

*Università degli Studi di Cagliari*

Prova scritta di Tecnica delle Costruzioni, Prof. Fausto Mistretta  
27/01/2011 ore 15:00 aula alfa.

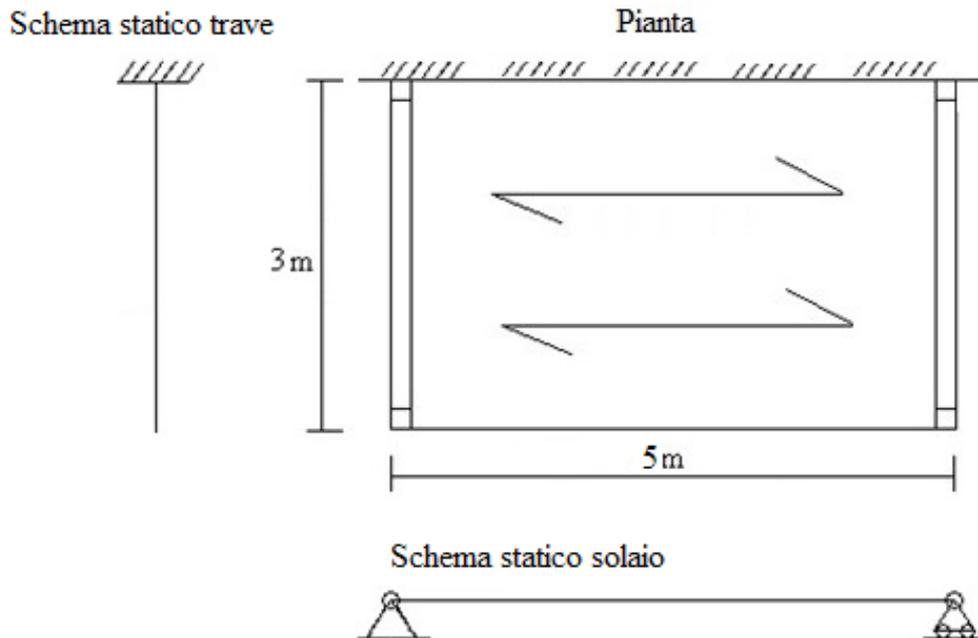
Cognome e Nome:

Matricola:

### Quesito 1 (14 punti)

Data la struttura in calcestruzzo armato, riportata in figura, destinata ad uso residenziale, progettare e verificare per l'azione flettente la trave allo SLU ( $b=300$  mm e  $h=500$  mm, peso specifico cls 25  $\text{kN/m}^3$ ).

La struttura è realizzata in calcestruzzo con classe di resistenza C28/35 e acciaio B450C.



Si considerino agenti sulla trave i seguenti carichi permanenti:

Peso proprio del solaio ( $G_1$ ):	9,4	kN/m
Carichi permanenti portati sul solaio ( $G_2$ )	5,00	kN/m

## Risoluzione:

**Carichi sulla trave (la luce del solaio è pari a 5 m, e ogni trave porta i carichi di metà solaio)**

Peso proprio della trave	$0,3m \cdot 0,5m \cdot 25 \text{ kN/m}^3 =$	3,75	kN/m
Peso proprio del solaio:		9,4	kN/m
<b>Carico permanente strutturale totale (<math>G_1</math>)</b>		<b>13,15</b>	<b>kN/m</b>
Carichi permanenti portati sul solaio:		5,00	kN/m
<b>Carico permanente portato totale (<math>G_2</math>)</b>		<b>5,00</b>	<b>kN/m</b>
<b>Carichi variabili per ambienti ad uso residenziale (<math>Q_{k1}</math>):</b>	$2,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,5m =$	<b>5,0</b>	<b>kN/m</b>

### -Combinazioni di carico

-SLU

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}$$

dove:

$$\begin{aligned} \gamma_{G1} &= 1,3 & G_1 &= \text{Carichi permanenti} \\ \gamma_{G2} &= 1,5 & G_2 &= \text{Carichi permanenti non strutturali} \\ \gamma_{Q1} &= 1,5 & Q_{k1} &= \text{Carichi variabili} \end{aligned}$$

$$F_{Ed} = 1,3 \cdot 13,15 + 1,5 \cdot 5,00 + 1,5 \cdot 5,00 = 32,1 \text{ kN/m}$$

### -Calcolo delle sollecitazioni

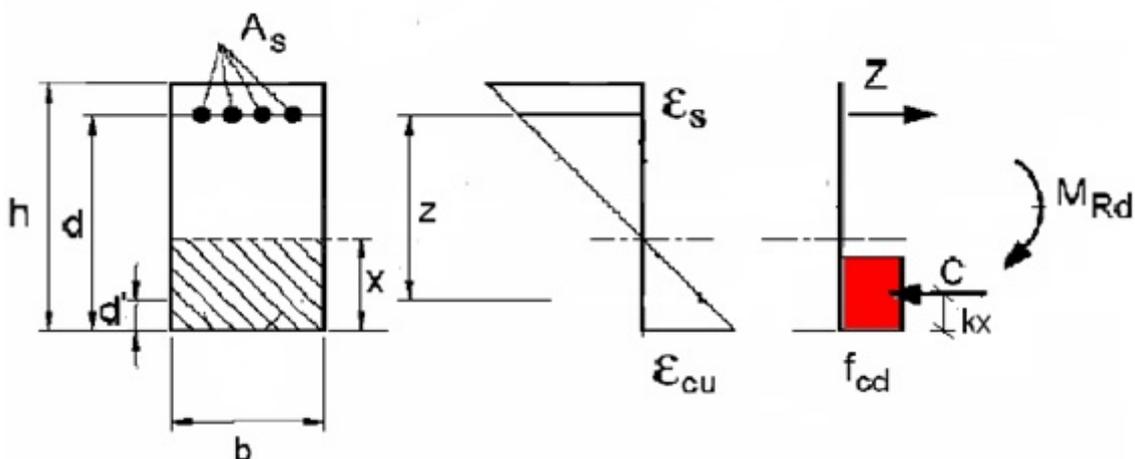
Massimo taglio sollecitante:

$$V_{sd} = F_{Ed} \cdot 3 = 96,3 \text{ kN}$$

Massimo momento sollecitante (localizzato all'incastro; le fibre tese sono quelle superiori):

$$M_{sd} = \frac{F_{Ed} \cdot 3^2}{2} = 144,45 \text{ kNm}$$

**Progettazione dell'armatura della trave per l'azione flettente.**



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

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

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

E' necessario assegnare un valore limite alla deformazione dell'acciaio assumendo la deformazione  $\epsilon_s$  pari a 0,01 (Armatura Equilibrata).

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

$$0,0035 \cdot x = 0,01 \cdot (d - x)$$

Posizione dell'asse neutro

$$x = 0,259 \cdot d$$

$$d = h - d' = 500 - 40 = 460 \text{ mm}$$

$$x = 119,14 \text{ mm}$$

Progetto dell'armatura tesa.

$$Z = A_s \cdot f_{yd}$$

$$M_{Rd} = Z \cdot z \text{ con } Z = A_s \cdot f_{yd}$$

Si pone  $M_{Sd} = M_{Rd} = 144.450.000 \text{ Nmm}$

$$z = d - k \cdot x = 460 - (0,4 \cdot 119,14) = 412,34 \text{ mm}$$

$$M_{Sd} = Z \cdot z = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - k \cdot x) = A_s \cdot 391,3 \cdot 412,34 \text{ mm}$$

da cui ricavo l'area di armatura tesa minima:

$$A_s = 895,3 \text{ mm}^2 \quad \text{scegliamo un' Area effettiva di } 6\phi 14 = 924 \text{ mm}^2$$

### **Verifica della trave a flessione SLU.**

Calcolo asse neutro:

Lo SLU per flessione coincide con il raggiungimento della massima capacità deformativa del calcestruzzo,

$$\epsilon_c = 0,0035.$$

Dall'equilibrio alla traslazione  $C=Z$  otteniamo la posizione dell'asse neutro, ipotizzando che l'acciaio lavori oltre lo snervamento.

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

$$C = \beta \cdot x \cdot f_{cd} \cdot b = 0,8 \cdot x \cdot 15,87 \cdot 300$$

$$Z = A_s \cdot f_{yd} = 924 \cdot 391,3 = 361.561 \text{ N}$$

$$x = 95 \text{ mm}$$

Verifico che l'ipotesi sul comportamento dell'acciaio sia valida.

$$0,0035 \cdot 95 = \epsilon_s \cdot (460 - 95)$$

$$\epsilon_s > 0,01 \text{ OK}$$

Verifica

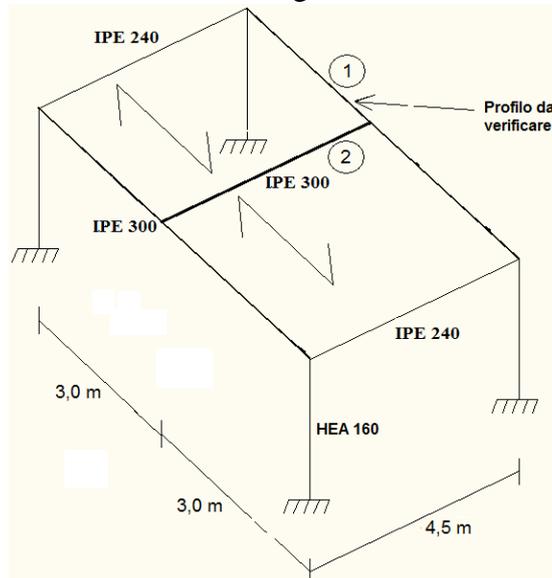
$$M_{Rd} \geq M_{Sd}$$

$$M_{Rd} = Z \cdot z = 361.561 \cdot (460 - (0,4 \cdot 95)) = 152,6 \text{ KNm} \geq M_{Sd} = 144,45 \text{ KNm}$$

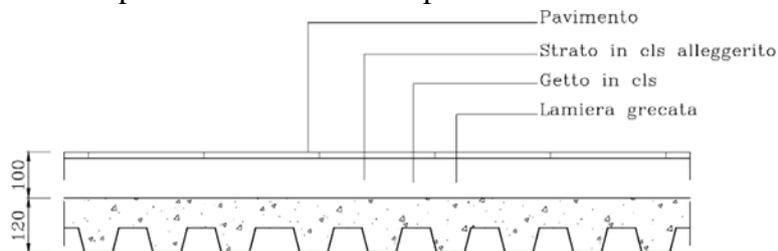
## Quesito 2 (14 punti)

Data la struttura in acciaio, riportata in figura, destinata ad uso ufficio (aperto al pubblico), eseguire l'analisi dei carichi e verificare la trave indicata.

La struttura è realizzata in acciaio S235 con pilastri HEA 160, con travi IPE 300 di classe 1 e IPE 240 di classe 1, si considerino le travi incernierate agli estremi.



-Il solaio è realizzato in lamiera grecata del peso di  $0,25 \text{ kN/m}^2$ , con soletta collaborante del peso di  $2,00 \text{ kN/m}^2$ , da uno strato di cls alleggerito per il passaggio degli impianti di  $70 \text{ mm}$  del peso di  $11 \text{ kN/m}^3$  e da un pavimento in piastrelle di  $20 \text{ mm}$  del peso di  $20 \text{ kN/m}^3$ .



-Sul solaio sono presenti dei tramezzi del peso di  $1,6 \text{ kN/m}^2$  dell'altezza di  $2,6 \text{ m}$ .

Dati del profilo:

-altezza	h	300	mm
-larghezza	b	150	mm
-spessore delle ali	$t_f$	10,7	mm
-spessore dell'anima	$t_w$	7,1	mm
-raggio di raccordo	r	15	mm
-area	A	5381	$\text{mm}^2$
-momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_x$	8356	$\text{cm}^4$
-modulo di resistenza plastico rispetto all'asse forte	$W_{pl,x}$	628,4	$\text{cm}^3$
-Peso per unità di lunghezza	$g_t$	0,42	$\text{kN/m}$

**Risoluzione:**

### -Analisi dei carichi

Peso proprio del solaio + carichi permanenti portati per m<sup>2</sup>:

lamiera grecata		0,25	kN/m <sup>2</sup>
soletta collaborante		2,0	kN/m <sup>2</sup>
strato di cls alleggerito	11 kN/m <sup>3</sup> ·0,07m =	0,77	kN/m <sup>2</sup>
pavimento in piastrelle di 20 mm del peso di	20 kN/m <sup>3</sup> ·0,02m =	0,4	kN/m <sup>2</sup>
<b>peso totale</b>		<b>3,42</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

I carichi dovuti ai tramezzi possono essere ragguagliati ad un carico permanente portato uniformemente distribuito che nel caso di un peso per unità di lunghezza pari a 1,6 kN/m<sup>2</sup>·2,60m=4,16 kN/m è pari a 2,00 kN/m<sup>2</sup>.

Carichi variabili pari a 3 kN/m<sup>2</sup> per edifici ad uso ufficio non aperto al pubblico

### -Carichi sulla trave n°2

Peso proprio della trave:		0,42	kN/m
Peso proprio del solaio + carichi permanenti portati:	3,42 kN/m <sup>2</sup> ·3m =	10,26	kN/m
Peso proprio dei tramezzi:	2,00 kN/m <sup>2</sup> ·3m =	6,0	kN/m
Carichi variabili:	3,00 kN/m <sup>2</sup> ·3m =	9,0	kN/m

Poiché devo verificare la trave n°1 devo valutare il carico concentrato trasferito su di essa dalla trave n°2  
Il carico sulla trave n°1 sarà pari alla metà del carico portato dalla trave n°2:

$$F_{sd} = \frac{[1,3 \cdot (0,42 + 10,26) + 1,5 \cdot 6,0 + 1,5 \cdot 9,0] \cdot 4,5}{2} = 82 \text{ kN}$$

### -Calcolo delle sollecitazioni

Massimo taglio sollecitante = taglio dovuto al carico concentrato + taglio dovuto al carico peso proprio della trave.

$$V_{sd} = \frac{F_{sd}}{2} + \frac{1,3 \cdot 0,42 \cdot 6}{2} = 42,7 \text{ kN}$$

Massimo momento sollecitante = momento dovuto al carico concentrato + momento dovuto al carico peso proprio della trave.

$$M_{sd} = \frac{F_{sd} \cdot 6}{4} + \frac{1,3 \cdot 0,42 \cdot 6^2}{8} = 125,5 \text{ kNm}$$

### -Calcolo della resistenza a taglio

$$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) t_f = 2568 \text{ mm}^2$$

$$V_{Pl,Rd} = A_v \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = 2568 \cdot \frac{235}{1,05 \cdot \sqrt{3}} = 331828 \text{ N} \approx 332 \text{ kN}$$

Poiché si ha  $V_{sd} = 42,7 \text{ kN} < V_{Pl,Rd} = 332 \text{ kN}$  la verifica risulta soddisfatta.

Poiché il taglio sollecitante  $V_{sd}$  non risulta mai superiore al 50% del taglio resistente plastico  $V_{Pl,Rd}$  si può trascurare l'interazione tra il taglio e il momento flettente nella successiva verifica.

### -Calcolo della resistenza al momento flettente

Il momento resistente di progetto è (essendo la sezione di classe 1):

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 628400 \cdot \frac{235}{1,05} = 140641905 \text{ N} \approx 140,6 \text{ kNm}$$

Poiché si ha  $M_{sd} = 125,5 \text{ kNm} < M_{c,Rd} = 140,6 \text{ kNm}$  la verifica risulta soddisfatta.

### Quesito 3 (2 punti)

Su un getto di  $85 \text{ m}^3$  di miscela omogenea vengono effettuati 3 prelievi, siano  $R_1, R_2, R_3$  le tre resistenze di prelievo, con:  $R_2 \leq R_1 \leq R_3$

$$R_1 = 49,8 \text{ N/mm}^2$$

$$R_2 = 42,5 \text{ N/mm}^2$$

$$R_3 = 51,8 \text{ N/mm}^2$$

Calcolare la resistenza caratteristica minima del calcestruzzo.

### Risoluzione:

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

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

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

$$R_m = (49,8 + 42,5 + 51,8)/3 = 48,03 \text{ N/mm}^2$$

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

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

$$48,03 - 3,5 = 44,53 \geq R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$42,5 + 3,5 = 46,0 \geq R_{ck} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

La  $R_{ck}$  minima risulta pari a  $44,53 \text{ N/mm}^2$ .