

## **RELAZIONE DI CALCOLO DI UNA SCALA IN C.C.A. CON TRAVI A GINOCCHIO**

La scala oggetto della presente relazione è stata calcolata tenendo conto delle norme vigenti (D.M. 9 Gennaio 1996, D.M. 16 Gennaio 1996).

La ricerca delle caratteristiche della sollecitazione è stata effettuata risolvendo la trave incastrata per le massime caratteristiche della sollecitazione agli estremi e la trave appoggiata per le caratteristiche della sollecitazione in campata, in modo che in questa fascia sia compreso il comportamento reale della scala.

In campata è stato considerato un momento positivo minimo convenzionale pari a  $Q \cdot l^2 / 24$  e un momento positivo massimo pari a  $Q \cdot l^2 / 16$  e agli appoggi un momento negativo minimo convenzionale pari a  $Q \cdot l^2 / 12$ .

La verifica delle tensioni e nel calcestruzzo nell'acciaio è stata effettuata col metodo delle tensioni ammissibili considerando un coefficiente convenzionale d'omogeneizzazione  $n = 15$ .

Nell'esecuzione della scala in oggetto è necessario tenere conto delle seguenti prescrizioni:

- i materiali impiegati devono presentare le caratteristiche indicate;
- tutta l'armatura deve essere contornata, in ogni direzione, da uno spessore minimo di 5 mm di malta;

Oltre ai dati di carico e alla geometria dello schema di calcolo, si riportano di seguito il disegno della sezione della scala, le caratteristiche della sollecitazione, l'armatura, la verifica delle tensioni.

### ANALISI DEI CARICHI

Gradino	$((0.30 \times 0.16) / 2) \times 1.00 \times 1500$	= 36 Kg/m <sup>2</sup>
Soletta	$0.15 \times 0.34 \times 2500$	= 128 Kg/m <sup>2</sup>
Intonaco	$0.02 \times 0.34 \times 1500$	= 10 Kg/m <sup>2</sup>
Massetto	$(0.30 + 0.16) \times 0.03 \times 1.00 \times 1600$	= 22 Kg/m <sup>2</sup>
Marmi	$(0.34 + 0.16) \times 0.03 \times 1.00 \times 2700$	= 40 Kg/m <sup>2</sup>
	<b>TOTALE</b>	<b>= 236 Kg/m<sup>2</sup></b>

per avere il carico a m<sup>2</sup> si divide per la pedata:

$$\frac{236}{0.30} = 787 \text{ Kg / m}^2$$

L'inclinazione della scala è:

$$\alpha = \arctg \frac{110}{180} \cong 31^\circ$$

pertanto il carico permanente proiettato vale:

$$\text{Carico permanente} = \frac{787}{\cos 31^\circ} = 918 \text{ Kg/m}^2$$

Sovraccarico accidentale = 400 Kg/m<sup>2</sup>

per cui il carico complessivo su 1 metro di scala risulta:

$$q = 1318 \text{ Kg/m}$$

Lo schema statico, tenendo conto della presenza delle travi agli estremi della rampa si può considerare come una trave sem incastrata.

## VERIFICA A FLESSIONE

### TRAVE INCASTRATA

Considerando la trave incastrata agli estremi si hanno le seguenti caratteristiche della sollecitazione:

Lunghezza  $L = 2.00$  m

$$M_{\max} = \frac{q \times l_o^2}{12} = \frac{1318 \times 2.00^2}{12} = 439 \text{ Kgm}$$

$$T_{\max} = \frac{q \times l_o}{2} = \frac{1318 \times 2.00}{2} = 1318 \text{ Kg}$$

Verifichiamo la sezione prevista  $B \times H = 100 \times 15$  cm

$$r = \frac{h}{\sqrt{\frac{M}{B}}} = \frac{13}{\sqrt{\frac{43900}{100}}} = 0.620$$

dal prontuario utilizzando le tabelle relative ai coefficienti per le sezioni rettangolari inflesse in c.a. per  $\sigma_f = 2200$  kg/cm<sup>2</sup> si ha:

per  $\lambda = h'/h = 0.14$  e  $\mu = A'f/Af = 1$  per cui si ha  $\Rightarrow \sigma_c = 31$  kg/cm<sup>2</sup> <  $\sigma_{amm} = 85$  kg/cm<sup>2</sup>

$$A_f = \frac{M}{0.9 \times h \times \sigma_f} = \frac{43900}{0.9 \times 13 \times 2200} = 1,71 \text{ cm}^2$$

Pertanto agli estremi si dispone un armatura almeno pari al minimo regolamentare che risulta ampiamente superiore all'armatura strettamente necessaria:

$$7\text{Ø}12 = 9,05 \text{ cm}^2 \text{ al metro}$$

pertanto nella soletta larga 1.20 m saranno disposti **8Ø12** sia superiori sia inferiori.

## TRAVE APPOGGIATA

Considerando la trave appoggiata agli estremi, ma il carico agente ridotto alla metà, si hanno le seguenti caratteristiche della sollecitazione:

$$M_{\max} = \frac{q \times l_o^2}{16} = \frac{1318 \times 2.00^2}{16} = 330 \text{Kgm}$$

Verifichiamo la sezione prevista  $B \times H = 100 \times 13 \text{ cm}$

$$r = \frac{h}{\sqrt{\frac{M}{B}}} = \frac{13}{\sqrt{\frac{33000}{100}}} = 0.716$$

dal prontuario utilizzando le tabelle relative ai coefficienti per le sezioni rettangolari inflesse in c.a. per  $\sigma_f = 2200 \text{ kg/cm}^2$  si ha:

per  $\lambda = h'/h = 0.14$  e  $\mu = A'f/Af = 1$  per cui si ha  $\Rightarrow \sigma_c = 30 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{amm} = 85 \text{ kg/cm}^2$

$$A_f = \frac{M}{0.9 \times h \times \sigma_f} = \frac{33000}{0.9 \times 13 \times 2200} = 1.28 \text{ cm}^2$$

Pertanto in mezzeria, considerato che si utilizzano ferri dritti, si disporranno nella soletta almeno **8Ø12** pari al minimo regolamentare che risulta ampiamente superiore all'armatura strettamente necessaria:

$$8\text{Ø}12 = 9.05 \text{ cm}^2$$

## VERIFICA A TAGLIO

Le tensioni minime e massime per il taglio risultano:

$$\tau_{co} = 5.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{c1} = 16.33 \text{ Kg/cm}^2$$

Nel nostro caso si ha:

$$\tau = \frac{T}{0.9 \times h \times b} = \frac{1318}{0.9 \times 13 \times 100} = 1.13 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\tau < \tau_{co}$$

Essendo la  $\tau$  minore della  $\tau_{co}$  non occorre disporre nessun armatura a taglio, ma si disporranno come armatura minima:

Staffe  $\varnothing 8/20$  cm

## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE TRAVI EMERGENTI DELLA SCALA

### ANALISI DEI CARICHI

Peso scala  $1318 \times 1.2 = 1582 \text{ Kg}$

Sovraccarico accidentale  $= 400 \text{ Kg}$

Peso proprio trave  $0.30 \times 0.40 \times 1.00 \times 2500 = 300 \text{ Kg}$

La trave presenta una luce  $l = 1.20 \text{ m}$

Pertanto sulla trave si ha:

Scala  $1582 \times \frac{2.00}{2} = 1582 \text{ Kg/m}$

Peso proprio trave  $= 300 \text{ Kg/m}$

Sovraccarico  $400 \times \left( \frac{2.00}{2} + 0.30 \right) = 520 \text{ Kg/m}$

TOTALE  $q = 2402 \text{ Kg/m}$

Lunghezza  $l = 1.20 \text{ m}$   $l_0 = 1.20 \times 1.05 = 1.25 \text{ m}$

Lo schema statico si può considerare come una trave sem incastrata.

### VERIFICA A FLESSIONE

#### TRAVE INCASTRATA

Considerando la trave incastrata agli estremi si hanno le seguenti caratteristiche della sollecitazione:

$$M_{\max} = \frac{q \times l_o^2}{12} = \frac{2402 \times 1.25^2}{12} = 313 \text{ Kgm}$$

$$T_{\max} = \frac{q \times l_o}{2} = \frac{2402 \times 1.25}{2} = 1501 \text{Kg}$$

Verifichiamo la sezione prevista  $B \times H = 30 \times 40 \text{ cm}$

$$r = \frac{h}{\sqrt{\frac{M}{B}}} = \frac{38}{\sqrt{\frac{31300}{30}}} = 1.17$$

dal prontuario utilizzando le tabelle relative ai coefficienti per le sezioni rettangolari inflesse in c.a. per  $\sigma_f = 2200 \text{ kg/cm}^2$  si ha:

per  $\lambda = h'/h = 0.05$  e  $\mu = A'f/Af = 1$  per cui si ha  $\Rightarrow \sigma_c = 30 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{amm} = 85 \text{ kg/cm}^2$

$$A_f = \frac{M}{0.9 \times h \times \sigma_f} = \frac{31300}{0.9 \times 38 \times 2200} = 0.42 \text{ cm}^2$$

Pertanto agli estremi è necessario disporre almeno  $2\text{Ø}12$  ma si disporrà almeno l'armatura minima da regolamento sia superiormente e sia inferiormente pari a:

$$3\text{Ø}12 = 3.39 \text{ cm}^2$$

## TRAVE APPOGGIATA

Considerando la trave appoggiata agli estremi ma, il carico agente ridotto alla metà, si hanno le seguenti caratteristiche della sollecitazione:

$$M_{\max} = \frac{q \times l_o^2}{16} = \frac{2402 \times 1.25^2}{16} = 235 \text{Kgm}$$

Verifichiamo la sezione prevista  $B \times H = 30 \times 40 \text{ cm}$

$$r = \frac{h}{\sqrt{\frac{M}{B}}} = \frac{38}{\sqrt{\frac{23500}{30}}} = 1.36$$

dal prontuario utilizzando le tabelle relative ai coefficienti per le sezioni rettangolari inflesse in c.a. per  $\sigma_f=2200 \text{ kg/cm}^2$  si ha:

per  $\lambda=h'/h = 0.05$  e  $\mu= A'f/Af = 1$  per cui si ha  $\Rightarrow \sigma_c = 30 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{amm} = 85 \text{ kg/cm}^2$

$$A_f = \frac{M}{0.9 \times h \times \sigma_f} = \frac{23500}{0.9 \times 38 \times 2200} = 0,31 \text{ cm}^2$$

Pertanto in mezzeria, considerato che si utilizzano ferri dritti, si disporranno almeno

$$3\text{Ø}12 = 3.39 \text{ cm}^2$$

### **VERIFICA A TAGLIO**

Le tensioni minime e massime per il taglio risultano:

$$\tau_{co} = 5.33 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{c1} = 16.33 \text{ Kg/cm}^2$$

Nel nostro caso si ha:

$$\tau = \frac{T}{0.9 \times h \times b} = \frac{1501}{0.9 \times 38 \times 30} = 1.46 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\tau < \tau_{co}$$

Essendo la  $\tau$  minore della  $\tau_{co}$  non occorre disporre nessun armatura a taglio, ma si disporranno come armatura minima:

Ferri di parete:  $1+1\text{Ø}12 = 1.13 \text{ cm}^2$

Staffe  $\text{Ø}8/20 \text{ cm}$