



5.0 CRITERIO DI DIMENSIONAMENTO GRADINI IN GRIGLIATO PER SCALE DI USO PUBBLICO (acciaio S235JR)

5.1 CARICHI AGENTI SUI GRADINI

La norma UNI 11002-2 par 6.1 fig.5 precisa che i carichi agenti sui gradini di scale per uso pubblico devono avere un valore di 2 (kN), comprensivi dell'effetto dinamico, essere concentrati su impronte circolari di 120 (mm) di diametro e posizionati a filo del bordo anteriore del gradino a distanze modulari di 600 (mm) come da figura.



(1 kN = 100 daN ~ 100 kg)

5.2 BARRE COLLABORANTI

Sulla base delle prove di laboratorio effettuate presso il Politecnico di Milano, Assogrigliati ha elaborato la seguente tabella che riporta il numero di barre collaboranti (n') per gradini:

GES - GRIGLIATO ELETTRISALDATO		GP - GRIGLIATO PRESSATO	
MAGLIA	n'	MAGLIA	n'
11x76	1,7	11x66	1,7
15x76	1,6	15x66	1,6
22x76	1,4	22x66	1,4
25x76	1,2	25x66	1,2
30x100	1,1	30x66	1,1
34x76	1,0	33x66	1,0
44x76	0,9	44x44	0,9
		66x33	0,7
		88x33	0,0

Nota: i numeri delle barre collaboranti n' riportati nella Tabella sono validi per una impronta circolare avente un diametro di 120 mm. Per impronte diverse dovute a particolari carichi concentrati, il Committente deve rivolgersi all'Ufficio Tecnico dell'Azienda fornitrice. Il numero delle barre portanti N da prendere in considerazione per il dimensionamento è costituito da:
 n (barre sottoimpronta) = (impronta - rompivisuale) : interasse (considerare l'intero + 1)
 n' (barre di collegamento) = vedere Tabella
 $N = n + n'$



5.3 VINCOLO DEI GRADINI IMBULLONATI

Il vincolo dei gradini imbullonati ai cosciali non può essere considerato un semplice appoggio né un incastro. Sulla base dei risultati delle prove effettuate presso i laboratori del Politecnico di Milano, sono stati calcolati dei coefficienti di riduzione delle frecce elastiche K_1 e dei momenti flettenti K_2 rispetto ad un calcolo effettuato considerando i gradini vincolati ad un semplice appoggio.

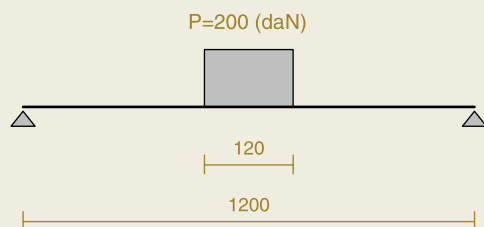
GRADINO	LARGHEZZA 1200 (mm)		LARGHEZZA 1800 (mm)	
	GES	GP	GES	GP
TIPO DI GRIGLIATO				
COEFFICIENTI K_1	0,62	0,75	0,79	0,70
COEFFICIENTI K_2	0,73	0,82	0,82	0,74

5.4 ESEMPI DI CALCOLO (L = 1200 mm)

Gradino (particolare schematizzato)



interasse barre portanti 15 (mm)
barre portanti 30x2 (mm)
rompivisuale 30x30x2 (mm)



Calcolo di verifica

GES - Grigliato elettrosaldato	30 x 2	15x76
Rompivisuale	30 x 30 x 2	mm
P carico su impronta	200	daN
d impronta circolare	120	mm
L lunghezza del gradino	1200	mm
n numero di barre sotto impronta	$1 + (120 - 30) / 15$ (parte intera)	7
n' numero di barre collaboranti (tabella)		1,6
N numero di barre portanti $7+1,6$		8,6
W' modulo di resistenza delle barre portanti	2580	mm ³
W'' modulo di resistenza del rompivisuale	470	mm ³
W modulo di resistenza del gradino	3280	mm ³
J' momento d'inerzia delle barre portanti	38700	mm ⁴
J'' momento d'inerzia del rompivisuale	10200	mm ⁴
J momento d'inerzia del gradino	53280	mm ⁴
E modulo di elasticità (acciaio S235JR)	21000	daN/mm ²
K_1 coefficiente di riduzione di freccia		0,62
K_2 coefficiente di riduzione del momento flettente		0,73

Calcolo del momento flettente

$$M = K_2 \frac{P}{8} (2L - d) =$$

$$= 0,73 \frac{200}{8} (2 \cdot 1200 - 120) = 41610 \text{ daN}\cdot\text{mm}$$

Calcolo della sollecitazione unitaria a flessione

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{41610}{3280} = 12,7 < 16 \text{ daN/mm}^2$$

Calcolo della freccia elastica

$$f = K_1 \frac{P}{384 EJ} (8L^3 - 4d^2L + d^3) =$$

$$= 0,62 \frac{200}{384 \cdot 21000 \cdot 53280} (8 \cdot 1200^3 - 4 \cdot 120^2 \cdot 1200 + 120^3) = 4,0 < 5 \text{ mm}$$

IL GRADINO È IDONEO AL CARICO PREVISTO NELLA NORMA UNI 11002-2

**Calcolo di verifica**

GP - Grigliato pressato	30 x 2	15x66
Rompivisuale	30 x 30 x 2	mm
P carico su impronta	200	daN
d impronta circolare	120	mm
L lunghezza del gradino	1200	mm
n numero di barre sotto impronta		
1 + (120 - 30) / 15 (parte intera)	7	
n' numero di barre collaboranti (tabella)	1,6	
N numero di barre portanti 7+1,6	8,6	
W' modulo di resistenza delle barre portanti	2580	mm ³
W'' modulo di resistenza del rompivisuale	470	mm ³
W modulo di resistenza del gradino	3280	mm ³
J' momento d'inerzia delle barre portanti	38700	mm ⁴
J'' momento d'inerzia del rompivisuale	10200	mm ⁴
J momento d'inerzia del gradino	53280	mm ⁴
E modulo di elasticità (acciaio S235JR)	21000	daN/mm ²
K ₁ coefficiente di riduzione di freccia	0,75	
K ₂ coefficiente di riduzione del momento flettente	0,82	

Calcolo del momento flettente

$$M = K_2 \frac{P}{8} (2L - d) =$$

$$= 0,82 \frac{200}{8} (2 \cdot 1200 - 120) = 46740 \text{ daN} \cdot \text{mm}$$

Calcolo della sollecitazione unitaria a flessione

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{46740}{3280} = 14,2 < 16 \text{ daN/mm}^2$$

Calcolo della freccia elastica

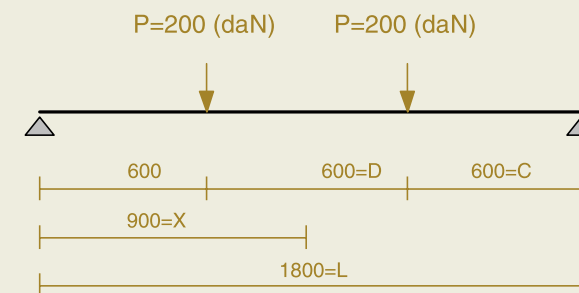
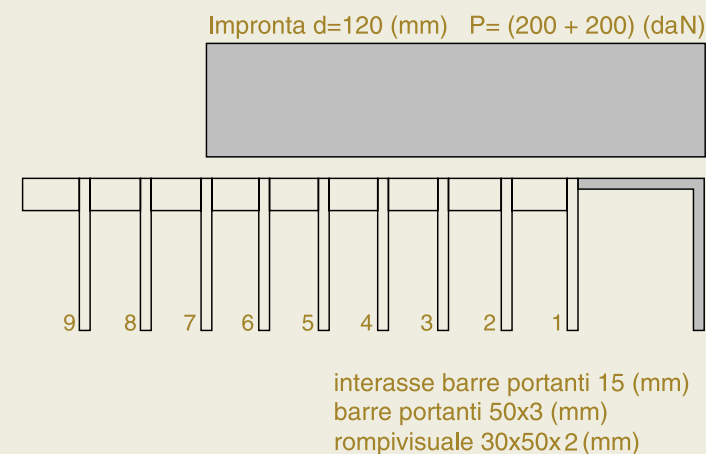
$$f = K_1 \frac{P}{384 E J} (8L^3 - 4d^2L + d^3) =$$

$$= 0,75 \frac{200}{384 \cdot 21000 \cdot 53280} (8 \cdot 1200^3 - 4 \cdot 120^2 \cdot 1200 + 120^3) = 4,8 < 5 \text{ mm}$$

IL GRADINO È IDONEO AL CARICO PREVISTO NELLA NORMA UNI 11002-2

5.5 ESEMPIO DI CALCOLO (L = 1800 mm)

Gradino (particolare schematizzato)



**Calcolo di verifica**

GES - Grigliato elettrosaldato	50 x 3	15x76
Rompivisuale	30 x 50 x 2	mm
P carico su impronta	200 + 200	daN
d impronta circolare	120	mm
L lunghezza del gradino	1800	mm
n numero di barre sotto impronta		
1 + (120 - 30) / 15 (parte intera)	7	
n' numero di barre collaboranti (tabella)	1,6	
N numero di barre portanti 7+1,6	8,6	
W' modulo di resistenza delle barre portanti	10750	mm ³
W'' modulo di resistenza del rompivisuale	1240	mm ³
W modulo di resistenza del gradino	12360	mm ³
J' momento d'inerzia delle barre portanti	268750	mm ⁴
J'' momento d'inerzia del rompivisuale	41500	mm ⁴
J momento d'inerzia del gradino	320540	mm ⁴
E modulo di elasticità (acciaio S235JR)	21000	daN/mm ²
K ₁ coefficiente di riduzione di freccia	0,79	
K ₂ coefficiente di riduzione del momento flettente	0,82	

Calcolo del momento flettente

$$M = K_2 \frac{PL}{2} \left(1 - \frac{D}{L}\right) = 0,82 \frac{200 \cdot 1800}{2} \left(1 - \frac{600}{1800}\right) = 98400 \text{ daN} \cdot \text{mm}$$

Calcolo della sollecitazione unitaria a flessione

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{98400}{12360} = 8,0 < 16 \text{ daN/mm}^2$$

Calcolo della freccia elastica

$$f = 2 \cdot K_1 \frac{PL^3C}{6EJL} \left(1 - \frac{C^2}{L^2} - \frac{X^2}{L^2}\right) \frac{X}{L} =$$

$$= 2 \cdot 0,79 \frac{200 \cdot 1800^3 \cdot 600}{6 \cdot 21000 \cdot 320540 \cdot 1800} \left(1 - \frac{600^2}{1800^2} - \frac{900^2}{1800^2}\right) \frac{900}{1800} = 4,8 < 5 \text{ mm}$$

IL GRADINO È IDONEO AL CARICO PREVISTO NELLA NORMA UNI 11002-2

Calcolo di verifica

GP - Grigliato pressato	50 x 3	15x66
Rompivisuale	30 x 50 x 2	mm
P carico su impronta	200 + 200	daN
d impronta circolare	120	mm
L lunghezza del gradino	1800	mm
n numero di barre sotto impronta		
1 + (120 - 30) / 15 (parte intera)	7	
n' numero di barre collaboranti (tabella)	1,6	
N numero di barre portanti 7+1,6	8,6	
W' modulo di resistenza delle barre portanti	10750	mm ³
W'' modulo di resistenza del rompivisuale	1240	mm ³
W modulo di resistenza del gradino	12360	mm ³
J' momento d'inerzia delle barre portanti	268750	mm ⁴
J'' momento d'inerzia del rompivisuale	41500	mm ⁴
J momento d'inerzia del gradino	320540	mm ⁴
E modulo di elasticità (acciaio S235JR)	21000	daN/mm ²
K ₁ coefficiente di riduzione di freccia	0,70	
K ₂ coefficiente di riduzione del momento flettente	0,74	

Nota: per semplicità di calcolo, non influente ai fini del dimensionamento, si sono sostituiti i due carichi su impronte circolari di 120 (mm) con due carichi puntiformi di pari valore.

Al paragrafo 6.1 della norma UNI 11002-2 si richiama l'attenzione sul pannello del pianerotolo che deve essere dimensionato mediante l'analisi preliminare del suo ancoraggio alla struttura di sostegno. Normalmente tale pannello viene considerato semplicemente appoggiato; in questo caso va opportunamente calcolato in modo da sopportare sia il carico della norma di cui sopra sia il carico uniformemente distribuito di 630daN/m². I due tipi di carico non vanno cumulati.

Calcolo del momento flettente

$$M = K_2 \frac{PL}{2} \left(1 - \frac{D}{L}\right) = 0,74 \frac{200 \cdot 1800}{2} \left(1 - \frac{600}{1800}\right) = 88800 \text{ daN} \cdot \text{mm}$$

Calcolo della sollecitazione unitaria a flessione

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{88800}{12360} = 7,2 < 16 \text{ daN/mm}^2$$

Calcolo della freccia elastica

$$f = 2 \cdot K_1 \frac{PL^3C}{6EJL} \left(1 - \frac{C^2}{L^2} - \frac{X^2}{L^2}\right) \frac{X}{L} =$$

$$= 2 \cdot 0,70 \frac{200 \cdot 1800^3 \cdot 600}{6 \cdot 21000 \cdot 320540 \cdot 1800} \left(1 - \frac{600^2}{1800^2} - \frac{900^2}{1800^2}\right) \frac{900}{1800} = 4,3 < 5 \text{ mm}$$

IL GRADINO È IDONEO AL CARICO PREVISTO NELLA NORMA UNI 11002-2