

**COMUNE DI LAIGUEGLIA**

**PROVINCIA DI SAVONA**

**PERMESSO DI COSTRUIRE CONVENZIONATO  
AI SENSI DELL'ART.32 L.R. 29/2016 E S.M.I.  
PER LA REALIZZAZIONE DI N.3 EDIFICI  
RESIDENZIALI  
IN AREE COMPRESSE TRA  
STRADA VICINALE COLLE MICHERI E  
STRADA VICINALE CUNI**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**(integrazione)**

**PARAPETTO IN ACCIAIO E SCALA IN C.A.**

**Committente: La Quiete s.a.s., Rossi Manuela, Rossi Paolo**

**Tecnico professionista: Ing. Paolo Bagnasco**

## **Premessa**

La presente relazione ha lo scopo di illustrare i calcoli statici relativi agli elementi strutturali costituenti i parapetti in acciaio e le scale in cemento armato previsti nel progetto “Permesso di costruire convenzionato ai sensi dell'art.32 L.R. 29/2016 e s.m.i. per la realizzazione di n.3 edifici residenziali in aree comprese tra strada vicinale Colle Micheri e strada vicinale Cuni” di proprietà di La Quiete s.a.s., Rossi Manuela e Rossi Paolo da realizzarsi nel Comune di Laigueglia (SV).

Per i parapetti si ipotizza una struttura in acciaio costituita da montanti tipo IPE 100 e tubi a sezione circolare con diametro esterno  $\varnothing 127$  mm che dovrà soddisfare i requisiti minimi imposti dal D.M. 17-01-2018. Nel caso in cui l'impresa nominata si rivolga ad una ditta produttrice la quale fornirà un modello specifico di parapetto, tale elemento verrà verificato in accordo al D.M. 17-01-2018.

## **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

Nella presente verifica sono state tenute in conto le specificazioni delle seguenti normative:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| - D.M. 17-01-18            | Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture metalliche   |
| - D.M. 16-01-96            | Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"  |
| - Circ. 04-07-96           | Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 |
| - CNR/UNI 10011-98         | Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.   |
| - Legge 05-11-1971 n. 1086 | Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.   |
| - Legge 02-02-1974 n.64    | Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.   |

# MATERIALI STRUTTURALI

Caratteristiche meccaniche dei materiali strutturali impiegate:

- Acciaio per carpenteria metallica:**

Caratteristiche	S275JR
Tensione di rottura a trazione $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	430
Tensione di snervamento $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	275
Modulo di elasticità normale E (N/mm <sup>2</sup> )	210000

- Acciaio per barre di inghisaggio:**

Per l'inghisaggio si adottano barre filettate di classe 8,8

Tensione a rottura $f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	800
Tensione di snervamento $f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	640
Modulo di elasticità normale E (N/mm <sup>2</sup> )	210000

- Acciaio per barre di inghisaggio:**

Per l'inghisaggio si adottano barre filettate di classe 8,8

Tensione a rottura $f_{tb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	800
Tensione di snervamento $f_{yb}$ (N/mm <sup>2</sup> )	640
Modulo di elasticità normale E (N/mm <sup>2</sup> )	210000

- Resina per inghisaggi:**

Ancoraggio chimico con resina epossidica bicomponente tipo FIS V della Fischer

Resina in cartuccia FIS V / FIS V-BOND con barre filettate FIS A / RG M (classe 8.8)																												
Carichi ammissibili per un ancorante singolo <sup>(1)</sup> in calcestruzzo C20/25 <sup>(2)</sup> non fessurato e in foro a rotoperforazione																												
Per la progettazione deve essere consultato il Benestare Tecnico Europeo ETA - 02/0024.																												
Tipo	Coppia di serraggio	Interasse minimo	Distanza bordo minima	Calcestruzzo non fessurato																								Carico amm. taglio V <sub>Rd1</sub>
				Carico ammissibile a trazione N <sub>Rd1</sub> [kN]																								
				Profondità di ancoraggio efficace																								
	T <sub>max</sub> [Nm]	s <sub>min</sub> [mm]	c <sub>min</sub> [mm]	50 [mm]	60 [mm]	70 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	100 [mm]	120 [mm]	140 [mm]	160 [mm]	180 [mm]	200 [mm]	220 [mm]	240 [mm]	260 [mm]	300 [mm]	320 [mm]	340 [mm]	360 [mm]	380 [mm]	400 [mm]	500 [mm]	550 [mm]	600 [mm]	[kN]	
FIS A M 6 (8.8)	5	40	40	4,0	4,8	5,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,6	
FIS A M 8 (8.8)	10	40	40	-	7,9	9,2	10,5	11,8	13,2	13,9	13,9	13,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,4	
FIS A M 10 (8.8)	20	45	45	-	9,9	11,5	13,2	14,8	16,5	19,7	22,1	22,1	22,1	22,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,3	
FIS A M 12 (8.8)	40	55	55	-	13,8	15,8	17,8	19,7	23,7	27,6	31,6	32,1	32,1	32,1	32,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,3	
FIS A M 16 (8.8)	60	65	65	-	-	17,2	20,5	23,9	28,7	33,5	38,3	43,1	47,9	52,7	58,8	58,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34,4	
FIS A M 20 (8.8)	120	85	85	-	-	-	20,5	24,0	31,6	39,8	45,5	51,2	56,8	62,5	73,9	85,3	93,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,1	
FIS A M 24 (8.8)	150	105	105	-	-	-	-	24,0	31,6	39,8	48,7	58,1	64,6	71,1	84,0	96,9	129,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,2	
FIS A M 27 (8.8)	200	125	125	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	58,1	68,0	75,5	89,3	103,0	137,3	171,7	-	-	-	-	-	-	-	-	54,0	
FIS A M 30 (8.8)	300	140	140	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	58,1	68,0	78,5	99,2	114,4	152,6	190,7	209,8	213,7	-	-	-	-	-	63,2	

# VERIFICA STATICA DEL PARAPETTO

Per la verifica del parapetto si considera il carico accidentale distribuito pari a 200 daN/m.

Gli schemi statici degli elementi sono i seguenti:

- montante verificato come mensola con luce pari a 1,10 m ed interasse pari a 1,50 m;
- corrimano verificato come trave semplicemente appoggiata con luce pari a 1,50 m.

In accordo al D.M. 17-01-2018, vengono considerate i seguenti coefficienti di sicurezza dei carichi:

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLL

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Considerando in primo luogo il corrimano costituito da un elemento tubolare di diametro esterno  $\varnothing 127$  e spessore 4 mm, le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- $W = 46,1 \text{ cm}^3$ ;
- $J = 293 \text{ cm}^4$ ;
- $A = 15,5 \text{ cmq}$ .

Il momento massimo agente sull'elemento è pari a

$$M = 1/8 * q * l^2 = 84,38 \text{ daN m}$$

$$M_r = W_{el} * f_{yk} / \gamma_{M0} = 1207,4 \text{ daN m} > M = 84,38 \text{ daN m} \quad \textbf{verificato}$$

Il taglio massimo agente sull'elemento è pari a

$$T = q * l / 2 = 225 \text{ daN}$$

$$V_{rd} = A * f_{yk} / 3^{1/3} / \gamma_{M0} = 28147 \text{ daN} > T = 225 \text{ daN} \quad \textbf{verificato}$$

Considerando il montante costituito da un elemento IPE 100 di luce 1,10 m ed interasse del carico pari a 1,50 m, le caratteristiche geometriche sono le seguenti:

- $W_{el} = 34,20 \text{ cm}^3$ ;
- $J = 171 \text{ cm}^4$ ;
- $A = 5,08 \text{ cmq}$ .

Il momento massimo agente sull'elemento è pari a

$$M = P * l = 495 \text{ daN m}$$

$$M_r = W_{el} * f_{yk} / \gamma_{M0} = 895,7 \text{ daN m} > M = 495 \text{ daN m} \quad \textbf{verificato}$$

Il taglio massimo agente sull'elemento è pari a

$$T = P = 450 \text{ daN}$$

$$V_{rd} = A * f_{yk} / 3^{1/3} / \gamma_{M0} = 9225 \text{ daN} > T = 450 \text{ daN} \quad \textbf{verificato}$$

Per quanto riguarda il collegamento tra il parapetto e la struttura in cemento armato, si considera che l'unione sia fatta tramite una piastra in acciaio di dimensioni 180x160 mm fissata con n.4 barre filettate M10 classe 8,8 fissate alla struttura in c.a. con ancorante chimico Fischer, le cui caratteristiche sono state riportate precedentemente, distanti in asse tra loro di 130 mm.

La forza massima agente nella barra provocata dal momento in testa al montante è pari a

$$F_b = 1730,6 \text{ daN} < F_{trd} = 3340,8 \text{ daN} \quad \textbf{verificato}$$

Per quanto riguarda la verifica dell'ancorante chimico, rispettando la lunghezza minima di infissione della barra M10 pari a 160 mm, il carico ammissibile a trazione per il prodotto considerato è pari a

$$N = 2210 \text{ kN} > 1730,6 \text{ daN} \quad \textbf{verificato}$$

## VERIFICA STATICA DELLA SCALA IN C.A.

Per la verifica della scala, si considera, a favore di sicurezza, l'elemento caratterizzato dallo schema statico peggiore. In questo caso, la scala esterna ad unica rampa con geometria uguale sia per la tipologia A che per la tipologia A1 è quella caratterizzata da una luce maggiore in quanto permette il collegamento di due piani con dislivello di 3,20 m.

### 4.2 Analisi dei carichi

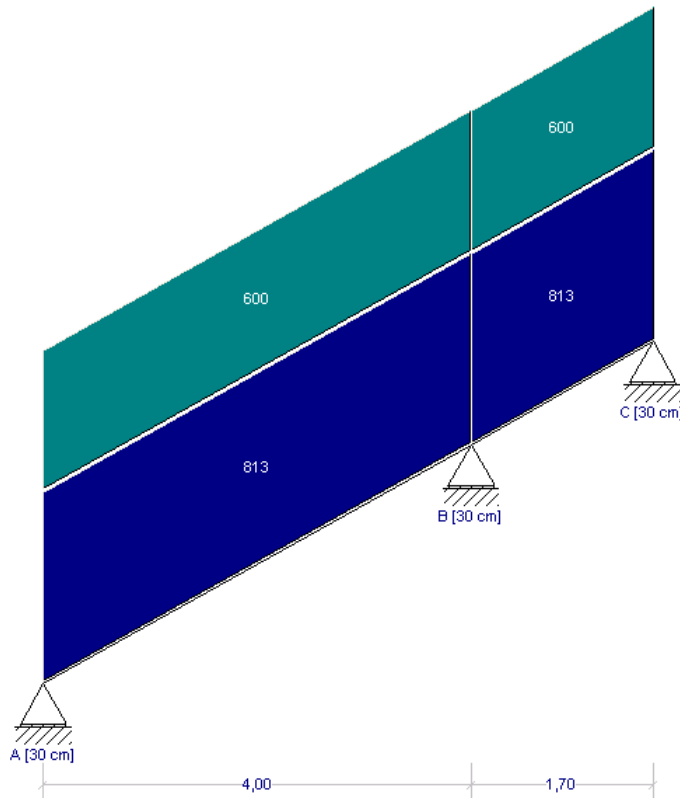
Per la verifica sono considerati i seguenti carichi:

- peso specifico del calcestruzzo 2500 daN/mc;
- sovraccarico accidentale 400 daN/mq.

### 4.3 Analisi delle sollecitazioni

Lo schema statico da adottare è quello di trave continua su tre appoggi come rappresentato nella figura sottostante.

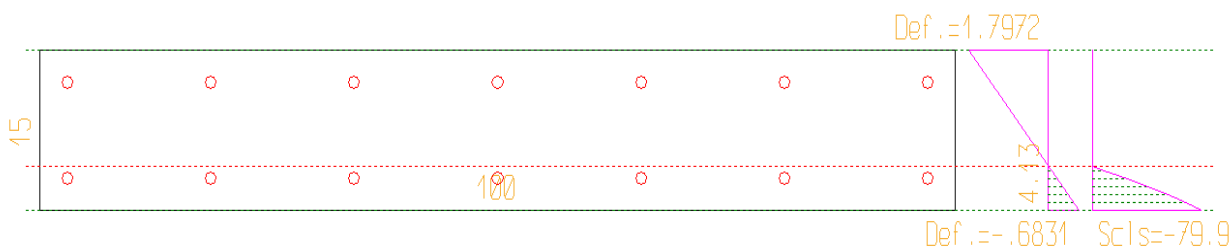
Lo schema statico, considerando i carichi elencati precedentemente applicando gli opportuni coefficienti di sicurezza dei carichi in accordo a l D.M. 17-01-2018, è il seguente:



Il valore del momento massimo è pari a -2132,7 daN m, il valore massimo della sollecitazione a taglio è pari a 2934 daN.

#### 4.4 Verifica di resistenza

La sezione oggetto di verifica è 15x100 cm armata con 7+7Ø12 correnti e 1+1Ø10/20" trasversali.



Simboli:  
 Vert. = contorno\_vertice del CLS; d = diametro;  
 S = Sigma (tensioni sui materiali);  
 D = Deformazioni x 1000 (epsilon);  
 Ve = colonna che indica se la verifica e' soddisfatta;

#### MATERIALI

Calcestruzzo: Rck = 300. ; fck = 249. ; fcd = 141.1 (.35%)  
 Acciaio : Tipo= B450C ; ftk = 5400. ; fyk = 4500. ; ftd = 4695.65 (6.75%)

#### SEZIONE

L'asse Z e' rivolto verso destra, l'asse Y e' rivolto verso l'alto.

Tipo sezione: RETTANGOLARE

Cls:				Acciaio lento:			
vert.	Z	Y		ferro	Z	Y	d[mm]   Af[cm2]
1- 1	-50.	0.		1	47.	12.	12.   1.131
1- 2	-50.	15.		2	31.3	12.	12.   1.131
1- 3	50.	15.		3	15.7	12.	12.   1.131
1- 4	50.	0.		4	0.	12.	12.   1.131
				5	-15.7	12.	12.   1.131
				6	-31.3	12.	12.   1.131
				7	-47.	12.	12.   1.131
				8	-47.	3.	12.   1.131
				9	-31.3	3.	12.   1.131
				10	-15.7	3.	12.   1.131
				11	0.	3.	12.   1.131
				12	15.7	3.	12.   1.131
				13	31.3	3.	12.   1.131
				14	47.	3.	12.   1.131

#### SOLLECITAZIONI AGENTI

sforzi normali applicati in z= 0. ; y= 7.5 (baricentro CLS)  
 Convenzioni: N + trazione; Mz + fib.inferiori tese; My + fib.sinistra tese.  

N.	N	Mz	My	Descrizione
1	0.	-2132.7	0.	

#### RISULTATI

Piani di equilibrio (eps= muz \* y + muy \* z + lam):

sol.	muz	muy	lambda
1.	.00016535225	0.	-.00068306727

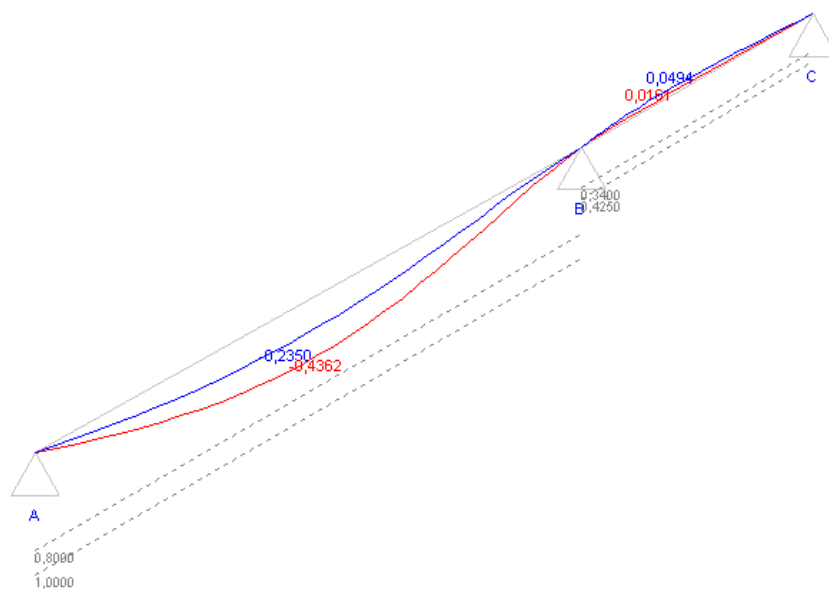
Deformazioni massime sui materiali:

Cls				Acciaio lento			
sol	vert.	D cls	S cls	Ve	ferro	D ferri	S ferri
1	1- 1	-.6831	-79.9	si	1.	1.3012	2602.3



#### 4.5 Verifica a deformazione

La freccia del solaio è la seguente:



Il valore della freccia massima è pari a  $0,44\text{cm} < l/300 = 1,5\text{ cm}$  **VERIFICATO**

## **CONCLUSIONI**

Dai calcoli precedentemente svolti e dalle verifiche effettuate si conclude che gli elementi strutturali costituenti i parapetti in acciaio e le scale in cemento armato previsti nel progetto “Permesso di costruire convenzionato ai sensi dell'art.32 L.R. 29/2016 e s.m.i. per la realizzazione di n.3 edifici residenziali in aree comprese tra strada vicinale Colle Micheri e strada vicinale Cuni” di proprietà di La Quiete s.a.s., Rossi Manuela e Rossi Paolo da realizzarsi nel Comune di Laigueglia (SV) possono essere effettuate in accordo al D.M. 17-01-2018.

Carcare, 08-04-2019