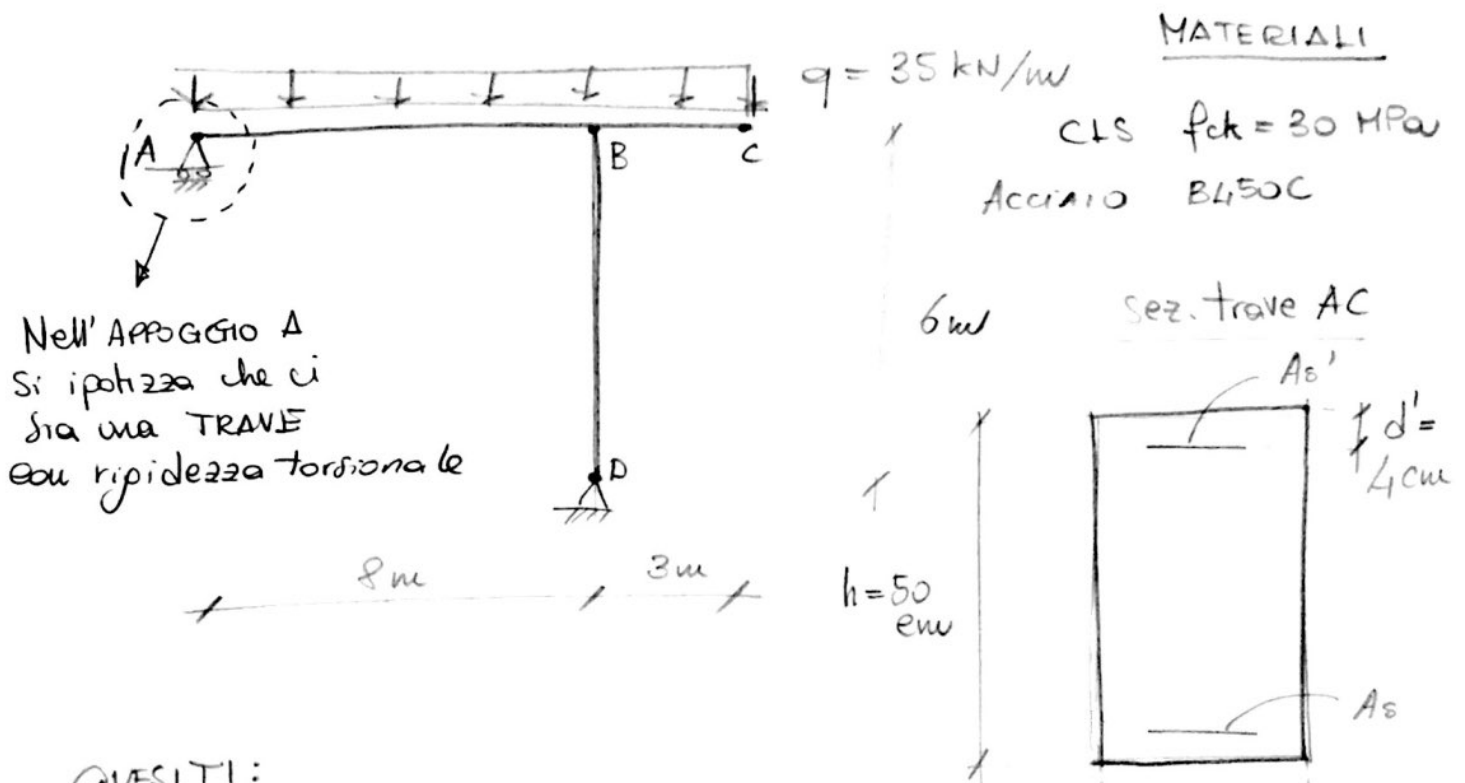


PROGETTO E VERIFICA SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A



QUESITI:

1. DISEGNARE I DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI
2. PROGETTARE LE ARMATURE A TRAZIONE E A COMPRESSIONE DELLE SEZIONI DI CAMPATA AB E DI APPoggio B
3. VERIFICARE LA SEZIONE DI CAMPATA AB ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Svolgimento

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{30 \text{ MPa}}{1,5} = 17 \text{ MPa}$$

RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO A COMPRESSIONE DI CALCOLO

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38 \text{ MPa}$$

RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO CILINDRICA MEDIA

$$E_c = 22000 \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0,3} = 32836,57 \text{ MPa}$$

MODULO ELASTICO ACCIAIO

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450 \text{ MPa}}{1.15} = 391,3 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200.000 \text{ MPa}$$

**QUESITO 1**



2) Statica

Eq. trasl. vert.

$$R_A + R_D = q \cdot (L_1 + L_2)$$

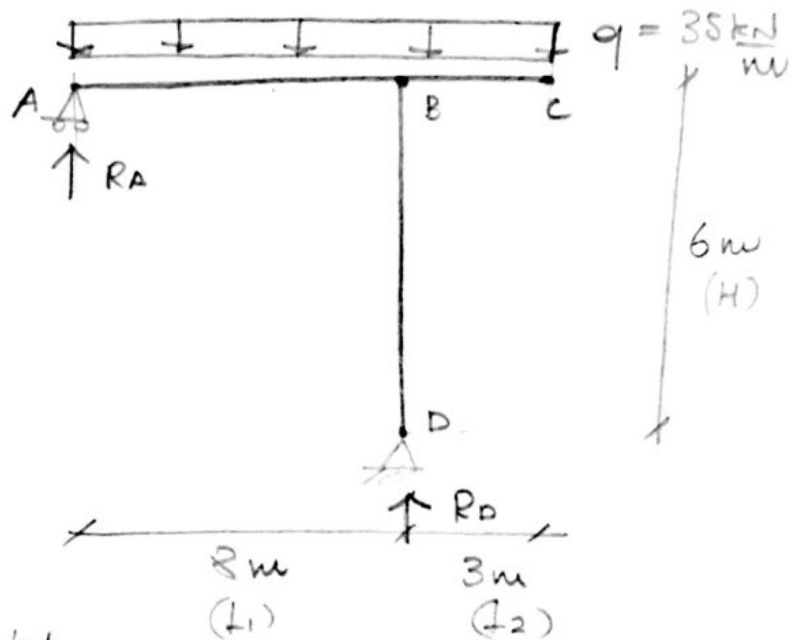
Eq. ROTAZIONE (Polo in A.)

$$-q \cdot \frac{(L_1 + L_2)^2}{2} + R_D \cdot L_1 = 0$$

$$R_D = q \cdot \frac{(L_1 + L_2)^2}{2} \cdot \frac{1}{L_1}$$

$$R_D = 264,7 \text{ kN}$$

$$R_A = q(L_1 + L_2) - R_D = 120,3 \text{ kN}$$



CALCOLO LE SOLLECITAZIONI

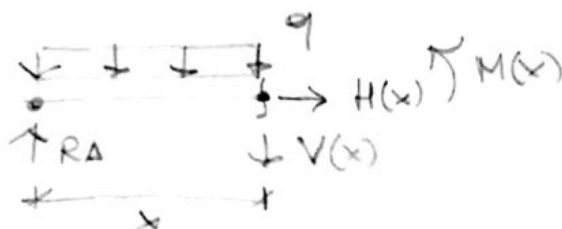


TRATTO AB

$$V(x) + q \cdot x - R_A = 0$$

$$V_{AB}(x) = -35x + 120,3$$

(Polo nel taglio)



$$M(x) + q \cdot \frac{x^2}{2} - R_A \cdot x = 0$$

$$M_{AB}(x) = -17,5x^2 + 120,3x$$

Cerco il punto in cui il momento in campata è massimo:

$$V_{AB}(x) = 0 \rightarrow 35x = 120,3 \rightarrow x_{max} = 3,44 \text{ m}$$

$$M_{ABmax}(3,44 \text{ m}) = 206,7 \text{ kNm}$$

Cerco il punto in cui il momento si annulla:

$$M_{AB}(x) = 0 \rightarrow 0 = x(-17,5x + 120,3) \rightarrow x_0 < 6,87 \text{ m}$$



TRATTO BC

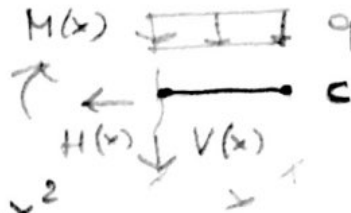
$$V(x) + 9x = 0$$

$$V_{BC}(x) = -35x$$

$$-M(x) - \frac{9x^2}{2} = 0 \quad M_{BC}(x) = -17.5x^2$$

Cerco il momento massimo in appoggio (B):

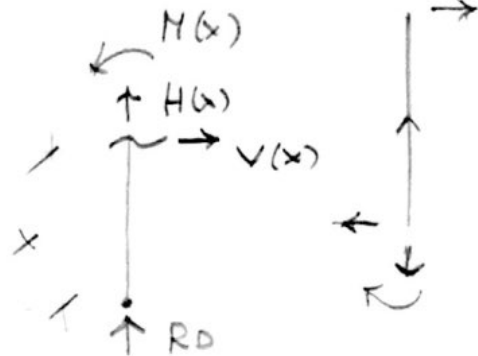
$$M_{ec\ max} = M_{ec}(3m) = -157.5\text{ kNm}$$



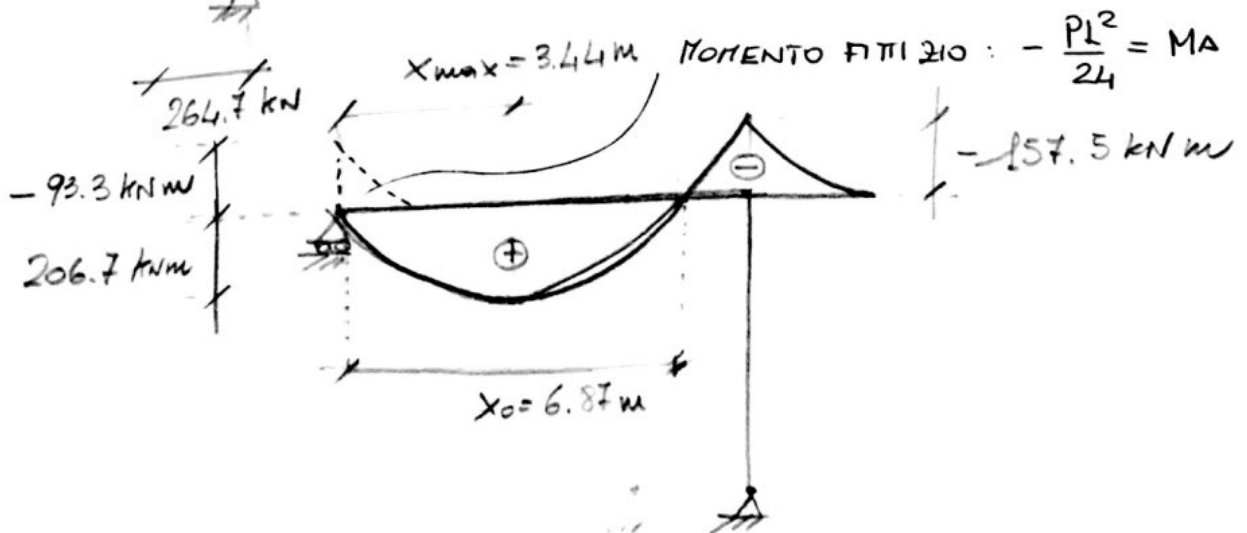
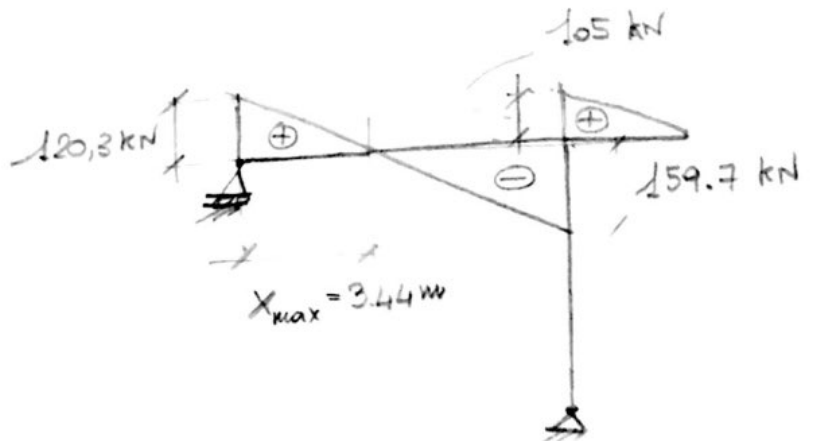
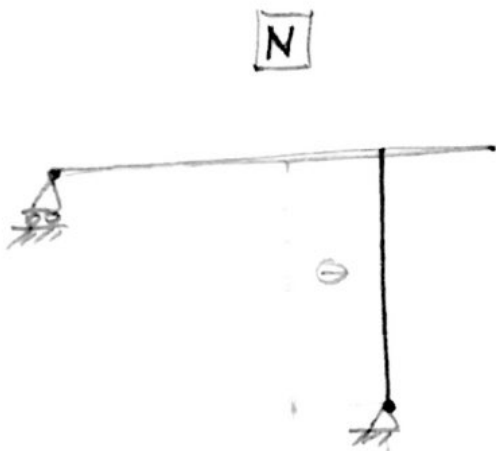
TRATTO BD

$$H(x) + R_D = 0$$

$$H_{BC} = -264.7\text{ kN (compressione)}$$



DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI



4) PROGETTO ARMATURE

- Area minima nella SEZIONE B (appoggio)

$$M_B = -157.5 \text{ kNm}$$

Area minima di  
armatura TESA  
(superiore)

$$A_{s'B_{min}} = \frac{|M_d|}{0.9 d f_{yd}} = 9.72 \text{ cm}^2$$

- Area minima nella SEZIONE AB (compata)

$$M_{AB} = 206.7 \text{ kNm}$$

Area minima di  
armatura TESA  
(inferiore)

$$A_{s_{AB} min} = \frac{|M_d|}{0.9 d f_{yd}} = 12.76 \text{ cm}^2$$

- Scelgo il DIAMETRO delle ARMATURE

$$A_s(1\phi 18) = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$A_s(1\phi 20) = 3.14 \text{ cm}^2$$

$$A_s(1\phi 22) = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$A_s(1\phi 24) = 4.52 \text{ cm}^2$$

Considerando che  
su una trave 20x50  
abbiamo:

2φ min  
5φ max per fembo

Scelgo φ22

$$n_B = \frac{A_{s'B_{min}}}{A_s(1\phi 22)} = 2.55 \rightarrow \boxed{3\phi 22} \rightarrow A_s = 11.4 \text{ cm}^2$$

num. PARE APPOGGIO B

$$n_{AB} = \frac{A_{s_{AB} min}}{A_s(1\phi 22)} = 3.36 \rightarrow \boxed{4\phi 22} \rightarrow A_s = 15.2 \text{ cm}^2$$

Stima dei MOMENTI RESISTENTI :

$$M_{res} = 0.9 \cdot d \cdot A_s \cdot f_{yd}$$

$$M_{res} (1\phi 22) = 0.9 \cdot d \cdot A_s \cdot f_{yd} = 61,5 \text{ kNm}$$

$$M_{res} (2\phi 22) = 0.9 \cdot d \cdot A_s \cdot f_{yd} = 123 \text{ kNm}$$

$$M_{res} (3\phi 22) = 184,5 \text{ kNm}$$

$$M_{res} (4\phi 22) = 246 \text{ kNm}$$

Armatura minima  
trave

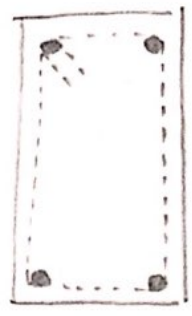
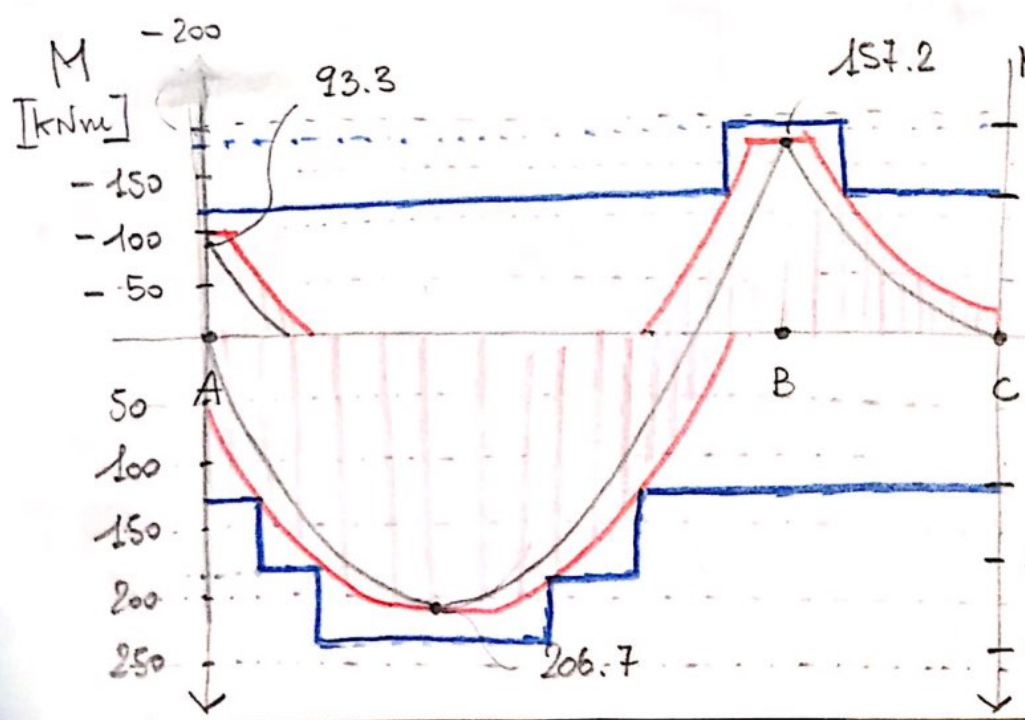


TABELLA DEL PROGETTO

SEZIONE	Md [kNm]	Td [kN]	$\frac{M_d}{0.9d \cdot f_{yd}}$	$\phi$	Ares [cm <sup>2</sup> ]	MRes [kNm]
AB inf	206.7	-	12.76	4 $\phi$ 22	15.2	246
A sup	93.3	-		2 $\phi$ 22	7.6	123
A inf	-	120.3		2 $\phi$ 22	7.6	123
B sup	157.2	-	9.72	3 $\phi$ 22	11.4	184.5
B inf	-	159.7		2 $\phi$ 22	7.6	123

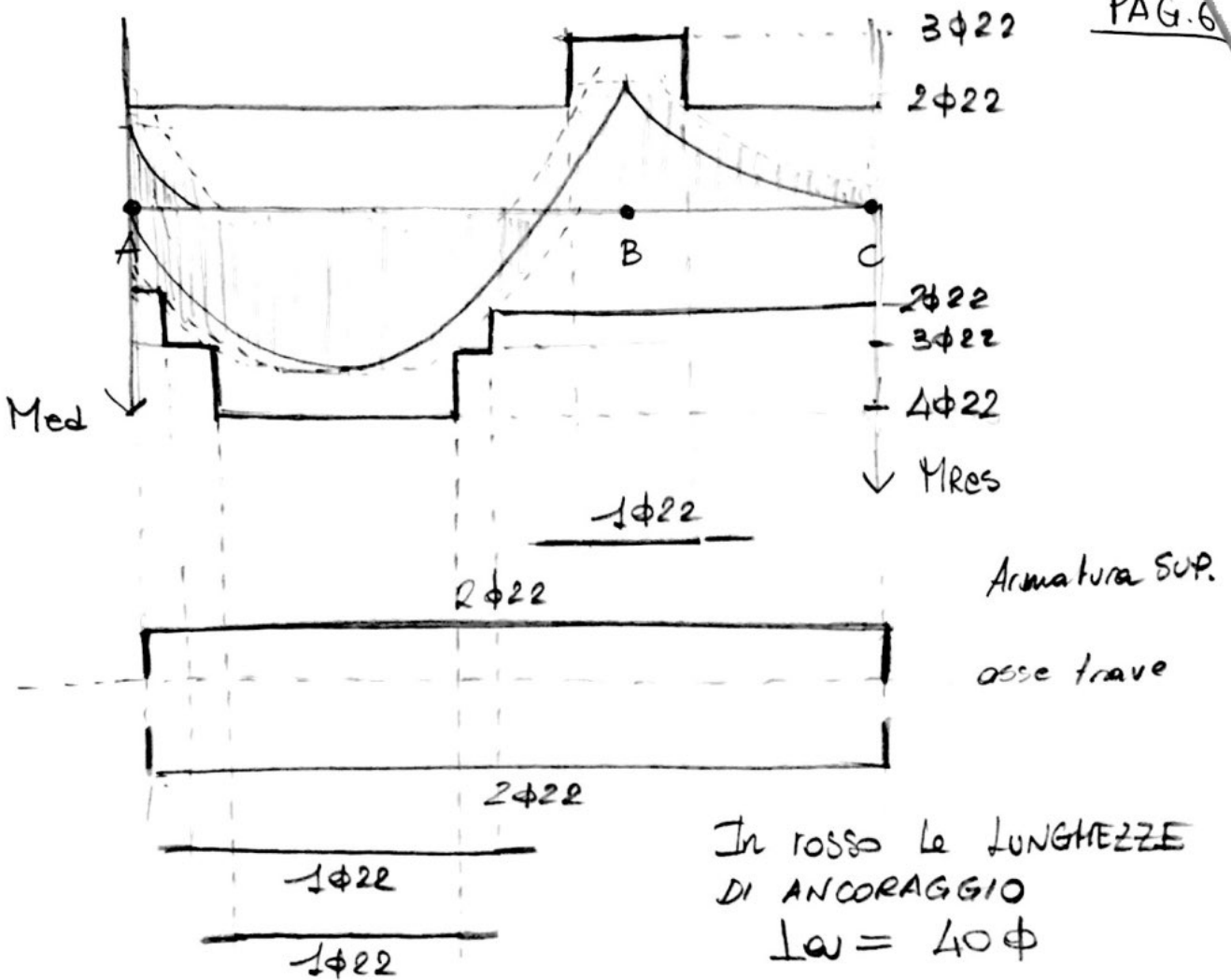
DIAGRAMMA DEI MOMENTI RESISTENTI



→ Si trasla il diagramma del momento agente di  $Z = 0.9d$  per tenere conto di una trazione appiuntiva dovuta al taglio

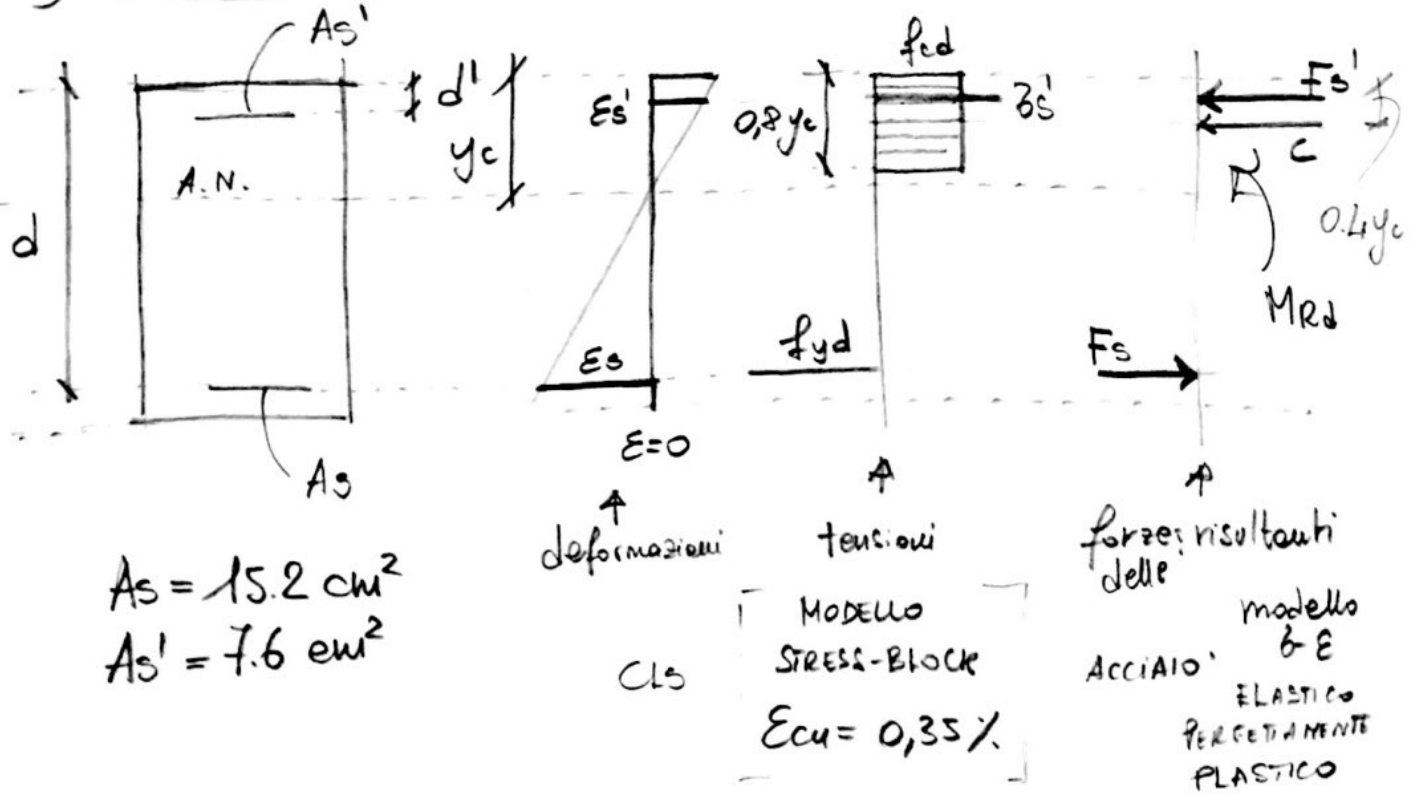
3 $\phi$ 22  
2 $\phi$ 22  
2 $\phi$ 22  
3 $\phi$ 22  
4 $\phi$ 22

$Z = 41.4 \text{ cm}$



QUESITO 3

5) VERIFICA SEZIONE IN CAMPATA AB



IPOTESI 1: ROTURA IN REGIONE 3

$E_s = E_{sy} \rightarrow \delta_s = f_{yd}$  Armatura tesa è snervata

IPOTESI 2:  $E_{s'} = E_{sy} \rightarrow \delta_{s'} = f_{yd}$  Armatura compressa è snervata

$$\delta = \epsilon \epsilon$$

$$\frac{f_{yd}}{\epsilon} = \frac{391,3}{200'000} = 0,00196 = 1,96 \cdot 10^{-3} = E_{sy}$$

EQUILIBRIO alla TRASLAZIONE

$F_s - C - F_{s'} = 0$

$F_s = A_s f_{yd}$  ,  $C = 0,8 b \cdot y_c \cdot f_{cd}$  ,  $F_{s'} = A_{s'} f_{yd}$

$A_s f_{yd} - 0,8 b y_c f_{cd} - A_{s'} f_{yd} = 0$

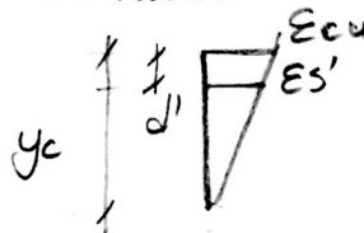
Ci calcoliamo la DISTANZA dell'asse neutro del LEMBO COMPRESSO:

$y_c = \frac{f_{yd} (A_s - A_{s'})}{0,8 b f_{cd}} = 7,28 \text{ cm}$

Verifico se l'armatura compressa è snervata:

(Regola dei triangoli simili)

$\frac{\epsilon_{cu}}{y_c} = \frac{\epsilon_{s'}}{y_c - d'}$



$\rightarrow \epsilon_{s'} = \frac{\epsilon_{cu} (y_c - d')}{y_c} = 0,0035 \frac{(7,28 - 4)}{7,28} = 1,57 \cdot 10^{-3}$

$\epsilon_{s'} = 1,57 \cdot 10^{-3} < E_{sy} = 1,96 \cdot 10^{-3}$  ARMATURA COMPRESSA NON È SNERVATA

$\rightarrow$  IPOTESI 2 non verificata  
Acciaio teso in campo elastico

