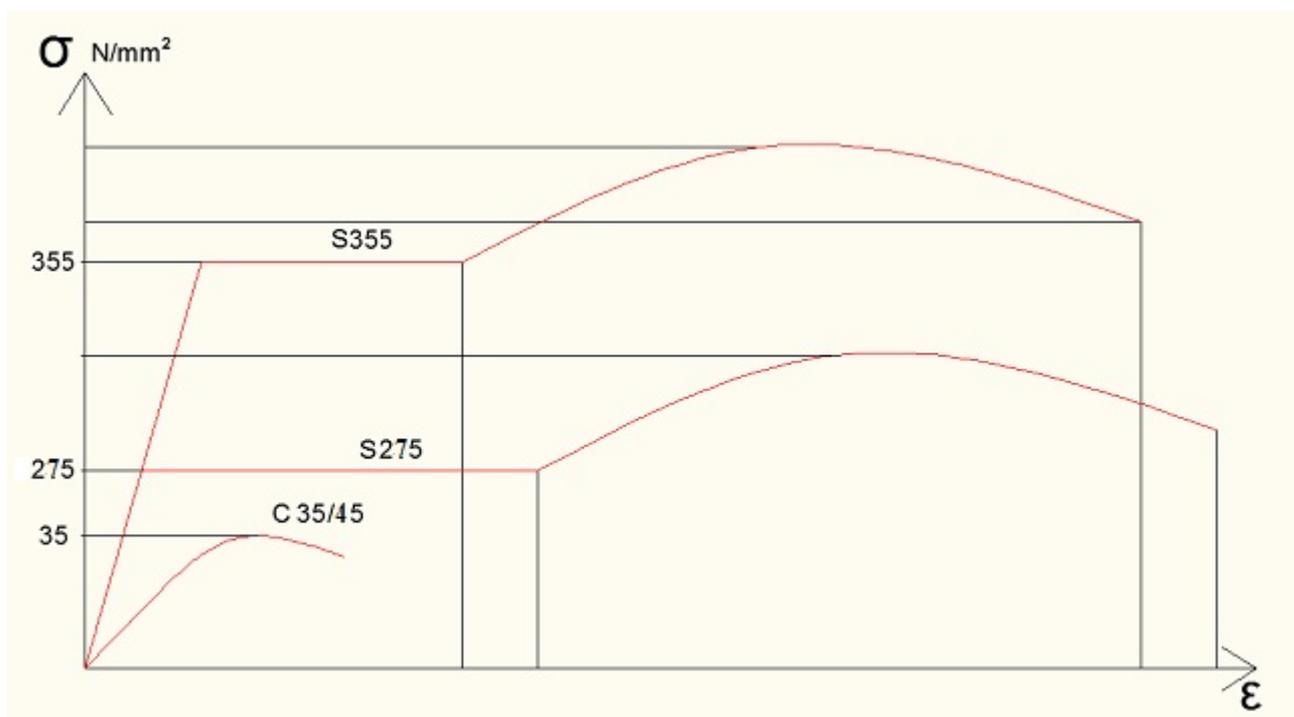
Quesito 4 (4 punti)

Disegnare sul diagramma riportato sotto, le leggi costitutive dei seguenti materiali:

- calcestruzzo classe 35/45;
- acciaio S275;
- acciaio S355.

Risoluzione:

Qualitativamente risulta (il diagramma del cls è in scala più grande):



Quesito 5 (2 punti)

Su un getto di 89 m^3 di miscela omogenea vengono effettuati 3 prelievi, siano R_1 , R_2 , R_3 le tre resistenze di prelievo, con: $R_2 \leq R_1 \leq R_3$

$$R_1 = 43,6 \text{ N/mm}^2$$

$$R_2 = 39,1 \text{ N/mm}^2$$

$$R_3 = 52,0 \text{ N/mm}^2$$

Calcolare la resistenza caratteristica minima del calcestruzzo.

Risoluzione:

$$R_m \geq R_{ck} + 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 3,5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{In cui: } R_m = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3}$$

$$R_m = (43,6 + 39,1 + 52)/3 = 44,9 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m - 3,5 \geq R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$44,9 - 3,5 = 41,4 \geq R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$R_1 + 3,5 \geq R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$39,1 + 3,5 = 42,6 \geq R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

La R_{ck} minima risulta pari a $41,4 \text{ N/mm}^2$.