

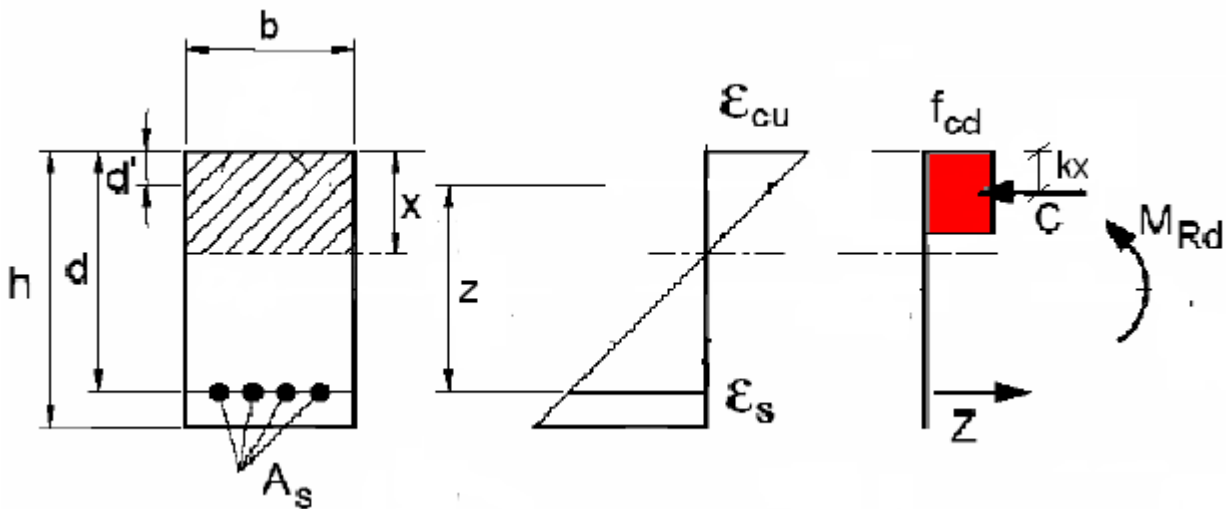
Università degli Studi di Cagliari

Prova scritta di Tecnica delle Costruzioni, Prof. Fausto Mistretta  
24/06/2010 ore 9:30 aula CD.

### RISOLUZIONE DEI QUESITI

#### Quesito N° 1 (12 punti).

Progettare e verificare allo SLU l'armatura tesa  $A_s$  della sezione rettangolare (base 250 mm, altezza 500mm) per  $M_{sd}$  pari a 120 KNm, realizzata con calcestruzzo classe di resistenza C28/35 ( $R_{ck}$  pari a 35 MPa,  $f_{ck}$  pari a 28 MPa) e acciaio B450C le cui caratteristiche sono le seguenti:  $f_{yk}=450$ MPa,  $E_s=206000$  MPa.



SVOLGIMENTO:

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

$$f_{yd} = \frac{450}{1,15} = 391,30 \text{ MPa}$$

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

$$0,0035:x=0,01:(d-x)$$

$$d=h-d'$$

si impone  $d'$  pari a 40mm da cui  $d =460\text{mm}$

Posizione dell'asse neutro

$$x = 0,259 \cdot d = 0,259 \cdot 460 = 119,1\text{mm}$$

Progetto dell'area armatura tesa.

$$M_{Rd} = Zz$$

Con.

$$Z = A_s f_{yd} = A_s 391,3$$

Si pone  $M_{Sd} = M_{Rd}$

$$z = d - kx = 412,34\text{mm}$$

$$A_s = M_{sd} / (f_{yd} \cdot z) = 743,7\text{mm}^2$$

$$\text{Area effettiva } 5\phi 14 = 769,7\text{mm}^2$$

Verifica:

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

$$C = Z$$

$$C = \beta \times f_{cd} b = 0,8 \times 15,87 \times 250$$

$$Z = A_s f_{yd} = 769,7 \times 391,3 = 301.184\text{N}$$

Si ottiene  $x = 94,9 \text{ mm}$

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

$$0,0035:94,9 = \epsilon_s:(460-94,9)$$

$$\epsilon_s = 0,013 \text{ ok}$$

$$M_{Rd} = Zz$$

$$z = d - kx = 422\text{mm}$$

$$M_{Rd} = 127 \text{ KNm} \geq M_{Sd} \text{ VERIFICATA}$$

## Quesito N° 2 (10 punti).

Verificare allo SLU la trave di piano realizzata da un profilo IPE 240 in acciaio S235 per  $M_{sd}=70$  kNm e  $V_{sd}=55$  kN.

La trave sostiene una soletta che la vincola totalmente nei confronti dell'instabilità laterale.

Dati del profilo:

-altezza	h	240	mm
-larghezza	b	120	mm
-spessore delle ali	$t_f$	9,8	mm
-spessore dell'anima	$t_w$	6,2	mm
-raggio di raccordo	r	15	mm
-area	A	3910	mm <sup>2</sup>
-momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_x$	3890	cm <sup>4</sup>
-modulo di resistenza plastico rispetto all'asse forte	$W_{pl,x}$	366,6	cm <sup>3</sup>

### Risoluzione

#### -Classificazione del profilo per le azioni flettenti

acciaio S235  $\rightarrow \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1$  con  $f_y=235$  N/mm<sup>2</sup> tensione di snervamento dell'acciaio.

Poiché è rispettato il seguente rapporto:

$$\frac{d}{t_w} = 30,71 < 72 \cdot \varepsilon = 72 \rightarrow \text{l'anima appartiene alla classe 1,}$$

dove  $d=h-2 \cdot (t_f+r)$  è l'altezza dell'anima.

Poiché è rispettato il seguente rapporto:

$$\frac{c}{t_f} = 6,12 < 10 \cdot \varepsilon = 10 \rightarrow \text{l'ala appartiene alla classe 1,}$$

dove  $c=b/2$  è metà dell'ala.

La sezione è classificata in base alla classe della componente più alta, nel nostro caso la sezione appartiene alla classe 1.

#### -Calcolo della resistenza a taglio

$$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r)t_f = 1913 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = 1913 \cdot \frac{235}{1,05 \cdot \sqrt{3}} = 247191 \text{ N} \approx 247 \text{ kN}$$

Poiché si ha  $V_{sd}=55$  kN  $<$   $V_{pl,Rd}=247$  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):

$$M_{c,Rd} = W_{pl} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 366600 \cdot \frac{235}{1,05} = 82048571 \text{ N} \approx 82 \text{ kNm}$$

Poiché si ha  $M_{sd}=70$  kNm  $<$   $M_{c,Rd}=82$  kNm la verifica risulta soddisfatta.

**Quesito N° 3 (4 punti).**

Data una struttura soggetta alle seguenti azioni:

1. carico permanente strutturale,
  2. carico permanente portato,
  3. carico variabile,
  4. carico variabile del vento,
- determinare le combinazioni di carico allo S.L.U.

Indicati con :

$G_1$  carico permanente strutturale

$G_2$  carico permanente portato

$Q_{k1}$  carico variabile

$Q_{kw}$  carico del vento

1° combinazione con  $Q_{k1}$  azione dominante.

$$F_d = 1,3 G_1 + 1,5 G_2 + 1,5 Q_{k1} + 1,5 * 0,6 Q_{kw}$$

2° combinazione con  $Q_{kw}$  azione dominante.

$$F_d = 1,3 G_1 + 1,5 G_2 + 1,5 Q_{kw} + 1,5 * 0,7 Q_{k1}$$

**Quesito N° 4 (3 punti).**

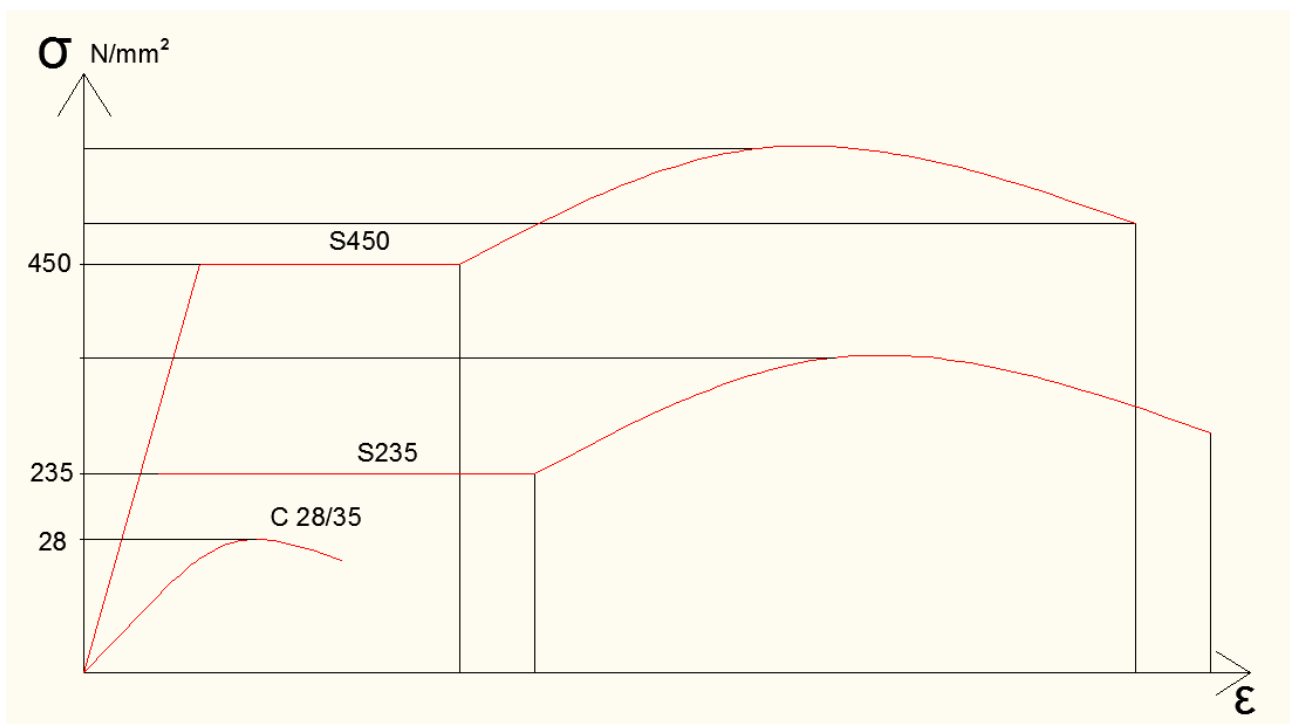
Disegnare sul diagramma riportato sotto le leggi costitutive dei seguenti materiali:

-calcestruzzo classe 28/35

-acciaio S235

-acciaio S450

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



**Quesito N° 5 (1 punto).**

Per limitare le deformazioni viscosse di un elemento in c.a. , che provvedimento posso adottare?

- Applico i carichi appena il calcestruzzo raggiunge la maturazione.
- Applico i carichi il più tardi possibile.
- Aumento l'armatura in zona tesa.