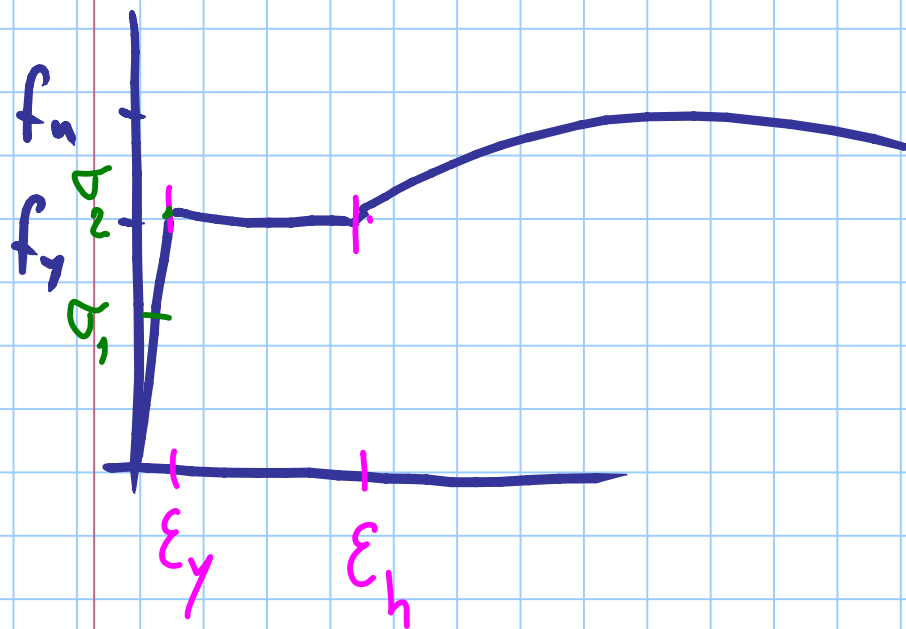


$$q_2 = \frac{N}{A_{net}}$$

$$q_2 > q_1$$

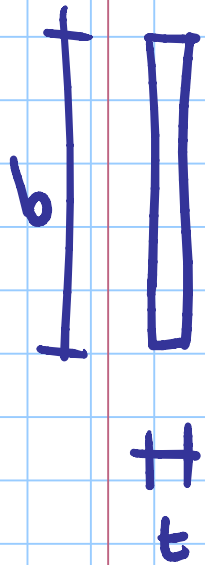


SNERVAMENTO  
SEZIONE INTERA (1)

$$N_{Rd,pl} = A \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

ROTTURA  
SEZIONE FORATA

$$N_{Rd,u} = 0.9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$



$$N_{Rd,pl} = A \frac{f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{400 \times 275}{1.05} \times 10^{-3} = 104.8 \text{ kN}$$

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$A = 400 \text{ mm}^2$$

$$S 275$$

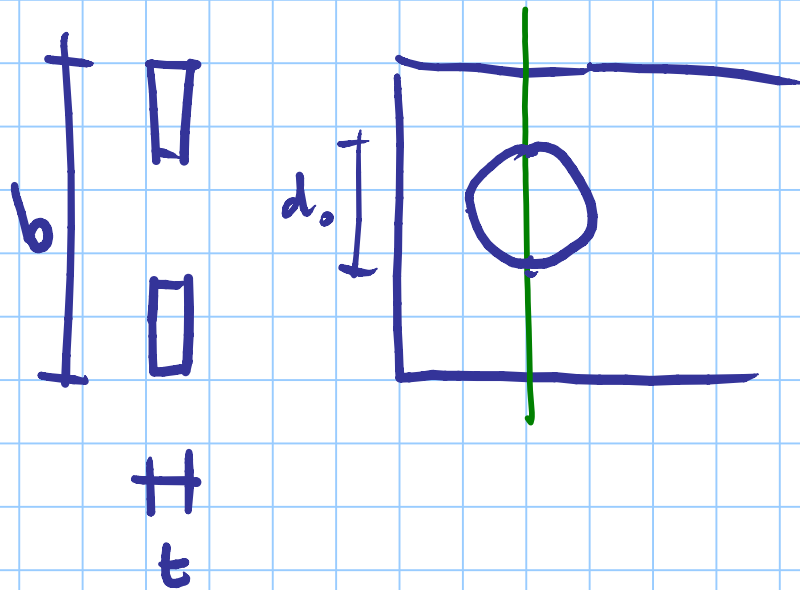
$$f_y = 275 \text{ MPa}$$

## Nota

rivedendo la lezione mi sono accorto di un mio errore: nell'attuale normativa è  $\gamma_{M2} = 1.25$

Io ho scritto invece  $\gamma_{M2} = 1.20$ , che è un vecchio valore (si veda ad esempio la norma italiana del 1996)

Evidenzio in rosso l'errore nelle pagine successive, ma non cambio i valori numerici



$$A_{net} = A - d_o \cdot t =$$

$$= 400 - 17 \times 8 = 264 \text{ mm}^2$$

$$N_{R1.4} = 0.9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}} =$$

$$= 0.9 \times 264 \times \frac{430}{1.20} \times 10^{-3} =$$

$$= 85.1 \text{ kN}$$

errore  
e 1,25

$$b = 50 \text{ mm}$$

$$d_o = 17 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

S275

$$f_u = 430 \text{ MPa}$$

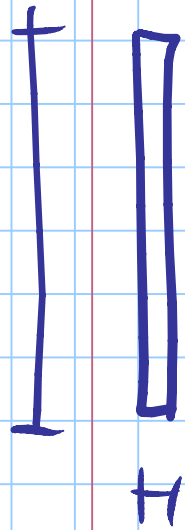
$$N_{k,pl} = 104.8 \text{ KN}$$

$$N_{k,u} = 85.1 \text{ KN} \quad \leftarrow \text{valore minimo}$$

l'asta può portare 85.1 KN

analisi a 85.1 KN si rompe in corrispondenza  
del foro

ALTRE ESEMPI.



$$b = 100 \text{ mm}$$

$$t = 8 \text{ mm}$$

$$d = 17 \text{ mm}$$

S275

$$A = 800 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{net}} = 800 - 17 \times 8 = 664 \text{ mm}^2$$

l'asta può portare  $N = 209.6 \text{ kN}$

$$N_{Rd,pl} = 209.6 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u} = 0.9 \times 664 \times \frac{430}{1.20} \times 10^{-3} = 214.1 \text{ kN}$$

questo è minore

errore è 1.25

arrivati a 209.6 kN

si supera la sezione interna

cas. 1

$$N_{Rd,pl} = 106.8 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u} = 85.1 \text{ kN}$$

COMPORTAMENTO

FRAGILE

rotture avviene prima

cas. 2

$$N_{Rd,pl} = 209.6 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u} = 214.1 \text{ kN}$$

si supera l'area

COMPORTAMENTO

DUTTILE



per avere un comportamento duttile

$$N_{R1,d} < N_{R1,u}$$

$$A \frac{f_y}{\gamma_{m0}} < 0.9 A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{m2}}$$

$$\frac{A_{net}}{A} > \frac{f_y / \gamma_{m0}}{0.9 f_u / \gamma_{m2}}$$

S235

0.829

0.863

S275

0.812

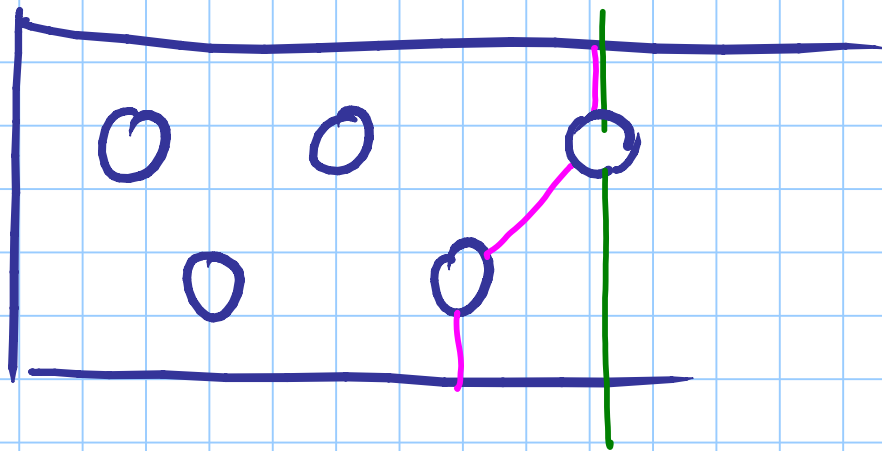
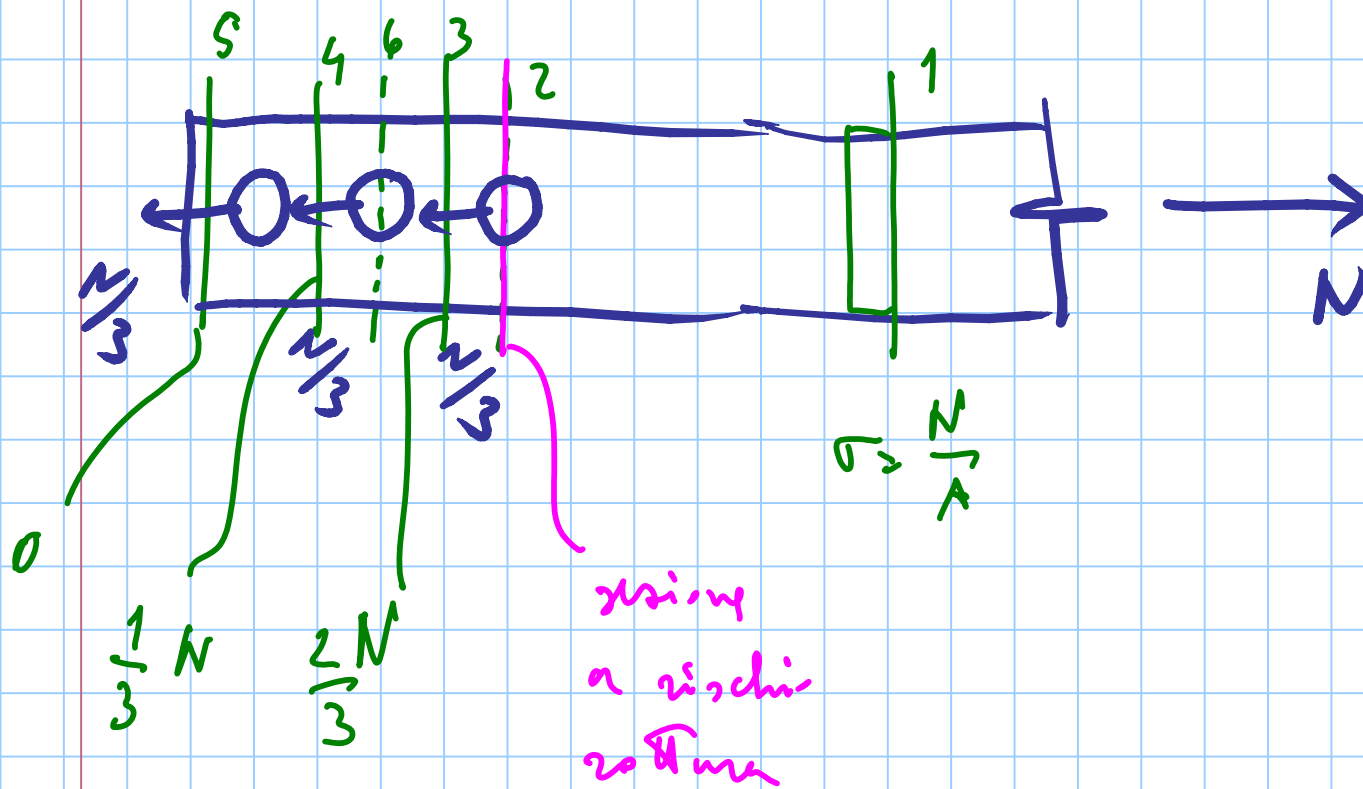
0.846

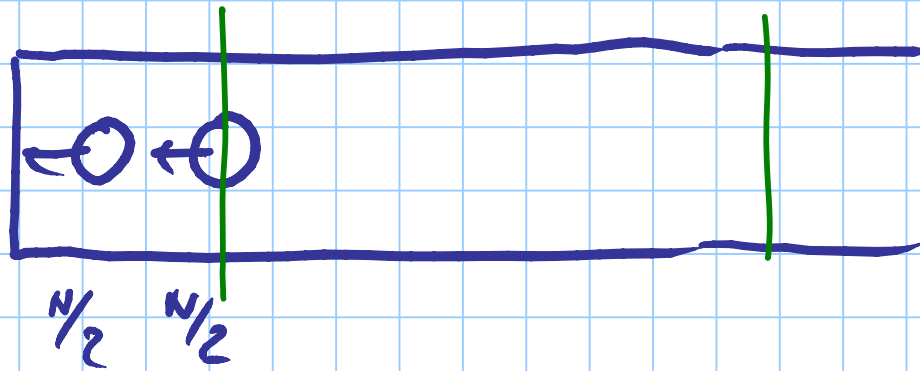
S355

0.884

0.921

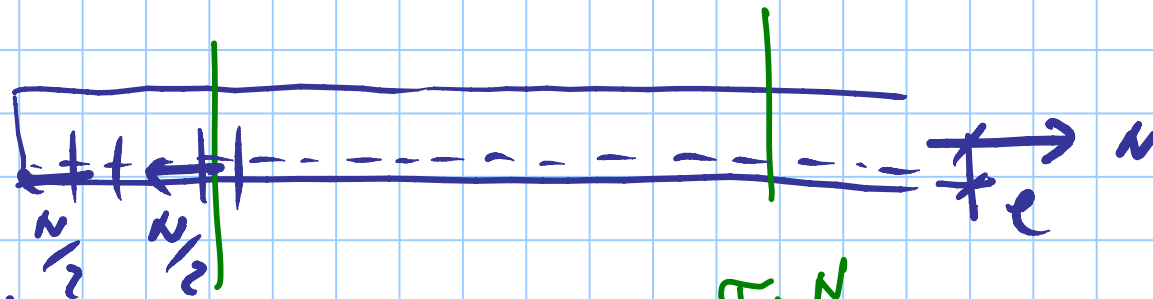
↑  
questi sono i valori usati, calcolati  
con  $\gamma_{m2} = 1.25$





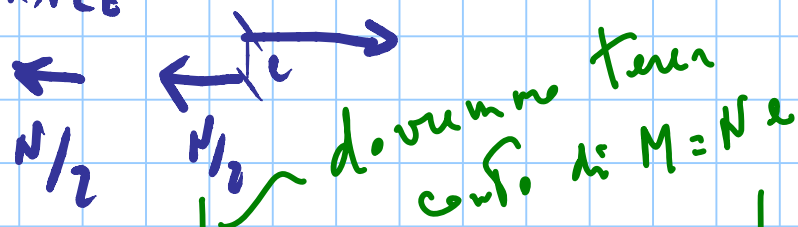
$\rightarrow z$

$\left[ \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \right] e$

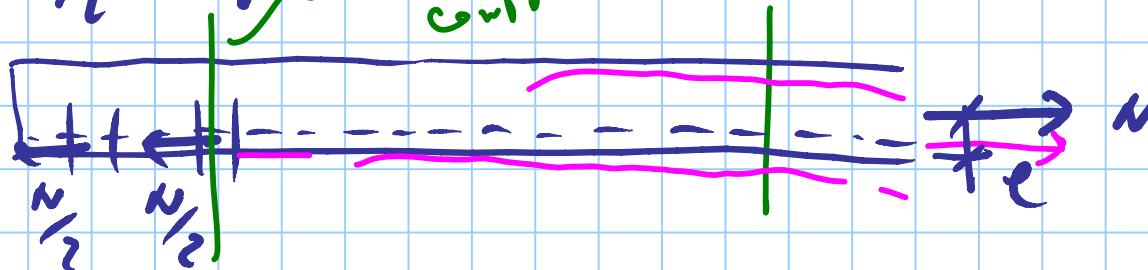


VISTA  
LATERALE

$$\sigma = \frac{N}{A}$$



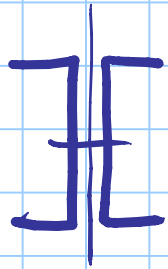
dovunque tenso  
conf. di  $M = Ne$



$$N_{RA, n} = K A_{net} \frac{f_u}{\gamma_{m2}}$$

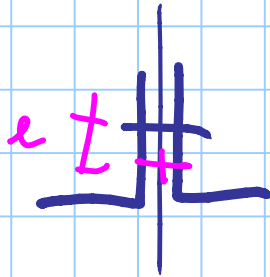
$K < 0.9$

per sezioni  $< L$



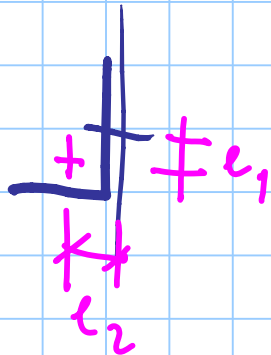
simmetrica  $\rightarrow$  nessun problema

$$K = 0.9$$



una eccentricità

$$K = 0.9$$



due eccentricità

$$K < 0.9$$

/

tra 0.4 e 0.7

vedi sott.

aggiungo indicazioni tratta dall' Eurocodice 3, parte 1-8  
punto 3.10.3

con 1 bullone  $N_{u,Rd} = \frac{2,0(e_2 - 0,5d_0)tf_u}{\gamma_{M2}}$

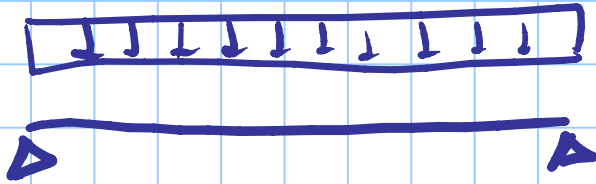
con 2 bulloni  $N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$

con 3 o più bulloni  $N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$

Fattori di riduzione  $\beta_2$  e  $\beta_3$

Passo	$p_1$	$\leq 2,5 d_0$	$\geq 5,0 d_0$
2 bulloni	$\beta_2$	0,4	0,7
3 o più bulloni	$\beta_3$	0,5	0,7

# FLESSIONE



STAT.  
LIMITE

STAT. LIMITE ULTIMO  
SLU

$\gamma_1 \gamma_1$

STAT. LIMITE DI ESERCIZIO  
SLE

$\gamma_k \gamma_k$

$\psi_1 \psi_2 \cdot \gamma_k$

- deformazioni  
- vibrazioni

# SLE deformazioni

- deformazioni verticali

- calcolare le frecce *partite da  $g_H$   $g_R$*

- confrontare con limiti di normativa

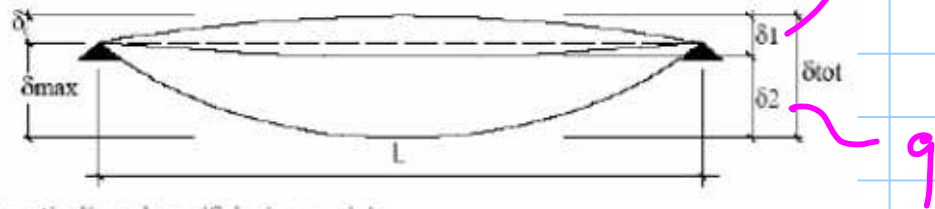


Fig. 4.2.3 - Definizione degli spostamenti verticali per le verifiche in esercizio

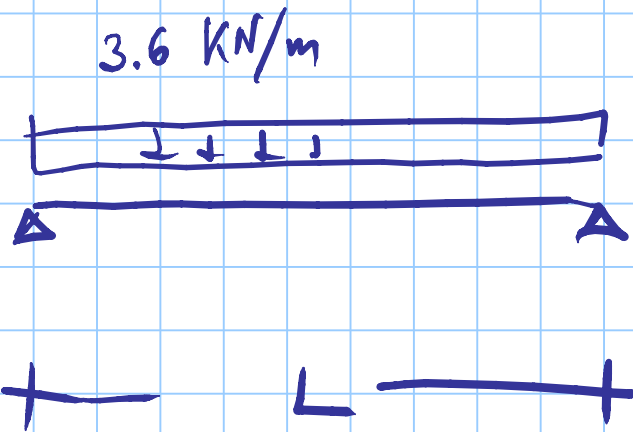
Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\delta_{max}$ L	$\delta_s$ L
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

carichi  
Totale

car.  
var.





$$L = 6.00 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$$

flessa max

$$\delta_{\max} = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EI}$$

$$g_k = 1.1 \text{ kN/m}$$

$$g_n = 2.5 \text{ kN/m}$$

1) limite per  $\delta_{max}$

$$\frac{1}{200}$$

$$l = 30_{mm}$$

prod. da  $g_k + q_k$

$$\overbrace{g_k + q_k}^{3.6 \text{ kN/m}}$$

2) limite per  $\delta_2$

$$\frac{1}{250}$$

$$l = 24_{mm}$$

prod. da  $q_k$

$$\overbrace{q_k}^{2.5 \text{ kN/m}}$$

facciamo 1)

$$\frac{5}{384} \frac{(g_k + q_k) L^4}{EI} \leq \frac{1}{200} L$$

PROGETTO

$$I \geq$$

VERIFICA

$$\frac{\frac{5}{384} \frac{(g_k + q_k) L^3}{E}}{1/200} = \frac{1000}{384} \frac{(g_k + q_k) L^3}{E}$$

$$I \geq \frac{1000}{384} \frac{3.6 \times 6.00^3 \times 10^9}{210\,000} = 964.3 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

sel. IPE 180

$$I_y = 1317 \times 10^4 \text{ mm}^4$$