



comune di  
**PRATO**

Codice Fiscale: 84006890481

---

Progetto: Palazzetto dello Sport "Estraforum" Bene cod. 428

---

Titolo: **OPERE DI RISANAMENTO CONSERVATIVO E MESSA IN SICUREZZA DELLA COPERTURA**

---

Fase: *Progetto esecutivo*

Assessore ai lavori pubblici Servizio PP UOC PP3	<b>Valerio BARBERIS</b> <b>EDILIZIA PUBBLICA</b> <b>GESTIONE DIAGNOSTICA E MANUTENTIVA</b> <b>DEGLI IMMOBILI COMUNALI</b>
Dirigente del servizio	<b>Ing. Maria Teresa Carosella</b>
Responsabile Unico del Precedimento	<b>Ing. Iuri Baldi</b>

## Progettisti

---

R.U.P. Ing. Iuri Baldi

---

IL PROGETTISTA Geom. MANUELE ROMUALDI

---

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN  
FASE DI PROGETTO ED ESECUZIONE  
Geom. MANUELE ROMUALDI

---

---

Elab.: **N. 11**  
**RELAZIONE**  
**STRUTTURALE**  
**PARAPETTI**

Spazio riservato agli uffici:



REALIZZAZIONE DI PARAPETTI E SCALE IN  
ACCIAIO SU IMPIANTO SPORTIVO  
DENOMINATO "PATTINODROMO DI MALISETI"  
ORA "ESTRAFORUM" SITO IN VIA DI MALISETI  
SNC NEL COMUNE DI PRATO

---

Proprietà: Ufficio del Patrimonio, Comune di Prato, piazza del Comune  
n.2, Prato

Tecnico Incaricato: Ing. Alessandro Moretti, via del Garille 1 i, Calenzano

## **Indice**

1 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

1.1 - RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA DELL'OPERA

1.2 - NORMATIVA DI RIFRIMENTO

1.3 - DESCRIZIONE MODELLO STRUTTURALE

1.4 - VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA

1.5 –RELAZIONE SUI MATERIALI

1.6 – ANALISI

1.7 - NOTE

# 1 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

## ***REALIZZAZIONE DI PARAPETTI E SCALE IN ACCIAIO SU IMPIANTO SPORTIVO DENOMINATO "PATTINODROMO DI MALISETI" ORA "ESTRAFORUM" SITO IN VIA DI MALISETI SNC NEL COMUNE DI PRATO***

### **1.1 RELAZIONE GENERALE DELL'OPERA**

L'opera è un impianto sportivo costituito da due fabbricati di cui il principale è l'impianto sportivo originariamente denominato "Pattinodromo di Maliseti" ora "ESTRAFORUM" di cui fanno parte il campo di gara e le tribune per il pubblico con superficie utile di circa mq 2685; il fabbricato secondario riguarda locali per servizi tecnici, spogliatoi atleti ed addetti impianti per una superficie coperta di circa mq 438.

Il pattinodromo è costituito da una copertura a forma di "sella" del tipo tensostruttura con dimensioni circa 63 m\* 61 m. La copertura è composta da travi piane di funi spiroidali in acciaio formate da cavi e tiranti. Tali travi piane hanno interasse di 5.8 m e sono collegate a telai in c.a. costituiti da: pilastri inclinati verso l'esterno a circa 54° aventi altezza ml 14 e sezione cm 80x40, pilastri cm 50x40 che collegano i pilastri di cui sopra nel nodo di attacco con la fune stabilizzante e con il plinto zavorra, N° 3 travi in c.a. disposte a varie altezze che collegano i pilastri di cui sopra. Le fondazioni sono di due tipi: una del tipo a zavorra per contrastare con il proprio peso le spinte esercitate dai tiranti inclinati che tengono ancorate le funi della tensostruttura e l'altra del tipo a plinto isolato per i puntoni dei cavalletti di ancoraggio. Le teste dei plinti sono collegate da una trave rovescia sezione cm 35x80 che fornisce anche il supporto per i pannelli di tamponamento. Il manto di copertura è in lamiera grecata di spessore 0.8 mm con luce 5,8 m che appoggia direttamente sulle travi piane. Sui lati corti sono presenti telai in c.a. di irrigidimento a formare le pareti di chiusura.

La palazzina servizi è costituita da un corpo principale a forma rettangolare di dimensioni m 28.60x9.80 con un corpo centrale avanzato di 4.20 su un fronte di 21.80.

La struttura portante è stata realizzata mediante intelaiatura in c.a. e fondazioni a trave rovescia collegata al reticolo delle fondazioni del pattinodromo.

Oggetto della presente relazione è il dimensionamento dei parapetti da realizzare al piano copertura del pattinodromo sui due lati di dimensioni circa 63 m. I due lati di 61 m sono già dotati di parapetto oggetto di precedenti lavorazioni e non verranno trattati nella presente analisi.

Verranno inoltre dimensionate le scale di accesso alla copertura poste in corrispondenza della palazzina servizi. Tali scale collegano il piano strada alla copertura della palazzina servizi e la copertura della palazzina servizi al piano copertura del pattinodromo.

Infine vengono fatte alcune considerazioni in merito alla "portanza" della copertura del pattinodromo alla luce di quanto contenuto nella documentazione depositata agli enti competenti e fornita dal Comune di Prato ("Relazione di calcolo integrativa" dell'Ing. Bessi Patrizio depositata al Genio Civile di Prato con n.3670 del 03/04/1998, "Relazione di calcolo" di Tensoteci SRL depositata al Genio Civile di Prato con n.3670 del 03/04/1998, "Certificato di collaudo" dell'Ing. Marco Fantappiè depositata al Genio Civile di Prato 01/03/2000, "Certificato di idoneità statica" dell'Ing. Lucianò Angelo).

Ogni progettazione che preveda l'uso di dispositivi e sistemi anticaduta deve comprendere sempre una relazione di calcolo redatta da un professionista abilitato in modo da garantire l'efficacia dell'ancoraggio oltre all'idoneità delle caratteristiche strutturali dell'elemento su cui il dispositivo sarà fissato.

Il fabbricante è tenuto a garantire le caratteristiche prestazionali del dispositivo anticaduta. E' invece responsabilità di un tecnico abilitato valutare l'idoneità statica e dinamica della struttura dove questo deve essere ancorato, individuando le sollecitazioni trasmesse e determinando conseguentemente il corretto sistema di fissaggio.

Si ricorda che la massima forza che si può sviluppare all'atto della caduta sul parapetto è fornita dalla norma NTC18.

La forza viene trasmessa dai correnti ai montanti e di conseguenza a bulloni, piastre e travi in cemento armato del fabbricato.

La soluzione adottata, per mettere in sicurezza le coperture, prevede l'installazione di un sistema anticaduta principale composto da parapetti in acciaio. Tale soluzione è valida sia per i parapetti ad uso della palazzina servizi (copertura piana) che per quelli del pattinodromo dove la copertura è inclinata verso l'interno.

Sono quindi oggetto di verifiche, riportate nei capitoli seguenti, i correnti, i montanti, i bulloni, nonché la valutazione delle caratteristiche strutturali delle travi in c.a. su cui i dispositivi saranno fissati.

Le scale di accesso verranno a loro volta fissate in corrispondenza di travi e pilastri della palazzina servizi.

## 1.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto viene redatto nel rispetto di:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 17/01/2018 – successivamente denominate NTC 2018;

## 1.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO STRUTTURALE

Gli elementi di protezione e le scale vengono studiati tramite il software SAP2000, fogli di calcolo Excell di comprovata validità e calcolo manuale.

## 1.4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI DELLA STRUTTURA

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018 .

In particolare si è verificata :

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (**SLE**) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo dei calcoli.

## 1.5 RELAZIONE SUI MATERIALI

### ACCIAIO PER BULLONI/BARRE FILETTATE

Per la realizzazione dei fissaggi strutturali, dove non diversamente specificato, sarà utilizzato acciaio per strutture metalliche da carpenteria avente le seguenti caratteristiche:

tipologia qualità tensione di rottura a trazione Tensione di snervamento

tipologia	qualità	tensione di rottura a trazione ftk (N/mm <sup>2</sup> )	Tensione di snervamento fyk (N/mm <sup>2</sup> )
Piastre	Acciaio AISI 304 (EN 14301)	> 540	> 230
Bulloni e/o Barre filettate	Classe 8.8 ad alta resistenza (UNI EN ISO 898-1:2001)	> 800	> 649

### ACCIAIO PER CORRENTI E MONTANTI

Acciaio S235

-tensione caratteristica di rottura ftk = 360 N/mm<sup>2</sup>.

-resistenza caratteristica a snervamento fyk =235 N/mm<sup>2</sup>

## 1.6 ANALISI

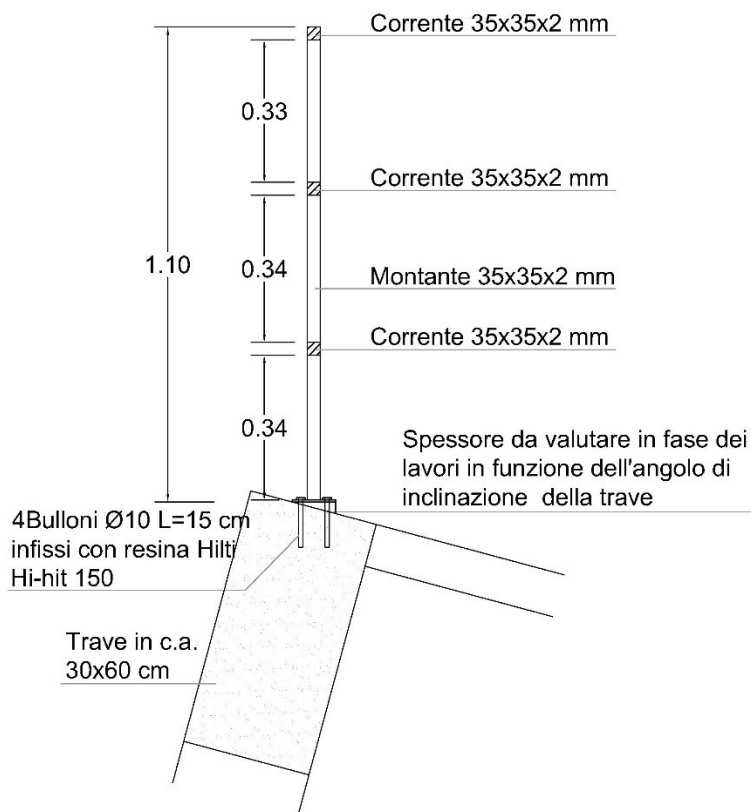
### Analisi dei parapetti posti sul pattinodromo

#### **Descrizione delle caratteristiche**

Sono oggetto di questa verifica i correnti, i montanti e i bulloni sottoposti alla forza massima trasmessa dell'eventuale caduta dell'operatore.

I correnti sono scatolari 35x35x2 mm di lunghezza 1.5 m posti a interasse di 0.33 m (tipo di acciaio s235).

I montanti sono scatolari 35x35x2mm di altezza totale 1.1 m e posti a interasse 1.5 m (tipo di acciaio s235), sono fissati alla trave sommitale in c.a. di dimensioni 30x60 cm tramite 4 bulloni  $\Phi$  10 (classe 8.8) e resina (tipo hilty hi-hit 150).



E' opportuno sottolineare che questi valori sono da riferirsi solo a questo sistema, e non possono assolutamente essere utilizzati per altri. Quindi, conoscendo la geometria dei parapetti, possiamo ottenere le azioni caratteristiche trasmesse agli elementi del sistema.

#### **Analisi dei carichi**

$$H = 1.10 \text{ m} > H_{\text{min}} = 1.1 \text{ m}$$

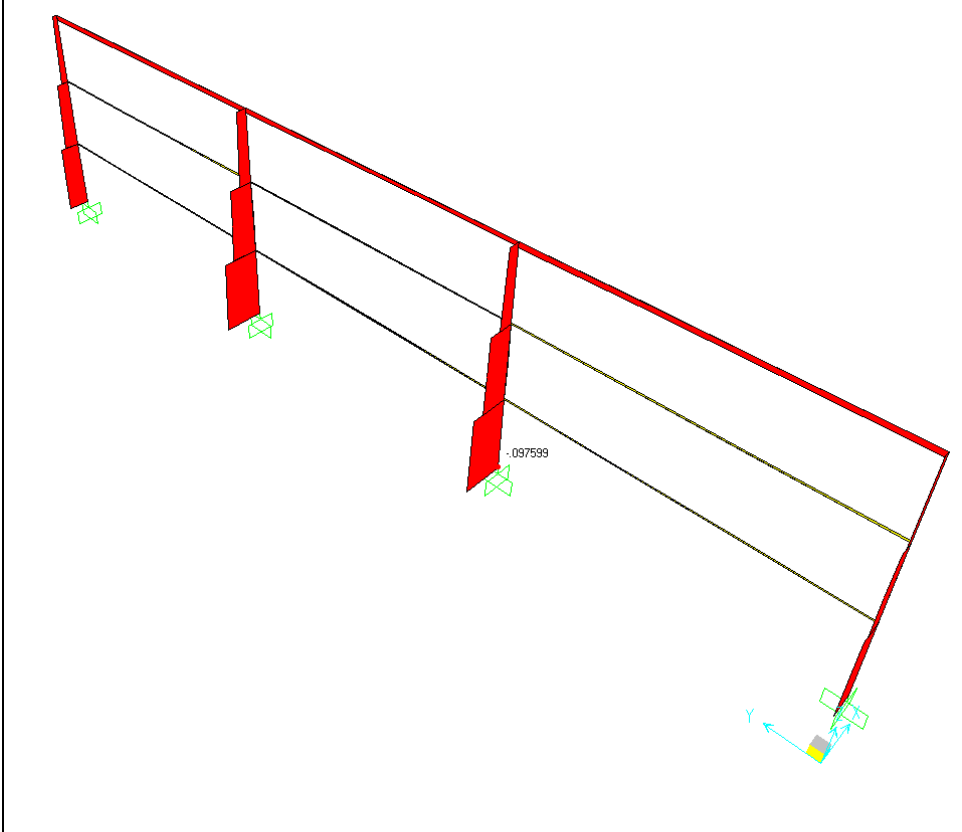
$$\text{Spazio libero max} = 0.47 \text{ m} > \text{Spazio libero} = 0.3 \text{ m}$$

$$Q = 1 \text{ KN/m}$$



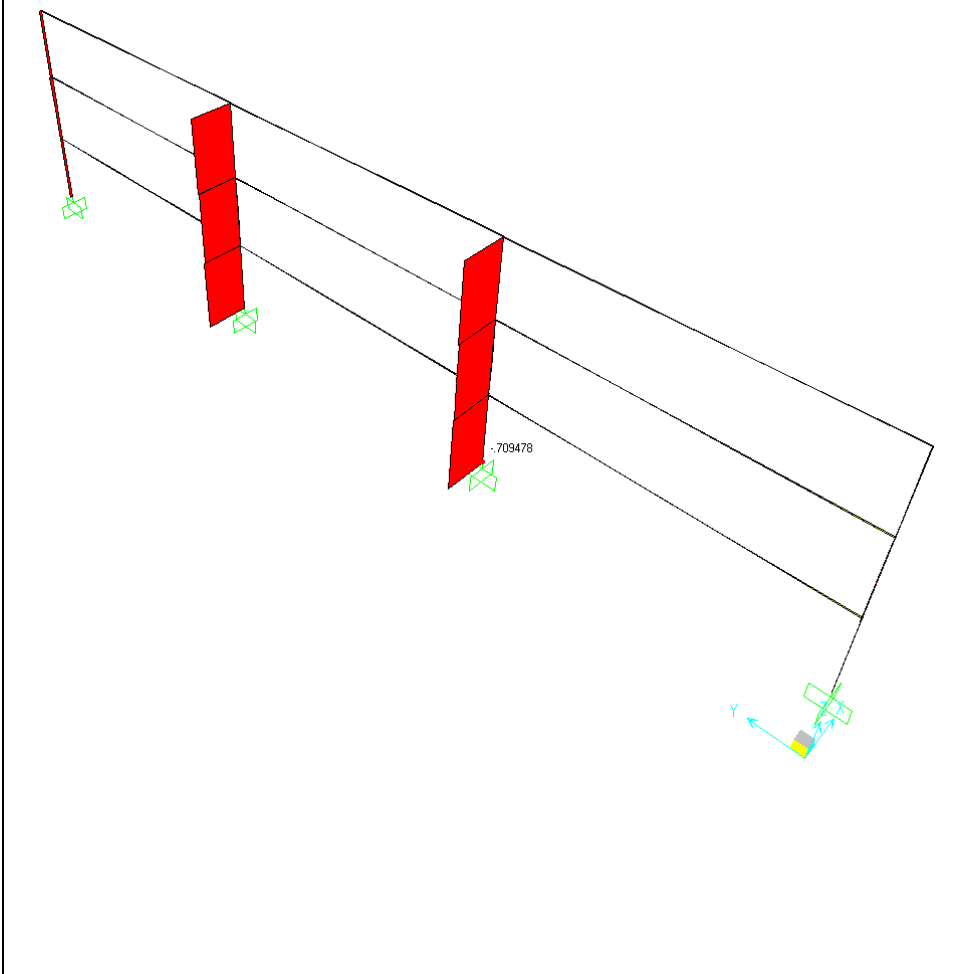


Sforzo normale



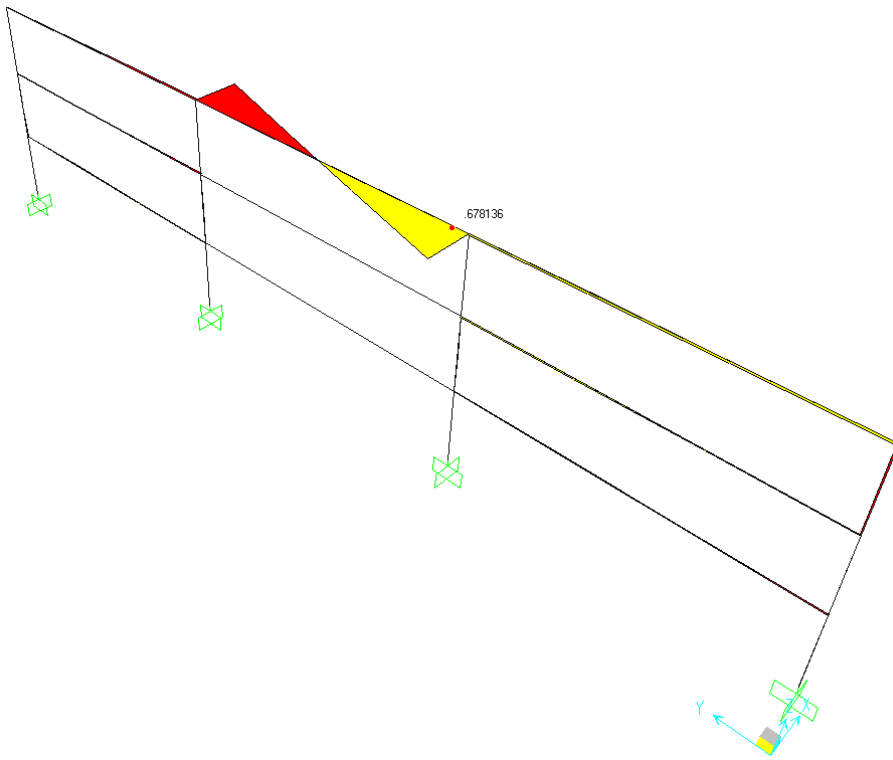
Correnti  
N=-0.01  
Montante  
N=-0.1

Taglio in lungo l'asse 2-2



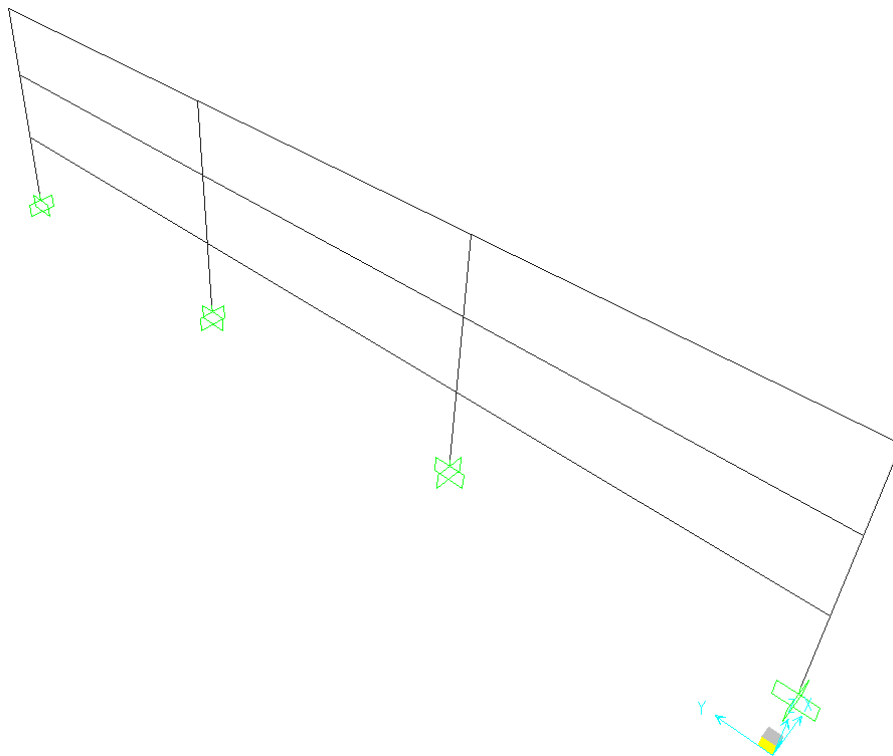
Correnti  
T=0  
Montante  
T=0.71

Taglio lungo l'asse 3-3



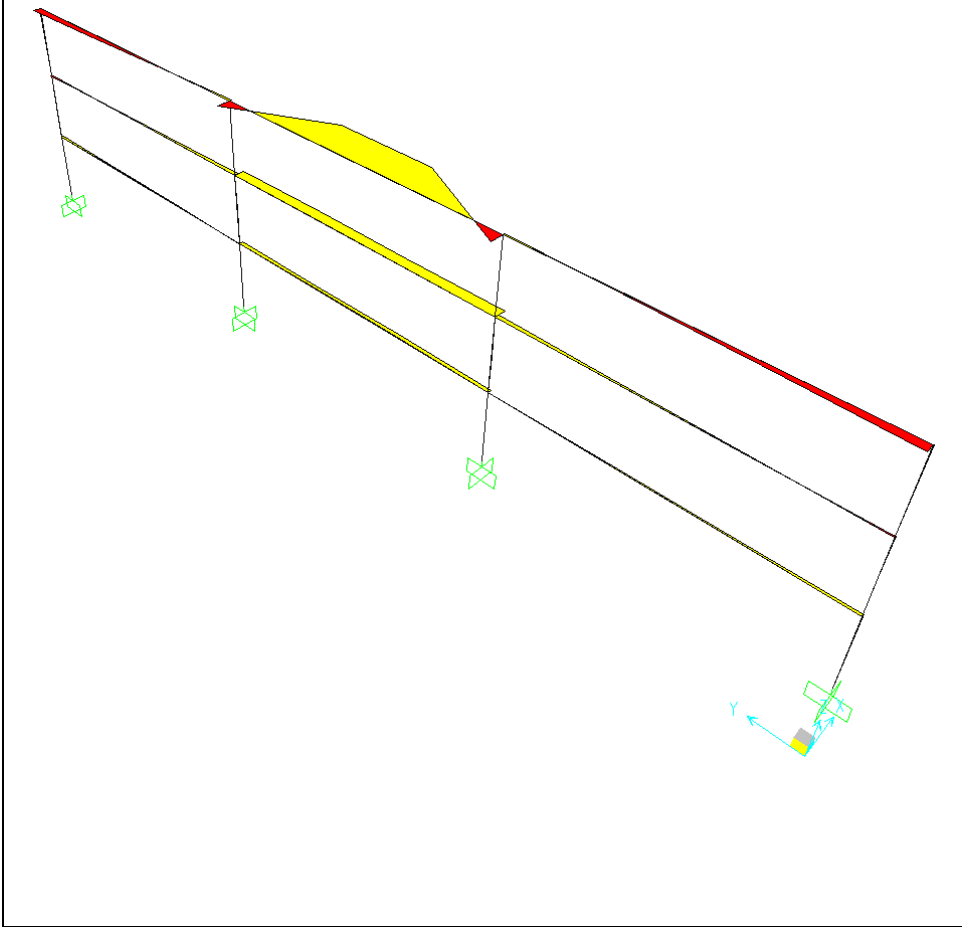
Correnti  
 $T=0.75$  kN  
Montante  
 $T=0$

Momento torcente



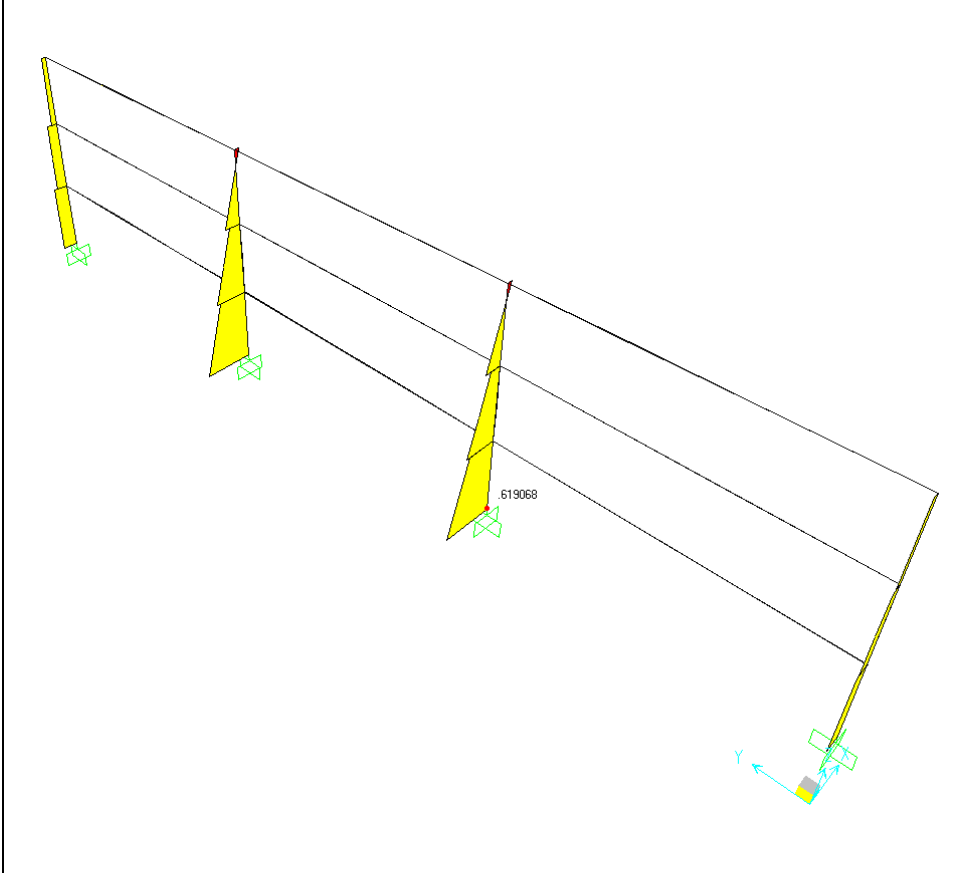
Correnti  
 $M=0$   
Montante  
 $M=0$

Momento attorno all'asse 2-2



Correnti  
 $M=0.18$  kNm  
Montante  
 $M=0$

Momento attorno all'asse 3-3



Correnti  
 $M=0$  kNm  
Montante  
 $M=0.618$  kNm

**Verifiche**  
-Correnti

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<i>Caratteristiche della sezione</i>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	2,64	264
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	4,81	48100
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	4,81	48100
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,75	2750
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,75	2750

<i>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</i>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticità tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769,23	
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
Coef. Parz. Stabilità	γ <sub>M1</sub>	1,05	
Coef. Parz. Frattura	γ <sub>M2</sub>	1,25	

<i>Calcolo del coefficiente di riduzione per instabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</i>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	1,5	1500
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	1,5	1500
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	111,13	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	111,13	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	44307,94	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	44307,94402	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	1,183	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	1,183	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0,21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0,21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	1,303	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	1,303	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0,541	0,541
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0,541	0,541
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0,541</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<i>Flessione, taglio e sforzo assiale (par. 4.2.4.1.2. - pag. 131)</i>			
Sforzo normale sollecitante	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,01	10
Momento sollecitante	M <sub>Ed</sub> [kNm] [Nmm]	0,18	180000
Taglio sollecitante	V <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,75	750
Fattore riduttivo	ρ	0,00	
Tensione di snervamento ridotta	f <sub>y,red</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235,00	
Momento resist. Ridotto dal taglio	M <sub>V,Rd</sub> [Nmm]	615476,1905	
Coeff. di calcolo	n	0,000	
Coeff. di calcolo	a	0,46	
<b>Momento resist. ridotto da V e N</b>	<b>M<sub>VN,Rd</sub> [Nmm]</b>	<b>799184,4465</b>	<b>615476,1905</b>

<b>VERIFICA</b>	
<b>0,292</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>

-Montanti

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	2,64	264
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	4,81	48100
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	4,81	48100
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,75	2750
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,75	2750

<b>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</b>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticità tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769,23	
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
Coef. Parz. Stabilità	γ <sub>M1</sub>	1,05	
Coef. Parz. Frattura	γ <sub>M2</sub>	1,25	

<b>Calcolo del coefficiente di riduzione per instabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</b>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	2,2	2200
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	2,2	2200
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	162,99	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	162,99	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	20597,70	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	20597,70125	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	1,736	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	1,736	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0,21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0,21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	2,167	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	2,167	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0,289	0,289
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0,289	0,289
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0,289</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<b>Flessione, taglio e sforzo assiale (par. 4.2.4.1.2. - pag. 131)</b>			
Sforzo normale sollecitante	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,1	100
Momento sollecitante	M <sub>Ed</sub> [kNm] [Nmm]	0,61	610000
Taglio sollecitante	V <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,71	710
Fattore riduttivo	ρ	0,00	
Tensione di snervamento ridotta	f <sub>y,red</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235,00	
Momento resist. Ridotto dal taglio	M <sub>V,Rd</sub> [Nmm]	615476,1905	
Coeff. di calcolo	n	0,002	
Coeff. di calcolo	a	0,46	
<b>Momento resist. ridotto da V e N</b>	<b>M<sub>VN,Rd</sub> [Nmm]</b>	<b>797966,914</b>	<b>615476,1905</b>

<b>VERIFICA</b>	
<b>0,991</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>

-Analisi dei bulloni e piastra

Per garantire alla base il vincolo di incastro utilizziamo delle piastre di dimensioni 10x10 cm e fissate alla trave in c.a. con bulloni  $\Phi 10$  (classe 8.8) di lunghezza minima 15 cm e resina epossidica tipo Hilty Hi-Hit 150 da cls.

**PROGETTO E VERIFICA DEI GIUNTI FLANGIATI IN S.L.U.**

**INSERIRE LE COORDINATE DEL BARICENTRO DEL MONTANTE RISPETTO AL POLO**

XG.t	=	5	[cm]
YG.t	=	5	[cm]

	COORDINATE		BULLONI			
	x [cm]	v [cm]				
Punto 1	0	0	Diametro	1	[cm]	
Punto 2	0	10	Area res.	0,58	[cma]	
Punto 3	10	10	Classe	8,8		
Punto 4	10	0	fd.N	56	[kN/cma]	
Punto 5	0	0	fd.V	39,6	[kN/cma]	
Spessore	0,5	[cm]	fv	64	[kN/cma]	
AREA	100	[cma]	Passo	3	[cm]	
Sx	500	[cmc]	Passo	7,5	[cm]	elementi
Sv	500	[cmc]	Passo	12,5	[cm]	elementi
BARICENTRO			a min.	2	[cm]	
XG	5	[cm]	a max.	3	[cm]	bordo
YG	5	[cm]	a max.	4,5	[cm]	bordo
			a1 min.	1,5	[cm]	
			a1 max.	3	[cm]	bordo
			a1 max.	4,5	[cm]	bordo

	FILA 1		FILA 2		FILA 3		FILA 4	
	COORDINATE		COORDINATE		COORDINATE		COORDINATE	
	x [cm]	v [cm]	x [cm]	v [cm]	x [cm]	v [cm]	x [cm]	v [cm]
1	2	2	8	2				
2	2	8	8	8				
3								
4								

**BARICENTRO BULLONATURA**

XG.b	=	5.00	[cm]
YG.b	=	5.00	[cm]

**SEZIONE TRASVERSALE DELLA**

A	Ix [cm <sup>4</sup> ]	Wx [cm <sup>3</sup> ]	Sx.G
5,00	0,10	0,42	0,31

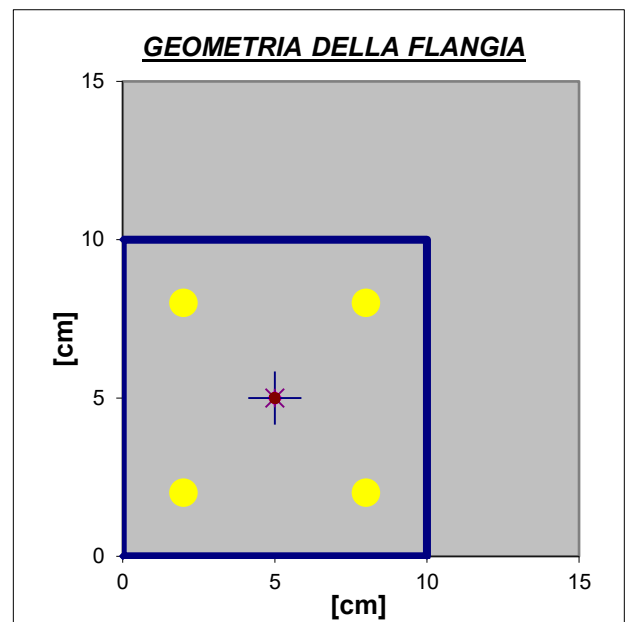
<b>Snervamento</b>	<b>23.5</b>	<b>[kN/cm]</b>
--------------------	-------------	----------------

<b>SOLLECITAZIONI</b>			
<b>Mx.sd</b>	<b>=</b>	<b>62,0</b>	
<b>Vv.sd</b>	<b>=</b>	<b>0,71</b>	

<b>NORMALE SUI BULLONI [kN]</b>				
	<b>FILA 1</b>	<b>FILA 2</b>	<b>FILA 3</b>	<b>FILA 4</b>
<b>1</b>	10,16	10,16	0,00	0,00
<b>2</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>4</b>	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>FORZA VERTICALE DOVUTA A Vv [kN]</b>				
	<b>FILA 1</b>	<b>FILA 2</b>	<b>FILA 3</b>	<b>FILA 4</b>
<b>1</b>	0,18	0,18	0,00	0,00
<b>2</b>	0,18	0,18	0,00	0,00
<b>3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>4</b>	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>VERIFICA DELLE TENSIONI NELLA</b>		
Sommatoria	35,0	[kN]
Asse neutro	9,9	[cm]
Tensione	<b>0,18</b>	<b>[kN/c]</b>
<b>VERIFICA</b>		



Vediamo adesso le caratteristiche di resistenza offerte dalla resina Hilty Hit-Hy 150 per il tipo di bullone scelto.

**Profondità di ancoraggio e spessore del materiale base per i dati principali di carico.**  
Resistenza ultima media, resistenza caratteristica, resistenza di progetto, carichi raccomandati.

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Profondità di ancoraggio $h_{ef}$ [mm]	90	110	125	170	205
Spessore materiale base $h$ [mm]	120	150	170	230	270

**Resistenza ultima media: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Rd,m}$ HIS-N [kN]	26,3	48,3	70,4	123,9	114,5
Taglio $V_{Rd,m}$ HIS-N [kN]	13,7	24,2	41,0	62,0	57,8

**Resistenza caratteristica: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Rk}$ HIS-N [kN]	25,0	46,0	67,0	95,0	109,0
Taglio $V_{Rk}$ HIS-N [kN]	13,7	24,2	41,0	62,0	57,8

**Resistenza di progetto: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Rd}$ HIS-N [kN]	17,5	26,7	40,0	62,2	74,1
Taglio $V_{Rd}$ HIS-N [kN]	10,4	18,4	26,0	39,3	36,7

**Carichi raccomandati <sup>a)</sup>: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{rec}$ HIS-N [kN]	12,5	19,8	31,9	45,2	53,0
Taglio $V_{rec}$ HIS-N [kN]	7,4	13,1	18,6	28,1	26,2

Eseguiamo le verifiche usando la trazione e il taglio sollecitante massimi.

$$F_n, Rd = 19.8 \text{ kN} > F_n, Sd = 10.6 \text{ kN}$$

$$F_v, Rd = 13.1 \text{ kN} > F_v, Sd = 0.18 \text{ kN}$$

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.



Verifichiamo adesso la trave in c.a. dove verrà fissato il parapetto.

La trave è in c.a. di dimensioni 30x60 cm come scritto nella "Relazione di calcolo integrativa" depositata al Genio Civile di Prato con n.3670 del 03/04/1998. Riguardo ai ferri di armatura non è stato trovato alcun riferimento pertanto si ipotizza un'armatura minima composta da 4Φ 14 di ferri longitudinali e staffe Φ8 / 20' (a favore di sicurezza).

Le azioni sollecitanti sono quelle evidenziate nel precedente capitolo:

$N_{Ed}=0 \text{ kN}$  ;  $V_{Ed}=0.71 \text{ kN}$  ;  $T_{Ed}=0.62 \text{ kNm}$

$N_{Ed} \text{ [kN]} =$	<b>0,00</b>
$V_{Ed} \text{ [kN]} =$	<b>0,71</b>
$T_{Ed} \text{ [kNm]} =$	<b>0,62</b>

Armatura longitudinale compressa $A_{long(+)} =$	<b>6,16</b>	cmq
Tensione di progetto armatura $A_{long(+)} =$	<b>391</b>	Mpa
Forza assiale sul cls: $N_{Sd} = N_{Ed} - f_{yd \text{ long}(+)} \cdot A_{long(+)} =$	0,E+00	N
$f_{ck} =$	<b>25</b>	MPa
$f_{vd} =$	<b>391</b>	Mpa
$f_{cd} =$	14,2	MPa
$f'_{cd} = 0,5f_{cd} =$	7,1	MPa
$H =$	<b>600</b>	mm
$b_w =$	<b>300</b>	mm
$d =$	<b>550</b>	mm
$N_{Ed} =$	1,E+03	N (compr)
$V_{Ed} =$	670	N
$\cot\theta =$ $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ )	<b>1,00</b>	(accettabile)
$(\cot\theta)^2 =$	1,00	
staffe $\phi =$	<b>8</b>	mm
numero bracci resistenti sezione:	<b>2</b>	
passo "s" =	<b>20</b>	cm
Staffatura complessiva presente: $A_s/s =$	<b>5,03</b>	cm <sup>2</sup> /m (soddisfacente)
$\alpha =$	<b>90</b>	° = 1,5708rad

### Verifica non schiacciamento bielle cls (taglio+torsione)

$$(V_{Sd}/V_{Rd,max}) + (T_{Sd}/T_{Rd,max}) = 0,01 \leq 1 \quad (\text{soddisfacente})$$

### Calcolo staffatura (minima) necessaria per taglio-torsione

Armature necessarie per solo taglio:  $(f_{1s}/t_s)_{\text{taglio}} = 0,04 \text{ cm}^2/\text{m}$  (staffe)

Armature necessarie per sola  $(2F_{1s}/t_s)_{\text{torsione}} = 0,016 \text{ cm}^2/\text{m}$  (staffe)

Armature staffe necessarie:  $(f_{1s}/t_s)_{\text{taglio}} + (2F_{1s}/t_s)_{\text{torsione}} = 0,20 \text{ cm}^2/\text{m}$  (staffe)

### Calcolo armature integrative longitudinali (solo torsione)

Armature longitudinali per la torsione:  $(\sum F_{il})_{\text{min}} = 0,11 \text{ cm}^2$   
(somma complessiva longitudinali).

### Rispetto vincoli disposizione armature a torsione (E.C.2 -EN 1992-1-)

massimo interasse staffe in presenza di torsione: **22,5cm**

Tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

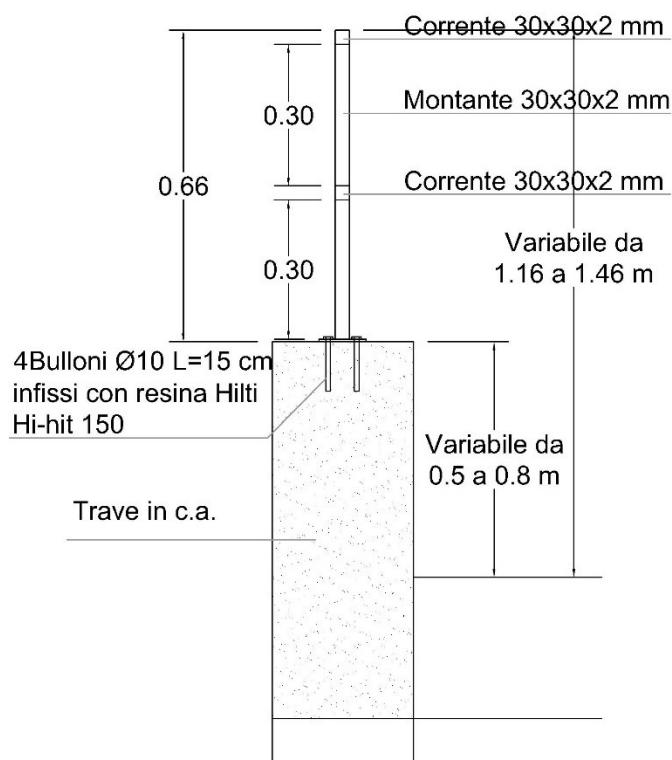
## Analisi dei parapetti posti sul palazzo dei servizi

### **Descrizione delle caratteristiche**

Sono oggetto di questa verifica i correnti, i montanti e i bulloni sottoposti alla forza massima trasmessa dell'eventuale caduta dell'operatore.

I correnti sono scatolari 35x35x2 mm di lunghezza 1.5 m posti a interasse di 0.33 m (tipo di acciaio s235).

I montanti sono scatolari 35x35x2mm di altezza totale 0.66 m e posti a interasse 1.5 m (tipo di acciaio s235), sono fissati alla trave sommitale in c.a. tramite 4 bulloni  $\Phi$  10 (classe 8.8) e resina (tipo hilty hi-hit 150).



E' opportuno sottolineare che questi valori sono da riferirsi solo a questo sistema, e non possono assolutamente essere utilizzati per altri. Quindi, conoscendo la geometria dei parapetti, possiamo ottenere le azioni caratteristiche trasmesse agli elementi del sistema.

### **Analisi dei carichi**

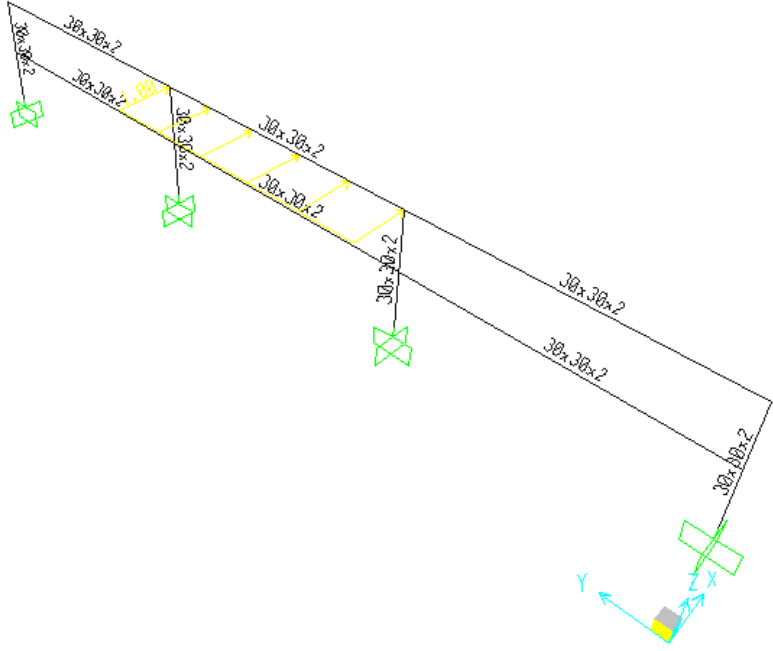
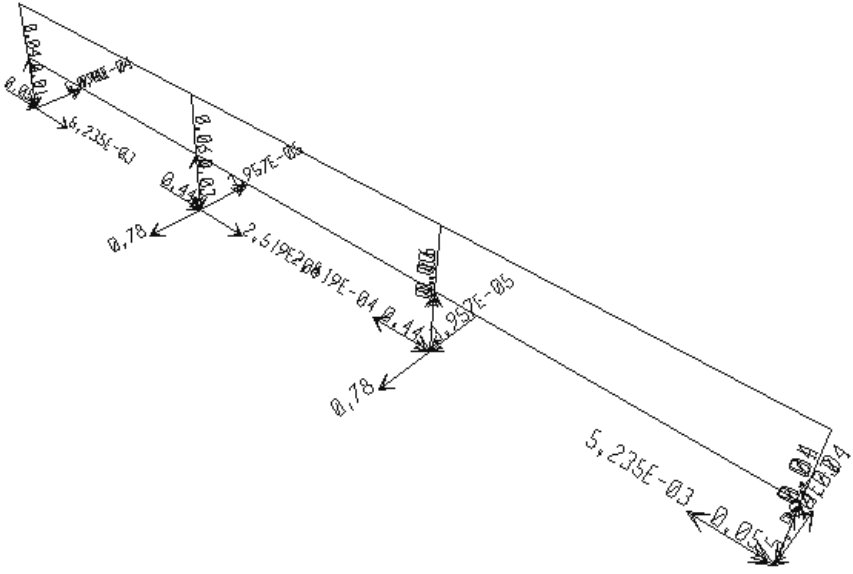
$$H = 1.16 - 1.46 \text{ m} > H_{\text{min}} = 1.1 \text{ m}$$

$$\text{Spazio libero max} = 0.47 \text{ m} > \text{Spazio libero} = 0.3 \text{ m}$$

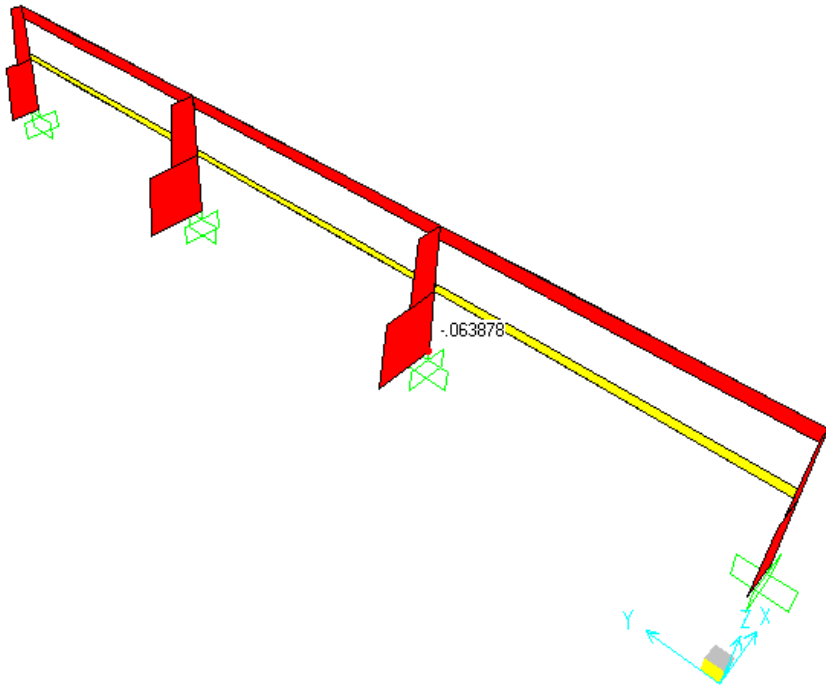
$$Q = 1 \text{ KN/m}$$

### Analisi delle sollecitazioni indotte

Per ottenere le sollecitazioni indotte dalla caduta di un operatore utilizziamo il software di calcolo Sap 2000. Studiamo quattro campate applicando il carico centralmente.

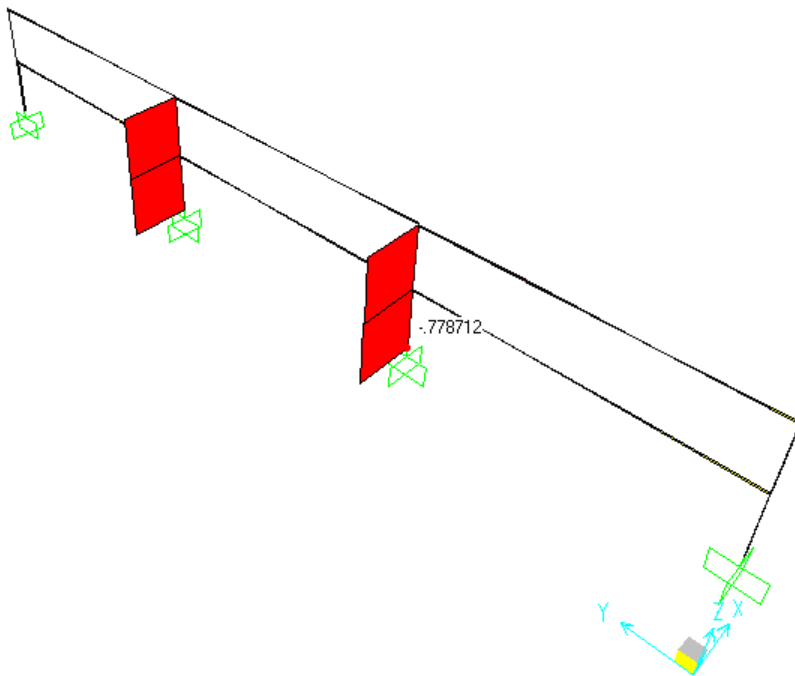
<u>Schema Statico</u>	
	$Q=1 \text{ kN/m}$
<u>Reazioni vincolari</u>	
	$R_x=0.78 \text{ kN}$ $R_y= 0.0 \text{ kN}$ $R_z=0.0 \text{ kN}$ $My=0.44 \text{ kNm}$

Sforzo normale



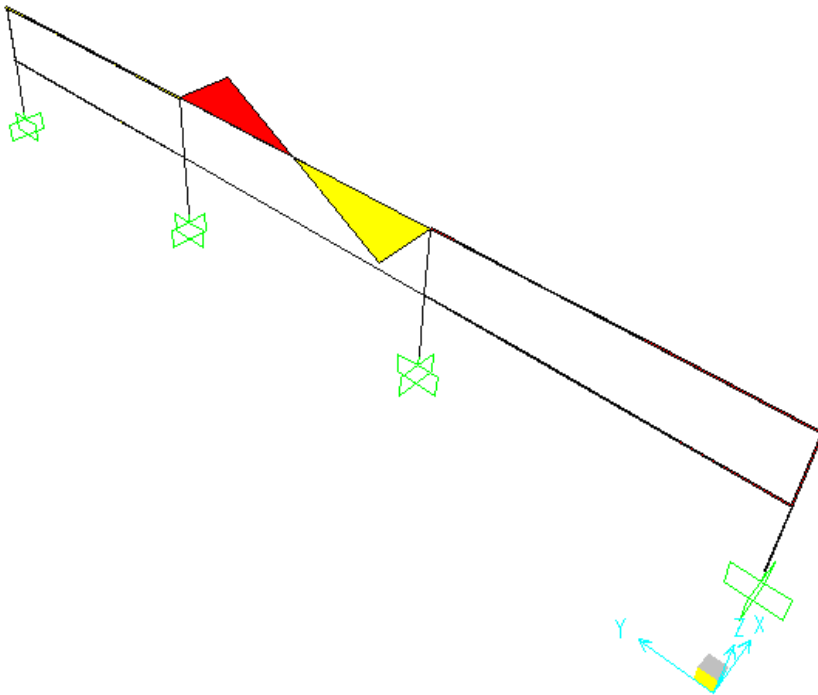
Correnti  
N=0.014  
Montante  
N=0.06

Taglio in lungo l'asse 2-2



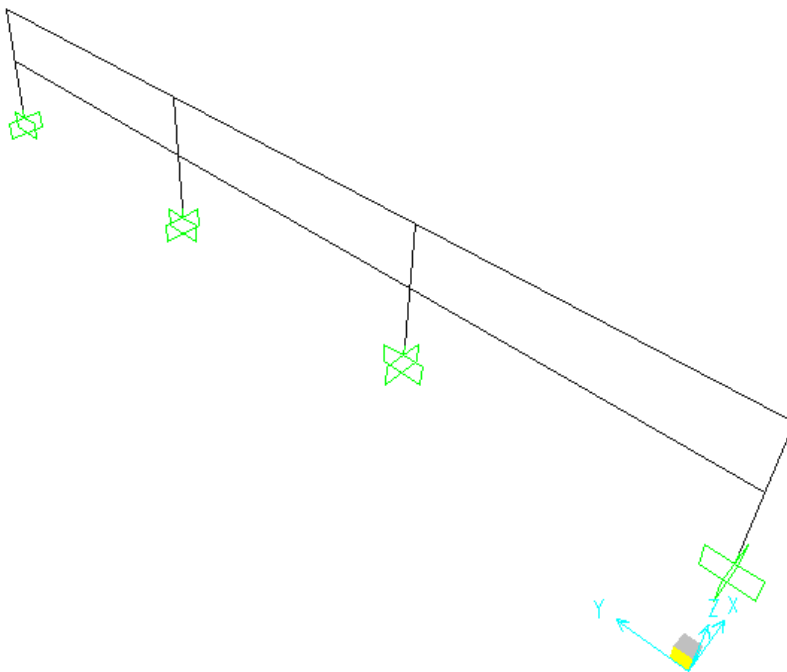
Correnti  
T=0  
Montante  
T=0.77

Taglio lungo l'asse 3-3



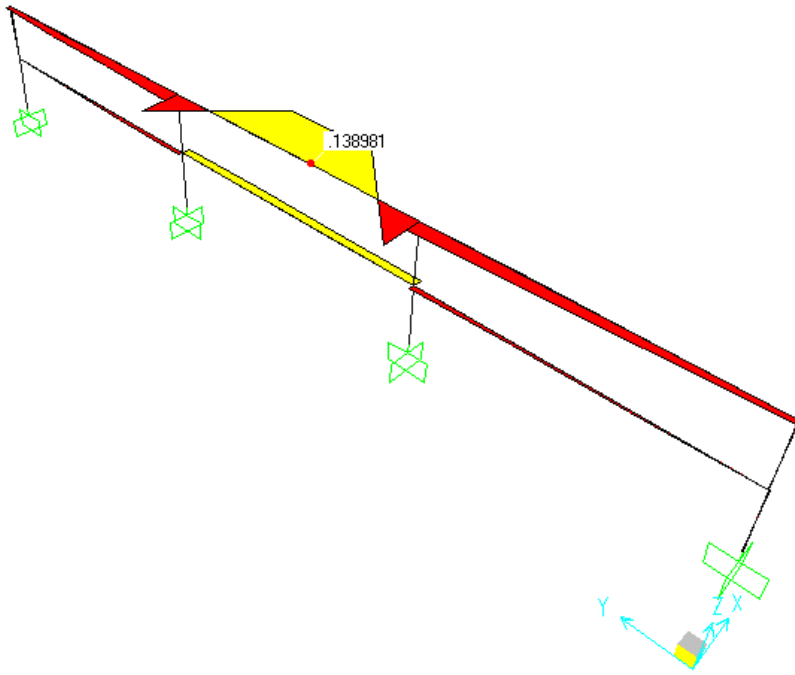
Correnti  
 $T=0.75$   
Montante  
 $T=0$

Momento torcente



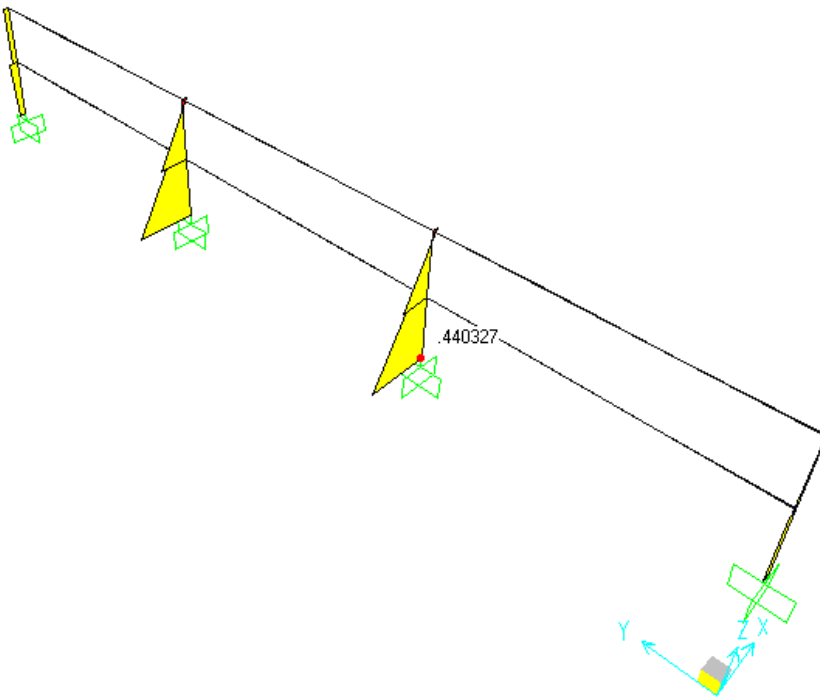
Correnti  
 $M=0$   
Montante  
 $M=0$

Momento attorno all'asse 2-2



Correnti  
M=0 .139  
Montante  
M=0

Momento attorno all'asse 3-3



Correnti  
M=0.0 kNm  
Montante  
M=0.44 kNm

**Verifiche**  
-Correnti

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<i>Caratteristiche della sezione</i>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	2,23	223
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2,92	29200
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2,92	29200
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,4	2400
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,4	2400

<i>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</i>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticità tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769,23	
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
Coef. Parz. Stabilità	γ <sub>M1</sub>	1,05	
Coef. Parz. Frattura	γ <sub>M2</sub>	1,25	

<i>Calcolo del coefficiente di riduzione per stabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</i>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	1,5	1500
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	1,5	1500
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	131,08	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	131,08	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	26897,96	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	26897,96186	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	1,396	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	1,396	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0,21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0,21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	1,600	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	1,600	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0,420	0,420
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0,420	0,420
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0,420</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<i>Flessione, taglio e sforzo assiale (par. 4.2.4.1.2. - pag. 131)</i>			
Sforzo normale sollecitante	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,014	14
Momento sollecitante	M <sub>Ed</sub> [kNm] [Nmm]	0,14	140000
Taglio sollecitante	V <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,75	750
Fattore riduttivo	ρ	0,00	
Tensione di snervamento ridotta	f <sub>v,red</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235,00	
Momento resist. Ridotto dal taglio	M <sub>V,Rd</sub> [Nmm]	537142,8571	
Coeff. di calcolo	n	0,000	
Coeff. di calcolo	a	0,46	
<b>Momento resist. ridotto da V e N</b>	<b>M<sub>VN,Rd</sub> [Nmm]</b>	<b>697392,4474</b>	<b>537142,8571</b>

<b>VERIFICA</b>	
<b>0,261</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>

-Montanti

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	2,23	223
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2,94	29400
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2,94	29400
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,44	2440
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	2,44	2440

<b>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</b>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticità tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769,23	
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
Coef. Parz. Stabilità	γ <sub>M1</sub>	1,05	
Coef. Parz. Frattura	γ <sub>M2</sub>	1,25	

<b>Calcolo del coefficiente di riduzione per instabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</b>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	1,34	1340
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	1,34	1340
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	116,70	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	116,70	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	33935,70	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	33935,69702	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	1,243	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	1,243	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0,21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0,21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	1,382	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	1,382	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0,504	0,504
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0,504	0,504
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0,504</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<b>Flessione, taglio e sforzo assiale (par. 4.2.4.1.2. - pag. 131)</b>			
Sforzo normale sollecitante	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,06	60
Momento sollecitante	M <sub>Ed</sub> [kNm] [Nmm]	0,44	440000
Taglio sollecitante	V <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0,77	770
Fattore riduttivo	ρ	0,00	
Tensione di snervamento ridotta	f <sub>y,red</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235,00	
Momento resist. Ridotto dal taglio	M <sub>V,Rd</sub> [Nmm]	546095,2381	
Coef. di calcolo	n	0,001	
Coef. di calcolo	a	0,46	
<b>Momento resist. ridotto da V e N</b>	<b>M<sub>VN,Rd</sub> [Nmm]</b>	<b>708361,9946</b>	<b>546095,2381</b>

<b>VERIFICA</b>	
<b>0,806</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>



*-Analisi dei bulloni e piastra*

Per garantire alla base il vincolo di incastro utilizziamo delle piastre di dimensioni 10x10 cm e fissate alla trave in c.a. con bulloni  $\Phi 10$  (classe 8.8) di lunghezza minima 15 cm e resina epossidica tipo Hilty Hi-Hit 150 da cls.

**PROGETTO E VERIFICA DEI GIUNTI FLANGIATI IN S.L.U.**

**INSERIRE LE COORDINATE DEL BARICENTRO DEL MONTANTE RISPETTO AL POLO**

XG.t	=	5	[cm]
YG.t	=	5	[cm]

	COORDINATE		BULLONI					
	x [cm]	v [cm]						
Punto 1	0	0	Diametro	1	[cm]			
Punto 2	0	10	Area res.	0,58	[cmq]			
Punto 3	10	10	Classe	8,8				
Punto 4	10	0	fd.N	56	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
Punto 5	0	0	fd.V	39,6	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
Spessore	0,5	[cm]	fv	64	[kN/cm <sup>2</sup> ]			
AREA	100	[cmq]	Passo	3	[cm]			
Sx	500	[cmc]	Passo	7,5	[cm]	elementi		
Sv	500	[cmc]	Passo	12,5	[cm]	elementi		
			a min.	2	[cm]			
			a max.	3	[cm]	bordo		
BARICENTRO			a max.	4,5	[cm]	bordo		
XG	5	[cm]	a1 min.	1,5	[cm]			
YG	5	[cm]	a1 max.	3	[cm]	bordo		
			a1 max.	4,5	[cm]	bordo		
	FILA 1		FILA 2		FILA 3		FILA 4	
	COORDINATE		COORDINATE		COORDINATE		COORDINATE	
	x [cm]	v [cm]	x [cm]	v [cm]	x [cm]	v [cm]	x [cm]	v [cm]
1	2	2	8	2				
2	2	8	8	8				
3								
4								

**BARICENTRO BULLONATURA**

XG.b	=	5.00	[cm]
YG.b	=	5.00	[cm]

**SEZIONE TRASVERSALE DELLA**

A	Ix [cm <sup>4</sup> ]	Wx [cm <sup>3</sup> ]	Sx.G
5,00	0,10	0,42	0,31

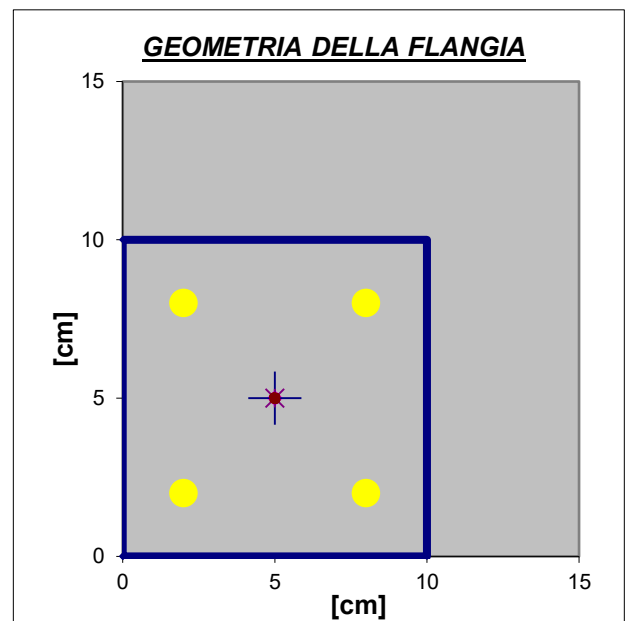
<b>Snervamento</b>	<b>23.5</b>	<b>[kN/cm]</b>
--------------------	-------------	----------------

<b>SOLLECITAZIONI</b>			
<b>Mx.sd</b>	<b>=</b>	<b>44,0</b>	
<b>Vv.sd</b>	<b>=</b>	<b>0,8</b>	

<b>NORMALE SUI BULLONI [kN]</b>				
	<b>FILA 1</b>	<b>FILA 2</b>	<b>FILA 3</b>	<b>FILA 4</b>
<b>1</b>	7,21	7,21	0,00	0,00
<b>2</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>4</b>	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>FORZA VERTICALE DOVUTA A Vv [kN]</b>				
	<b>FILA 1</b>	<b>FILA 2</b>	<b>FILA 3</b>	<b>FILA 4</b>
<b>1</b>	0,19	0,19	0,00	0,00
<b>2</b>	0,19	0,19	0,00	0,00
<b>3</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>4</b>	0,00	0,00	0,00	0,00

<b>VERIFICA DELLE TENSIONI NELLA</b>		
Sommatoria	24,9	[kN]
Asse neutro	9,9	[cm]
<b>Tensione</b>	<b>0,13</b>	<b>[kN/c]</b>
<b>VERIFICA</b>		



Vediamo adesso le caratteristiche di resistenza offerte dalla resina Hilty Hit-Hy 150 per il tipo di bullone scelto.

**Profondità di ancoraggio e spessore del materiale base per i dati principali di carico.**  
Resistenza ultima media, resistenza caratteristica, resistenza di progetto, carichi raccomandati.

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Profondità di ancoraggio $h_{ef}$ [mm]	90	110	125	170	205
Spessore materiale base $h$ [mm]	120	150	170	230	270

**Resistenza ultima media: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Ru,m}$ HIS-N [kN]	26,3	48,3	70,4	123,9	114,5
Taglio $V_{Ru,m}$ HIS-N [kN]	13,7	24,2	41,0	62,0	57,8

**Resistenza caratteristica: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Rk}$ HIS-N [kN]	25,0	46,0	67,0	95,0	109,0
Taglio $V_{Rk}$ HIS-N [kN]	13,7	24,2	41,0	62,0	57,8

**Resistenza di progetto: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Rd}$ HIS-N [kN]	17,5	26,7	40,0	62,2	74,1
Taglio $V_{Rd}$ HIS-N [kN]	10,4	18,4	26,0	39,3	36,7

**Carichi raccomandati <sup>a)</sup>: calcestruzzo non fessurato C 20/25 , ancorante HIS-N**

Dimensione ancorante	M8x90	M10x110	M12x125	M16x170	M20x205
Trazione $N_{Re,c}$ HIS-N [kN]	12,5	19,8	31,9	45,2	53,0
Taglio $V_{Re,c}$ HIS-N [kN]	7,4	13,1	18,6	28,1	26,2

Eseguiamo le verifiche usando la trazione e il taglio sollecitante massimi.

$$F_{n,Rd} = 19.8 \text{ kN} > F_{n,Sd} = 7.21 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = 13.1 \text{ kN} > F_{v,Sd} = 0.19 \text{ kN}$$

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Verifichiamo adesso la trave in c.a. dove verrà fissato il parapetto.

In mancanza di precise informazioni al riguardo si ipotizza la trave con le caratteristiche del capitolo precedente (a favore di sicurezza):

$N_{Ed}=0 \text{ kN}$  ;  $V_{Ed}=0.77 \text{ kN}$  ;  $T_{Ed}=0.44 \text{ kNm}$

$N_{Ed} \text{ [kN]} =$	<b>0,00</b>
$V_{Ed} \text{ [kN]} =$	<b>0,77</b>
$T_{Ed} \text{ [kNm]} =$	<b>0,44</b>

Armadura longitudinale compressa $A_{long(+)} =$	<b>6,16</b>	cmq
Tensione di progetto armatura $A_{long(+)} =$	<b>391</b>	Mpa
Forza assiale sul cls: $N_{Sd} = N_{Ed} - f_{yd \text{ long}(+)} \cdot A_{long(+)} =$	0,E+00	N
$f_{ck} =$	<b>25</b>	MPa
$f_{yd} =$	<b>391</b>	Mpa
$f_{cd} =$	14,2	MPa
$f'_{cd} = 0.5f_{cd} =$	7,1	MPa
$H =$	<b>600</b>	mm
$b_w =$	<b>300</b>	mm
$d =$	<b>550</b>	mm
$N_{Ed} =$	1,E+03	N (compr)
$V_{Ed} =$	670	N
$\cotg\theta =$ $\in [1; 2,5]$ (per $V_{Rds}$ e $V_{Rcd}$ )	<b>1,00</b>	(accettabile)
$(\cotg\theta)^2 =$	1,00	
staffe $\phi =$	<b>8</b>	mm
numero bracci resistenti sezione:	<b>2</b>	
passo "s" =	<b>20</b>	cm
Staffatura complessiva presente: $A_s/s =$	<b>5,03</b>	cm <sup>2</sup> /m (soddisfacente) $\geq$
$\alpha =$	<b>90</b>	° = 1,5708rad

### Verifica non schiacciamento bielle cls (taglio+torsione)

$$(V_{Sd}/V_{Rd,max}) + (T_{Sd}/T_{Rd,max}) = 0,00 \leq 1 \quad (\text{soddisfacente})$$

### Calcolo staffatura (minima) necessaria per taglio-torsione

Armature necessarie per solo taglio:  $(f_{1s}/t_s)_{\text{taglio}} = 0,04 \text{ cm}^2/\text{m}$  (staffe)

Armature necessarie per sola  $(2F_{1s}/t_s)_{\text{torsione}} = 0,11 \text{ cm}^2/\text{m}$  (staffe)

Armature staffe necessarie:  $(f_{1s}/t_s)_{\text{taglio}} + (2F_{1s}/t_s)_{\text{torsione}} = 0,15 \text{ cm}^2/\text{m}$  (staffe)

### Calcolo armature integrative longitudinali (solo torsione)

Armature longitudinali per la torsione:  $(\sum F_{il})_{\min} = 0,08 \text{ cm}^2$   
(somma complessiva longitudinali).

### Rispetto vincoli disposizione armature a torsione (E.C.2 -EN 1992-1-)

massimo interasse staffe in presenza di torsione: **22,5**cm

Tutte le verifiche risultano soddisfatte.

## Analisi della scala di accesso dal piano strada alla copertura del palazzo dei servizi

### **Descrizione delle caratteristiche**

La scala di accesso alla copertura viene realizzata tramite elementi prefabbricati tubolari 40x40x2 (montanti) e 30x30x2 (gradini) fissati alla base e in due punti sulla facciata. Da 1.9 m di altezza in poi è presente una gabbia di protezione composta da elementi 30x15x2 mm.

La scala è alta in totale 3.7 m e ha gradini ogni 0.275 m.

E' fissata con bulloni  $\varnothing 10$ , resine e piastre in acciaio di classe 8.8 sulla facciata del fabbricato in corrispondenza dei pilastri e delle travi in c.a. presenti.

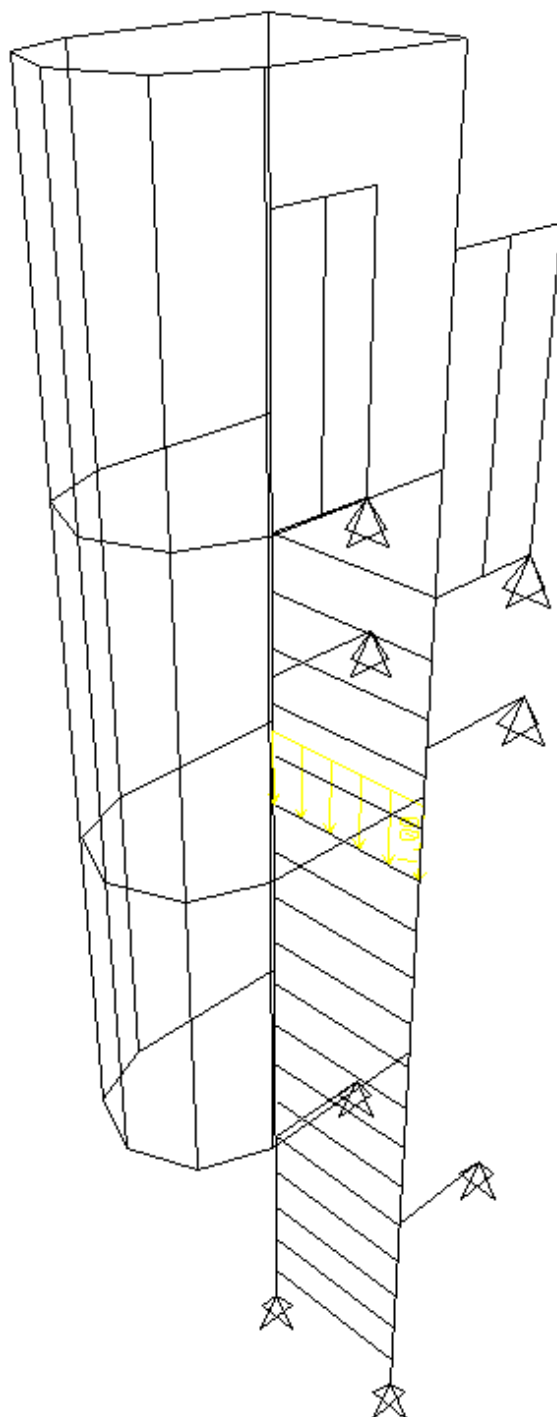
La scala viene verificata per una forza di 100 kg/m ovvero una persona che accede alla copertura.

### **Verifiche**

-Analisi della scala

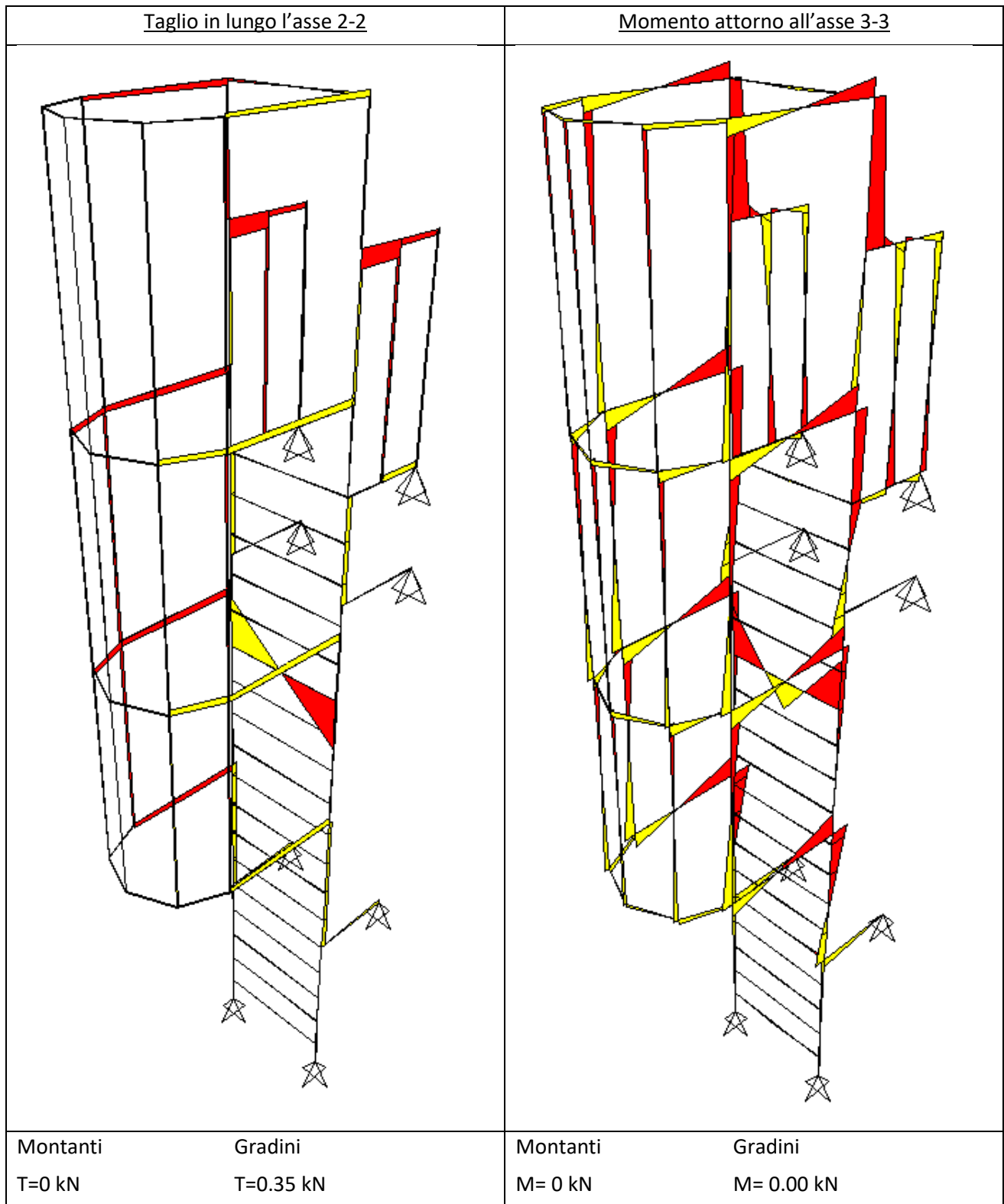
$T = 100 \text{ kg/m} = 1 \text{ kN/m}$

Analizziamo adesso la struttura tramite il software di calcolo strutturale SAP2000



Otteniamo

Reazioni vincolari		Sforzo Normale	
Bulloni base	Altri bulloni	Montanti	Gradini
Rx=0 kN	Rx=0 kN	N=-0.86 kN	N=0.0 kN
Ry= 0 kN	Ry= 0 kN		
Rz=0.86 kN	Rz= 0 kN		



Verifichiamo adesso le aste che compongono la scala

-Montanti Scatolare 40x40x2

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<i>Caratteristiche della sezione</i>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	3,02	302
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	7,22	72200
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	7,22	72200
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	3,61	3610
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	3,61	3610
Raggio inerzia x-x	ρ <sub>x</sub> [cm] [mm]	1,55	15,46
Raggio inerzia y-y	ρ <sub>y</sub> [cm] [mm]	1,55	15,46

<i>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</i>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticita tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769,23	
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
Coef. Parz. Stabilità	γ <sub>M1</sub>	1,05	
Coef. Parz. Frattura	γ <sub>M2</sub>	1,25	

<i>Enti sollecitanti</i>			
Sforzo normale	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	1.01	1010
Momento x-x estremo sinistro	M <sub>x,Ed,sx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0
Momento x-x estremo destro	M <sub>x,Ed,dx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0
Momento y-y estremo sinistro	M <sub>y,Ed,sx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0
Momento y-y estremo destro	M <sub>y,Ed,dx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0

<i>Calcolo del coefficiente di riduzione per istabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</i>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	2.5	2500
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	2.5	2500
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	161.69	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	161.69	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	23942.87	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	23942.87071	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	1.722	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	1.722	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0.21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0.21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	2.142	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	2.142	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0.293	0.293
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0.293	0.293
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0.293</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<i>Compressione (par. 4.2.4.1.2. - pag. 131)</i>			
Sforzo normale sollecitante	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0.86	860
Area netta	A <sub>net</sub> [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	3.02	302
Resistenza plastica della sez. lorda	N <sub>b,Rd</sub> [N]	19786.69	

<b>VERIFICA</b>	
<b>0.043</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>



-Gradini Scatolare 30x30x2

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<b>Caratteristiche della sezione</b>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	2.23	223
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2.92	29200
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2.92	29200
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	1.95	1950
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	1.95	1950
Raggio inerzia x-x	ρ <sub>x</sub> [cm] [mm]	1.14	11.44
Raggio inerzia y-y	ρ <sub>y</sub> [cm] [mm]	1.14	11.44

<b>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</b>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticità tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769.23	
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1.05	

<b>Calcolo del coefficiente di riduzione per instabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</b>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	0.7	700
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	0.7	700
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	61.17	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	61.17	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	123511.05	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	123511.0494	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	0.651	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	0.651	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0.21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0.21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	0.760	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	0.760	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0.869	0.869
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0.869	0.869
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0.869</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<b>Taglio (par. 4.2.4.1.2. - pag. 128)</b>			
Taglio sollecitante	V <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0.35	350
Area resistente a taglio	A <sub>v</sub> [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	1.2	120
Taglio resistente (assenza torsione)	V <sub>c,Rd</sub> [N]	15505.98	

<b>VERIFICA</b>	
<b>0.023</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>

Tutte le verifiche risultano soddisfatte

Non si eseguono verifiche sui bulloni data la piccola entità delle reazioni vincolari

## Analisi della scala di accesso dalla copertura del palazzo dei servizi alla copertura del pattinodromo

### **Descrizione delle caratteristiche**

La scala di accesso alla copertura viene realizzata tramite elementi prefabbricati tubolari 40x40x2 (montanti) e 30x30x2 (gradini) fissati alla base e in due punti sulla facciata. Da 1.9 m di altezza in poi è presente una gabbia di protezione composta da elementi 30x15x2 mm.

La scala è alta in totale 5.2 m e ha gradini ogni 0.275 m.

E' fissata con bulloni  $\varnothing 10$ , resine e piastre in acciaio di classe 8.8 sulla facciata del fabbricato in corrispondenza dei pilastri e delle travi in c.a. presenti.

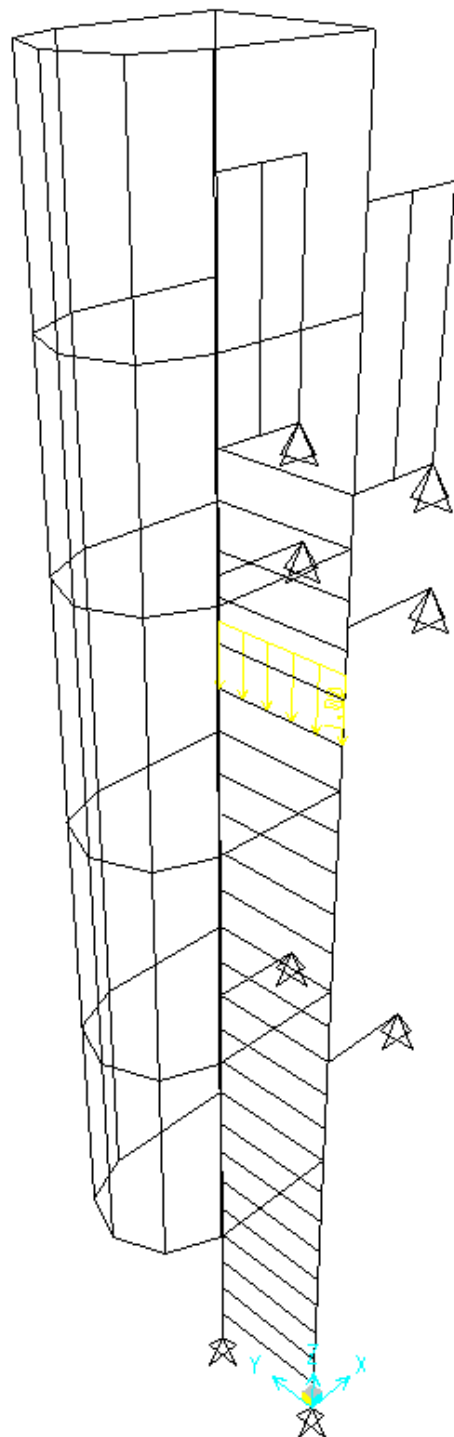
La scala viene verificata per una forza di 100 kg/m ovvero una persona che accede alla copertura.

### **Verifiche**

-Analisi della scala

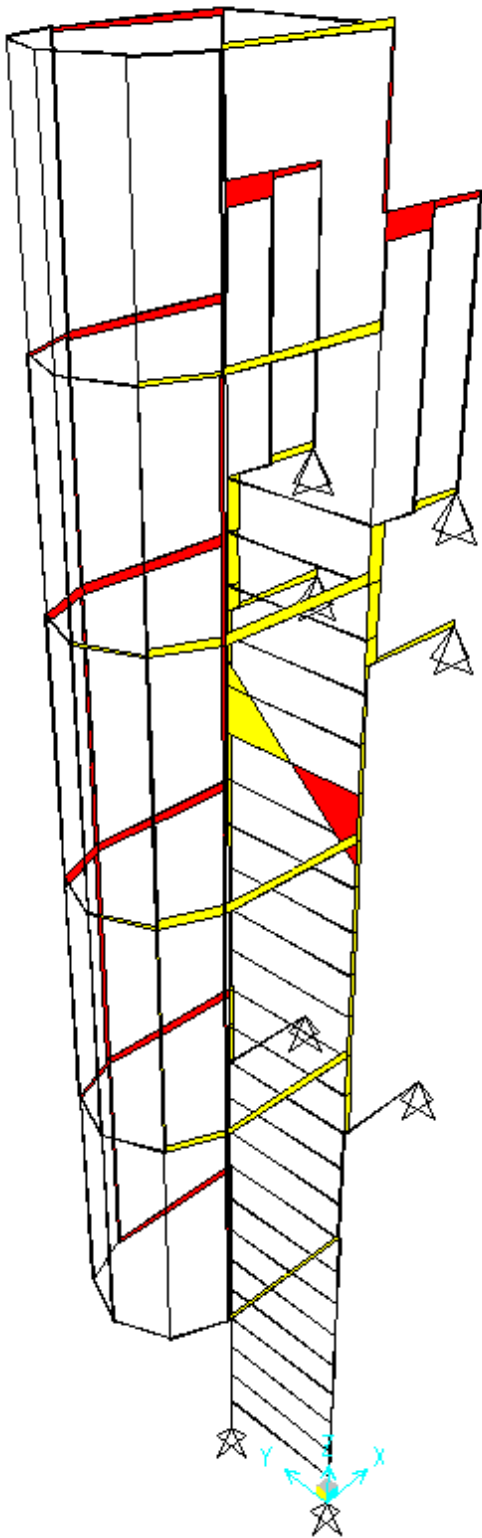
$T = 100 \text{ kg/m} = 1 \text{ kN/m}$

Analizziamo adesso la struttura tramite il software di calcolo strutturale SAP2000





Taglio in lungo l'asse 2-2



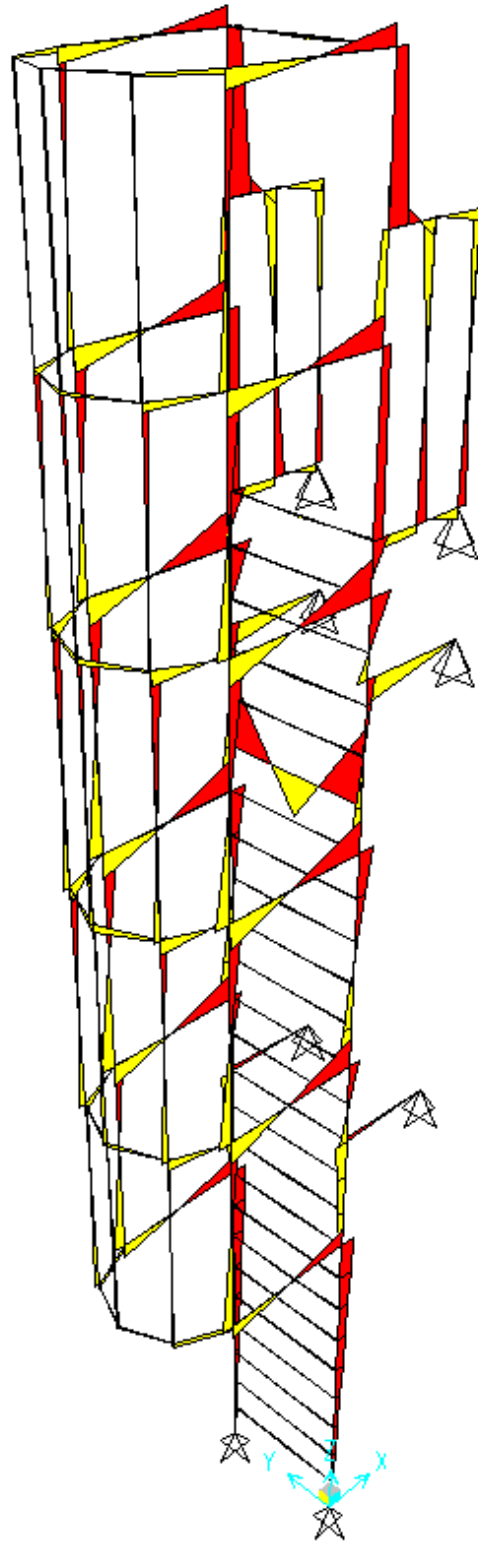
Montanti

Gradini

$T=0 \text{ kN}$

$T=0.35 \text{ kN}$

Momento attorno all'asse 3-3



Montanti

Gradini

$M=0 \text{ kN}$

$M=0.0 \text{ kN}$

Verifichiamo adesso le aste che compongono la scala

-Montanti Scatolare 40x40x2

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<i>Caratteristiche della sezione</i>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	3,02	302
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	7,22	72200
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	7,22	72200
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	3,61	3610
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	3,61	3610
Raggio inerzia x-x	ρ <sub>x</sub> [cm] [mm]	1,55	15,46
Raggio inerzia y-y	ρ <sub>y</sub> [cm] [mm]	1,55	15,46

<i>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</i>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticita tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769,23	
Coefficiente di Poisson	ν	0,3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
Coef. Parz. Stabilità	γ <sub>M1</sub>	1,05	
Coef. Parz. Frattura	γ <sub>M2</sub>	1,25	

<i>Enti sollecitanti</i>			
Sforzo normale	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	1.01	1010
Momento x-x estremo sinistro	M <sub>lx,Ed,sx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0
Momento x-x estremo destro	M <sub>lx,Ed,dx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0
Momento y-y estremo sinistro	M <sub>ly,Ed,sx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0
Momento y-y estremo destro	M <sub>ly,Ed,dx</sub> [kNm] [Nmm]	0	0

<i>Calcolo del coefficiente di riduzione per instabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</i>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	2.5	2500
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	2.5	2500
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	161.69	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	161.69	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	23942.87	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	23942.87071	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	1.722	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	1.722	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0.21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0.21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	2.142	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	2.142	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0.293	0.293
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0.293	0.293
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0.293</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<i>Compressione (par. 4.2.4.1.2. - pag. 131)</i>			
Sforzo normale sollecitante	N <sub>Ed</sub> [kN] [N]	1.00	1000
Area netta	A <sub>net</sub> [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	3.02	302
Resistenza plastica della sez. lorda	N <sub>b,Rd</sub> [N]	19786.69	

<b>VERIFICA</b>	
<b>0.051</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>

-Gradini Scatolare 30x30x2

**C.4.2.4.1.3.3. MEMBRATURE INFLESSE E COMPRESSE (pag.138)**

**C.4.2.4.1.3.3.1. Metodo A (pag.138)**

<i>Caratteristiche della sezione</i>			
Area lorda	A [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	2.23	223
Mom. Inerzia x-x	J <sub>x</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2.92	29200
Mom. Inerzia y-y	J <sub>y</sub> [cm <sup>4</sup> ] [mm <sup>4</sup> ]	2.92	29200
Mod. Inerzia x-x	W <sub>x</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	1.95	1950
Mod. Inerzia y-y	W <sub>y</sub> [cm <sup>3</sup> ] [mm <sup>3</sup> ]	1.95	1950
Raggio inerzia x-x	ρ <sub>x</sub> [cm] [mm]	1.14	11.44
Raggio inerzia y-y	ρ <sub>y</sub> [cm] [mm]	1.14	11.44

<i>Caratteristiche del materiale (par.11.3.4. - pag. 599)</i>			
Modulo elastico	E [N/mm <sup>2</sup> ]	210000	
Modulo elasticità tang	G [N/mm <sup>2</sup> ]	80769.23	
Coefficiente di Poisson	ν	0.3	
Tensione snervamento	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	235	
Tensione rottura	f <sub>tk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	360	
Coef. Parz. Resistenza	γ <sub>M0</sub>	1.05	

<i>Calcolo del coefficiente di riduzione per instabilità per carico di punta (χ<sub>min</sub>) (par. 4.2.4.1.3.1. - pag. 131)</i>			
Lungh. Libera inflessione x-x	l <sub>0,x-x</sub> [m] [mm]	0.7	700
Lungh. Libera inflessione y-y	l <sub>0,y-y</sub> [m] [mm]	0.7	700
Snellezza x-x	λ <sub>x-x</sub>	61.17	
Snellezza y-y	λ <sub>y-y</sub>	61.17	
Carico critico x-x	N <sub>cr,x-x</sub> [N]	123511.05	
Carico critico y-y	N <sub>cr,y-y</sub> [N]	123511.0494	
Snellezza adim x-x	λ <sub>ad,x-x</sub>	0.651	
Snellezza adim y-y	λ <sub>ad,y-y</sub>	0.651	
Fattore imperfezione x-x	α <sub>x-x</sub>	0.21	
Fattore imperfezione y-y	α <sub>y-y</sub>	0.21	
Coefficiente di calcolo x-x	Φ <sub>x-x</sub>	0.760	
Coefficiente di calcolo y-y	Φ <sub>y-y</sub>	0.760	
Coef. carico di punta x-x	χ <sub>x-x</sub>	0.869	0.869
Coef. carico di punta y-y	χ <sub>y-y</sub>	0.869	0.869
<b>Coef. carico di punta minimo</b>	<b>χ<sub>min</sub></b>	<b>0.869</b>	

**4.2.4.1.2. RESISTENZA DELLE MEMBRATURE (pag.126)**

<i>Taglio (par. 4.2.4.1.2. - pag. 128)</i>			
Taglio sollecitante	V <sub>Ed</sub> [kN] [N]	0.35	350
Area resistente a taglio	A <sub>v</sub> [cm <sup>2</sup> ] [mm <sup>2</sup> ]	1.2	120
Taglio resistente (assenza torsione)	V <sub>c,Rd</sub> [N]	15505.98	

<b>VERIFICA</b>	
<b>0.023</b>	<b>Verifica soddisfatta</b>

*Tutte le verifiche risultano soddisfatte*

Non si eseguono verifiche sui bulloni data la piccola entità delle reazioni vincolari

### Analisi della portanza della copertura del pattinodromo

La realizzazione dei parapetti e delle scale sarà accompagnata da lavorazioni per l'inserimento di strato impermeabilizzante del tipo Vaetech V della Vaeplan (come da scheda tecnica allegata) il cui esiguo peso proprio dello strato impermeabile ( 1.5 – 1.87 kg/m<sup>2</sup>) non modifica il comportamento della copertura.

In virtù di tali lavorazioni è stata valutata la capacità portante della copertura della tensostruttura analizzando la "Relazione di calcolo integrativa" e il "Verbale di Prova di carico della lamiera di copertura" dell'Ing. Bessi Patrizio depositata al Genio Civile di Prato con n.3670 del 03/04/1998, la "Relazione di calcolo" di Tensoteci SRL depositata al Genio Civile di Prato con n.3670 del 03/04/1998, il "Certificato di collaudo" dell'Ing. Marco Fantappiè depositata al Genio Civile di Prato 01/03/2000 e il "Certificato di idoneità statica" dell'Ing. Lucianò Angelo e .

In tali relazioni si evince che le azioni calcolate per la progettazione della copertura sono pari a:

- Carico permanente = 35 kg/mq
- Carico accidentale neve = 60 kg/mq
- Carico accidentale vento = -25 kg/mq (depressione)
- Sisma = 13.15 kg/mq

Tali azioni sono state successivamente combinate in 4 condizioni di carico per il dimensionamento della trave piana e dei vari elementi in calcestruzzo armato.

- 1.Pretensione acciaio + Carico permanente
- 2.Pretensione acciaio + Carico permanente + Neve + Var. Temperatura
- 3.Pretensione acciaio + Carico permanente + Vento
- 4.Pretensione acciaio + Carico permanente + Neve + Sisma

La relazione "Verbale di Prova di carico della lamiera di copertura" , che si allega di seguito, fornisce la capacità portante della lamiera. Tale valore è ottenuto da prova diretta di carico mediante l'apposizione di blocchetti di calcestruzzo ed è pari a 110 kg/mq.

In linea con quanto sopra evidenziato è possibile accedere in copertura solo al verificarsi delle seguenti condizioni:

- Assenza di Vento
- Assenza di Neve
- Utilizzando elementi di ripartizione del carico (come tavolati o altro) tali da ricondurre i pesi concentrati ad azioni distribuite con limite massimo 110 kg/mq.

**Resta inoltre a carico della ditta esecutrice la verifica preliminare di ogni lamiera e di ogni elemento di fissaggio alle travi piane in modo da accertare che le condizioni di idoneità certificate nella relazione "Verbale di Prova di carico della lamiera di copertura" siano attualmente ancora soddisfatte.**

## 1.7 NOTE

Le presenti verifiche si riferiscono agli schemi di calcolo e alle ipotesi argomentate e descritte nella presente relazione di calcolo. E' opportuno sottolineare che i valori risultanti sono da riferirsi solo ai singoli sistemi analizzati e non possono assolutamente essere utilizzati per altri. Pertanto hanno validità solo in caso di piena e perfetta rispondenza di realizzazione comprensiva dell'utilizzo di materiali certificati ed idonei alle realizzazioni nonché provvisti delle relative schede tecniche da riportare in allegato.

Il Tecnico

Ing. Alessandro Moretti





# VAETECH® V

<b>Produttore:</b>	L'azienda Vaeplan, certificata ISO 9001 dal 1999.
<b>Applicazione:</b>	Membrana impermeabile multifunzione idonea per tetti piani e inclinati. Le istruzioni per la posa sono disponibili in un documento separato e devono essere seguite correttamente. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Adesione totale con adesivo plastico a base solvente.</li> <li>➤ Adesione con strisce di adesivo PU.</li> <li>➤ Applicazione a secco sotto tetto verde o zavorra</li> <li>➤ Fissaggio meccanico</li> </ul>
<b>Norme europee:</b>	EN 13956 (Membrane flessibili per impermeabilizzazione. Membrane di materiale plastico e di gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture)
<b>Descrizione del prodotto:</b>	Membrana impermeabile termoplastica compatibile con bitume, a elevata concentrazione di polimeri VAE e armata sulla faccia inferiore con un tessuto non tessuto di poliestere.
<b>Colori standard:</b>	Grigio chiaro, bianco ; altri colori disponibili su richiesta.
<b>Presentazione:</b>	Lunghezza: 25,0 m Larghezza: 1,04 m – 1,54 m Larghezza delle strisce pretagliate: 0,34 m – 0,54 m – 0,74 m Spessore: 1,20 mm [*] (2,50 mm [*]) 1,50 mm [*] (2,80 mm [*]) Peso: 1,50 kg/m <sup>2</sup> [*] + feltro 1,87 kg/m <sup>2</sup> [*] + feltro

[\*] spessore/peso membrana - [\*] spessore totale



0800 CPR 14125

Caratteristica tecnica	Metodo di prova	Unità di misura	Valore	Risultato
Impermeabilità all'acqua, metodo B	EN 1928	kPa / 72h	≥ 400	supera la prova
Resistenza al fuoco esterno	CEN/TS 1187	EN 13501-5	B <sub>flor</sub> (t1)*	supera la prova
Reazione al fuoco	EN ISO 11925-2	EN 13501-1	Classe E	supera la prova
Resistenza alla grandine	EN 13583	m/s	≥ 30	MLV
Resistenza al peeling delle giunzioni	EN 12316-2	N/50 mm	≥ 300	MLV
Resistenza a trazione delle giunzioni	EN 12317-2	N/50 mm	≥ 600	MLV
Permeabilità al vapor d'acqua	EN 1931	μ (± 30%)	20000	MDV
Resistenza alla trazione	EN 12311-2	N/50 mm	≥ 670	MLV
Allungamento a rottura	EN 12311-2	%	≥ 250	MLV
Resistenza al punzonamento dinamico	EN 12691 (A)	mm	≥ 300	MLV
Resistenza al punzonamento statico	EN 12730 (B)	kg	≥ 20	MLV
Resistenza alla lacerazione	EN 12310-2	N	≥ 200	MLV
Resistenza alla penetrazione delle radici	EN 13948			supera la prova
Stabilità dimensionale	EN 1107-2	%	≤ 1,0	MLV
Flessibilità alle basse temperature	EN 496-5	°C	≤ - 25	supera la prova
Resistenza ai raggi UV	EN 1297		Classe 1	supera la prova
Resistenza all'ozono	EN 1844		nessuna fessurazione	supera la prova
Compatibilità con bitume	EN 1548			compatibile
Caratteristica specifica del VAETECH V di colore bianco				
SRI (Solar Reflectance Index)	ASTM 1980		101	
Riflettività	ASTM C-1549	%	81	
Emissività	ASTM C-1371	%	91	

\* Nelle configurazioni testate.

MLV: Manufacturer Limited Value / MDV: Manufacturer Determined Value

Al fine di migliorare i propri prodotti, il produttore si riserva il diritto di modificarli senza alcun preavviso.



## DERBIGUM ITALIA

Via dell'Agricoltura, 3 - Loc. Poggio Piccolo  
40023 Castel Guelfo di Bologna (BO)  
Tel. +39 0542 48 86 13 - Fax +39 0542 48 82 01  
E-mail: infoit@derbigum.com

WWW.DERBIGUM.IT

**VAEPLAN®**  
Member of DERBIGUM® Group



# PRISMA

STUDIO PROFESSIONALE ASSOCIATO

Ing. Augusto Baietti - Ing. Alessandro Bertini - Ing. Patrizio Bessi - Ing. Luigi Ciatti  
50047 Prato - Via del Romito 15 - Tel. 0574/38297 - 30304 - Fax 0574/29128  
Codice Fiscale 02030960484 - Partita IVA 00279160972

## COMUNE DI PRATO

### COSTRUZIONE DEL NUOVO PATTINODROMO DI MALISETI

\*\*\*\*\*

### VERBALE PROVA DI CARICO LAMIERE DI COPERTURA

Il giorno 3 Luglio 1998 il sottoscritto Direttore dei Lavori ha proceduto ad effettuare una prova di carico su due pannelli di lamiera utilizzati per la copertura del pattinodromo con la presenza del Geom. S. Maganja, Direttore del cantiere.

#### Caratteristiche dei pannelli:

- 1) - Pannello "Metecno" tipo A75/760 10/10 mm;
  - larghezza pannello: 760 mm
  - lunghezza pannello: 5800 mm
  - pannello appoggiato alle estremità.
- 2) - Pannello "Metecno" tipo A75/760 10/10 mm
  - larghezza pannello: 760 mm
  - lunghezza pannello: 11600 mm
  - pannello su tre appoggi (2 estremità – 1 mezzeria)

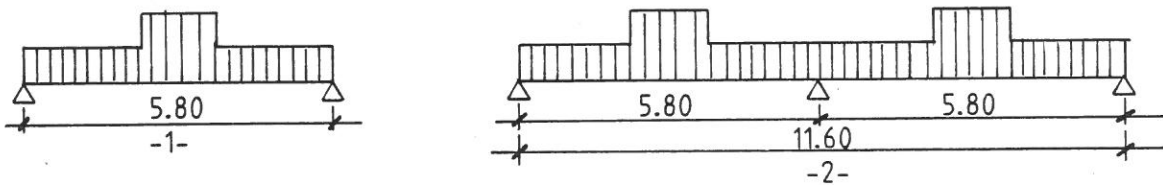
#### Caratteristiche statiche:

- Momento d'inerzia : 148,09 cm<sup>4</sup>/m
- Modulo di resistenza sup. : 50,86 cm<sup>3</sup>/m

- Modulo di resistenza inf. : 30,15 cm<sup>3</sup>/m
- Pepo proprio : 12,60 Kg/mq

### Carichi

Il carico è stato effettuato con blocchetti di calcestruzzo delle dimensioni di 20x25x50 cm del peso di 16 Kg/cad. disposti trasversalmente al pannello in ragione di 29 blocchetti su ogni campata (carico "A") + altri 4 blocchetti posti a cavallo della mezzeria di ogni campata (carico "B")



Carico totale su ogni campata:

$$(29+4) \times 16 = 528 \text{ Kg}$$

### Cedimenti

I cedimenti della sezione di mezzeria delle campate sono stati misurati mediante stecca graduata:

Pannello – 1 – Carico "A"	:	52 mm
Carico "A"+"B"	:	63 mm
Pannello – 2 – Carico "A" – campata dx. :	dx =	50,5 mm
	sx =	-11 mm
Carico "A" + "B" – campata dx-sx:	dx =	39,5 mm
	sx =	31 mm

Allo scarico delle campate la freccia residua è risultata trascurabile.

### Calcolo della freccia teorica

Si effettua il calcolo della freccia teorica del pannello - 1 - maggiormente sollecitato:

- carico distribuito:  $16/0,20 = 80 \text{ Kg/ml}$
- momento inerzia sezione:  $148,9 \times 0,76 = 113,16 \text{ cm}^4$
- modulo di elasticità long.:  $2.100.000 \text{ Kg/cm}^2$
- freccia in mezzeria:

$$(5/384) \times [(0,8 \times 580^4) / (113,16 \times 2100000)] + [(0,8 \times 580^4) / 24] \cdot$$

$$\cdot [(\gamma - 2 \cdot \gamma^3 + \gamma^4) / (113,16 \times 2100000)] = 6,04 \text{ cm}$$

$$\text{dove } \gamma = 40/580 = 0,0689$$

La freccia calcolata risulta simile a quella rilevata (scarto +4%) a dimostrazione del comportamento elastico della lamiera sottoposta a carico.

### Considerazioni statiche

Sollecitazione flettente nella sezione di mezzeria:

$$(1/8) \times 80 \times 5,80^2 + [(80 \times 5,80^2) / 2] (\gamma - \gamma^2) = 422,8 \text{ Kgm}$$

La sollecitazione indotta nella sez. di mezzeria corrisponde ad un carico distribuito uniformemente pari a :  $422,8 \times 8/5,80^2 = 100,5 \text{ Kg/m}$  che equivale ad un carico di  $100,5/0,76 = 132 \text{ Kg/m}^2$ .

Poiché il sovraccarico accidentale di progetto è di  $60 \text{ Kg/m}^2$  (neve) la prova è stata eseguita per un carico di esercizio maggiorato del 120%.

La tensione max indotta nella sezione di mezzeria durante la prova di carico è risultata di:

- modulo di resistenza minimo :  $30,15 \times 0,76 = 22,91$  cmc
- tensione max di trazione:  $42280/22,91 = 1845$  Kg/cmq

### Conclusioni

La prova è stata eseguita sottoponendo\* il pannello – 1 – ad un carico notevolmente superiore rispetto a quello di progetto, ciononostante anche se le tensioni indotte sono risultate superiori a quelle ammissibili per il materiale (+15%), la lamiera ha avuto un comportamento perfettamente elastico.

Si può quindi ritenere positivo l'esito della prova e constatare che il sovraccarico ammissibile per il pannello di lamiera tipo – 1 - risulta di:

$$132 \times 0,85 \cong 110 \text{ Kg/mq.}$$

Si certifica quindi l'idoneità dei pannelli di lamiera tipo Metecno A75/760 10/10 per la realizzazione della copertura del pattinodromo.

Prato, 10 Luglio 1998

**Il Direttore dei lavori**

**Dott. Ing. Patrizio Bessi**



*Patrizio Bessi*

Firmato da:

**Moretti Alessandro**

codice fiscale IT:MRTLSN83P26D612V

num.serie: 85002081252463014064014933070765999194

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 28/03/2017 al 28/03/2020