

Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura

Progetto di costruzioni in zona sismica
A.A. 2025/2026

27 – PROGETTO DEI PILASTRI: TAGLIO
Edoardo M. Marino, Università degli Studi di Catania

Definizione delle armature:
armatura a taglio dei pilastri

Armatura a taglio dei pilastri

- I valori del taglio vanno calcolati con lo stesso criterio mostrato per le travi

$$V = \gamma_{Rd} \frac{M_{i,d,sup} + M_{i,d,inf}}{L_{net}} \quad \text{NTC, punto 7.4.4.2.1}$$

con $\gamma_{Rd} = 1.30$ per CD "A" e 1.10 per CD "B" NTC, Tab. 7.2.1

- Per NTC il momento resistente del pilastro può essere ridotto, eliminando l'aumento dovuto alla gerarchia travi-pilastri

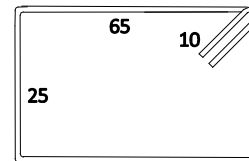
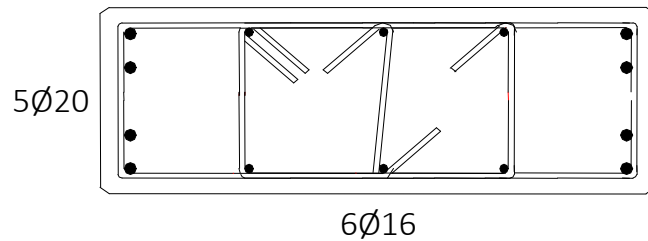
$$M_{i,d} = M_{c,Rd} \min \left(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}} \right)$$

In questo modo si evita un eccessivo aumento di V dovuto al sovrapporsi di più incrementi

Armatura a taglio dei pilastri

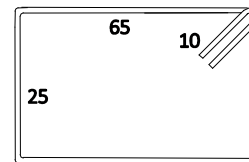
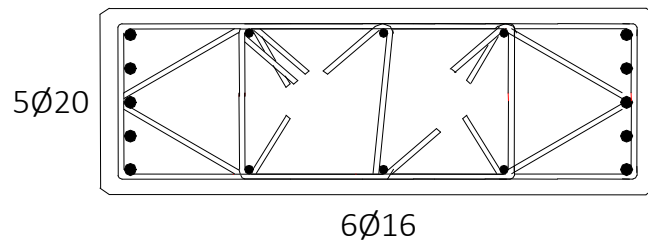
esempio, pilastro 20 - 2° ordine

- Armatura del pilastro



In testa

2 staffe Ø8 L=200



Al piede
(armatura che viene
dal 1° ordine)

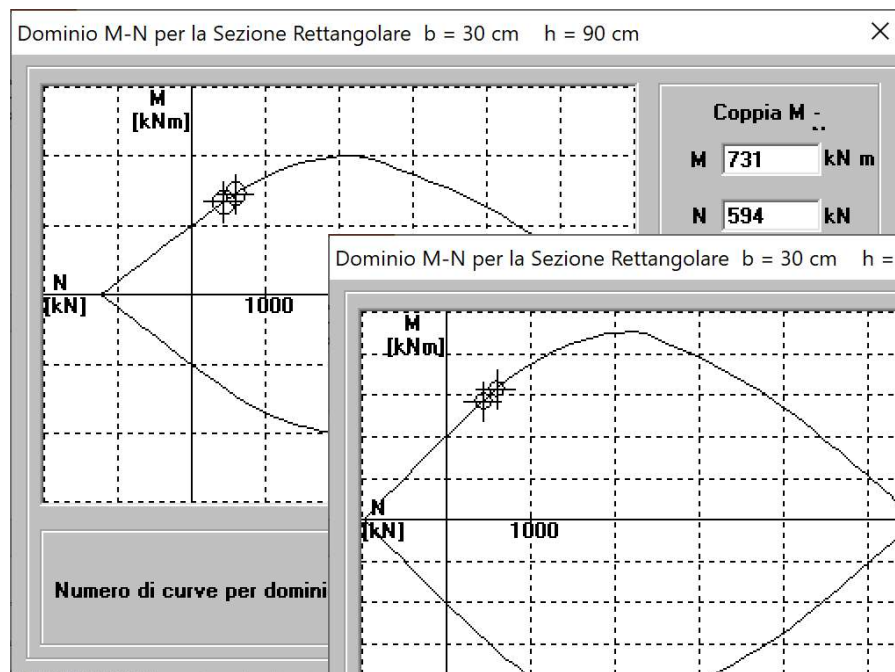
2 staffe Ø8 L=200

- Per sisma in direzione y (+0.3 x) lo sforzo normale varia da 432 a 594 kN

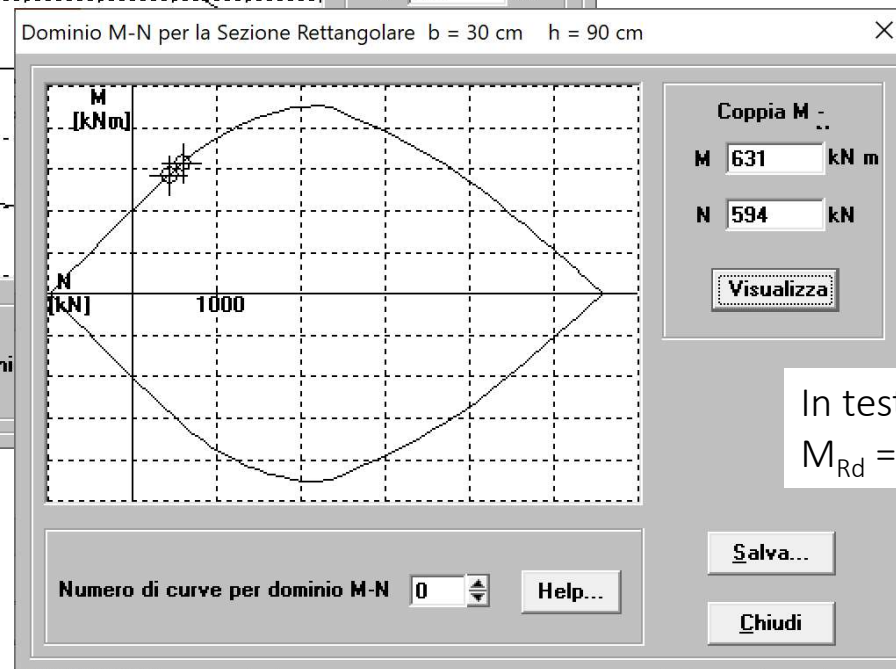
Armatura a taglio dei pilastri

esempio, pilastro 20 - 2° ordine

- Momento resistente



Al piede
 $M_{Rd} = 731 \text{ kNm}$



In testa
 $M_{Rd} = 631 \text{ kNm}$

Il massimo M_{Rd} si
ha per il valore
maggiore di N

Armatura a taglio dei pilastri

esempio, pilastro 20 - 2° ordine

- Per applicare la formula

$$M_{i,d} = M_{c,Rd} \min \left(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}} \right)$$

occorre calcolare i valori di $M_{c,Rd}$ nel nodo inferiore e superiore e considerare i valori di $M_{t,Rd}$ (già calcolati)

Questi rapporti variano, e inoltre bisognerebbe scegliere un N coerente con i momenti considerati

Suggerisco di assumere sempre 1/1.3

485	566	438
	631	
438	731	438
	778	

$$\frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}} = \frac{485 + 438}{566 + 631} = 0.77 \cong \frac{1}{1.3}$$

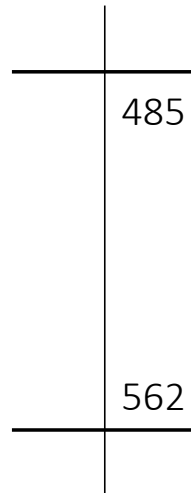
$$\frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}} = \frac{438 + 438}{731 + 778} = 0.58 \cong \frac{1}{1.7}$$

Armatura a taglio dei pilastri

esempio, pilastro 20 - 2° ordine

- Tenendo conto della riduzione, i momenti resistenti sono $631/1.3=485$ kNm e $731/1.3=562$ kNm
- Il taglio si calcola considerando la lunghezza netta del pilastro ($3.20-0.70=2.50$ m)

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \frac{M_{i,d,sup} + M_{i,d,inf}}{L_{net}} = 1.3 \frac{485 + 562}{2.5} = 544 \text{ kN}$$



Armatura trasversale nei pilastri

definizione di zona dissipativa

Zona dissipativa:

dall'estremità del pilastro un tratto pari alla maggiore delle seguenti quantità:

- Il lato maggiore della sezione trasversale
- Un sesto dell'altezza netta del pilastro
- 45 cm
- Tutto il pilastro, se la sua altezza è inferiore a 3 volte il lato maggiore della sezione

Armatura trasversale nei pilastri

limiti di normativa – staffe nella sezione

Per tutti i pilastri, principali e secondari, nelle zone dissipative, devono essere rispettate le condizioni seguenti:

- Le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe;
- La distanza tra due barre vincolate consecutive deve essere non superiore a 20 cm (CD"B") o 15 cm (CD"A")
- Le NTC 2008 indicavano inoltre che
 - almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, dovrà essere trattenuta da staffe interne o da legature

Armatura trasversale nei pilastri

limiti di normativa – diametro delle staffe

Per tutti i pilastri, principali e secondari, nelle zone dissipative, il diametro delle staffe di contenimento e legature non deve essere inferiore a 6 mm

- In CD "A" ulteriore limitazione almeno $0.4 d_{bL}$ (con d_{bL} diametro massimo delle barre longitudinali)

Oggi, si usa 8 mm o eventualmente 10 mm

Armatura trasversale nei pilastri

limiti di normativa – passo delle staffe

Per tutti i pilastri, principali e secondari, nelle zone dissipative, il passo delle staffe di contenimento e legature non deve essere superiore alla più piccola tra le quantità seguenti:

Per CD "A"

1/3 lato minore sezione

12.5 cm

6 $\varnothing_{\text{min,lon}}$

Per CD "B"

1/2 lato minore sezione

17.5 cm

8 $\varnothing_{\text{min,lon}}$

Per i pilastri principali, nelle zone dissipative, si deve avere

$$\omega_{\text{wd}} = \frac{\text{volume delle staffe di confinamento}}{\text{volume del nucleo di calcestruzzo}} \frac{f_{\text{yd}}}{f_{\text{cd}}} \geq 0.08$$

Ma un po' più avanti nello stesso punto dice che per CD "A" il limite è 0.12

NTC, punto 7.4.6.2.2

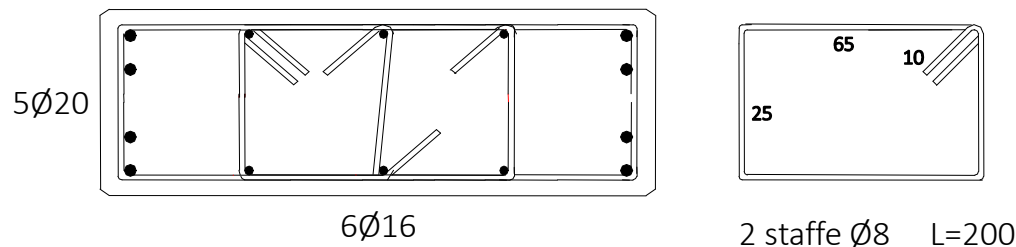
Armatura trasversale nei pilastri per il pilastro in esame

- Valuterò se è sufficiente usare come diametro della staffa 8 mm (o se è meglio passare a 10 mm)
- Per tutti i pilastri:
Il passo deve essere non superiore a $6 \varnothing_{\min}$, cioè 9.6 cm (che ritengo di poter arrotondare a 10 cm)
- Essendo questo pilastro principale devo rispettare i limite di ω_{wd}

Armatura trasversale nei pilastri per il pilastro in esame

Per rispettare il limite di ω_{wd}

$$\begin{aligned} \text{volume staffe per metro} &\geq 0.12 \times \text{volume nucleo} \times \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \\ &= 0.12 \times 24.2 \times 84.2 \times 100 \times \frac{14.17}{391.3} = 885 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



Lunghezza staffe e tirantini, esclusi ancoraggi: $2 \times 180 + 25 = 385 \text{ cm}$

Volume staffe e tirantini: $385 \times 0.5 = 192.5 \text{ cm}^3$

Quindi in un metro almeno $885/192.5 = 4.6$ staffe (non condizionante)

Armatura trasversale nei pilastri per il pilastro in esame

- Al di là di questi limiti minimi, occorre calcolare l'armatura necessaria con le usuali formule
 - Non sono previste limitazioni per il valore di θ

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{0.9 d f_{yd} \cot \theta}$$

- Per il pilastro in esame si ha, nelle zone dissipative

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{544}{0.9 \times 0.86 \times 391.3 \times 2} = 9.0 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

- Tenendo conto dei limiti nel passo, disporrò $\varnothing 8/10$ cm
- La verifica deve essere fatta anche per la direzione ortogonale
- Occorre controllare anche la resistenza a taglio per quanto riguarda il calcestruzzo