

Università di Trieste
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

Corso di
Tecnica delle Costruzioni

ELEMENTI DI CONTROVENTO E SCALE

Prof. Ing. Natalino Gattesco

BIBLIOGRAFIA

Toniolo G., Di Prisco M., “Cemento Armato – Calcolo agli stati limite”, Vol. 2b, terza edizione, Ed. Zanichelli, 2010.

Park R., Paulay T., “Reinforced Concrete Structures”, John Wiley & Sons, New York, 1975.

Wight J., Mac Gregor J., “Reinforced Concrete – Mechanics and Design”, Sixth Edition, Prentice Hall, New Jersey, 2011.

Santarella L., “Prontuario del Cemento Armato”, XXXVIII edizione, Ed. Hoepli, Milano.

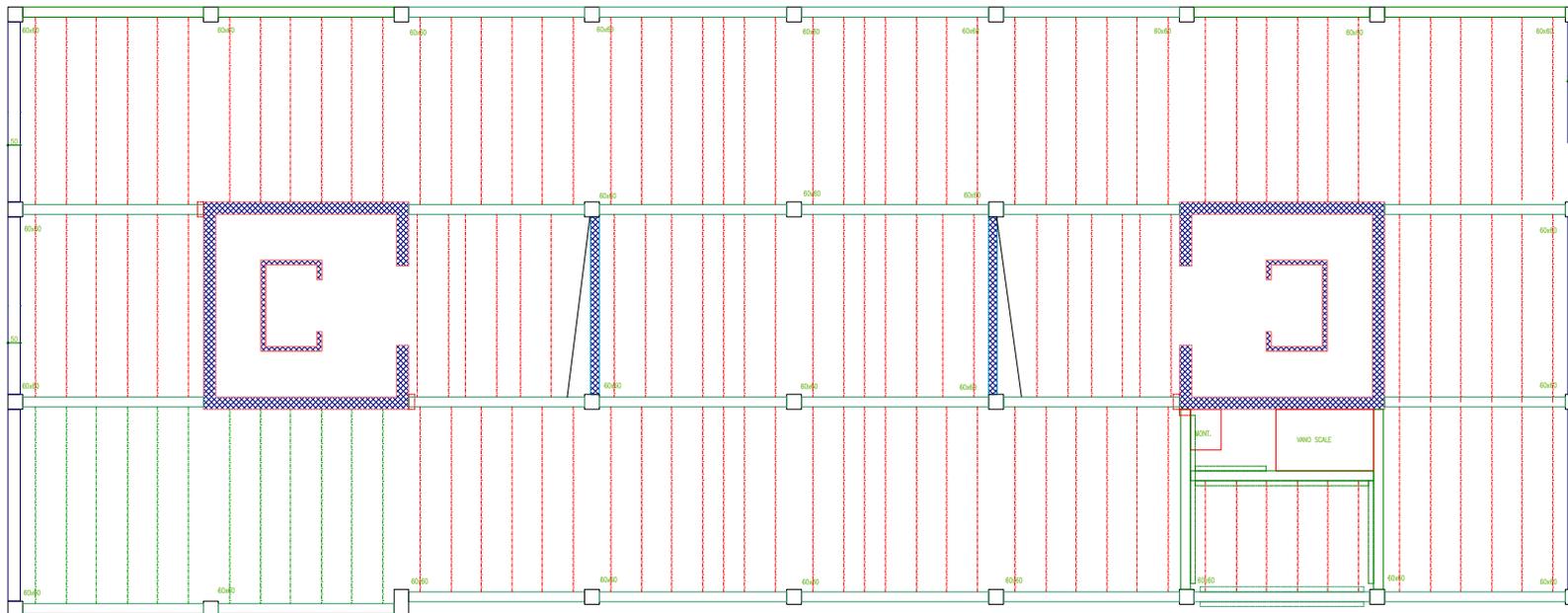
ELEMENTI DI CONTROVENTO

La tipologia strutturale più diffusa per gli edifici civili pluripiano è quella con

solai ad armatura unidirezionale (*semi prefabbricati o gettati in opera*)

telai disposti nella direzione ortogonale alla direzione dei solai
(*gettati in opera o prefabbricati*)

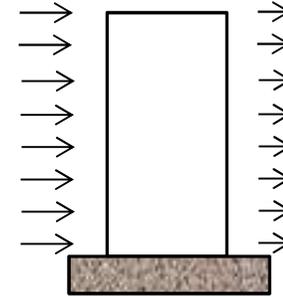
elementi di controvento (*normalmente gettati in opera*)



ELEMENTI DI CONTROVENTO

Gli elementi di controvento hanno principalmente il compito di resistere alle azioni orizzontali quali:

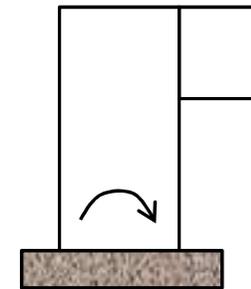
- Spinta del vento



- Azione sismica



- Coppie derivanti dalla presenza di aggetti



ELEMENTI DI CONTROVENTO

Gli effetti delle eccitazioni orizzontali dovute a vento o sisma vengono in genere considerati facendo riferimento a forze statiche convenzionali.

Le sollecitazioni che competono ad ogni singolo elemento di controvento sono proporzionali alla sua rigidezza flessionale e tagliante ed alla sua posizione rispetto al baricentro delle rigidezze.

Dalle forze agenti si calcolano le sollecitazioni negli elementi, in termini di flessione, taglio e azione assiale.

Si procede quindi al dimensionamento delle armature procedendo come per gli elementi soggetti a flessione composta e taglio.

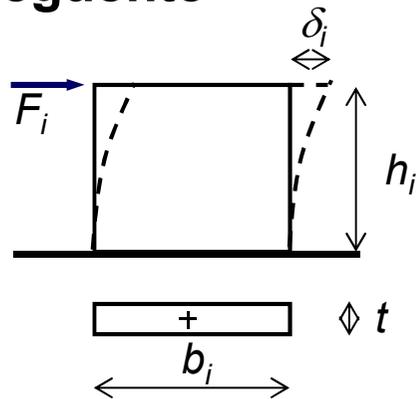
Siccome le armature sono distribuite su più livelli bisogna tenerne conto in sede di dimensionamento e verifica.

Le Norme Tecniche forniscono, comunque, delle armature minime che devono essere rispettate per controllare la fessurazione.

RIGIDEZZA ELEMENTI CONTROVENTO

Se la struttura è costituita da elementi di controvento collegati da travi molto snelle è possibile adottare un procedimento di ripartizione delle azioni orizzontali semplificato piano per piano, considerando rigidi i solai nel loro piano.

La rigidezza del generico elemento può essere calcolata nel modo seguente



Per $F_i = 1$



$$\delta_i = \frac{h_i^3}{3EI_i} + \frac{\chi h_i}{GA_i}$$

Deformabilità
flessionale

Deformabilità
tagliante

$$K_i = \frac{1}{\frac{h_i^3}{3EI_i} + \frac{\chi h_i}{GA_i}} = \frac{Gb_i t}{\chi h_i \left[1 + \frac{G}{E} \frac{4}{\chi} \left(\frac{h_i}{b_i} \right)^2 \right]}$$

-Traverse non rigide flessionalmente

-Elementi a sezione costante lungo l'altezza o che variano tutti solo nello spessore t

RIPARTIZIONE AZIONI ORIZZONTALI

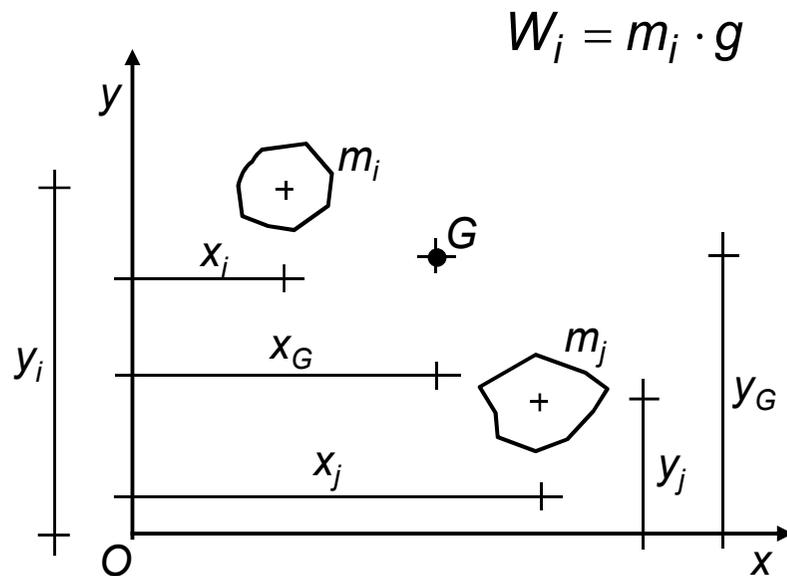
Per strutture realizzate con setti di controvento si può utilizzare il procedimento semplificato di ripartizione del taglio di piano fra i setti:

- Determinazione della rigidezza di ogni setto**
- Individuazione del baricentro delle masse**
- Individuazione del baricentro delle rigidezze**
- Valutazione dell'eccentricità tra la forza agente e i baricentro delle rigidezze**
- Ripartizione della forza proporzionalmente alle rigidezze, per sisma agente in direzione x**
- Ripartizione della forza proporzionalmente alle rigidezze, per sisma agente in direzione y**
- Combinazione dell'azione secondo normativa**

BARICENTRO DELLE MASSE

Fissato un sistema di assi cartesiani ortogonali, è possibile calcolare il baricentro delle masse relative a tutti i livelli (piani)

Individuando per ogni singolo componente strutturale un baricentro ed una massa, con le note relazioni della geometria delle masse si ricava la posizione del baricentro di ogni piano.



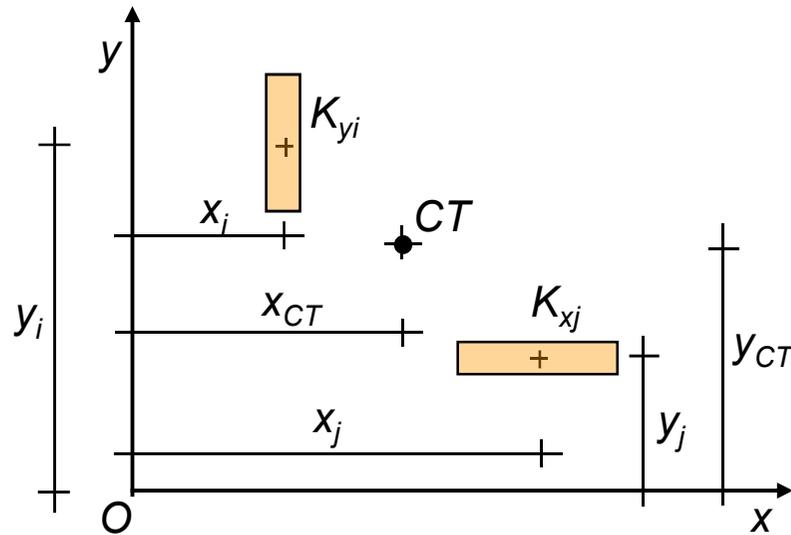
$$x_G = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

$$y_G = \frac{\sum_{j=1}^n m_j \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n m_j} = \frac{\sum_{j=1}^n W_j \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

BARICENTRO DELLE RIGIDENZE DEI SETTI

Fissato un sistema di assi cartesiani ortogonali, è possibile calcolare il baricentro delle rigidità dei setti relative a tutti i livelli (piani)

Individuando per ogni singolo setto un baricentro ed una rigidità K_{xi} o K_{yj} , con le note relazioni della geometria delle masse si ricava la posizione del baricentro di ogni piano.



$$x_{CT} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{yi} \cdot x_j}{\sum_{i=1}^n K_{yi}}$$

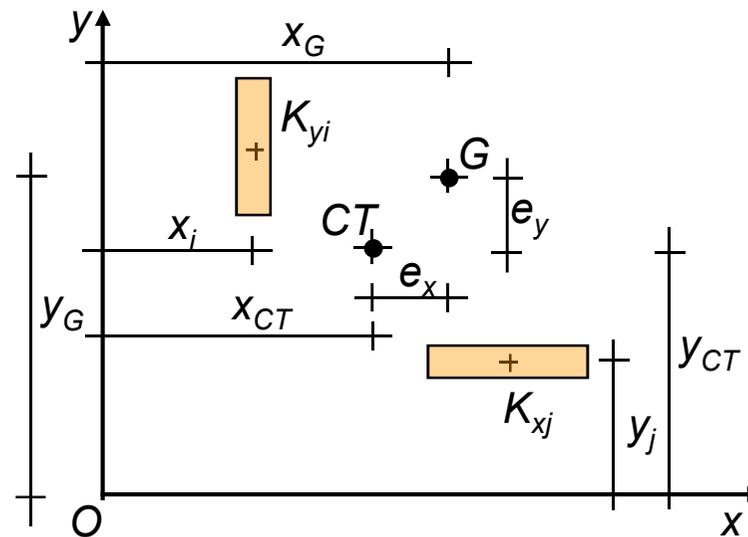
$$y_{CT} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{xj} \cdot y_j}{\sum_{j=1}^n K_{xj}}$$

DISTANZA BARICENTRI

La distanza tra il baricentro delle masse e quello delle rigidezze si ricava con le relazioni

$$e_x = x_G - x_{CT}$$

$$e_y = y_G - y_{CT}$$



ELEMENTI DI CONTROVENTO

Esempio di disposizione
armature in un nucleo scala-
ascensore in calcestruzzo
armato.

Armature minime diffuse

$$a_v = 0.002t \quad a_h = 0.002t$$

Armature minime in zona
critica (zone soggette alle
sollecitazioni massime in
regime sismico) circa il 20%
della lunghezza della parete

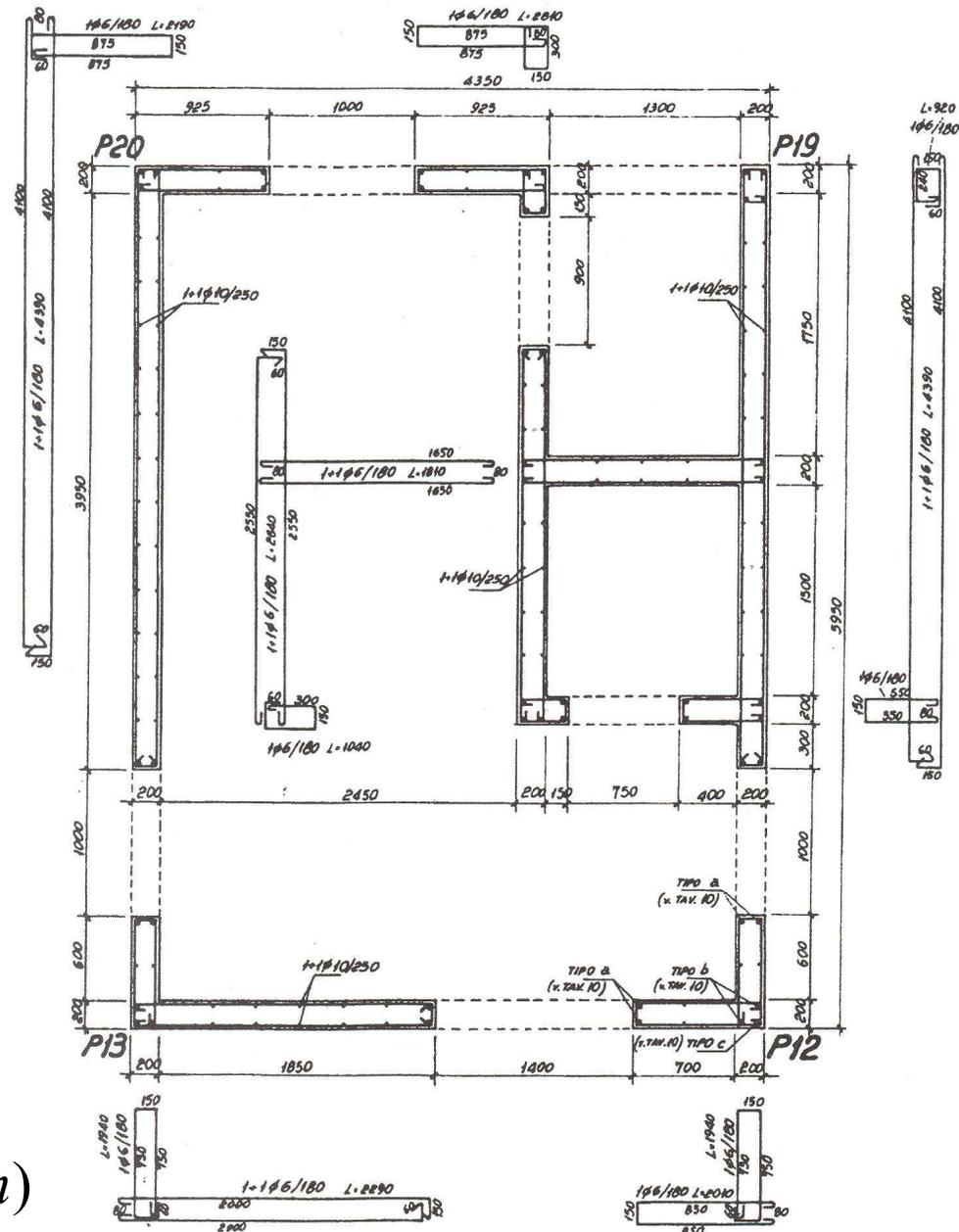
$$0.01t \leq a_v \leq 0.04t$$

Armature orizzontali (zona critica)

$$\text{passo} \leq 8\phi_v \quad (< 100 \text{ mm})$$

$$\text{Altrove} - \text{passo} \leq 12\phi_v \quad (< 250 \text{ mm})$$

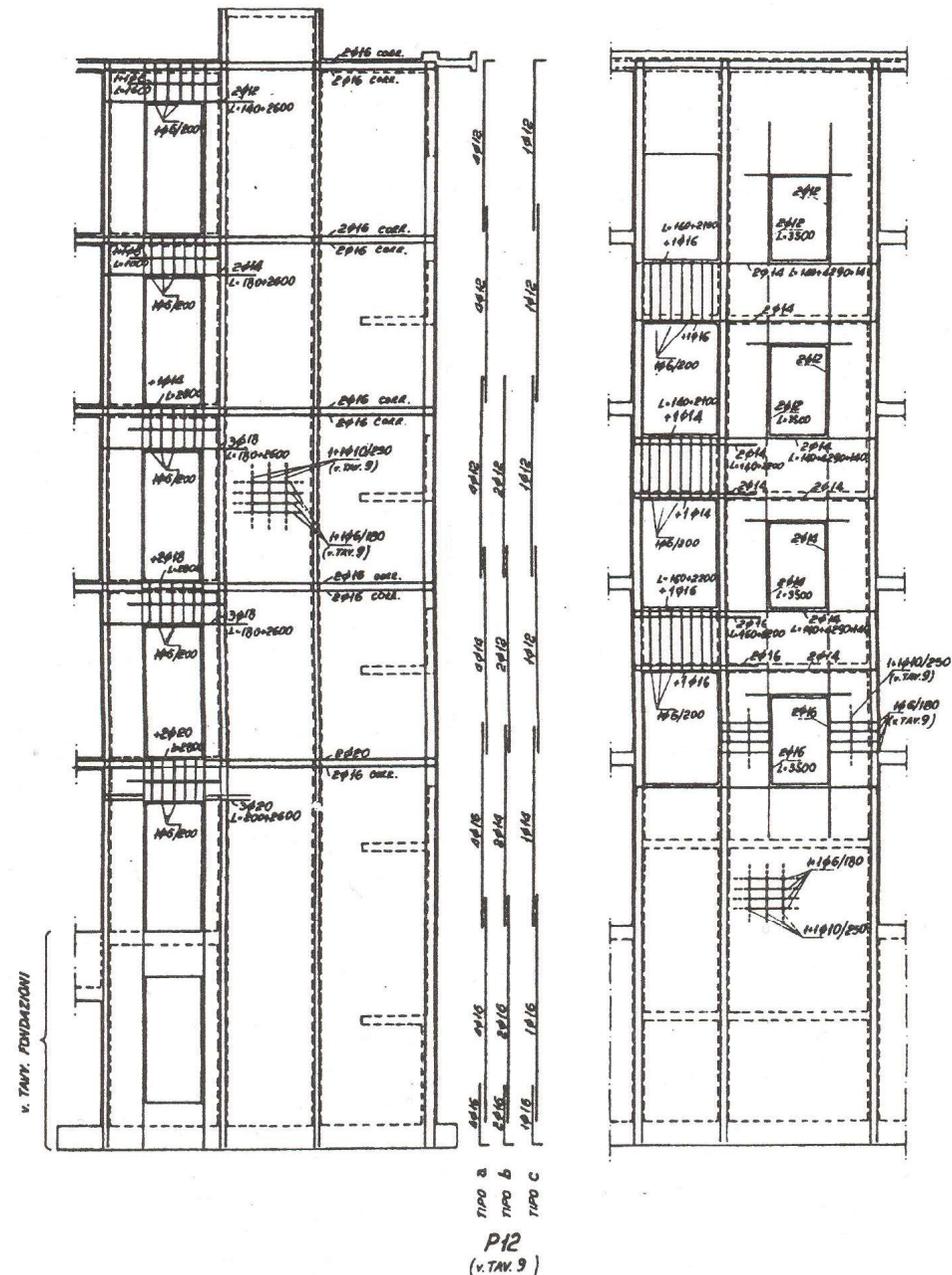
tav. 9 ARMATURA VANO SCALE



ELEMENTI DI CONTROVENTO

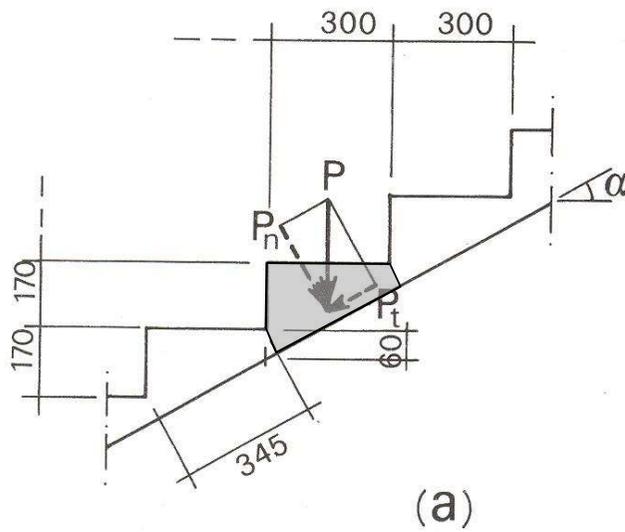
Esempio di disposizione armature in un nucleo scala-ascensore in calcestruzzo armato.

Sezione verticale, per evidenziare la distribuzione delle armature nelle pareti ed in prossimità delle aperture.

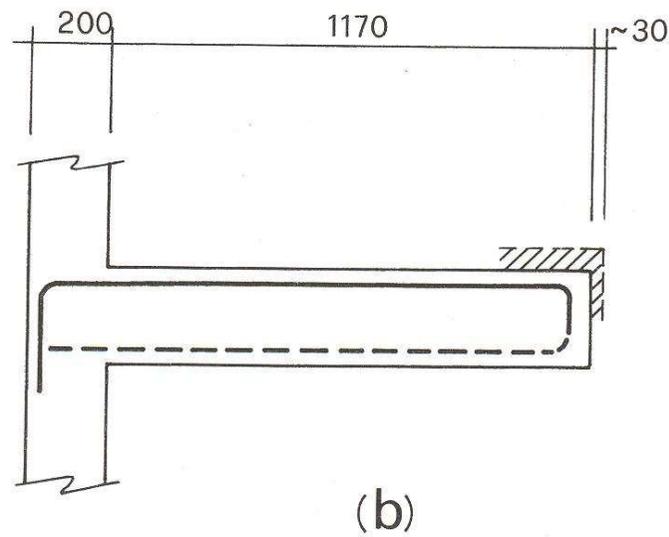


RAMPE SCALE

Si riporta ora un esempio di dimensionamento di armature per una rampa di scala con gradini a sbalzo.



(a)



(b)

RAMPE SCALE

L'analisi dei carichi condotta in pianta porta ai seguenti valori.

Carico rampa scale

- struttura c.a.	$25 \times (0,23 + 0,06)/2 \cong$	3,60 kN/m ²
- intonaco	$1,1 \times 0,02 \times 20 =$	0,44 "
- sottofondo	$1,6 \times 0,04 \times 20 =$	1,28 "
- pavimento e alzate	$1,7 \times 0,40 =$	<u>0,68 "</u>
totali permanenti	=	6,00 kN/m ²
- accidentali	=	<u>4,00 "</u>
totali distribuiti	=	10,00 kN/m ²
Parapetto in ringhiera metallica	=	0,60 kN/m

RAMPE SCALE

La componente flettente p_n normale alla piastra si ottiene con:

$$\cos \alpha = \frac{30,0}{34,5} = 0,87$$

e pertanto, stimato per la mensola di fig. 8.27b un aggetto di calcolo pari a:

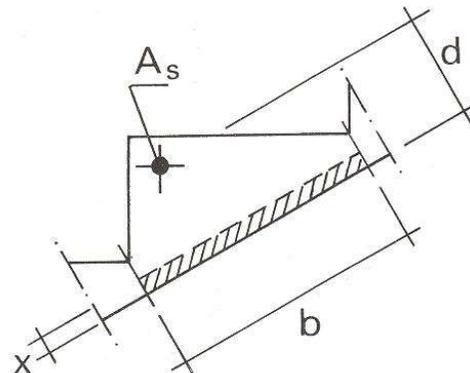
$$l \cong 1,05 \times 1,20 = 1,26 \text{ m}$$

si ottiene per un singolo gradino il seguente momento d'incastro:

$$10,00 \times 1,26^2/2 = 7,94$$

$$0,60 \times 1,26 = \underline{0,76}$$

$$M_{Ek} = 8,70 \times 0,30 \times 0,87 = 2,27 \text{ kNm}$$



RAMPE SCALE

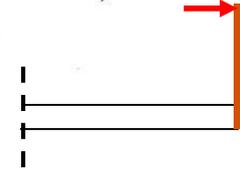
Limitandosi ad una verifica di resistenza flessionale si ha (v. fig. 8.28):

$$M_{Ed} = \gamma_F M_{Ek} = 1,43 \times 2270 = 3246 \text{ Nm}$$

A questo si aggiunge il momento dovuto alla spinta orizzontale sul parapetto 2.00 kN/m

$$M_{Ed} = 3246 + 1.50 \cdot 2000 \cdot 0.90 \cdot 0.30 = 4056 \text{ Nm}$$

Quota parapetto



e, con

$$b = 34,5 \text{ cm}$$

$$d \cong 14,0 \text{ cm}$$

$$A_s = 0,79 \text{ cm}^2$$

$$(1\phi 10/\text{gradino})$$

si ottiene, trascurando l'armatura compressa:

$$\omega_s = \frac{0,79 \times 391}{34,5 \times 14,0 \times 14,2} = 0,0450 \quad (\ll \omega_{sa})$$

$$z = 0,96 \times 14,0 = 13,4 \text{ cm}$$

$$M_{Rd} = 391 \times 79 \times 0,134 = 4139 \quad (> M_{Ed})$$

Nella tav. 11 sono riportati i particolari d'armatura di una rampa.

RAMPE SCALE

tav. 11 PARTICOLARI ARMATURA RAMPA SCALE

