



REGIONE LIGURIA

**autostrade // per l'italia**

COLLEGAMENTO TRA LA VALFONTANABUONA  
E L'AUTOSTRADA A12 GENOVA-ROMA

**PROGETTO DEFINITIVO**

**OPERE COMPLEMENTARI**

**SEGNALETICA**

**PORTALI SEGNALETICA VERTICALE  
TIPOLOGICO SEGNALETICA FISSA MONOPALO  
RELAZIONE DI CALCOLO**

<b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Lucio Ferretti Torricelli Ord. Ingg. Brescia N.2188 <b>RESPONSABILE UFFICIO STR</b>	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A <b>CAPO COMMESSA</b>	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 <b>RESPONSABILE DIREZIONE OPERATIVA TECNICA E PROGETTAZIONE</b>
--	--	---

WBS	RIFERIMENTO ELABORATO						DATA: DICEMBRE 2014	REVISIONE	
	DIRETTORIO		FILE					n.	data
-	codice commessa	N.Prog.	unita'	ufficio	n. progressivo	Rev.			
-	11001302			STR0212	--				
							SCALA: -		

	<b>ingegneria europea</b>	<b>RESPONSABILE PROGETTO GENOVA</b> Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	-
		ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	Ing. Lucio Ferretti Torricelli - O.I. Brescia n° 2188	
CONSULENZA A CURA DI :		IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'		Ing. Lucio Ferretti Torricelli - O.I. Brescia N. 2188

	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b>  R.U.P. - Ing. Andrea Frediani	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b>  <b>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti</b> DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	---	---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b>	<b>12</b>
3.1	STRUTTURE IN C.A. E ACCIAIO	12
<b>4</b>	<b>MATERIALI PRESCRITTI</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI</b>	<b>18</b>
5.1	PESO PROPRIO	18
5.2	AZIONI ACCIDENTALI	18
5.2.1	PRESSIONE DEL VENTO	18
5.2.2	AZIONE TANGENTE DEL VENTO	20
<b>6</b>	<b>SISMICITÀ DELL'AREA</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>TERRENO DI SEDIME</b>	<b>23</b>
7.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	23
7.2	CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO	23
7.3	COSTANTI ELASTICHE DEL TERRENO	24
7.4	RESISTENZA AI CARICHI SUPERFICIALI	25
<b>8</b>	<b>CONVENZIONI E METODOLOGIE DI CALCOLO</b>	<b>27</b>
8.1	SISTEMI DI RIFERIMENTO	27
8.2	ROTAZIONI E MOMENTI	27
8.3	UNITÀ DI MISURA	28
8.4	ELENCO MATERIALI	28
8.5	PARAMETRI DI CALCOLO	28
<b>9</b>	<b>MONOPALO "A"</b>	<b>31</b>
9.1	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA	31
9.1.1	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	31
9.1.1.1	Elenco vincoli nodi	31
9.1.1.2	Elenco nodi	31
9.1.1.3	Elenco sezioni	33
9.1.1.4	Elenco vincoli aste	34
9.1.1.5	Elenco aste	34
9.1.1.6	Elenco tipi elementi bidimensionali	35
9.1.1.7	Elenco elementi bidimensionali	35
9.1.1.8	Elenco tipi plinti	37
9.1.1.9	Elenco plinti	38
9.1.2	CARICHI SULLA STRUTTURA	38
9.1.2.1	Elenco carichi aste	38
9.1.2.2	Elenco carichi elementi bidimensionali	39
9.1.2.3	Elenco masse nodi	40

9.1.3	ANALISI STATICO-DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA	40
9.1.3.1	Spostamenti nodali	40
9.1.3.2	Tensioni sul terreno	43
9.1.3.3	Reazioni vincolari	47
9.1.3.4	Sollecitazioni aste	47
9.1.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ	52
9.1.4.1	Aste in acciaio	52
9.1.4.2	Armature plinti	55
9.1.4.3	Piastre di base ed ancoraggi	56
9.1.4.4	Verifica dei tirafondi	57
9.1.4.5	Verifica della lunghezza dei tirafondi	58
9.1.4.6	Verifica della piastra di base	58
9.1.5	LIMITI DI DEFORMABILITÀ	59
<b>10</b>	<b>MONOPALO “B”</b>	<b>61</b>
<b>10.1</b>	<b>MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA</b>	<b>61</b>
10.1.1	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	61
10.1.1.1	Elenco vincoli nodi	61
10.1.1.2	Elenco nodi	61
10.1.1.3	Elenco sezioni	62
10.1.1.4	Elenco vincoli aste	63
10.1.1.5	Elenco aste	63
10.1.1.6	Elenco tipi elementi bidimensionali	64
10.1.1.7	Elenco elementi bidimensionali	64
10.1.1.8	Elenco tipi plinti	66
10.1.1.9	Elenco plinti	67
10.1.2	CARICHI SULLA STRUTTURA	67
10.1.2.1	Elenco carichi aste	67
10.1.2.2	Elenco carichi elementi bidimensionali	68
10.1.2.3	Elenco masse nodi	69
10.1.3	ANALISI STATICO-DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA	69
10.1.3.1	Spostamenti nodali	69
10.1.3.2	Tensioni sul terreno	72
10.1.3.3	Reazioni vincolari	76
10.1.3.4	Sollecitazioni aste	76
10.1.4	VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ	81
10.1.4.1	Montanti in acciaio	81
10.1.4.2	Armature plinti	84
10.1.4.3	Piastre di base ed ancoraggi	85
10.1.4.4	Verifica dei tirafondi	86
10.1.4.5	Verifica della lunghezza dei tirafondi	87
10.1.4.6	Verifica della piastra di base	87
10.1.5	LIMITI DI DEFORMABILITÀ	88
<b>11</b>	<b>MONOPALO “C”</b>	<b>90</b>
<b>11.1</b>	<b>MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA</b>	<b>90</b>
11.1.1	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	90
11.1.1.1	Elenco vincoli nodi	90
11.1.1.2	Elenco nodi	90
11.1.1.3	Elenco sezioni	91
11.1.1.4	Elenco vincoli aste	92
11.1.1.5	Elenco aste	92
11.1.1.6	Elenco tipi elementi bidimensionali	93
11.1.1.7	Elenco elementi bidimensionali	93
11.1.1.8	Elenco tipi plinti	95

11.1.1.9 Elenco plinti	96
11.1.2 CARICHI SULLA STRUTTURA	96
11.1.2.1 Elenco carichi aste	96
11.1.2.2 Elenco carichi elementi bidimensionali	97
11.1.2.3 Elenco masse nodi	98
11.1.3 ANALISI STATICO-DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA	98
11.1.3.1 Spostamenti nodali	98
11.1.3.2 Tensioni sul terreno	101
11.1.3.3 Reazioni vincolari	106
11.1.3.4 Sollecitazioni aste	106
11.1.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ	111
11.1.4.1 Montanti in acciaio	111
11.1.4.2 Armature plinti	115
11.1.4.3 Piastre di base ed ancoraggi	116
11.1.4.4 Verifica dei tirafondi	118
11.1.4.5 Verifica della lunghezza dei tirafondi	118
11.1.4.6 Verifica della piastra di base	118
11.1.5 LIMITI DI DEFORMABILITÀ	120

## **1 PREMESSA**

La segnaletica verticale d'informazione come servizio all'utenza è da sempre uno degli obiettivi più importanti della Società AUTOSTRADE per l'Italia S.p.A..

L'adeguamento al Nuovo Codice della Strada e l'ottimizzazione degli impianti esistenti è la migliore risposta alle esigenze dell'utenza.

La presente relazione, pertanto, contiene le note di calcolo delle tre strutture portanti dei monopali tipologici.

## 2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

La presente relazione contiene le note di calcolo dei tre monopali, nel caso più sfavorevole che si può determinare per ognuna delle strutture principali considerate, da realizzare con profilati a sezione scatolare sia per il montante che per il trasverso e delle verifiche strutturali delle opere relative alla fondazione diretta su plinti.

I tre monopali si distinguono in funzione della superficie esposta del cartello portato, pertanto indicheremo quello più piccolo, utilizzato per cartelli di segnaletica dai 6 ai 10mq, come " Monopalo A", quello intermedio, il quale sostiene una targa di mq variabili dai 10 ai 14, come " Monopalo B" e l'ultimo più grande "Monopalo C", adottato per cartelli dai 14 ai 18 mq.

La struttura del "Monopalo A" è costituita da un montante principale di dimensioni pari a 220x220x6sp. mm e di altezza variabile in funzione della targa, collegato all'opera di fondazione mediante piastra di base 500x500x20sp. ed 8 tirafondi M20 e rinforzato da fazzoletti al piede alti 200mm di spessore pari a 8mm. Il trasverso orizzontale è realizzato mediante uno scatolare 150x200x6sp. mm, anch'esso di lunghezza variabile in funzione del cartello di segnaletica, il quale è collegato al trasverso stesso tramite dei tubolari  $\phi$ 90.0 spessore 4.0 mm verticali. Il plinto di fondazione presenta le seguenti dimensioni 250x110x130h.

Il "Monopalo B" è realizzato da un montante principale di dimensioni pari a 300x300x6sp. mm e di altezza variabile in funzione della targa, collegato con piastra di base 600x600x20sp. ed 8 tirafondi M24 al plinto di fondazione di dimensioni pari a 290x120x150h, rinforzato da nervature al piede del montante alte 200mm e di spessore pari a 10mm. Il trasverso orizzontale è costituito da uno scatolare 150x300x6sp. mm, anch'esso di lunghezza variabile in funzione del cartello di segnaletica, quest'ultimo collegato al trasverso stesso tramite dei tubolari  $\phi$ 90.0 spessore 4.0 mm verticali.

La struttura principale del "Monopalo C" è costituita da un montante principale di dimensioni pari a 300x300x8sp. mm, di altezza variabile in funzione della targa, e da un trasverso orizzontale realizzato da uno scatolare 150x300x6sp. mm, anch'esso di lunghezza variabile in funzione della targa di segnaletica, quest'ultima collegato al trasverso stesso tramite dei tubolari  $\phi$ 90.0 spessore 7.1mm mm verticali. Il montante è collegato all'opera di fondazione mediante piastra di base 600x600x25sp. e 8 tirafondi M24, il tutto rinforzato da fazzoletti di base di altezza e di spessore, rispettivamente pari a 200 e 10 mm. Il plinto presenta le seguenti dimensioni 310x130x170h cm.

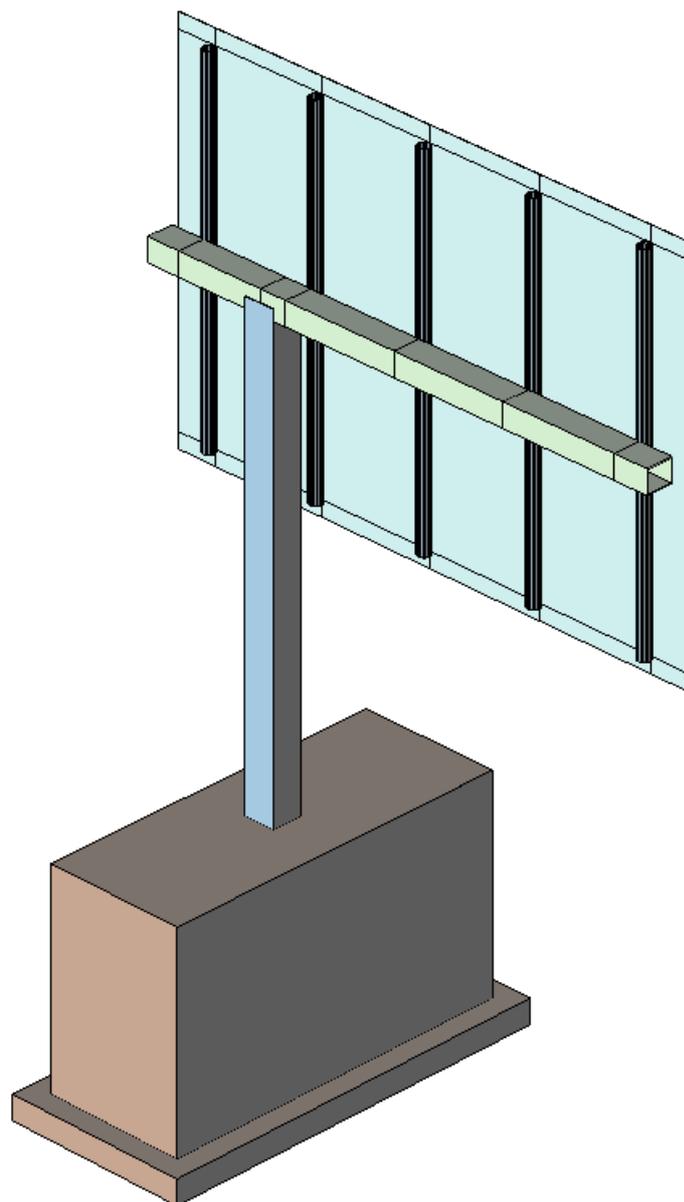
Le strutture sono state schematizzata mediante due modelli di calcolo spaziali, per ciascun monopalo, un modello rappresenta i plinti di fondazione come elementi bidimensionali in modo da valutare gli effetti sul terreno di fondazione, l'altro, invece, presenta al piede del montante la struttura vera e propria di fondazione, così da permettere la verifica del plinto e da determinare gli spostamenti della struttura principale.

Nei modelli sono stati applicati i carichi dovuti al peso proprio ai permanenti ed alle azioni accidentali dovute al vento.

Di seguito si riportano i modelli spaziali dei tre monopoli realizzati con i relativi plinti di fondazione.

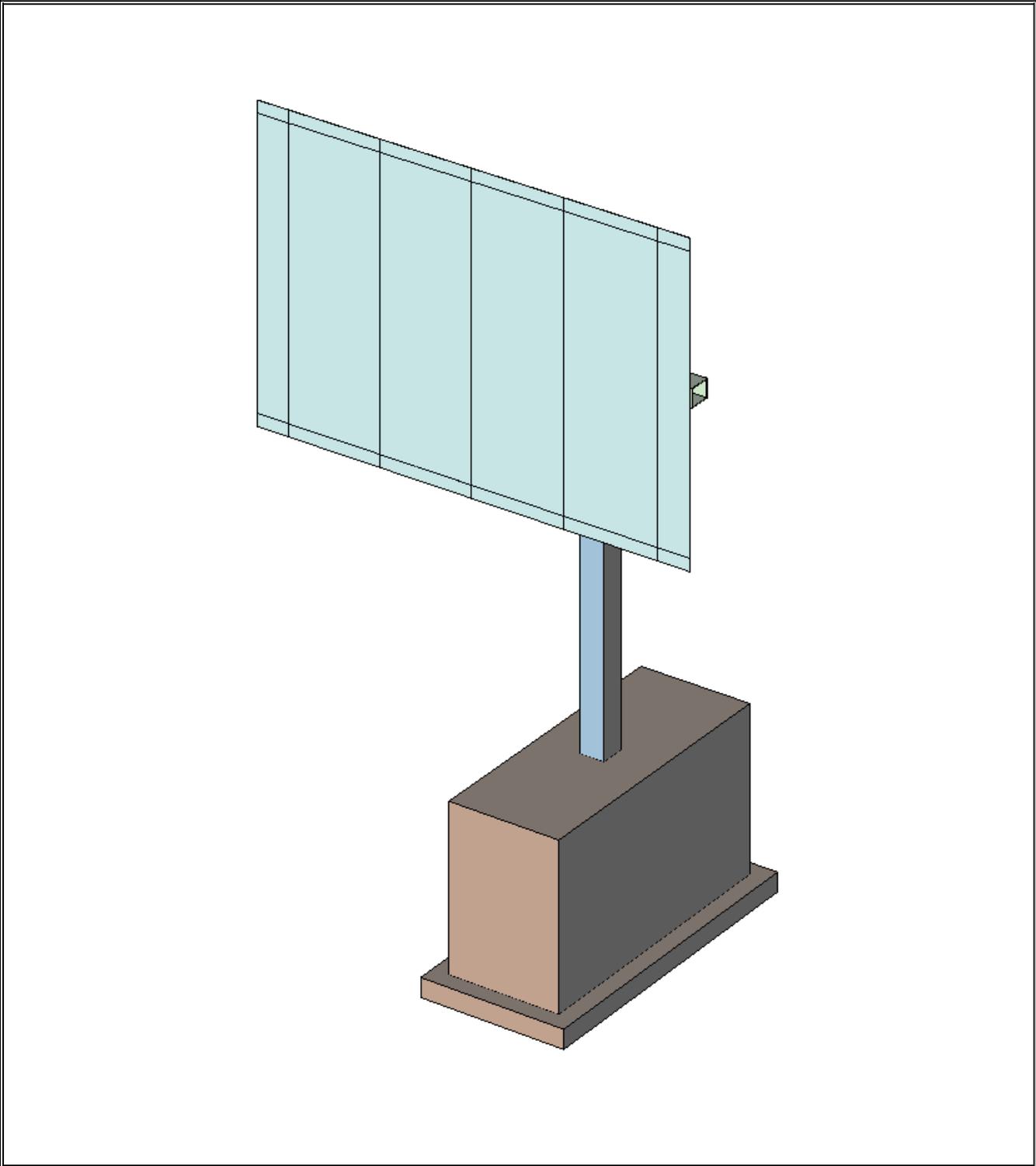
**MODELLO TRIDIMENSIONALE**

**MONOPALO "A" 1/2**

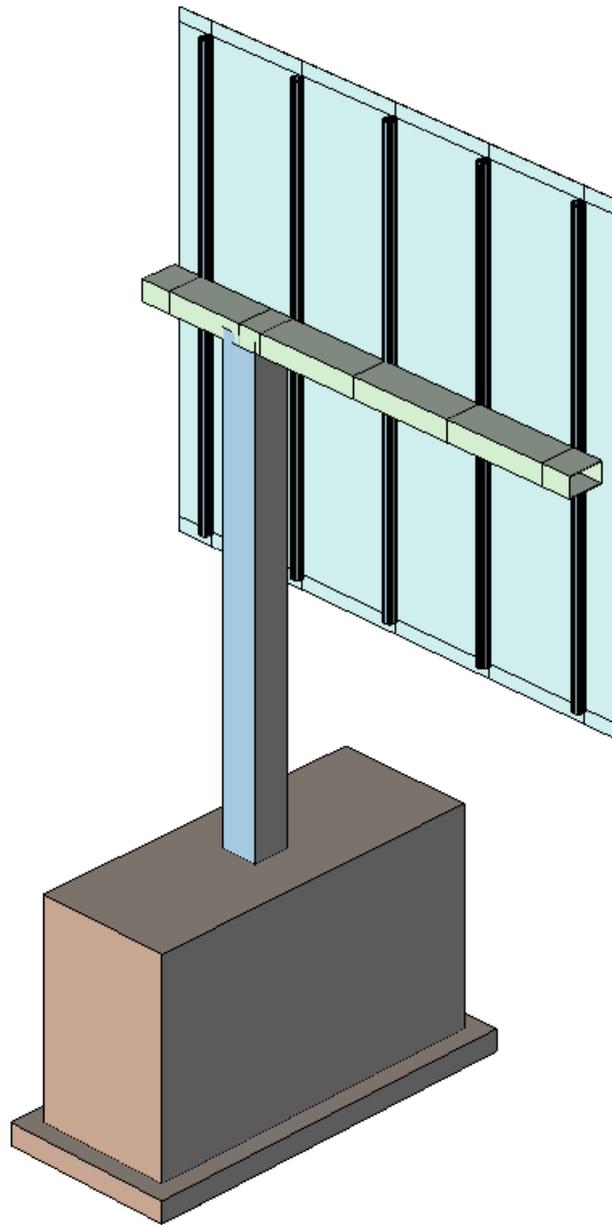


**MODELLO TRIDIMENSIONALE**

**MONOPALO "A" 2/2**

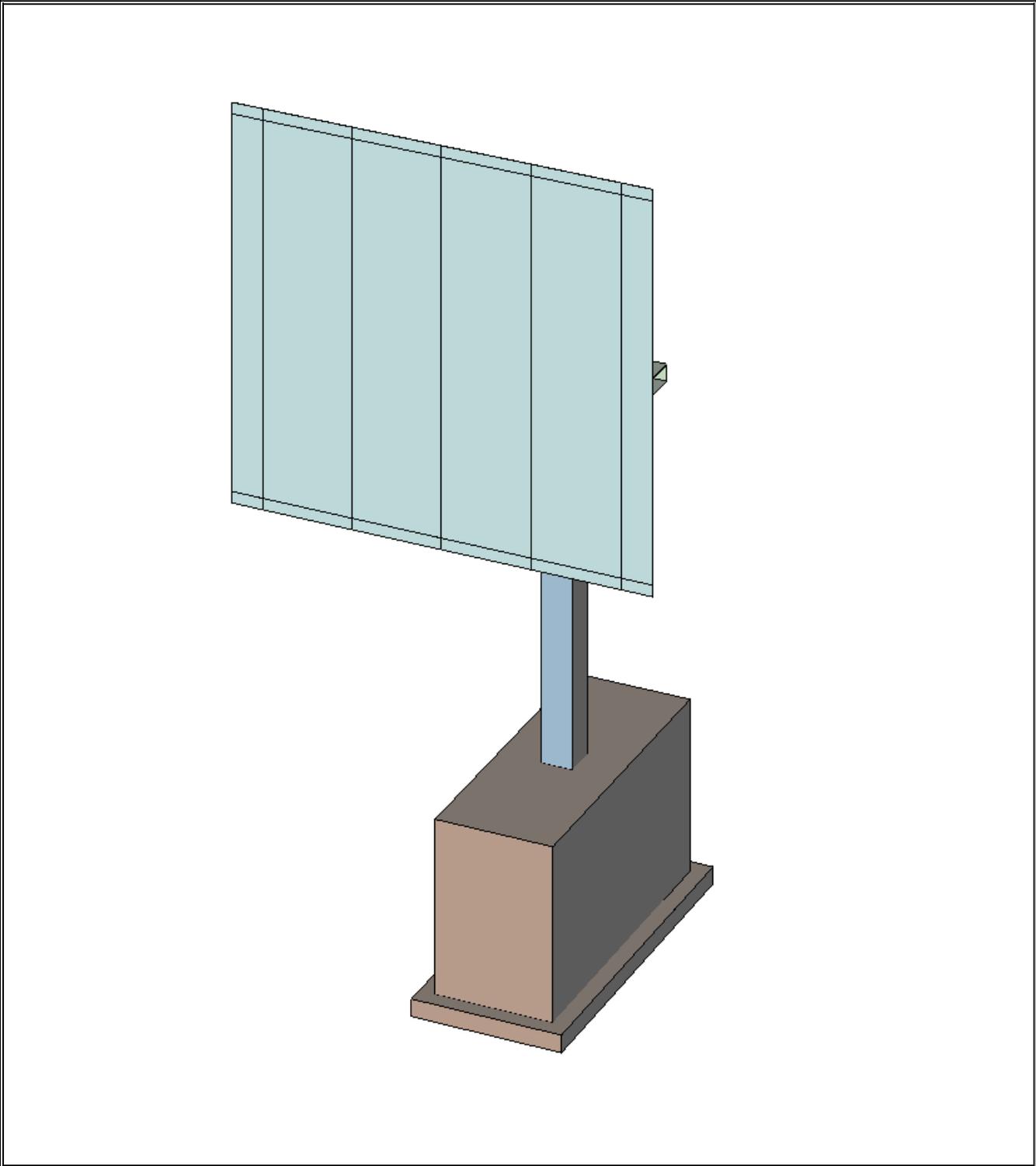


**MODELLO TRIDIMENSIONALE**  
**MONOPALO "B" 1/2**

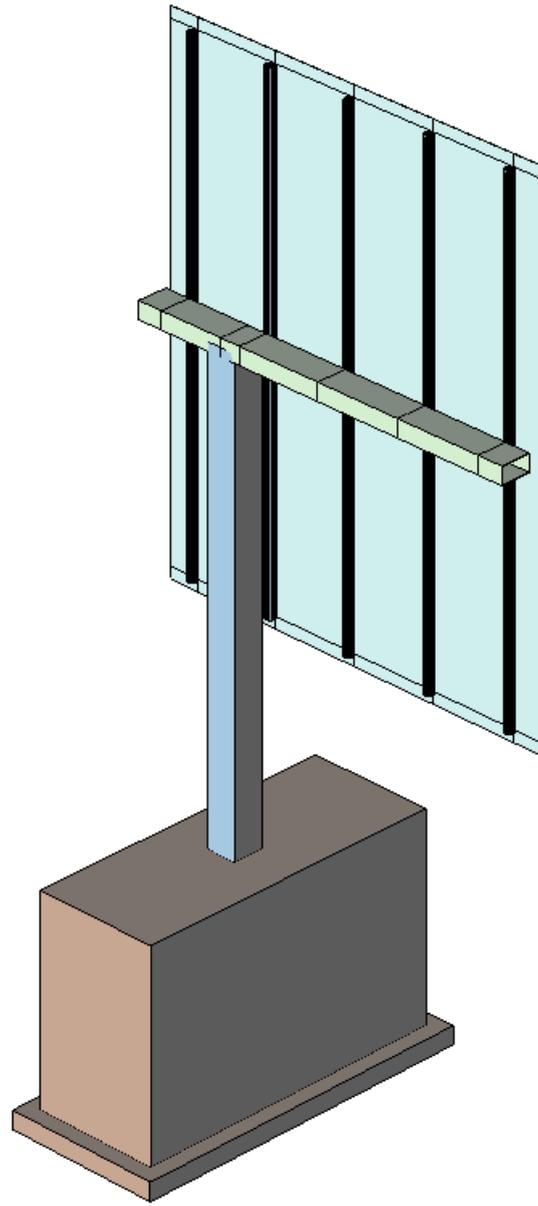


**MODELLO TRIDIMENSIONALE**

**MONOPALO "B" 2/2**

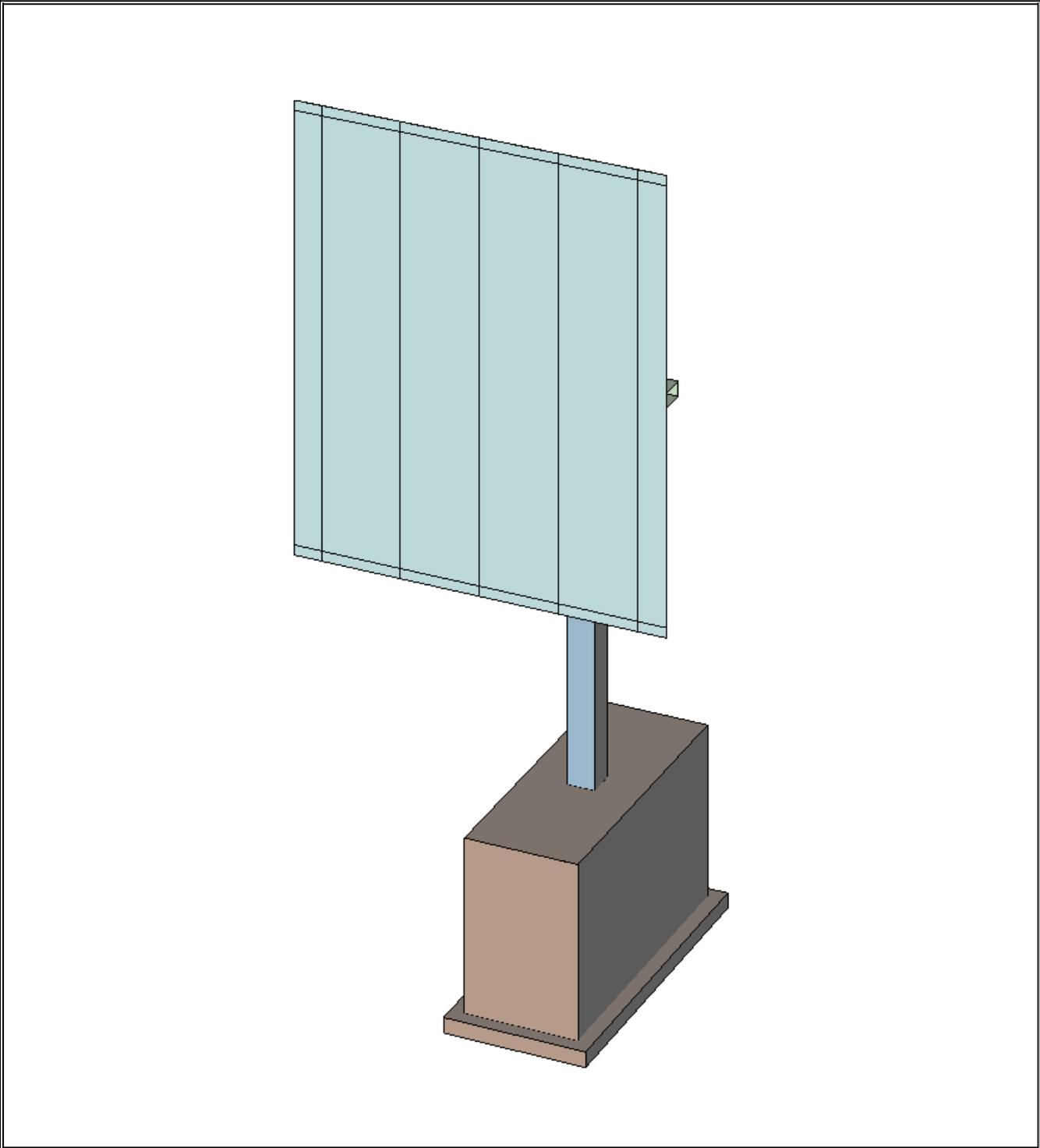


**MODELLO TRIDIMENSIONALE**  
**MONOPALO "C" 1/2**



**MODELLO TRIDIMENSIONALE**

**MONOPALO "C" 2/2**



## 3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

### 3.1 STRUTTURE IN C.A. E ACCIAIO

- **C.N.R. n° 10011-85 del 18/04/1985** - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione e successive modificazioni ed integrazioni di cui alle CNR 10011-97 del 21/12/1997;
- **CNR-DT 207/2008 del 17 gennaio 2008** – “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;
- **NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI – DM 14 gennaio 2008** – “ Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche”;
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617** “Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008, (*GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27*)”.

## 4 MATERIALI PRESCRITTI

I materiali prescritti per l'esecuzione dell'opera sono:

- Calcestruzzo magro per sottofondazioni di classe C 12/15 con almeno 200 kg/mc di cemento;
- Calcestruzzo di classe C 25/30 – Classe di esposizione XC2 per strutture di fondazione – dosaggio minimo di cemento 300 kg/mc – Rapporto a/c max = 0.60 – Lavorabilità S3 – S5;
- Acciai in reti e barre di aderenza migliorata per l'esecuzione delle opere in c.a. del tipo B450C (ex. FeB 44k) controllato in stabilimento;
- Acciai per carpenterie metalliche laminati del tipo S355J2G3 rispondenti alle norme EN 10025-1÷6;
- Acciai per carpenterie metalliche laminati in forma di profilati cavi del tipo S355J2G3 rispondenti alle norme EN 10210-1 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per tubi saldati);
- Acciai per accessori metallici del tipo S275J2G3 rispondenti alle norme EN 10025-1÷6;
- Tirafondi costituiti da barre filettate in acciaio conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001 appartenenti alla classe 8.8 (vite) e 8 (dado);
- Bulloni ad alta resistenza per le unioni acciaio-acciaio conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001 appartenenti alla classe 8.8 (vite) e 8 (dado);
- Saldature manuali effettuate ad arco con elettrodi codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001;
- Zincatura a caldo secondo le indicazioni delle UNI 5744.

Per tali materiali non si sono superate le seguenti resistenze di calcolo:

### • CALCESTRUZZO

Per C 25/30

COMPRESSIONE

$$f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 R_{ck} / \gamma_{m,c} = 0.85 \cdot 0.83 \times 30 / 1.5 = 14.11 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$f_{cd}$  = resistenza di calcolo a compressione del materiale;

$R_{ck}$  = resistenza caratteristica cubica a compressione del conglomerato cementizio a 28 giorni;

$0.83 R_{ck}$  = resistenza caratteristica cilindrica a compressione del conglomerato cementizio;

$\gamma_{m,c}$  = coefficiente parziale di sicurezza del conglomerato cementizio.

### • ACCIAIO PER ARMATURA LENTA

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s} = 450 / 1.15 = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

dove:

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.15.

In sede di progettazione si sono assunti convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- Modulo elastico:  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$ ;
- Modulo di elasticità trasversale:  $G = E/2(1+\nu)$  ;
- Coefficiente di Poisson :  $\nu = 0.3$ ;

- Coefficiente di espansione termica lineare ( $T \leq 100^\circ\text{C}$ ):  $\alpha = 12 \times 10^{-6}$  per  $^\circ\text{C}^{-1}$ ;

- Densità:  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ .

Tuttavia, allo scopo di contenere la fessurazione nel calcestruzzo (SLE, combinazioni delle azioni frequente e quasi permanente, come da normativa), non sono stati superati, tassi di lavoro dell'ordine di quanto prescritto nelle tabelle di seguito riportate:

- **UNI-ENV 1992/1/1:1993**

Diametri massimi per le barre ad aderenza migliorata

Tensione nell'acciaio (Mpa)	Diametro massimo delle barre (mm)	
	c.a. ordinario	c.a. precompresso
160	32	25
200	25	16
240	20	12
280	16	8
320	12	6
360	10	5
400	8	4
450	6	-

Spaziature massime per le barre ad aderenza migliorata

Tensione nell'acciaio (Mpa)	Spaziatura massima delle barre (mm)		
	flessione pura	trazione pura	sezioni precomprese (flessione)
160	300	200	200
200	250	150	150
240	200	125	100
280	150	75	50
320	100	-	-
360	50	-	-

- **prEN 1992/1/1:2003**

Maximum bar diameters  $\phi_s$  for crack control

Steel stress* (Mpa)	Maximum bar size (mm)		
	$w_k = 0,4 \text{ mm}$	$w_k = 0,3 \text{ mm}$	$w_k = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

**\*Note:** Under the relevant combinations of actions

Maximum bar spacing for crack of actions

Steel stress* (Mpa)	Maximum bar spacing (mm)		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

**\*Note:** Under the relevant combinations of actions

Per quanto attiene ai copriferrì, secondo quanto raccomandato dall'AGI, per le strutture di fondazione si considera  $c > 40$  mm.

- ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA (S355J2G3)**

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s} = 355 / 1.05 = 338.09 \text{ N/mm}^2$$

## ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

PROFILATI, BARRE, LARGHI PIATTI, LAMIERE								
Simbolo	Simbolo UNI	Caratteristiche		S235 <sup>(1)</sup>	S275 <sup>(1)</sup>	S355 <sup>(1)</sup>		
$f_t$	$R_m$	Tensione di rottura a trazione [N/mm <sup>2</sup> ]		$\geq 340^{(2)}$ $\leq 470^{(2)}$	$\geq 410^{(3)}$ $\leq 560^{(3)}$	$\geq 490^{(4)}$ $\leq 630^{(4)}$		
$f_y$	$R_e$	Tensione di snervamento [N/mm <sup>2</sup> ]		$\geq 235^{(5)}$	$\geq 275^{(6)}$	$\geq 355^{(7)}$		
KV	KV	Resilienza KV (J) <sup>(8)</sup>	JR	+20°C	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 27$	
			JO	0°C	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 27$	
			J2G3	-20°C	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 27$	
			K2G3	-20°C	-	-	$\geq 40$	

$\varepsilon_t$	$A_{min}$	Allungamento percentuale a rottura $(L_0=5.65\sqrt{A_0})$ - per lamiere - per barre, profilati, larghi piatti	$\geq 24^{(9)}$ $\leq 26^{(10)}$	$\geq 20^{(9)}$ $\leq 22^{(10)}$	$\geq 20^{(9)}$ $\leq 22^{(10)}$
<p>(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai S235, S275 ed S355 nei gradi JR,JO,J2G3 e K2G3 della UNI EN 10025 (febbraio 1992), anche altri tipi di acciai purchè rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.</p> <p>(2) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.</p> <p>(3) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.</p> <p>(4) Per spessori maggiori di 3 mm fino a 100 mm.</p> <p>(5) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 40 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>(6) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 63 mm fino a 80 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 80 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 40 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>(7) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 63 mm fino a 80 mm è ammessa la riduzione di 30 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 80 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 40 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>(8) Per spessori maggiori di 10 mm fino a 100 mm.</p> <p>(9) Da provette trasversali per lamiere, nastri e larghi piatti con larghezza <math>\geq 600</math> mm; per spessori maggiori di 3 mm fino a 40 mm; per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 1 punto; per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2 punti.</p> <p>(10) Da provette longitudinali per barre, laminati mercantili, profilati e larghi piatti con larghezza <math>&lt; 600</math> mm; per spessori maggiori di 3 mm fino a 40 mm; per spessori maggiori di 40 mm fino a 63 mm è ammessa la riduzione di 1 punto; per spessori maggiori di 63 mm fino a 100 mm è ammessa la riduzione di 2 punti.</p>					

PROFILI CAVI							
Simbolo	Simbolo UNI	Caratteristiche		S235 <sup>(1)</sup>	S275 <sup>(1)</sup>	S355 <sup>(1)</sup>	
$f_t$	$R_m$	Tensione di rottura a trazione [N/mm <sup>2</sup> ]		$\geq 360$	$\geq 430$	$\geq 510$	
$f_y$	$R_e$	Tensione di snervamento [N/mm <sup>2</sup> ]		$\geq 235^{(2)}$	$\geq 275^{(2)}$	$\geq 355^{(3)}$	
KV	KV	Resilienza KV (J) <sup>(8)</sup>	JR	+20°C	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 27$
			JO	0°C	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 27$
			J2G3	-20°C	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 27$
$\varepsilon_t$	$A_{min}$	Allungamento percentuale a rottura $(L_0=5.65\sqrt{A_0})$		$\geq 24$	$\geq 21$	$\geq 20$	
<p>(1) Rientrano in questi tipi di acciai, oltre agli acciai S235, S275 ed S355 nei gradi JR,JO e J2G3 della UNI 7806 (dicembre 1979), e UNI 7810 (dicembre 1979), anche altri tipi di acciai purchè rispondenti alle caratteristiche indicate in questo prospetto.</p> <p>(2) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>.</p> <p>(3) Per spessori fino a 16 mm; per spessori maggiori di 16 mm fino a 35 mm è ammessa la riduzione di 10 N/mm<sup>2</sup>; per spessori maggiori di 35 mm fino a 40 mm è ammessa la riduzione di 20 N/mm<sup>2</sup>.</p>							

• **BULLONI E DADI**

<b>BULLONI E DADI</b>					
	<b>Normali</b>			<b>Ad alta resistenza</b>	
<b>VITI</b>	<b>4.6</b>	<b>5.6</b>	<b>6.8</b>	<b>8.8</b>	<b>10.9</b>
<b>DADI</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>

I bulloni normali (conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI 5727, UNI 5592 e UNI 5591) e quelli ad alta resistenza (conformi per le caratteristiche dimensionali delle viti alle UNI 5712 e per quelle dei dadi alle UNI 5713) devono appartenere alle classi indicate in tabella della UNI 3740; le classi delle viti e dei dadi devono essere associate nel modo indicato nel prospetto.

## 5 DESCRIZIONE DEI CARICHI AGENTI

Il calcolo delle strutture è stato effettuato considerando il peso proprio della struttura portante del monopalo, dei cartelli di segnaletica in alluminio (la superficie esposta al vento è stata considerata la massima possibile per ogni monopalo) e le pressioni o depressioni dovute al vento.

### 5.1 PESO PROPRIO

Peso proprio lamiera in alluminio 30/10 mm:	= 100.00 [N/m <sup>2</sup> ]
Elemento scatolare del montante (Monopalo "A") 220x220 spessore 6 mm	= 403.20 [N/m]
Elemento scatolare del montante (Monopalo "B") 300x300 spessore 6 mm	= 553.90 [N/m]
Elemento scatolare del montante (Monopalo "C") 300x300 spessore 8 mm	= 733.50 [N/m]
Elemento scatolare del trasverso(Monopalo "A") 150x200 spessore 6 mm	= 318.40 [N/m]
Elemento scatolare del trasverso(Monopalo "B") 150x300 spessore 6 mm	= 412.60 [N/m]
Elemento scatolare del trasverso(Monopalo "C") 150x300 spessore 6 mm	= 412.60 [N/m]

### 5.2 AZIONI ACCIDENTALI

Ai fini della determinazione delle azioni accidentali sono stati considerati gli effetti derivanti dal vento. Si fa riferimento, per il calcolo dei carichi e dei sovraccarichi, al Testo Unitario "Norme Tecniche per le Costruzioni", di cui al D.M. 14 Gennaio 2008.

#### 5.2.1 PRESSIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p = \frac{1}{2} \times \rho \times c_e(z) \times [V_R(T_R)]^2 \times c_p \times c_d \quad (1)$$

dove:

$\rho$  è la densità dell'aria, che può essere assunta pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>;

$V_{ref}$  è la velocità di riferimento del vento in m/s, definita dalla normativa come il valore massimo della velocità media su un intervallo di tempo di 10 minuti del vento, misurata a 10 metri dal suolo, su un sito di II° categoria. Tale velocità corrisponde ad un periodo di ritorno di 50 anni, ovvero ad una probabilità di essere superata in un anno pari al 2%.

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

In mancanza di apposite indagini statistiche, che tengano conto della scabrezza del sito, della topografia del terreno e della direzione del vento, la medesima norma stabilisce che, per le regioni dove verranno posizionati i monopoli, la più svantaggiosa, a favore di sicurezza risultano essere la Zona 3 ad altezze inferiori ad  $a_0 = 500$  m (parametro di macrozonazione per il vento, legato alla regione dove sorge la costruzione) sul livello del mare, il valore di  $v_{ref}$  sia considerato pari a:

$$v_{b,0} = 27 \text{ m/s.}$$

$c_e(z)$  è il coefficiente di esposizione delle pressioni, dipende dall'altezza della costruzione  $z$  dal suolo, dalla rugosità del terreno (classe C), dalla topografia del terreno e dall'esposizione del sito ove sorge il manufatto.

Il valore è ricavabile dalle seguenti espressioni:

$$c_e(z) = k_r^2 \times c_t \times \ln(z/z_0) \times ((7 + c_t \times \ln(z/z_0))) \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

dove:

$k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{\min}$  sono assegnati in funzione della posizione geografica del sito ove sorge la costruzione e della classe di rugosità. Nel caso più sfavorevole, poiché ci si trova entro i 10 km dal mare ed ad una altitudine inferiore ai 500 m, per la II<sup>a</sup> categoria valgono rispettivamente:

$$k_r = 0.19$$

$$z_0(\text{m}) = 0.05$$

$$z_{\min}(\text{m}) = 4.00$$

$z$  è l'altezza del cartello dal suolo pari nel caso più sfavorevole a 6.20 m circa

$c_t$  è il coefficiente di topografia, pari, in questo caso ad 1.00;

Nel caso specifico poiché  $z > z_{\min}$  si ha:

$$c_e(z) = k_r^2 \times c_t \times \ln(z/z_0) \times ((7 + c_t \times \ln(z/z_0))) \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_{e(6.20)} = 0.19^2 \times 1.00 \times \ln(6.20/0.05) \times ((7 + 1.00 \times \ln(6.20/0.05))) = 2.057 \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

**Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno**

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

**Tabella 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione**

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

$c_p$  è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato dai dati suffragati da un'opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento, pari in questo caso a, per vento applicato su insegne e cartelli (CNR-DT 207/2008 del 17 gennaio 2008), si avrà:

$$c_p = \pm 1.8$$

$c_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali pari in questo caso a 1.00.

Sostituendo quanto sopra riportato nella relazione (1), si ha:

$$p_e = \frac{1}{2} \times 1.25 \times 2.057 \times 27^2 \times 1.8 \times 1.0 = \pm 1687.0 \text{ [N/m}^2\text{]} \quad \text{per } z < z_{min}$$

viene considerato, a favore di sicurezza, un valore della pressione dovuta all'azione del vento, da applicare sui cartelli dei monopoli di segnaletica, pari a:

$$p = 1687.0 \text{ N/m}^2;$$

tale valore, a favore di sicurezza, sarà applicato anche sulla struttura del monopolo.

## 5.2.2 AZIONE TANGENTE DEL VENTO

L'azione radente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = c_f \times \frac{1}{2} \times \rho \times c_e(z) \times [v_R(T_R)]^2 \quad (2)$$

dove:

$c_f$  è il coefficiente d'attrito funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

In assenza di più precise valutazioni suffragate da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento, si assumeranno, i valori riportati nella tabella:

Superficie	Coefficiente d'attrito $c_t$
Liscia (acciaio, cemento a faccia liscia,...)	0.01
Scabra (cemento a faccia scabra, catrame,...)	0.02
Molto scabra (ondulata, costolata, piegata,...)	0.04

Nel caso specifico si avrà sostituendo nella (2):

$$\text{per } z = 6.2 \text{ m} > z_{\min} \quad c_f = 0.01 \quad p_f = 9.37 \text{ [N/m}^2\text{]}$$

Tale azione, considerata l'esiguità, può ritenersi trascurabile ai fini delle verifiche di stabilità della struttura.

## 6 SISMICITÀ DELL'AREA

Per il calcolo dell'azione sismica si sono considerati i seguenti parametri dedotti dal D.M. 14 Gennaio 2008:

VN = Vita nominale > 50 anni (Opere ordinarie di normale importanza);

Classe d'uso: Classe II;

CU = 1.0.

Si considerano i seguenti Stati limite per il calcolo dell'azione sismica:

SLV: Stato limite di salvaguardia della vita;

SLD: Stato limite di danno.

La zona, si fa riferimento alla Toscana, in esame prevede le seguenti caratteristiche sismiche:

Coordinate: Longitudine = 11.2499° ; Latitudine = 43.7874°

Punti della maglia: 19836 19837 20058 20059

Valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per i periodi di ritorno TR associati a ciascun Stato Limite

STATO LIMITE	TR [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
SLO	31	0.047	2.553	0.254
SLD	51	0.057	2.587	0.268
SLV	475	0.131	2.412	0.302
SLC	975	0.167	2.388	0.310

dove:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

## 7 TERRENO DI SEDIME

### 7.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Il dimensionamento tiene conto dei seguenti parametri:

Rilevato:

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi' = 35^\circ$$

$$E = 25\div 30 \text{ MPa}$$

Terreno in posto:

- Terreni prevalentemente fini (Tipo A)

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione drenata} = 0 \text{ kPa}$$

$$\text{Coesione non drenata} = 50+2z \text{ MPa (con } z=\text{profondità espressa in m)}$$

$$\phi' = 24^\circ$$

$$E = 10+2z^{0.5} \text{ kPa}$$

- Terreni prevalentemente grossolani (Tipo B)

$$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{Coesione drenata} = 0 \text{ kPa}$$

$$\text{Coesione non drenata} = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi' = 32^\circ$$

$$E = 15+5z^{0.5} \text{ MPa (con } z=\text{profondità espressa in m).}$$

### 7.2 CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, deve essere valutata l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie (poiché l'azione sismica delle costruzioni è generata dal moto non uniforme del terreno di sedime per effetto della propagazione delle onde sismiche), pertanto si utilizza la classificazione dei terreni descritta dalle norme e in accordo con il terreno della zona in esame.

La caratterizzazione del tipo di sottosuolo è data dal parametro denominato "average shear wave velocity"  $v_{s,30}$ , che è una sorta di velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo. In assenza di determinazioni di velocità di onde di taglio si possono utilizzare i parametri dei risultati delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

L'EC 8 e le "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 14 Gennaio 2008 prevedono 7 diversi tipi di sottosuolo, di cui i primi 5 sono identificati con le lettere da A ad E e gli altri due come S1 ed S2. Per ciascuno di essi sono sinteticamente descritti i profili stratigrafici ed i valori di specifici parametri meccanici ( $v_{s,30}$ ,  $N_{spt}$ ,  $c_u$ ).

In sintesi la classificazione individua sottosuoli a rigidità via via decrescente, a partire dal sottosuolo tipo A, costituito da roccia affiorante o terreni molto rigidi, fino a sottosuoli S1 ed S2, molto deformabili e suscettibili di fenomeni di rottura per la sola azione sismica e pertanto per questi ultimi due tipi di terreno è necessario effettuare studi specifici per la determinazione delle azioni sismiche.

La classificazione del terreno si effettua in base ai valori della velocità di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30m di profondità. Per le fondazioni superficiali tale profondità è riferita al piano di imposta della stessa. La classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica nei terreni a grana grossa e dalla resistenza non drenata equivalente nei terreni a grana fine.

Il terreno di fondazione è caratterizzato da suoli di tipo **C**, rappresentato da “depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, con valori di  $v_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s ( $15 < N_{spt} < 50$ ,  $70 < c_u < 250$  kPa.).

Trattandosi di zone pianeggianti e pendii con inclinazione inferiore a 15°, è stata assunta la categoria topografica T1.

### 7.3 COSTANTI ELASTICHE DEL TERRENO

La valutazione del coefficiente di reazione del terreno  $k_s$  (kN/m<sup>3</sup>) è alquanto difficile trattandosi di un parametro che riflette in modo globale il complesso comportamento carichi-spostamenti-tempo del sistema struttura-terreno. I valori ritrovati nella letteratura sono i seguenti e devono intendersi indicativi e servono esclusivamente per confronto con i valori ricavati con le formule approssimate:

Terreno	$k_s$ (kN/m <sup>3</sup> )
Roccia coerente normal consolidata	10.000 ÷ 50.000
Roccia coerente sovraconsolidata	150.000 ÷ 250.000
Sabbia e ghiaia compatta	100.000 ÷ 300.000
Sabbia molto sciolta	< 4.000
Sabbia sciolta	4.000 ÷ 12.500
Sabbia mediamente sciolta	12.500 ÷ 30.000
Sabbia mediamente compatta	30.000 ÷ 75.000
Sabbia compatta	75.000 ÷ 150.000
Sabbia molto compatta	> 150.000
Sabbia argillosa mediamente compatta	32.000 ÷ 80.000
Sabbia limosa mediamente compatta	24.000 ÷ 48.000
Terreno argilloso:	
$q_u \leq 200$ kPa	12.000 ÷ 24.000
$200 \leq q_u \leq 400$ kPa	24.000 ÷ 48.000
$q_u > 400$ kPa	> 48.000

Per la valutazione teorica del coefficiente di reazione verticale si ricorre al modulo di elasticità operativo E. Nel caso di plinto, e strato compressibile di potenza H e natura E dalla letteratura si trova:

$$k_s = \frac{2 \times E}{b \log_e \left( \frac{b + 2H}{b} \right)} = 0.739/0.696/0.660 \text{ [kg/cm}^3\text{]}$$

dove:

$b = 110/120/130$  cm      dimensione media della striscia di carico nastriforme

$E = 12$  Mpa = 120 kg/cm<sup>2</sup>      modulo di elasticità operativo

$H = 10.00$  m      potenza media dello strato compressibile considerato.

## 7.4 RESISTENZA AI CARICHI SUPERFICIALI

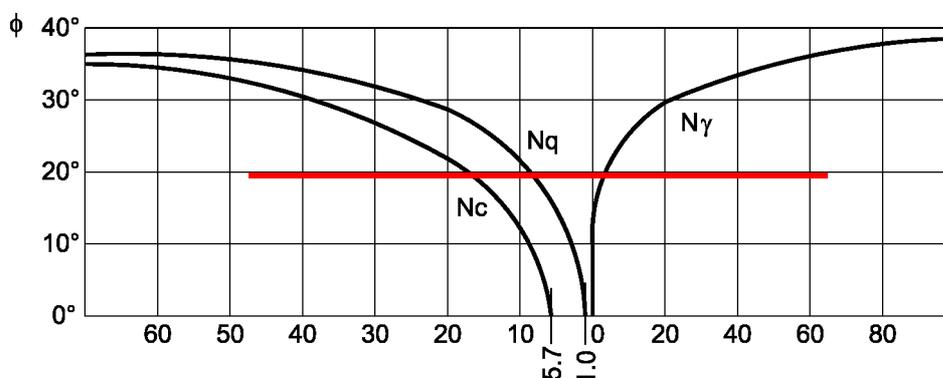
Nel presente paragrafo si è determinata la resistenza del terreno ai carichi superficiali. La determinazione di tale resistenza, in sostanza definisce il valore della forza che, distribuita su una porzione limitata di terreno, produce le condizioni di rottura del semispazio plastico. Poiché una soluzione analitica esatta di questo problema non esiste, il valore del carico di rottura  $q_p$  si determina con la soluzione proposta da Terzaghi nella quale i fattori di stabilità sono funzione dei parametri geotecnici del terreno. Pertanto si ha:

$$q_p = c'N_c + q_0 N_q + \gamma b N_\gamma$$

La segnaletica costituita dai monopoli sarà posta sullo strato di terreno in sito. Per tale strato di terreno si assume a favore di sicurezza  $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$ ,  $c' = 0.0 \text{ kN/mq}$  e  $\phi' = 24^\circ$ , poiché per la NTC2008 i parametri del terreno  $\tan\phi'$  e  $c'$  vanno ridotti del fattore 1.25 (tali valori ridotti si assumono, a favore di sicurezza, anche per l'azione sismica, anche se il fattore dovrebbe essere pari ad 1.00) si ha:

$$\phi' = 19.2^\circ,$$

dunque dalla soluzione proposta da Terzaghi di cui alla figura seguente si ha:



$N_c = 18$ ;  $N_q = 8$ ;  $N_\gamma = 3$ ;  $b_{\min} = (1/2 \text{ dimensione trasversale dell'impronta di carico minima})$   
 $q_0 = \gamma \times h$  dove  $h$  è la profondità del piano di posa delle fondazioni.

Ne consegue:

- **MONOPALO TIPO A**

$$q_p = 1.00 \times 8 \times 1900 + 1900 \times 0.55 \times 3 = 18335 \text{ kg/m}^2 = 1.833 \text{ kg/cm}^2$$

Poiché, come si evince dal par. "Tensioni sul terreno" per la CCGEO, della relazione di calcolo strutturale la massima pressione sul terreno è pari a  $q_{\max\text{-staticageo}} = 0.77 \text{ kg/cm}^2$  e  $q_{\max\text{-sismica}} = 0.47 \text{ kg/cm}^2$ , si hanno pertanto i seguenti valori dei coefficienti di sicurezza:

$$\eta_{\text{slugeostatica}} = q_p/q_{\max} = 2.38 > \eta_{\text{amm}} = 1.8$$

$$\eta_{\text{slusismica}} = q_p/q_{\max} = 3.90 > \eta_{\text{amm}} = 2.3$$

- **MONOPALO TIPO B**

$$q_p = 1.20 \times 8 \times 1900 + 1900 \times 0.60 \times 3 = 21660 \text{ kg/m}^2 = 2.17 \text{ kg/cm}^2$$

Poiché, come si evince dal par. "Tensioni sul terreno" per la CCGEO, della relazione di calcolo strutturale la massima pressione sul terreno è pari a  $q_{\max\text{-staticageo}} = 0.87 \text{ kg/cm}^2$  e  $q_{\max\text{-sismica}} = 0.54 \text{ kg/cm}^2$ , si hanno pertanto i seguenti valori dei coefficienti di sicurezza:

$$\eta_{\text{slugeostatica}} = q_p/q_{\max} = 2.50 > \eta_{\text{amm}} = 1.8$$

$$\eta_{\text{slusismica}} = q_p/q_{\max} = 4.02 > \eta_{\text{amm}} = 2.3$$

- **MONOPALO TIPO C**

$$q_p = 1.40 \times 8 \times 1900 + 1900 \times 0.65 \times 3 = 24985 \text{ kg/m}^2 = 2.50 \text{ kg/cm}^2$$

Poiché, come si evince dal par. "Tensioni sul terreno" per la CCGEO, della relazione di calcolo strutturale la massima pressione sul terreno è pari a  $q_{\max\text{-staticageo}} = 1.00 \text{ kg/cm}^2$  e  $q_{\max\text{-sismica}} = 0.60 \text{ kg/cm}^2$ , si hanno pertanto i seguenti valori dei coefficienti di sicurezza:

$$\eta_{\text{slugeostatica}} = q_p/q_{\max} = 2.50 > \eta_{\text{amm}} = 1.8$$

$$\eta_{\text{slusismica}} = q_p/q_{\max} = 4.17 > \eta_{\text{amm}} = 2.3$$



## 8 CONVENZIONI E METODOLOGIE DI CALCOLO

### 8.1 SISTEMI DI RIFERIMENTO

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

### 8.2 ROTAZIONI E MOMENTI

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se **CONTROVERSI** agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se **CONTROVERSI** al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

### 8.3 UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : kg
- masse : kg massa
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

### 8.4 ELENCO MATERIALI

- Materiale** = Numero del materiale
- Comm.** = Commento
- P** = Peso specifico
- E** = Modulo elastico
- G** = Modulo elastico tangenziale
- Nu** = Coeff. di Poisson
- Alfa** = Coeff. di dilatazione termica

N.Mat.	Comm.	P	E	G	Nu	Alfa
3	CLS R'ck=30 N/mm <sup>2</sup>	0.250000E+04	0.311769E+10	0.136399E+10	0.1000	0.100000E-04
9	ACCIAIO	0.785000E+04	0.210000E+11	0.816000E+10	0.3000	0.100000E-04

### 8.5 PARAMETRI DI CALCOLO

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:

**ModeSt - Modellatore Strutturale ver. 7.23 licenza n° 5966**

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:

**SAP90 - Finite Element Analysis of Structures Program ver. 5.4 n° 845-2177**

(C) Computers & Structures, Inc. - Berkeley (CA)

I carichi variabili sulle aste sono stati resi uniformi considerando il valore massimo del carico. E' stato assunto come minimo carico da considerare 1 kg/m. I carichi sono stati arrotondati a multipli di 1 kg/m. Il calcolo della struttura stato effettuato senza l'ipotesi di impalcato rigidi.

DATI DI CLCOLO:

Tipo di normativa: stati limite D.M. 08

Tipo di calcolo: analisi sismica statica

Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido

Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Lineari: si

Dati struttura

- Sito di costruzione: Toscana LON. 11.24990 LAT. 43.78740

Contenuto tra ID reticolo: 20059 19837 20058 19836

TCC Ag FO TC\*

-----  
SLV 0.1313 2.41 0.30

- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale  $V_N$ : 50.00
- Classe d'uso: classe II
- Classe di duttilità: classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>

Dati di calcolo

- Categoria del suolo di fondazione: C
- Fattore di struttura (q) 1.00

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$

- Coeff. amplificazione topografica: 1.00

- Smorzamento spettro: 5.00

Spettro allo SLV

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>

- Tipo di combinazione sismica: 30% esteso

### • ANALISI STATICA

Le condizioni di carico elementari (CCE) presenti nella struttura sono le seguenti:

1) PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

2) AZIONE DEL VENTO

Sono state definite le seguenti combinazioni delle CCE:

COMBINAZIONI DELLE CCE STATICHE:

CC	TCC	An.	1	2
1	SLU	L	1.00	1.50
2	SLU	L	1.30	1.00
3	SLU	L	1.30	1.50
4	SLE R	L	1.00	1.00
5	SLE F	L	1.00	0.20
6	SLE Q	L	1.00	0.00

COMBINAZIONI DELLE CCE GEO (necessario per determinare lo sforzo normale per il calcolo della portanza del terreno):

CC	Tipo	1	2	$\pm S$ X,Y,Z
1	SLU	1.00	1.30	0.00

### • ANALISI SISMICA

Le condizioni di carico elementari (CCE) presenti nella struttura sono le seguenti:

1) PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA

2) SISMA IN DIR. X e Y

CC	Comm.	TCC	An.	1	S X	S Y
1	(SLU S) S +X+0.3Y	SLV L		1.00	1.00	0.30
2	(SLU S) S +X-0.3Y	SLV L		1.00	1.00	-0.30
3	(SLU S) S -X+0.3Y	SLV L		1.00	-1.00	0.30
4	(SLU S) S -X-0.3Y	SLV L		1.00	-1.00	-0.30
5	(SLU S) S +0.3X+Y	SLV L		1.00	0.30	1.00
6	(SLU S) S -0.3X+Y	SLV L		1.00	-0.30	1.00
7	(SLU S) S +0.3X-Y	SLV L		1.00	0.30	-1.00
8	(SLU S) S -0.3X-Y	SLV L		1.00	-0.30	-1.00

Di seguito si riportano le verifiche dei tre monopali ottenute grazie al modello impostato mediante l'utilizzo dei plinti in fondazione, solo per la verifica delle tensioni indotte sul terreno ci si riferisce al modello realizzato con gli elementi bidimensionali.

Verranno riportate le verifiche in condizioni statiche poiché risultano più penalizzanti rispetto a quelle sismiche.

## 9 MONOPALO "A"

### 9.1 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

#### 9.1.1 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

##### 9.1.1.1 Elenco vincoli nodi

**Vn** : Numero del vincolo nodo  
**Comm.** : Commento  
**Sx** : Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato)  
**Sy** : Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato)  
**Sz** : Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato)  
**Rx** : Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata)  
**Ry** : Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata)  
**Rz** : Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata)  
**RL** : Rotazione libera  
**Ly** : Lunghezza (dir. Y locale)  
**Lz** : Larghezza (dir. Z locale)  
**K<sub>t</sub>** : Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly	Lz	K <sub>t</sub>	
									<grad>	<m>	<m>	<kg/cmc>
1	Libero	L	L	L	L	L	L					
2	Incastro	B	B	B	B	B	B					

##### 9.1.1.2 Elenco nodi

**Nodo** : Numero del nodo  
**X** : Coordinata X del nodo  
**Y** : Coordinata Y del nodo  
**Z** : Coordinata Z del nodo  
**Imp.** : Impalcato  
**Vn** : Numero del vincolo nodo  
 1 movimento impedito  
 2 ritegno elastico

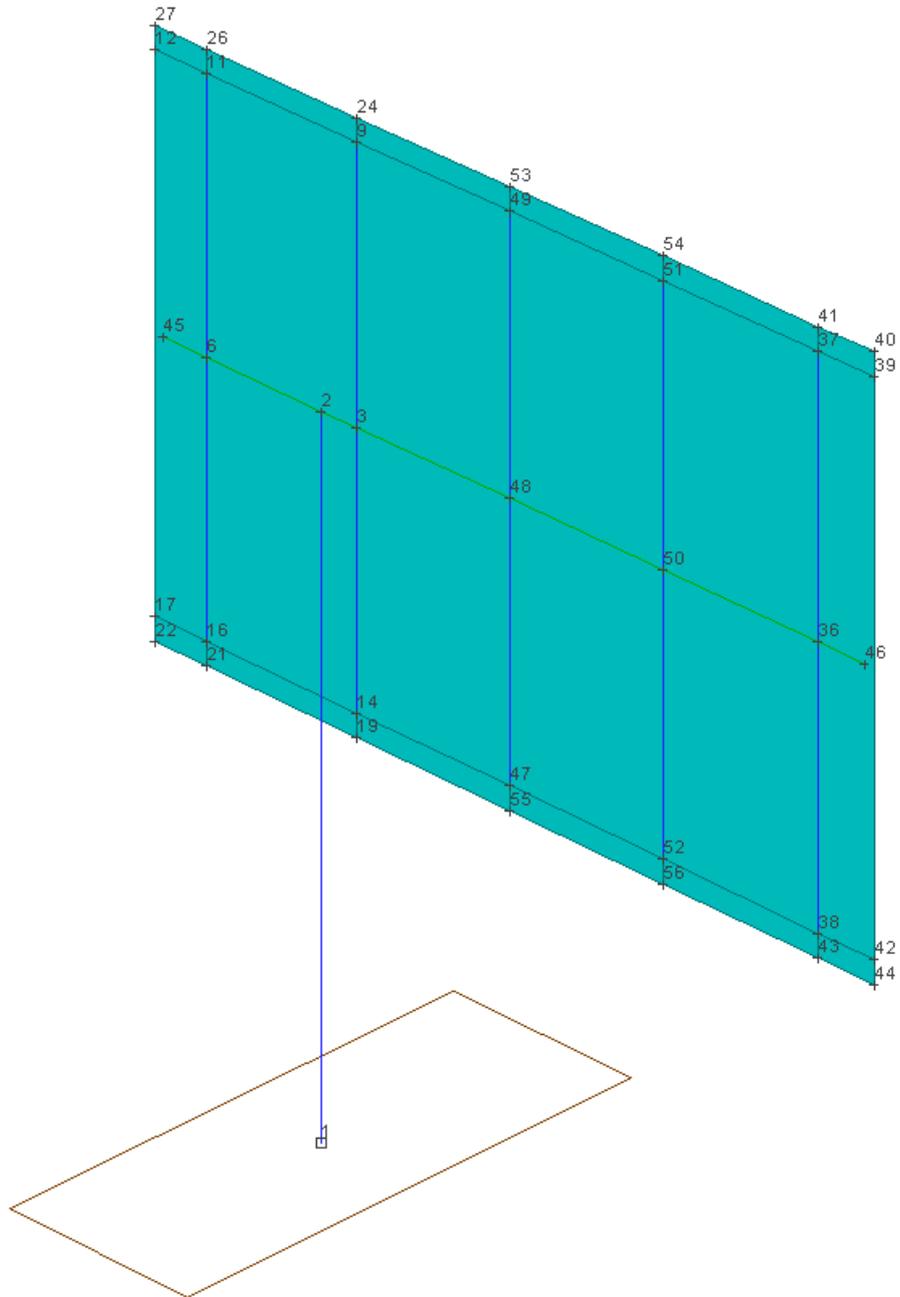
Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn
	<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>		
1	0.00	0.00	0.00	0	2	2	0.00	0.00	2.95	0	1	3	0.20	0.00	2.95	0	1
6	-0.65	0.00	2.95	0	1	9	0.20	0.00	4.10	0	1	11	-0.65	0.00	4.10	0	1
12	-0.95	0.00	4.10	0	1	14	0.20	0.00	1.80	0	1	16	-0.65	0.00	1.80	0	1
17	-0.95	0.00	1.80	0	1	19	0.20	0.00	1.70	0	1	21	-0.65	0.00	1.70	0	1
22	-0.95	0.00	1.70	0	1	24	0.20	0.00	4.20	0	1	26	-0.65	0.00	4.20	0	1
27	-0.95	0.00	4.20	0	1	36	2.75	0.00	2.95	0	1	37	2.75	0.00	4.10	0	1
38	2.75	0.00	1.80	0	1	39	3.05	0.00	4.10	0	1	40	3.05	0.00	4.20	0	1
41	2.75	0.00	4.20	0	1	42	3.05	0.00	1.80	0	1	43	2.75	0.00	1.70	0	1
44	3.05	0.00	1.70	0	1	45	-0.90	0.00	2.95	0	1	46	3.00	0.00	2.95	0	1
47	1.05	0.00	1.80	0	1	48	1.05	0.00	2.95	0	1	49	1.05	0.00	4.10	0	1
50	1.90	0.00	2.95	0	1	51	1.90	0.00	4.10	0	1	52	1.90	0.00	1.80	0	1
53	1.05	0.00	4.20	0	1	54	1.90	0.00	4.20	0	1	55	1.05	0.00	1.70	0	1

56 1.90 0.00 1.70 0 1

Di seguito si riporta lo schema prospettico della numerazione dei nodi.

# SCHEMA DI CALCOLO

*Numerazione dei nodi*



## 9.1.1.3 Elenco sezioni

**Sez.** : Numero della sezione

**Comm.** : Commento

**Tipo** : Tipologia

2C	= Doppia C lato labbri	2Cdx	= Doppia C lato costola
2I	= Doppia I	2L	= Doppia L lato labbri
2Ldx	= Doppia L lato costole	C	= C
Cdx	= C destra	Circ.	= Circolare
Circ. cava	= Circolare cava	I	= I
L	= L	Ldx	= L destra
Om	= Omega	PG	= PiGreco
Pr	= Poligono regolare	Prc	= Poligono regolare cavo
Qc	= Per coordinate	Q	= Inerzie assegnate
R	= Rettangolare	Rc	= Rettangolare cava
T	= T	U	= U
Ur	= U rovescia	V	= V
Vr	= V rovescia	Z	= Z
Zdx	= Z destra	Ts	= T stondata
Ls	= L stondata	Cs	= C stondata
Is	= I stondata	Dis	= Disegnata

**Mem.** : Membratura

G = Generica  
T = Trave  
P = Pilastro

**Ver.** : Verifica prevista

N = Nessuna  
C = Cemento armato  
A = Acciaio

**B/Nv/Area** : Base superiore / Numero di vertici / Area

**H/R/Jx** : Altezza parte sup. / Raggio / Mom. d'inerzia intorno all'asse X

**b/s/Jy** : Base inferiore / Spessore ala / Mom. d'inerzia intorno all'asse Y

**h/a/Jz** : Altezza parte inf. / Spessore anima / Mom. d'inerzia intorno all'asse Z

**D/C** : Distanza / Ala

**Mat.** : Numero del materiale

**Crit.** : Criterio di progetto

Sez.	Comm.	Tipo	Me	Ver.	B	H	s	R	Ma	C
					<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		
1		Rc	P	A	22.00	22.00	0.60		2	1
2		Rc	T	A	20.00	15.00	0.60		2	1
3		Cir.c	P	A			0.40	4.50	2	1

#### 9.1.1.4 Elenco vincoli aste

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt
															<kg/cm<
1	Inc+Inc	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

#### 9.1.1.5 Elenco aste

**Asta** : Numero dell'asta

**N1** : Nodo iniziale

**N2** : Nodo finale

**Sez.** : Numero della sezione

**Va** : Numero del vincolo asta  
**Par.** : Numero dei parametri aggiuntivi  
**Rot.** : Rotazione  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2  
**Dz1** : Scost. filo fisso Z1  
**Dz2** : Scost. filo fisso Z2

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot. <grad>	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Dz1 <cm>	Dz2 <cm>	Kt <kg/cmc>
1	1	2	1	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	3	9	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
10	45	6	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	6	2	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2	3	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	3	48	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	48	50	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	50	36	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	36	46	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	16	6	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
20	6	11	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
21	14	3	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
22	47	48	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
22	48	49	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
23	52	50	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
23	50	51	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
24	38	36	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00
24	36	37	3	1		0.00	55	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00

### 9.1.1.6 Elenco tipi elementi bidimensionali

**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**Comm.** : Commento  
**Tipo** : Tipologia  
**F** : Flessionale  
**M** : Membranale  
**W-RC** : Winkler resistente solo a compressione  
**W-RTC** : Winkler resistente a trazione e a compressione  
**Uso** : Utilizzo  
**G** : Generico  
**P** : Parete  
**S** : Soletta/Platea  
**N** : Nucleo  
**M** : Muratura  
**L** : Pilastro  
**Mat.** : Numero del materiale  
**Crit.** : Numero del criterio di progetto  
**Spess.** : Spessore  
**Kt** : Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Tb	Comm.	Tipo	Uso	Mat.	Crit.	Spess.	Kt <kg/cmc>
1	Cartello	F	G		2	30/10	

### 9.1.1.7 Elenco elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale  
**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**N1** : Nodo 1  
**N2** : Nodo 2

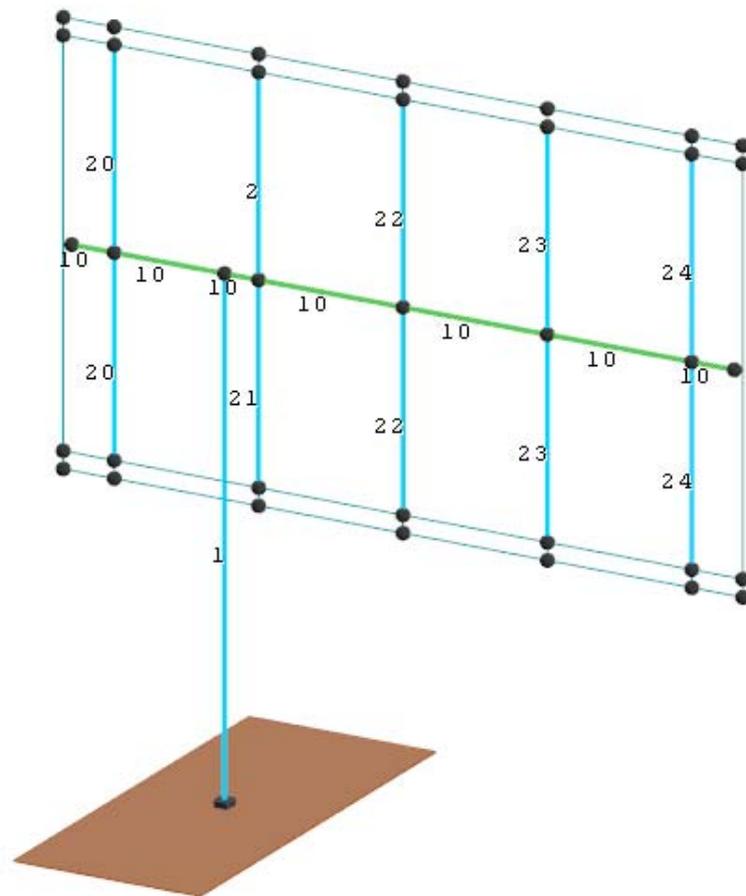
**N3** : Nodo 3  
**N4** : Nodo 4  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2

Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>
0	1	22	21	16	17	11	19.00	19.00	0	1	17	16	11	12	11	19.00	19.00
0	1	55	56	52	47	11	19.00	19.00	0	1	12	11	26	27	11	19.00	19.00
0	1	47	52	51	49	11	19.00	19.00	0	1	52	38	37	51	11	19.00	19.00
0	1	56	43	38	52	11	19.00	19.00	0	1	14	47	49	9	11	19.00	19.00
0	1	43	44	42	38	11	19.00	19.00	0	1	51	37	41	54	11	19.00	19.00
0	1	16	14	9	11	11	19.00	19.00	0	1	37	39	40	41	11	19.00	19.00
0	1	38	42	39	37	11	19.00	19.00	0	1	19	55	47	14	11	19.00	19.00
0	1	21	19	14	16	11	19.00	19.00	0	1	49	51	54	53	11	19.00	19.00
0	1	9	49	53	24	11	19.00	19.00	0	1	11	9	24	26	11	19.00	19.00

Di seguito è riportato lo schema prospettico del modello di calcolo strutturale con indicazione della posizione e numerazione delle aste.

## SCHEMA DI CALCOLO

### Numerazione delle aste



### 9.1.1.8 Elenco tipi plinti

**TI** : Numero del tipo plinto

**Tipo** : Tipologia

**Gra** : Gradoni

**Pir** : Piramidale  
**T3** : Triangolare 3 pali  
**T3B** : Triangolare 3 pali + bicchiere  
**R** : Rettangolare  
**RB** : Rettangolare + bicchiere  
**R1** : Rettangolare 1 palo  
**R1B** : Rettangolare 1 palo + bicchiere  
**R2x** : Rettangolare 2 pali dir. X  
**R2xB** : Rettangolare 2 pali dir. X + bicchiere  
**R2y** : Rettangolare 2 pali dir. Y  
**R2B** : Rettangolare 2 pali dir. Y + bicchiere  
**R4** : Rettangolare 4 pali  
**R4B** : Rettangolare 4 pali + bicchiere  
**P5** : Pentagonale 5 pali  
**P5B** : Pentagonale 5 pali + bicchiere  
**E6** : Esagonale 6 pali  
**E6B** : Esagonale 6 pali + bicchiere

**Comm.** : Commento

**A1** : Prima dimensione plinto in dir. X  
**A2** : Seconda dimensione plinto in dir. X  
**B1** : Prima dimensione plinto in dir. Y  
**B2** : Seconda dimensione plinto in dir. Y  
**H1** : Altezza parte inferiore plinto  
**c1** : Allargamento magrone in dir. X  
**c2** : Allargamento magrone in dir. Y  
**h** : Altezza magrone  
**Crit.** : Numero del criterio di progetto

Tl	Tipo	Comm.	A1 <m>	A2 <m>	B1 <m>	B2 <m>	H1 <m>	c1 <m>	c2 <m>	h <m>	Crit.
1	R		0.55	0.55	1.25	1.25	1.30	0.15	0.15	0.15	1

### 9.1.1.9 Elenco plinti

**L** : Plinto  
**TI** : Numero del tipo plinto  
**Nodo** : Nodo plinto

L	TI	Nodo
1	1	1

## 9.1.2 CARICHI SULLA STRUTTURA

### 9.1.2.1 Elenco carichi aste

ELENCO CARICHI DISTRIBUITI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta  
**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta  
**P/S** : PP se il carico è dovuto al peso proprio dell'asta altrimenti rappresenta il numero del tipo di solaio di provenienza  
**T** : se il carico è proveniente da un solaio rappresenta il tipo di carico:permanente(P) occidentale (A)  
**DC** : direzione del carico:  
 XL,YL,ZL secondo gli assi X,Y,Z locali  
 XG,YG,ZG secondo gli assi X,Y,Z globali

**Xi,Xf** : ascissa iniziale e finale del carico (m)

**Qi,Qf** : valore del carico in Xi e Xf (kg/m)

#### ELENCO CARICHI CONCENTRATI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta

**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta

**D** : direzione locale (L) o globale (G)

**X** : ascissa del carico (m)

**PX,PY,PZ** : componenti X Y Z della forza applicata (kg)

**MX,MY,MZ** : componenti X Y Z del momento applicato (kgm)

#### ELENCO CARICHI TERMICI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta

**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta

**DT** : dilatazione termica uniforme (gradi)

**GY,GZ** : gradienti di temperatura (gradi/m)

#### CONDIZIONE DI CARICO 1: PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>	Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>
0	16	6	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48	0	14	3	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48
0	6	11	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48	0	47	48	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48
0	3	9	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48	0	52	50	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48
0	48	49	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48	0	38	36	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48
0	50	51	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48	0	36	37	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.15	8.48
1	1	2	--	PP	ZG	0.00	40.32	2.95	40.32	10	45	6	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.25	31.84
10	6	2	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.65	31.84	10	2	3	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.20	31.84
10	3	48	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.85	31.84	10	48	50	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.85	31.84
10	50	36	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.85	31.84	10	36	46	--	PP	ZG	0.00	31.84	0.25	31.84

#### CONDIZIONE DI CARICO 2: AZIONE DEL VENTO - CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>
1	1	2	--	M	YG	0.00	37.11	2.95	37.11

### 9.1.2.2 Elenco carichi elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale

**N1** : Nodo1

**N2** : Nodo2

**N3** : Nodo3

**N4** : Nodo4

**T** : Tipo di carico

**PP** : Peso proprio

**M** : Manuale

**DC** : Direzione del carico

**G** : secondo gli assi Globali

**L** : secondo gli assi Locali

**Qx** : Carico in dir. X

**Qy** : Carico in dir. Y

**Qz** : Carico in dir. Z

#### CONDIZIONE DI CARICO 1: PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CARICHI UNIFORMI

Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>	Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>
------	----	----	----	----	---	----	---------------	---------------	---------------	------	----	----	----	----	---	----	---------------	---------------	---------------

0 22 21 16 17 PP G	0.00	0.00	10.01	0 17 16 11 12 PP G	0.00	0.00	10.01
0 55 56 52 47 PP G	0.00	0.00	10.01	0 12 11 26 27 PP G	0.00	0.00	10.01
0 47 52 51 49 PP G	0.00	0.00	10.01	0 52 38 37 51 PP G	0.00	0.00	10.01
0 56 43 38 52 PP G	0.00	0.00	10.01	0 14 47 49 9 PP G	0.00	0.00	10.01
0 43 44 42 38 PP G	0.00	0.00	10.01	0 51 37 41 54 PP G	0.00	0.00	10.01
0 16 14 9 11 PP G	0.00	0.00	10.01	0 37 39 40 41 PP G	0.00	0.00	10.01
0 38 42 39 37 PP G	0.00	0.00	10.01	0 19 55 47 14 PP G	0.00	0.00	10.01
0 21 19 14 16 PP G	0.00	0.00	10.01	0 49 51 54 53 PP G	0.00	0.00	10.01
0 9 49 53 24 PP G	0.00	0.00	10.01	0 11 9 24 26 PP G	0.00	0.00	10.01

## CONDIZIONE DI CARICO 2: AZIONE DEL VENTO - CARICHI UNIFORMI

Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>	Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>
0 22 21 16 17 M G	0.00	168.70	0.00	0 17 16 11 12 M G	0.00	168.70	0.00												
0 55 56 52 47 M G	0.00	168.70	0.00	0 12 11 26 27 M G	0.00	168.70	0.00												
0 47 52 51 49 M G	0.00	168.70	0.00	0 52 38 37 51 M G	0.00	168.70	0.00												
0 56 43 38 52 M G	0.00	168.70	0.00	0 14 47 49 9 M G	0.00	168.70	0.00												
0 43 44 42 38 M G	0.00	168.70	0.00	0 51 37 41 54 M G	0.00	168.70	0.00												
0 16 14 9 11 M G	0.00	168.70	0.00	0 37 39 40 41 M G	0.00	168.70	0.00												
0 38 42 39 37 M G	0.00	168.70	0.00	0 19 55 47 14 M G	0.00	168.70	0.00												
0 21 19 14 16 M G	0.00	168.70	0.00	0 49 51 54 53 M G	0.00	168.70	0.00												
0 9 49 53 24 M G	0.00	168.70	0.00	0 11 9 24 26 M G	0.00	168.70	0.00												

### 9.1.2.3 Elenco masse nodi

**Nodo** = Numero del nodo

**Mo** = Massa orizzontale

**Mz** = Massa in dir. Z

Nodo	Mo <KG>	Mz <KG>									
2	7.44	7.44	3	2.70	2.70	6	2.46	2.46	9	1.54	1.54
11	1.20	1.20	12	0.18	0.18	14	1.54	1.54	16	1.20	1.20
17	0.18	0.18	19	0.04	0.04	21	0.03	0.03	22	0.01	0.01
24	0.04	0.04	26	0.03	0.03	27	0.01	0.01	36	2.78	2.78
37	1.20	1.20	38	1.20	1.20	39	0.18	0.18	40	0.01	0.01
41	0.03	0.03	42	0.18	0.18	43	0.03	0.03	44	0.01	0.01
45	0.41	0.41	46	0.41	0.41	47	1.54	1.54	48	3.75	3.75
49	1.54	1.54	50	3.75	3.75	51	1.54	1.54	52	1.54	1.54
53	0.04	0.04	54	0.04	0.04	55	0.04	0.04	56	0.04	0.04

## 9.1.3 ANALISI STATICO-DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA

### 9.1.3.1 Spostamenti nodali

**Nodo** : numero del nodo

**CC** : numero della combinazione delle CCE

**SX,SY,SZ** : spostamenti dei nodi (cm)

**RX,RY,RZ** : rotazioni dei nodi (radianti)

**±SXd,±SYd,±SZd** : componenti dinamiche degli spostamenti nodali (cm)

**±RXd,±RYd,±RZd** : componenti dinamiche delle rotazioni nodali (radianti)

Nodo	CC	Sx <cm>	Sy <cm>	Sz <cm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>	Nodo	CC	Sx <cm>	Sy <cm>	Sz <cm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
2 1	0.17	-2.72	0.00	0.0136	0.0011	-0.0167	2 2	0.22	-1.82	-0.00	0.0091	0.0014	-0.0111		
2 3	0.22	-2.72	-0.00	0.0136	0.0014	-0.0167	2 4	0.17	-1.82	0.00	0.0091	0.0011	-0.0111		
2 5	0.17	-0.36	0.00	0.0018	0.0011	-0.0022	2 6	0.17	0.00	0.00	0.0000	0.0011	0.0000		
3 1	0.17	-3.06	-0.02	0.0136	0.0011	-0.0169	3 2	0.22	-2.04	-0.03	0.0091	0.0015	-0.0113		
3 3	0.22	-3.06	-0.03	0.0136	0.0015	-0.0169	3 4	0.17	-2.04	-0.02	0.0091	0.0011	-0.0113		
3 5	0.17	-0.41	-0.02	0.0018	0.0011	-0.0023	3 6	0.17	0.00	-0.02	0.0000	0.0011	0.0000		
6 1	0.17	-1.65	0.07	0.0136	0.0012	-0.0165	6 2	0.22	-1.10	0.10	0.0091	0.0015	-0.0110		
6 3	0.22	-1.65	0.10	0.0136	0.0015	-0.0165	6 4	0.17	-1.10	0.07	0.0091	0.0012	-0.0110		
6 5	0.17	-0.22	0.07	0.0018	0.0012	-0.0022	6 6	0.17	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000		
9 1	0.30	-5.16	-0.02	0.0211	0.0012	-0.0169	9 2	0.39	-3.44	-0.03	0.0140	0.0015	-0.0113		

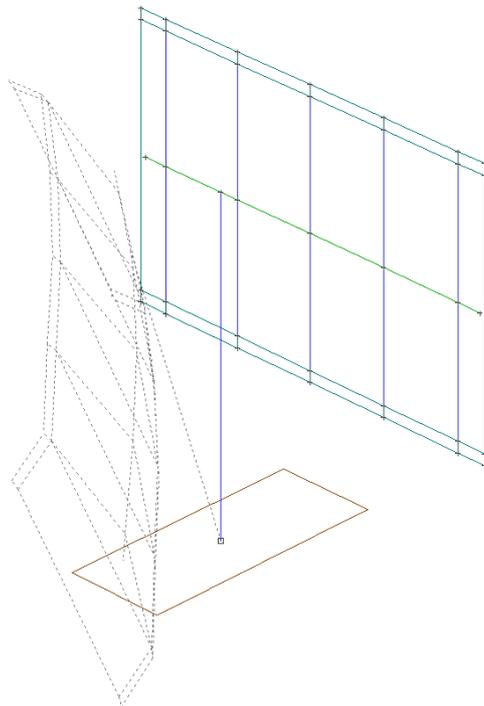
9	3	0.39	-5.16	-0.03	0.0211	0.0015	-0.0169	9	4	0.30	-3.44	-0.02	0.0140	0.0012	-0.0113
9	5	0.30	-0.69	-0.02	0.0028	0.0012	-0.0023	9	6	0.30	0.00	-0.02	0.0000	0.0012	0.0000
11	1	0.30	-3.67	0.07	0.0200	0.0012	-0.0155	11	2	0.39	-2.45	0.10	0.0133	0.0015	-0.0103
11	3	0.39	-3.67	0.10	0.0200	0.0015	-0.0155	11	4	0.30	-2.45	0.07	0.0133	0.0012	-0.0103
11	5	0.30	-0.49	0.07	0.0027	0.0012	-0.0021	11	6	0.30	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
12	1	0.30	-11.99	0.11	0.0083	0.0012	0.4220	12	2	0.39	-7.99	0.14	0.0056	0.0015	0.2813
12	3	0.39	-11.99	0.14	0.0083	0.0015	0.4220	12	4	0.30	-7.99	0.11	0.0056	0.0012	0.2813
12	5	0.30	-1.60	0.11	0.0011	0.0012	0.0563	12	6	0.30	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
14	1	0.03	-2.03	-0.02	0.0062	0.0012	-0.0169	14	2	0.04	-1.35	-0.03	0.0041	0.0015	-0.0113
14	3	0.04	-2.03	-0.03	0.0062	0.0015	-0.0169	14	4	0.03	-1.35	-0.02	0.0041	0.0012	-0.0113
14	5	0.03	-0.27	-0.02	0.0000	0.0012	-0.0023	14	6	0.03	0.00	-0.02	0.0000	0.0012	0.0000
16	1	0.03	-0.54	0.07	0.0073	0.0012	-0.0155	16	2	0.04	-0.36	0.10	0.0049	0.0015	-0.0103
16	3	0.04	-0.54	0.10	0.0073	0.0015	-0.0155	16	4	0.03	-0.36	0.07	0.0049	0.0012	-0.0103
16	5	0.03	-0.07	0.07	0.0000	0.0012	-0.0021	16	6	0.03	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
17	1	0.03	-8.85	0.11	0.0189	0.0012	0.4220	17	2	0.04	-5.90	0.14	0.0126	0.0015	0.2813
17	3	0.04	-8.85	0.14	0.0189	0.0015	0.4220	17	4	0.03	-5.90	0.11	0.0126	0.0012	0.2813
17	5	0.03	-1.18	0.11	0.0025	0.0012	0.0563	17	6	0.03	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
19	1	0.02	-2.09	-0.02	-0.0142	0.0012	0.0161	19	2	0.03	-1.39	-0.03	-0.0095	0.0015	0.0107
19	3	0.03	-2.09	-0.03	-0.0142	0.0015	0.0161	19	4	0.02	-1.39	-0.02	-0.0095	0.0012	0.0107
19	5	0.02	-0.28	-0.02	-0.0019	0.0012	0.0021	19	6	0.02	0.00	-0.02	0.0000	0.0012	0.0000
21	1	0.02	-0.49	0.07	0.0094	0.0012	0.1473	21	2	0.03	-0.33	0.10	0.0062	0.0015	0.0982
21	3	0.03	-0.49	0.10	0.0094	0.0015	0.1473	21	4	0.02	-0.33	0.07	0.0062	0.0012	0.0982
21	5	0.02	-0.07	0.07	0.0012	0.0012	0.0196	21	6	0.02	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
22	1	0.02	-8.58	0.11	0.0368	0.0012	0.3788	22	2	0.03	-5.72	0.14	0.0245	0.0015	0.2525
22	3	0.03	-8.58	0.14	0.0368	0.0015	0.3788	22	4	0.02	-5.72	0.11	0.0245	0.0012	0.2525
22	5	0.02	-1.14	0.11	0.0049	0.0012	0.0505	22	6	0.02	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
24	1	0.31	-5.50	-0.02	0.0414	0.0012	0.0161	24	2	0.41	-3.66	-0.03	0.0276	0.0015	0.0107
24	3	0.41	-5.50	-0.03	0.0414	0.0015	0.0161	24	4	0.31	-3.66	-0.02	0.0276	0.0012	0.0107
24	5	0.31	-0.73	-0.02	0.0055	0.0012	0.0021	24	6	0.31	0.00	-0.02	0.0000	0.0012	0.0000
26	1	0.31	-3.89	0.07	0.0179	0.0012	0.1473	26	2	0.41	-2.60	0.10	0.0119	0.0015	0.0982
26	3	0.41	-3.89	0.10	0.0179	0.0015	0.1473	26	4	0.31	-2.60	0.07	0.0119	0.0012	0.0982
26	5	0.31	-0.52	0.07	0.0024	0.0012	0.0196	26	6	0.31	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
27	1	0.31	-11.99	0.11	-0.0095	0.0012	0.3788	27	2	0.41	-7.99	0.14	-0.0063	0.0015	0.2525
27	3	0.41	-11.99	0.14	-0.0095	0.0015	0.3788	27	4	0.31	-7.99	0.11	-0.0063	0.0012	0.2525
27	5	0.31	-1.60	0.11	-0.0013	0.0012	0.0505	27	6	0.31	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
36	1	0.17	-8.21	-0.33	0.0136	0.0012	-0.0215	36	2	0.22	-5.47	-0.42	0.0091	0.0015	-0.0143
36	3	0.22	-8.21	-0.42	0.0136	0.0015	-0.0215	36	4	0.17	-5.47	-0.33	0.0091	0.0012	-0.0143
36	5	0.17	-1.09	-0.33	0.0018	0.0012	-0.0029	36	6	0.17	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
37	1	0.30	-10.23	-0.33	0.0200	0.0012	-0.0225	37	2	0.39	-6.82	-0.42	0.0133	0.0015	-0.0150
37	3	0.39	-10.23	-0.42	0.0200	0.0015	-0.0225	37	4	0.30	-6.82	-0.33	0.0133	0.0012	-0.0150
37	5	0.30	-1.36	-0.33	0.0027	0.0012	-0.0030	37	6	0.30	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
38	1	0.03	-7.10	-0.33	0.0073	0.0012	-0.0225	38	2	0.04	-4.73	-0.42	0.0049	0.0015	-0.0150
38	3	0.04	-7.10	-0.42	0.0073	0.0015	-0.0225	38	4	0.03	-4.73	-0.33	0.0049	0.0012	-0.0150
38	5	0.03	-0.95	-0.33	0.0000	0.0012	-0.0030	38	6	0.03	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
39	1	0.30	-19.69	-0.36	0.0083	0.0012	-0.4599	39	2	0.39	-13.12	-0.47	0.0056	0.0015	-0.3066
39	3	0.39	-19.69	-0.47	0.0083	0.0015	-0.4599	39	4	0.30	-13.12	-0.36	0.0056	0.0012	-0.3066
39	5	0.30	-2.62	-0.36	0.0011	0.0012	-0.0613	39	6	0.30	0.00	-0.36	0.0000	0.0012	0.0000
40	1	0.32	-19.69	-0.36	-0.0095	0.0012	-0.4167	40	2	0.41	-13.13	-0.47	-0.0063	0.0015	-0.2778
40	3	0.41	-19.69	-0.47	-0.0095	0.0015	-0.4167	40	4	0.32	-13.13	-0.36	-0.0063	0.0012	-0.2778
40	5	0.32	-2.63	-0.36	-0.0013	0.0012	-0.0556	40	6	0.32	0.00	-0.36	0.0000	0.0012	0.0000
41	1	0.32	-10.46	-0.33	0.0179	0.0012	-0.1853	41	2	0.41	-6.97	-0.42	0.0119	0.0015	-0.1235
41	3	0.41	-10.46	-0.42	0.0179	0.0015	-0.1853	41	4	0.32	-6.97	-0.33	0.0119	0.0012	-0.1235
41	5	0.32	-1.39	-0.33	0.0024	0.0012	-0.0247	41	6	0.32	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
42	1	0.03	-16.55	-0.36	0.0189	0.0012	-0.4599	42	2	0.04	-11.04	-0.47	0.0126	0.0015	-0.3066
42	3	0.04	-16.55	-0.47	0.0189	0.0015	-0.4599	42	4	0.03	-11.04	-0.36	0.0126	0.0012	-0.3066
42	5	0.03	-2.21	-0.36	0.0025	0.0012	-0.0613	42	6	0.03	0.00	-0.36	0.0000	0.0012	0.0000
43	1	0.02	-7.05	-0.33	0.0094	0.0012	-0.1853	43	2	0.02	-4.70	-0.42	0.0063	0.0015	-0.1235
43	3	0.02	-7.05	-0.42	0.0094	0.0015	-0.1853	43	4	0.02	-4.70	-0.33	0.0063	0.0012	-0.1235
43	5	0.02	-0.94	-0.33	0.0013	0.0012	-0.0247	43	6	0.02	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
44	1	0.02	-16.28	-0.36	0.0367	0.0012	-0.4167	44	2	0.02	-10.85	-0.47	0.0245	0.0015	-0.2778
44	3	0.02	-16.28	-0.47	0.0367	0.0015	-0.4167	44	4	0.02	-10.85	-0.36	0.0245	0.0012	-0.2778
44	5	0.02	-2.17	-0.36	0.0049	0.0012	-0.0556	44	6	0.02	0.00	-0.36	0.0000	0.0012	0.0000
45	1	0.17	-1.23	0.10	0.0136	0.0012	-0.0165	45	2	0.22	-0.82	0.14	0.0091	0.0015	-0.0110
45	3	0.22	-1.23	0.14	0.0136	0.0015	-0.0165	45	4	0.17	-0.82	0.10	0.0091	0.0012	-0.0110
45	5	0.17	-0.16	0.10	0.0018	0.0012	-0.0022	45	6	0.17	0.00	0.10	0.0000	0.0012	0.0000
46	1	0.17	-8.75	-0.36	0.0136	0.0012	-0.0215	46	2	0.22	-5.83	-0.46	0.0091	0.0015	-0.0143
46	3	0.22	-8.75	-0.46	0.0136	0.0015	-0.0215	46	4	0.17	-5.83	-0.36	0.0091	0.0012	-0.0143
46	5	0.17	-1.17	-0.36	0.0018	0.0012	-0.0029	46	6	0.17	0.00	-0.36	0.0000	0.0012	0.0000
47	1	0.03	-3.61	-0.12	0.0062	0.0012	-0.0199	47	2	0.04	-2.41	-0.16	0.0041	0.0015	-0.0132
47	3	0.04	-3.61	-0.16	0.0062	0.0015	-0.0199	47	4	0.03	-2.41	-0.12	0.0041	0.0012	-0.0132
47	5	0.03	-0.48	-0.12	0.0000	0.0012	-0.0026	47	6	0.03	0.00	-0.12	0.0000	0.0012	0.0000
48	1	0.17	-4.64	-0.12	0.0136	0.0012	-0.0199	48	2	0.22	-3.09	-0.16	0.0091	0.0016	-0.0132
48	3	0.22	-4.64	-0.16	0.0136	0.0016	-0.0199	48	4	0.17	-3.09	-0.12	0.0091	0.0012	-0.0132
48	5	0.17	-0.62	-0.12	0.0018	0.0012	-0.0026	48	6	0.17	0.00	-0.12	0.0000	0.0012	0.0000
49	1	0.30	-6.74	-0.12	0.0211	0.0012	-0.0199	49	2	0.39	-4.49	-0.16	0.0140	0.0015	-0.0132
49	3	0.39	-6.74	-0.16	0.0211	0.0015	-0.0199	49	4	0.30	-4.49	-0.12	0.0140	0.0012	-0.0132
49	5	0.30	-0.90	-0.12	0.0028	0.0012	-0.0026	49	6	0.30	0.00	-0.12	0.0000	0.0012	0.0000
50	1	0.17	-6.39	-0.23	0.0136	0.0012	-0.0211	50	2	0.22	-4.26	-0.29	0.0091	0.0015	-0.0141
50	3	0.22	-6.39	-0.29	0.0136	0.0015	-0.0211	50	4	0.17	-4.26	-0.23	0.0091	0.0012	-0.0141
50	5	0.17	-0.85	-0.23	0.0018	0.0012	-0.0028	50	6	0.17	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
51	1	0.30	-8.49	-0.23	0.0211	0.0012	-0.0211	51	2	0.39	-5.66	-0.29	0.0140	0.0015	-0.0141
51	3	0.39	-8.49	-0.29	0.0211	0.0015	-0.0211	51	4	0.3					

51	5	0.30	-1.13	-0.23	0.0028	0.0012	-0.0028	51	6	0.30	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
52	1	0.03	-5.36	-0.23	0.0062	0.0012	-0.0211	52	2	0.04	-3.57	-0.29	0.0041	0.0015	-0.0141
52	3	0.04	-5.36	-0.29	0.0062	0.0015	-0.0211	52	4	0.03	-3.57	-0.23	0.0041	0.0012	-0.0141
52	5	0.03	-0.71	-0.23	0.0000	0.0012	-0.0028	52	6	0.03	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
53	1	0.31	-7.05	-0.12	0.0344	0.0012	-0.0199	53	2	0.41	-4.70	-0.16	0.0230	0.0016	-0.0133
53	3	0.41	-7.05	-0.16	0.0344	0.0016	-0.0199	53	4	0.31	-4.70	-0.12	0.0230	0.0012	-0.0133
53	5	0.31	-0.94	-0.12	0.0046	0.0012	-0.0027	53	6	0.31	0.00	-0.12	0.0000	0.0012	0.0000
54	1	0.31	-8.83	-0.23	0.0415	0.0012	-0.0544	54	2	0.41	-5.89	-0.29	0.0277	0.0015	-0.0363
54	3	0.41	-8.83	-0.29	0.0415	0.0015	-0.0544	54	4	0.31	-5.89	-0.23	0.0277	0.0012	-0.0363
54	5	0.31	-1.18	-0.23	0.0055	0.0012	-0.0073	54	6	0.31	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
55	1	0.02	-3.64	-0.12	-0.0072	0.0012	-0.0199	55	2	0.02	-2.43	-0.16	-0.0048	0.0016	-0.0133
55	3	0.02	-3.64	-0.16	-0.0072	0.0016	-0.0199	55	4	0.02	-2.43	-0.12	-0.0048	0.0012	-0.0133
55	5	0.02	-0.49	-0.12	0.0000	0.0012	-0.0027	55	6	0.02	0.00	-0.12	0.0000	0.0012	0.0000
56	1	0.02	-5.42	-0.23	-0.0143	0.0012	-0.0544	56	2	0.02	-3.62	-0.29	-0.0095	0.0015	-0.0363
56	3	0.02	-5.42	-0.29	-0.0143	0.0015	-0.0544	56	4	0.02	-3.62	-0.23	-0.0095	0.0012	-0.0363
56	5	0.02	-0.72	-0.23	-0.0019	0.0012	-0.0073	56	6	0.02	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000

Di seguito si riporta lo schema della deformata strutturale nelle CC più significative:

## DEFORMATA STRUTTURALE

### MONOPALO "A"



**CCE 4-STATICA**

#### 9.1.3.2 Tensioni sul terreno

Le tensioni sul terreno vengono determinate mediante il modello tridimensionale in cui il plinto di fondazione è schematizzato con elementi bidimensionali. Si utilizza la combinazione di carico GEO.

Si riporta il tipo e l'elenco degli elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale  
**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**N1** : Nodo 1  
**N2** : Nodo 2  
**N3** : Nodo 3  
**N4** : Nodo 4  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2

- ELENCO TIPI ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Tb	Comm.	Tipo	Usa	Mat.	Crit.	Spess.	kt
						<cm>	<kg/cm<sup>c</sup>>
2		W-RTC	S		1	130.00	0.739

- ELENCO ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1	Dy2	Kt	Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1	Dy2	Kt
							<cm>	<cm>	<kg/cm<sup>c</sup>>								<cm>	<cm>	<kg/cm<sup>c</sup>>
1	2	62	63	1	58	11	0.00	0.00	0.74	1	2	63	64	57	1	11	0.00	0.00	0.74
1	2	1	57	59	60	11	0.00	0.00	0.74	1	2	1	60	61	58	11	0.00	0.00	0.74

Si riportano le tensioni sul terreno:

• ANALISI STATICA

**Nodo** : Numero del nodo  
**CC** : Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 $\sigma_t$  : Tensione sul terreno

Nodo	CC	$\sigma_t$									
		<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>
1	1	0.34	57	1	0.38	58	1	0.30	59	1	-0.01
60	1	-0.05	61	1	-0.09	62	1	0.69	63	1	0.73
64	1	0.77									

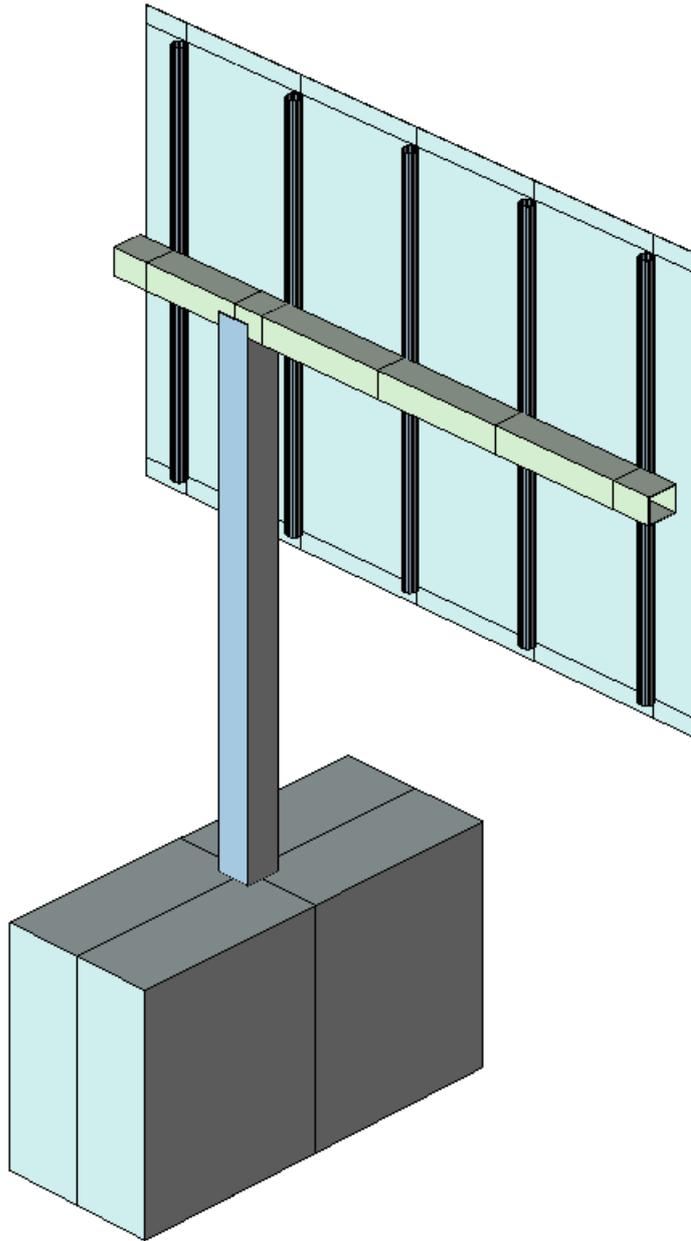
• ANALISI SISMICA

Nodo	CC	$\sigma_t$									
		<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>
1	1	0.34	1	2	0.34	1	3	0.34	1	4	0.34
1	5	0.34	1	6	0.34	1	7	0.34	1	8	0.34
57	1	0.46	57	2	0.46	57	3	0.31	57	4	0.31
57	5	0.40	57	6	0.36	57	7	0.40	57	8	0.36
58	1	0.22	58	2	0.22	58	3	0.37	58	4	0.37
58	5	0.28	58	6	0.32	58	7	0.28	58	8	0.32
59	1	0.47	59	2	0.45	59	3	0.32	59	4	0.30
59	5	0.44	59	6	0.39	59	7	0.37	59	8	0.33
60	1	0.35	60	2	0.33	60	3	0.35	60	4	0.33
60	5	0.37	60	6	0.37	60	7	0.31	60	8	0.31
61	1	0.23	61	2	0.21	61	3	0.38	61	4	0.36
61	5	0.31	61	6	0.35	61	7	0.24	61	8	0.29
62	1	0.21	62	2	0.23	62	3	0.36	62	4	0.38
62	5	0.24	62	6	0.29	62	7	0.31	62	8	0.35
63	1	0.33	63	2	0.35	63	3	0.33	63	4	0.35
63	5	0.31	63	6	0.31	63	7	0.37	63	8	0.37
64	1	0.45	64	2	0.47	64	3	0.30	64	4	0.32
64	5	0.37	64	6	0.33	64	7	0.44	64	8	0.39

Di seguito si riportano lo schema del modello tridimensionale del monopalo "A" con i bidimensionali in fondazione e lo schema delle tensioni sul terreno, con la relativa numerazione dei nodi in fondazione, nelle condizioni di carico più gravose dovute all' azione del vento (CC1-GEO).

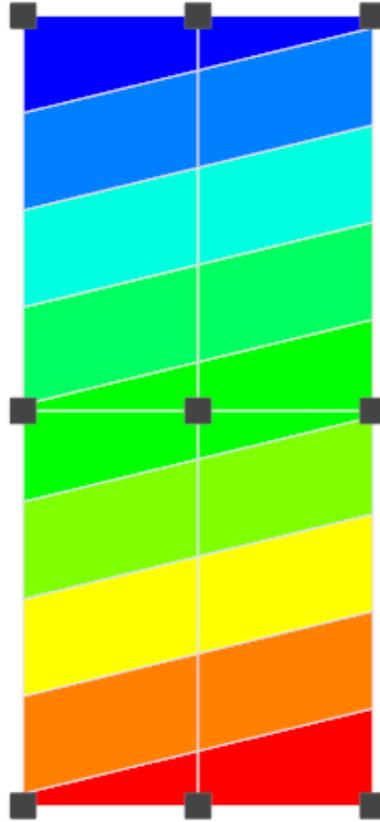
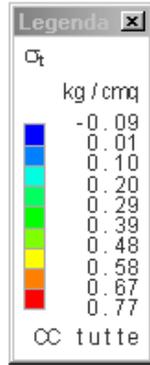
## MODELLO TRIDIMENSIONALE

MONOPALO "A"



TENSIONI SUL TERRENO E NUM. NODI FONDAZIONE

MONOPALO "A" CC 1 GEO



### 9.1.3.3 Reazioni vincolari

- Nodo** : numero del nodo  
**CC** : numero della combinazione delle CCE  
**RX,RY,RZ** : reazioni vincolari (forze) (kg)  
**MX,MY,MZ** : reazioni vincolari (momenti) (kgm)  
**±RXd,±RYd,±RZd** : componenti dinamiche delle reazioni vincolari (forze) (kg)  
**±MXd,±MYd,±MZd** : componenti dinamiche delle reazioni vincolari (momenti) (kgm)

#### • Reazioni vincolari – SLU STATICA

Nodo	CC	Rx <kg>	Ry <kg>	Rz <kg>	Mx <kgm>	My <kgm>	Mz <kgm>
1	1	0.00	2690.54	410.04	-7695.03	-316.19	2657.02
1	2	0.00	1793.69	533.05	-5130.02	-411.05	1771.35
1	3	0.00	2690.54	533.05	-7695.03	-411.05	2657.02
1	4	0.00	1793.69	410.04	-5130.02	-316.19	1771.35
1	5	0.00	358.74	410.04	-1026.00	-316.19	354.27
1	6	0.00	0.00	410.04	0.00	-316.19	0.00

#### • Reazioni vincolari – SLU SISMICA

Nodo	CC	Rx <kg>	Ry <kg>	Rz <kg>	Mx <kgm>	My <kgm>	Mz <kgm>
1	1	-181.06	-54.32	410.04	169.79	-882.15	-48.14
1	2	-181.06	54.32	410.04	-169.79	-882.15	48.14
1	3	181.06	-54.32	410.04	169.79	249.78	-48.14
1	4	181.06	54.32	410.04	-169.79	249.78	48.14
1	5	-54.32	-181.06	410.04	565.97	-485.98	-160.46
1	6	54.32	-181.06	410.04	565.97	-146.40	-160.46
1	7	-54.32	181.06	410.04	-565.97	-485.98	160.46
1	8	54.32	181.06	410.04	-565.97	-146.40	160.46

### 9.1.3.4 Sollecitazioni aste

- Asta** : numero dell'asta  
**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta  
**CC** : numero della combinazione delle CCE  
**x,xi,xc,xf** : coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale per la quale vengono riportate le sollecitazioni  
**N** : sforzo normale (kg)  
**TY,TZ** : taglio in direzione Y e Z (kg)  
**MZ,MY** : momento flettente intorno all'asse Z (piano XY) o Y (piano XZ) (kgm)  
**MX** : momento torcente (intorno all'asse X) (kgm)  
**±Nd** : componente dinamica dello sforzo normale (kg)  
**±TYd,±TZd** : componente dinamica del taglio in direzione Y e Z (kg)  
**±MZd,±MYd** : componente dinamica del momento flettente intorno all'asse Z (piano XY) o Y (piano XZ) (kgm)  
**±MXd** : componente dinamica del momento torcente (intorno all'asse X) (kgm)

Nota: le sollecitazioni sono riferite agli assi locali dell'asta; le convenzioni sui segni sono quelle adottate normalmente in ingegneria:

- sforzo normale N positivo se di trazione
- taglio all'inizio dell'asta positivo se equiverso all'asse locale a cui si riferisce; di segno opposto all'altro estremo
- momento flettente MY negativo se tende le fibre dalla parte positiva dell'asse Z; analogamente per MZ
- momento torcente MX positivo se le sezioni della trave ruotano in senso antiorario (asse Z che ruota sull'asse Y)

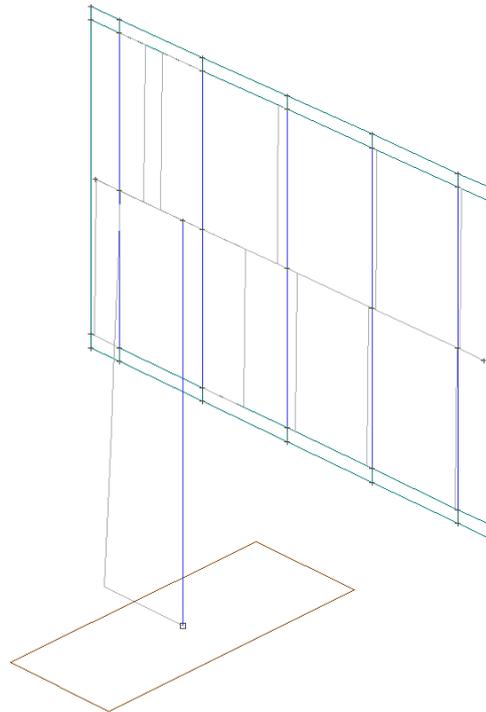
Asta	N1	N2		X <cm>	N <kg>	CC	Ty <kg>	CC	Mz <kgm>	CC	Tz <kg>	CC	My <kgm>	CC	Mx <kgm>	CC
1	1	2	Max	0.00	-410.04	1	2690.54	1	0.00	6	0.00	1	-316.19	1	0.00	6
1	1	2	Max	287.50	-294.13	1	2530.50	1	0.00	6	0.00	1	-316.19	1	0.00	6
1	1	2	Min.	0.00	-533.05	2	0.00	6	-7695.03	1	0.00	1	-411.04	2	-2657.02	1
1	1	2	Min.	287.50	-382.37	2	0.00	6	-189.79	1	0.00	1	-411.04	2	-2657.02	1
2	3	9	Max	7.50	-169.02	1	268.54	1	0.00	6	8.75	2	-4.69	1	0.00	6
2	3	9	Max	115.00	-159.90	1	268.54	1	0.00	6	8.75	2	3.31	2	0.00	6
2	3	9	Min.	7.50	-219.72	2	0.00	6	-289.71	1	6.73	1	-6.10	2	-0.20	1
2	3	9	Min.	115.00	-207.87	2	0.00	6	-1.03	1	6.73	1	2.55	1	-0.20	1
10	45	6	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.00	2	0.00	1
10	45	6	Max	20.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-6.53	1	-0.67	1	0.00	1
10	45	6	Min.	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	2	0.00	1	0.00	1
10	45	6	Min.	20.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-8.49	2	-0.87	2	0.00	1
10	6	2	Max	4.50	0.00	1	0.00	6	0.00	6	257.88	2	8.21	2	0.00	1
10	6	2	Max	54.00	0.00	1	0.00	6	0.00	6	237.40	2	130.80	2	0.00	1
10	6	2	Min.	4.50	0.00	1	-459.46	1	-48.68	1	198.37	1	6.32	1	0.00	1
10	6	2	Min.	54.00	0.00	1	-459.46	1	-276.12	1	182.61	1	100.61	1	0.00	1
10	2	3	Max	11.00	0.00	1	2071.04	1	0.00	6	619.76	2	-143.05	1	0.00	1
10	2	3	Max	15.50	0.00	1	2071.04	1	0.00	6	617.90	2	-121.63	1	0.00	1
10	2	3	Min.	11.00	0.00	1	0.00	6	-2755.87	1	476.74	1	-185.96	2	0.00	1
10	2	3	Min.	15.50	0.00	1	0.00	6	-2662.67	1	475.31	1	-158.11	2	0.00	1
10	3	48	Max	4.50	0.00	1	1533.96	1	0.00	6	178.45	2	-83.67	1	0.00	1
10	3	48	Max	80.50	0.00	1	1533.96	1	0.00	6	147.00	2	14.90	2	0.00	1
10	3	48	Min.	4.50	0.00	1	0.00	6	-2500.04	1	137.27	1	-108.77	2	0.00	1
10	3	48	Min.	80.50	0.00	1	0.00	6	-1334.24	1	113.07	1	11.46	1	0.00	1
10	48	50	Max	4.50	0.00	1	996.49	1	0.00	6	-3.02	1	15.36	2	0.00	1
10	48	50	Max	80.50	0.00	1	996.49	1	0.00	6	-27.22	1	0.42	2	0.00	1
10	48	50	Min.	4.50	0.00	1	0.00	6	-1220.36	1	-3.92	2	11.81	1	0.00	1
10	48	50	Min.	80.50	0.00	1	0.00	6	-463.03	1	-35.38	2	0.32	1	0.00	1
10	50	36	Max	4.50	0.00	1	459.47	1	0.00	6	16.79	2	-1.04	1	0.00	1
10	50	36	Max	45.06					-141.02	2			2.06	2		
10	50	36	Max	80.50	0.00	1	459.47	1	0.00	6	-11.29	1	-0.42	1	0.00	1
10	50	36	Min.	4.50	0.00	1	0.00	6	-397.88	1	12.91	1	-1.35	2	0.00	1
10	50	36	Min.	45.06					-211.53	1			1.58	1		
10	50	36	Min.	80.50	0.00	1	0.00	6	-48.68	1	-14.67	2	-0.54	2	0.00	1
10	36	46	Max	4.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	8.49	2	-0.67	1	0.00	1
10	36	46	Max	20.90									-0.03	1		
10	36	46	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.00	1	0.00	1
10	36	46	Min.	4.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	6.53	1	-0.87	2	0.00	1
10	36	46	Min.	20.90									-0.04	2		
10	36	46	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.00	1
20	16	6	Max	0.00	-111.57	1	0.00	6	0.00	6	-0.69	1	-0.03	1	0.00	6
20	16	6	Max	107.50	-102.45	1	0.00	6	0.00	6	-0.69	1	-0.77	1	0.00	6
20	16	6	Min.	0.00	-145.04	2	-229.73	1	-0.41	1	-0.89	2	-0.04	2	-14.00	1
20	16	6	Min.	107.50	-133.19	2	-229.73	1	-247.37	1	-0.89	2	-1.00	2	-14.00	1
20	6	11	Max	7.50	133.19	2	229.73	1	0.00	6	-0.69	1	1.00	2	14.00	1
20	6	11	Max	115.00	145.04	2	229.73	1	0.00	6	-0.69	1	0.04	2	14.00	1
20	6	11	Min.	7.50	102.45	1	0.00	6	-247.37	1	-0.89	2	0.77	1	0.00	6
20	6	11	Min.	115.00	111.57	1	0.00	6	-0.41	1	-0.89	2	0.03	1	0.00	6
21	14	3	Max	0.00	207.87	2	0.00	6	0.00	6	8.75	2	-2.54	1	0.20	1
21	14	3	Max	107.50	219.72	2	0.00	6	0.00	6	8.75	2	6.10	2	0.20	1
21	14	3	Min.	0.00	159.90	1	-268.54	1	-1.03	1	6.73	1	-3.31	2	0.00	6
21	14	3	Min.	107.50	169.02	1	-268.54	1	-289.71	1	6.73	1	4.69	1	0.00	6
22	47	48	Max	0.00	63.60	2	0.00	6	0.00	6	-3.09	1	1.62	2	0.00	1
22	47	48	Max	107.50	75.46	2	0.00	6	0.00	6	-3.09	1	-2.07	1	0.00	1
22	47	48	Min.	0.00	48.93	1	-268.73	1	-1.05	1	-4.01	2	1.25	1	0.00	6
22	47	48	Min.	107.50	58.05	1	-268.73	1	-289.93	1	-4.01	2	-2.69	2	0.00	6
22	48	49	Max	7.50	-58.05	1	268.73	1	0.00	6	-3.09	1	2.69	2	0.00	6
22	48	49	Max	115.00	-48.93	1	268.73	1	0.00	6	-3.09	1	-1.25	1	0.00	6
22	48	49	Min.	7.50	-75.46	2	0.00	6	-289.94	1	-4.01	2	2.07	1	-0.00	1
22	48	49	Min.	115.00	-63.60	2	0.00	6	-1.05	1	-4.01	2	-1.62	2	-0.00	1
23	52	50	Max	0.00	-29.18	1	0.00	6	0.00	6	-0.57	1	0.39	2	0.00	6
23	52	50	Max	107.50	-20.07	1	0.00	6	0.00	6	-0.57	1	-0.31	1	0.00	6
23	52	50	Min.	0.00	-37.94	2	-268.51	1	-1.03	1	-0.74	2	0.30	1	-0.18	1
23	52	50	Min.	107.50	-26.08	2	-268.51	1	-289.68	1	-0.74	2	-0.41	2	-0.18	1
23	50	51	Max	7.50	26.08	2	268.51	1	0.00	6	-0.57	1	0.41	2	0.18	1
23	50	51	Max	115.00	37.94	2	268.51	1	0.00	6	-0.57	1	-0.30	1	0.18	1
23	50	51	Min.	7.50	20.07	1	0.00	6	-289.68	1	-0.74	2	0.32	1	0.00	6
23	50	51	Min.	115.00	29.18	1	0.00	6	-1.03	1	-0.74	2	-0.39	2	0.00	6
24	38	36	Max	0.00	-18.03	1	0.00	6	0.00	6	-0.03	1	0.02	2	14.00	1
24	38	36	Max	107.50	-8.91	1	0.00	6	0.00	6	-0.03	1	-0.02	1	14.00	1

24	38	36	Min.	0.00	-23.43	2	-229.73	1	-0.41	1	-0.04	2	0.01	1	0.00	6
24	38	36	Min.	107.50	-11.58	2	-229.73	1	-247.37	1	-0.04	2	-0.02	2	0.00	6
24	36	37	Max	7.50	11.58	2	229.73	1	0.00	6	-0.03	1	0.02	2	0.00	6
24	36	37	Max	115.00	23.43	2	229.73	1	0.00	6	-0.03	1	-0.01	1	0.00	6
24	36	37	Min.	7.50	8.91	1	0.00	6	-247.37	1	-0.04	2	0.02	1	-14.00	1
24	36	37	Min.	115.00	18.03	1	0.00	6	-0.41	1	-0.04	2	-0.02	2	-14.00	1

Di seguito è riportato lo schema prospettico del modello di calcolo strutturale, con la visualizzazione dei diagrammi dello sforzo normale, del taglio e del momento flettente per le due condizioni di carico più gravose, ossia quella dovuta all'azione del vento CC3, allo SLU - Statica.

**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi delle sforzo normale nelle CCE 3*

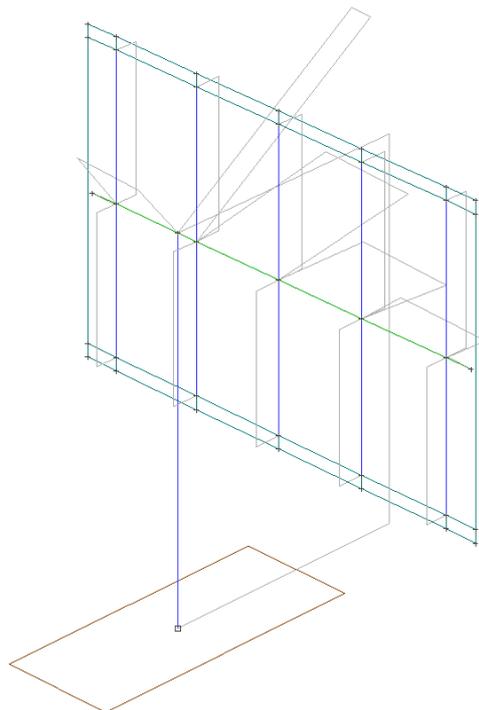


**CCE 3**

**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi del taglio nelle CCE 3*

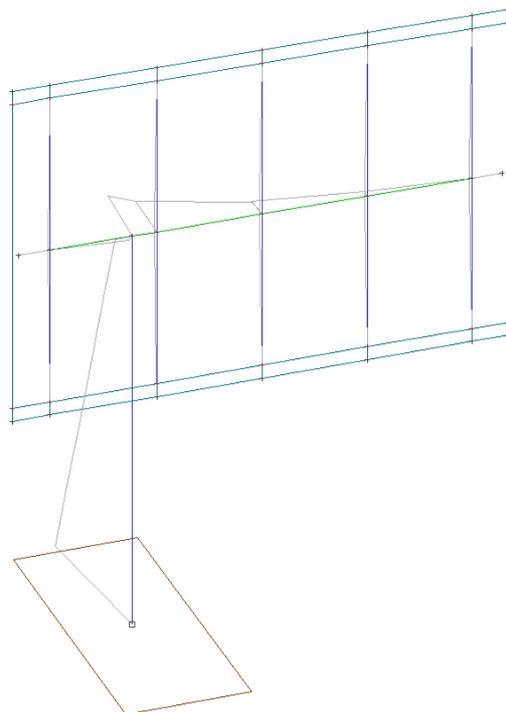
**CCE 3**



**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi del momento flettente nelle CCE 3*

**CCE 3**



## **9.1.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ**

### **9.1.4.1 Aste in acciaio**

Sez. = Numero della sezione  
Cod. = Codice  
Tipo = Tipologia  
2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I

		2L	= Doppia L lato labbri
		2Ldx	= Doppia L lato costole
		C	= C
		Cdx	= C destra
		Cir.	= Circolare
		Cir.c	= Circolare cava
		I	= I
		L	= L
		Ldx	= L destra
		Om.	= Omega
		Pg	= Pi greco
		Pr	= Poligono regolare
		Prc	= Poligono regolare cavo
		Pc	= Per coordinate
		Ia	= Inerzie assegnate
		R	= Rettangolare
		Rc	= Rettangolare cava
		T	= T
		U	= U
		Ur	= U rovescia
		V	= V
		Vr	= V rovescia
		Z	= Z
		Zdx	= Z destra
		Ts	= T stondata
		Ls	= L stondata
		Cs	= C stondata
		Is	= I stondata
		Dis.	= Disegnata
D	<cm>		= Distanza
Area	<cmq>		= Area
Anet	<cmq>		= Area netta per compressione
Aeff	<cmq>		= Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>		= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>		= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>		= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>		= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>		= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>		= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Wy,plas	<cmc>		= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse y
Wz,plas	<cmc>		= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse z
Atag,y	<cmq>		= Area resistente a taglio in direz y
Atag,z	<cmq>		= Area resistente a taglio in direz y
J $\Phi$	<cm6>		= Costante di ingobbamento
CC			= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N,Ed	<kg>		= Forza assiale di calcolo
M,Ed	<kgm>		= Momento flettente di calcolo
Nc,Rd	<kg>		= Resistenza a compressione
My,c,Rd	<kgm>		= Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y
Linfl			= lunghezza libera d'inflessione
$\lambda$			= Snellezza per inflessione
Ncr	<kg>		= Sforzo normale critico euleriano
$\lambda^*$			= Snellezza adimensionale
Curva			= Curva di instabilità adottata
$\Phi$			= Coefficiente $\Phi$
$\chi$ ,min			= Coefficiente $\chi$ di riduzione per instabilità
Xl	<m>		= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<kg>		= Sforzo normale
T	<kg>		= Taglio agente
M	<kgm>		= Momento agente
Mx	<kgm>		= Momento torcente intorno all'asse X
$\sigma_N$	<kg/cmq>		= Tensione normale per sforzo normale
$\sigma_M$	<kg/cmq>		= Tensione normale per momento flettente
$\tau$	<kg/cmq>		= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
Nb,Rd	<kg>		= Resistenza all'instabilità
fz,L	<cm>		= Freccia in direzione Z locale
fz,G	<cm>		= Freccia in direzione Z globale

CARATTERISTICHE PROFILATI UTILIZZATI:

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>
1	Rc 22x22x0.6	P Rc	--	51.36	51.36	51.36	3923.22	3923.22	8.74	8.74	356.66	356.66
2	Rc 20x15x0.6	T Rc	--	40.56	40.56	40.56	1507.69	2358.63	6.10	7.63	201.03	235.86
3	Cir.c D=90/4	P Cir.c	--	10.81	10.81	10.81	100.13	100.13	3.04	3.04	22.25	22.25

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	J0 <cm6>
1	Rc 22x22x0.6	P	412.27	412.27	25.68	25.68
2	Rc 20x15x0.6	T	229.93	280.63	17.38	23.18
3	Cir.c D=90/4	P	28.88	28.88	6.88	6.88

Si riportano le verifiche delle aste più sollecitate

Asta n. 1 (1 2) Rc 0.22x0.22x0.01 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 4  
Sollecitazioni: N=-533.05 M<sub>y</sub>=411.04 T<sub>y</sub>=2690.54 M<sub>z</sub>=-7695.03 M<sub>x</sub>=-2657.02  
Caratteristiche sezione ridotta: A<sub>rid</sub>=50.929400 W<sub>y,rid</sub>=356.59 W<sub>z,rid</sub>=349.26  
 $e_{N,y}=0.09$   $\Delta M_{z,Ed}=0.48$   $e_{N,z}=0.00$   $\Delta M_{y,Ed}=0.01$   
Tensioni:  $\sigma_N=2308.50$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=483.48$   $\sigma_{max}=2308.50$   
Tensioni:  $\sigma_N=108.39$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=601.29$   $\tau_{max}=601.29$   
Tensioni:  $\sigma_N=2308.50$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=483.48$   $\sigma_{ID,max}=2455.69$

Asta n. 2 (3 9) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-219.72 T=268.68 M=289.77  
Tensioni:  $\sigma_N=-20.33$   $\sigma_M=-1302.31$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-1322.64$   
Tensioni:  $\sigma_N=-20.33$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=49.65$   $\tau_{max}=49.65$   
Tensioni:  $\sigma_N=-20.33$   $\sigma_M=-1302.31$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=1322.64$

Asta n. 10 (2 3) Rc 0.2x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.11 - Classe 3  
Sollecitazioni: T<sub>z</sub>=619.76 M<sub>y</sub>=185.96 T<sub>y</sub>=2071.04 M<sub>z</sub>=-2755.87  
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-1260.93$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-1260.93$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=85.11$   $\tau=102.69$   $\tau_{max}=102.69$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-1260.93$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=1260.93$

Asta n. 20 (6 11) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=133.19 T=229.73 M=247.37 M<sub>x</sub>=14.00  
Tensioni:  $\sigma_N=12.32$   $\sigma_M=1111.76$   $\tau=31.47$   $\sigma_{max}=1124.08$   
Tensioni:  $\sigma_N=12.32$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=73.92$   $\tau_{max}=73.92$   
Tensioni:  $\sigma_N=12.32$   $\sigma_M=1111.76$   $\tau=31.47$   $\sigma_{ID,max}=1125.40$

Asta n. 21 (14 3) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=1.08 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=219.72 T=268.68 M=289.77  
Tensioni:  $\sigma_N=20.33$   $\sigma_M=1302.31$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=1322.64$   
Tensioni:  $\sigma_N=20.33$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=49.65$   $\tau_{max}=49.65$   
Tensioni:  $\sigma_N=20.33$   $\sigma_M=1302.31$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=1322.64$

Asta n. 22 (48 49) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-75.46 T=268.76 M=289.95  
Tensioni:  $\sigma_N=-6.98$   $\sigma_M=-1303.10$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-1310.08$   
Tensioni:  $\sigma_N=-6.98$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=49.67$   $\tau_{max}=49.67$

Tensioni:  $\sigma_N = -6.98$   $\sigma_M = -1303.10$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{ID, \max} = 1310.08$

Asta n. 23 (52 50) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=1.08 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-26.08 T=268.51 M=289.68

Tensioni:  $\sigma_N = -2.41$   $\sigma_M = -1301.88$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{\max} = -1304.30$

Tensioni:  $\sigma_N = -2.41$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 49.62$   $\tau_{\max} = 49.62$

Tensioni:  $\sigma_N = -2.41$   $\sigma_M = -1301.88$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{ID, \max} = 1304.30$

Asta n. 24 (36 37) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=11.58 T=229.73 M=247.37 M<sub>x</sub>=-14.00

Tensioni:  $\sigma_N = 1.07$   $\sigma_M = 1111.76$   $\tau = 31.47$   $\sigma_{\max} = 1112.84$

Tensioni:  $\sigma_N = 1.07$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 73.92$   $\tau_{\max} = 73.92$

Tensioni:  $\sigma_N = 1.07$   $\sigma_M = 1111.76$   $\tau = 31.47$   $\sigma_{ID, \max} = 1114.17$

### 9.1.4.2 Armature plinti

**Caso** : Caso di verifica

**CC** : Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

**Az** : Azioni ed effetti sul plinto

**RVN** : Reazioni vincolari agenti

**ECC** : Effetti dovuti all'eccentricità

**PP** : Effetti dovuti al peso proprio

**SVR** : Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno

**TOT** : Azioni totali di calcolo

**N** : Sforzo normale

**Tx** : Taglio in dir. X

**Ty** : Taglio in dir. Y

**Mx** : Momento intorno all'asse X

**My** : Momento intorno all'asse Y

$\sigma_t$  : Tensione sul terreno

**Cmb** : Tipo di combinazione di carico

**Ind** : Indefinito

**Tamm** : Calcolo con tensioni ammissibili

**SLU** : Stato limite ultimo

**SLU S** : Stato limite ultimo (azione sismica)

**SLE R** : Stato limite d'esercizio, combinazione rara

**SLE F** : Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

**SLE Q** : Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

**FtirX** = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X

**Afx** = Area di ferro nel fondo in dir. X

**FDtirX** = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X

**FtirY** = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y

**Afy** = Area di ferro nel fondo in dir. Y

**FDtirY** = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y

$\sigma_f X$  = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. X

$\sigma_f Y$  = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. Y

#### Plinto montante 1

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti

Azioni ed effetti comuni

Az	N	Mx	My
	<kg>	<kgm>	<kgm>
PP	8937.50	0.00	0.00

SVR 0.00

Stato Limite Ultimo - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX <kg>	Af <sub>x</sub> <cmq>	FDtirX <kg>	FtirY <kg>	Af <sub>y</sub> <cmq>	FDtirY <kg>
1	1	SLU	203.39	13.57	53106.60	89.49	10.05	39338.20
2	2	SLU	264.41	13.57	53106.60	116.34	10.05	39338.20

Stato Limite Esercizio - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX <kg>	Af <sub>x</sub> <cmq>	σ <sub>fX</sub> <kg/cmq>	FtirY <kg>	Af <sub>y</sub> <cmq>	σ <sub>fY</sub> <kg/cmq>
4	4	SLE R	203.39	13.57	14.99	89.49	10.05	8.90

Verifiche effettuate

Caso	Tipo
1	σ <sub>t min</sub> (max compr.)
2	SLU N cost - min sic.
4	C.Rare - σ <sub>f max</sub> (max traz.)

### 9.1.4.3 Piastre di base ed ancoraggi

Le sollecitazioni più gravose, dovute alla CC1 (agli SLU), derivanti dal Monopalo "A" e trasferite alle opere di ancoraggio di base sono le seguenti:

N = 410.04 kg

T<sub>y</sub> = 2691.0 kg

M<sub>x</sub> = 7695.0 kgm

M<sub>y</sub> = 316.2 kgm

M<sub>z</sub> = 2657.0 kgm

Le caratteristiche geometriche della sezione sono:

Piastra 500x500 sp.=20mm

Bulloni 8M20 classe 8.8

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s}$$

dove:

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.25.

Si eseguono le verifiche agli "Stati limite" secondo la seguente normativa "DM 14 Gennaio 2008".

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s}$$

dove:

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.25.

Per i bulloni (alta resistenza classe 8.8 per le viti e classe 8 per i dadi) si ottiene:

$$f_{yd} = 640 / 1.25 = 512.0 \text{ N/mm}^2,$$

$$f_{d,N} = 560 / 1.25 = 448.0 \text{ N/mm}^2,$$

$$f_{d,v} = 396 / 1.25 = 316.8 \text{ N/mm}^2.$$

Per gli acciai degli accessori metallici delle barriere, come piastre, rosette e fazzoletti (utilizzando un acciaio Fe 430) si ottiene:

$$f_{yd} = 275 / 1.25 = 220.0 \text{ N/mm}^2.$$

La resistenza di calcolo del calcestruzzo  $f_{cd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_{m,c}$$

dove:

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2;$$

$\gamma_{m,c}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.5.

Pertanto si ottiene:

$$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2.$$

Poiché la piastra è simmetrica, si svolge la verifica per il  $M_x$  poiché risulta la condizione più gravosa che si viene a determinare, pertanto se viene verificata sarà automaticamente controllato il caso di  $M_y$ .

La posizione dell'asse neutro è stata verificata risolvendo la seguente cubica:

$$y^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{B}{2}\right) y^2 + 6n \cdot \frac{A_f}{A} d \cdot y - 6n \frac{A_f}{A} d \cdot h = 0$$

dove:

y = posizione dell'asse neutro dal bordo compresso

e = M/N eccentricità

A, B = dimensione della piastra di base rispettivamente pari a 50 cm e 50 cm

$A_f$  = area totale della sezione dei bulloni tesi, valutata in corrispondenza del gambo pari a 7.35 cm<sup>2</sup>

n = coefficiente di omogeneizzazione pari a 15

d = e+h-B/2 distanza tra l'area dei fori e il punto di applicazione dello sforzo normale

h = distanza tra l'asse dei fori e il bordo compresso della piastra pari a 43 cm

Sostituendo si ha pertanto:

$$y = 11.84 \text{ cm}$$

Si ha inoltre che la tensione di compressione massima agente nel cls.  $\sigma_{N,M}$  è:

$$\sigma_{N,M} = \frac{N}{A\left(\frac{y}{2}\right) - (h-y)m \cdot \frac{A_f}{y}} = 6.72 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$$

e la tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo  $\sigma_b$  è:

$$\sigma_b = \frac{n \cdot \sigma_{N,M}}{y} (h-y) = 265.1 \text{ N/mm}^2 < f_{d,N}$$

Per cui, indicato con  $n_b$  il numero dei bulloni tesi (pari in questo caso a 3), lo sforzo di trazione  $N_b$  agente su ciascun bullone sarà:

$$N_b = \frac{A_f}{n_b} \sigma_b = 65.0 \text{ kN}$$

#### 9.1.4.4 Verifica dei tirafondi

Per bulloni sollecitati a trazione da una forza N, la tensione risulta (trascurando lo sforzo di trazione derivante dal  $M_y$ ):

$$\sigma_b = N/A_{res} = 265.1 \text{ N/mm}^2 < f_{d,N} = 448.0 \text{ N/mm}^2.$$

Per il taglio si ottiene:

$$T_b = T/n_b = 26910.0 / 8 = 3364.0 \text{ N}$$

Il momento torcente determina uno sforzo di taglio nei bulloni pari a:

$$T_{bMT} = M_z/bx n_b = 2657.0/0.36x8 = 923.0 \text{ kg};$$

Il taglio totale è dato da:

$$T_b = 3364.0 + 9230.0 = 12594.0 \text{ N};$$

da cui è possibile determinare la tensione massima di taglio  $\tau_{max}$  sul bullone

$$\tau_{max} = T_b / A = 12594.0 / 245 = 51.4 \text{ N/mm}^2 < f_{d,V} = 316.8 \text{ N/mm}^2$$

L'unione è verificata se è soddisfatta la seguente espressione:

$$\left( \frac{\tau_{max}}{f_{d,V}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_{max}}{f_{d,N}} \right)^2 < 1$$

$$\left( \frac{51.4}{316.8} \right)^2 + \left( \frac{265.1}{448.0} \right)^2 = 0.38 < 1$$

#### 9.1.4.5 Verifica della lunghezza dei tirafondi

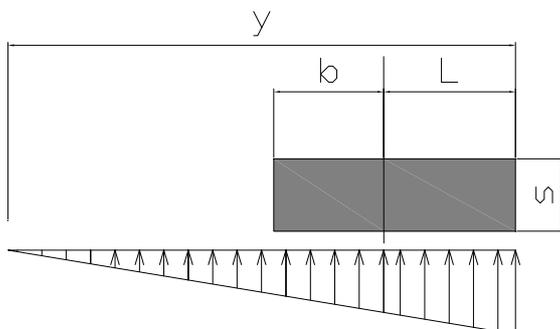
La lunghezza dei tirafondi ( $L = 60 \text{ cm}$ ) viene verificata secondo la seguente formula, verificando l'aderenza:

$$\tau_{ad} = N_b/(\pi\phi L) = 65000/ \pi \cdot 20 \cdot 600 = 1.73 \text{ N/mm}^2 < f_{bd}$$

Si adotta, quindi, una lunghezza del tirafondo pari a 60 cm (considerando comunque che alla base del tirafondo vengono predisposti dei barrotti i quali non sono stati considerate nel calcolo, a favore di sicurezza, ma che contribuiscono all'aderenza).

#### 9.1.4.6 Verifica della piastra di base

La verifica si effettua su una piastra di base avente dimensioni 500x500 mm, spessore pari a  $s=20 \text{ mm}$ , distanza dell'asse dei bulloni dal bordo pari a  $b = 70 \text{ mm}$  e costole di irrigidimento come da elaborati grafici.



La massima tensione sul calcestruzzo è:

$$\sigma_{N,M} = 6.72 \text{ N/mm}^2$$

La tensione di compressione nel cls in corrispondenza della sezione di minima resistenza della piastra di base (sezione in asse ai bulloni) sarà:

$$\sigma_{c,b} = \sigma_{N,M} \times [(y - b)/y] = 6.72 \times (118 - 70)/118 = 2.7 \text{ N/mm}^2$$

La tensione media risulta pari a:

$$\sigma_{c,media} = (\sigma_{N,M} + \sigma_{c,b})/2 = 4.7 \text{ N/mm}^2$$

Viene verificata la sezione di piastra in corrispondenza dei bulloni (sezione minima di resistenza della piastra quella in asse ai bulloni), avente le seguenti caratteristiche (depurando l'area dai fori):

$$A_{net} = (A - n_b \times \phi_{foro}) \times s = (500 - 3 \times 21.5) \times 20 = 8710 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dove } b_{netta} = (A - n_b \times \phi_{foro}) = 435.5 \text{ mm}$$

$$W = (1/6) b_{netta} \times s^2 = 1/6 \times 435.5 \times 20^2 = 29033.33 \text{ mm}^3$$

In cui  $n_b$  è pari al numero dei bulloni sulla fila di verifica e  $\phi_{foro}$  è pari a diametro del foro del tirafondo.

$$s = 20 \text{ mm}$$

$$\phi_{foro} = 21.5 \text{ mm}$$

Il carico agente risulta pari a

$$q = \sigma_{c,media} \cdot b_{netta} = 4.7 \times 435.5 = 2047.0 \text{ N/mm}$$

Il momento flettente ed il taglio corrispondenti allo schema statico di mensola incastrata in asse bulloni e caricata con un carico uniformemente distribuito pari a  $q$ , in corrispondenza della sezione di verifica, risultano quindi pari a:

$$M = q \cdot L^2/2 = 1/2 \times 2047.0 \times 70^2 = 5015150.0 \text{ Nmm}$$

$$T = q \cdot L = 2047.0 \times 70 = 143290.0 \text{ N}$$

In cui  $L = 70\text{mm}$  è pari alla distanza asse foro-bordo piastra.

Si ha:

$$\sigma_{a,max} = M_{max}/W = 173.0 \text{ N/mm}^2 < f_{yd} = 220.0 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau_{a,max} = T_{max}/A_t = 16.45 \text{ N/mm}^2 < \tau_{yd} = 127.0 \text{ N/mm}^2.$$

La verifica di resistenza è soddisfatta se risulta verificata la seguente espressione:

$$\sigma_{id} = (\sigma_{a,max}^2 + 3 \cdot \tau_{a,max}^2)^{1/2} = 175.3 \text{ N/mm}^2 < f_{yd}$$

#### • Verifica al rifollamento

La tensione di rifollamento  $\sigma_{rif}$  sulla lamiera di spessore  $s = 20 \text{ mm}$ , alla quale è applicato il taglio  $T$  risulta:

$$\sigma_{rif} = \frac{T}{\phi \cdot s}$$

$$T = 12594.0 \text{ N}$$

$$\sigma_{rif} = 12594.0 / (20 \cdot 20) = 31.0 \text{ N/mm}^2 \ll \alpha \cdot f_{yd}$$

$$\text{dove } \alpha = a/\phi \leq 2.5 \rightarrow 70/20 = 3.5 \rightarrow \alpha = 2.5$$

### 9.1.5 LIMITI DI DEFORMABILITÀ

I limiti di deformabilità variano in funzione del tipo di cartello da applicare sul monopalo, poiché variano di conseguenza alcune grandezze relative alla struttura principale; pertanto si esegue il calcolo nel caso di cartello avente la massima superficie utile esposta al vento, pari a  $10.0\text{mq}$ .

Per il calcolo dei limiti agli spostamenti si dovrebbe far riferimento alle combinazioni di carico agli Stati Limite di Esercizio per la combinazione frequente delle azioni (CC5), ma poiché, l'unica azione variabile agente è quella dovuta alla pressione o depressione del vento, a favore di sicurezza, verrà considerata la condizione di carico 4, cioè quella che prevede l'intera pressione del vento sui cartelli del monopalo, senza coefficienti riduttivi. Il valore utilizzato per il limite massimo della deformazione elastica della struttura di sostegno dovuta ai carichi di progetto dovrà essere inferiore o uguale ad  $1/150$  della massima altezza della struttura di sostegno e verrà confrontato con uno spostamento pari a quello di calcolo.

Pertanto si ha che:

- lo spostamento assoluto della testa del montante principale (nodo 2), in direzione Verticale (Z) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 0.0010 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 295 = 1.97 \text{ cm}$$

- mentre lo spostamento assoluto della testa del montante (nodo 2), in direzione trasversale (Y) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 1.82 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 295 = 1.97 \text{ cm.}$$

- lo spostamento assoluto delle parti finali del trasverso principale (nodi 46), in direzione verticale (Z) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 0.36 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

- mentre lo spostamento assoluto delle parti finali del trasverso principale (nodo 46), in direzione orizzontale (Y), ottenuto come differenza tra lo spostamento del nodo finale del trasverso, n° 46, e lo spostamento in testa del montante, nodo 2, (quest'ultimo ricavato come somma degli effetti alla traslazione ed alla rotazione del nodo stesso) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

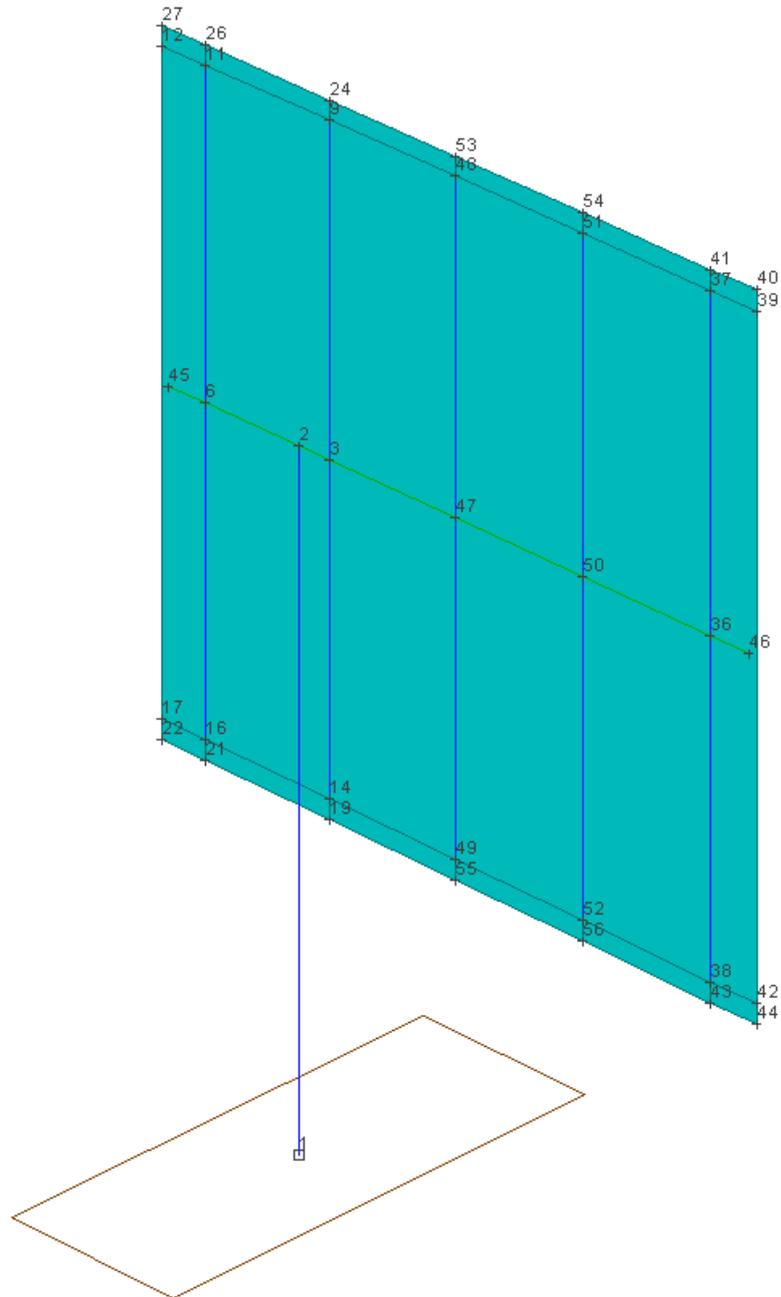
$$\Delta_{\max} = (\delta_t - \delta_p - r\alpha) = (5.83 - 1.82 - 0.0111 \times 300) \cong 0.68 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

Tali calcoli non prendono in considerazione le costoline d'irrigidimento poste al piede del montante, quindi possono essere considerati conservativi.



# SCHEMA DI CALCOLO

## Numerazione dei nodi



### 10.1.1.3 Elenco sezioni

**Sez.** : Numero della sezione

**Comm.** : Commento

**Tipo** : Tipologia

2C	= Doppia C lato labbri	2Cdx	= Doppia C lato costola
2I	= Doppia I	2L	= Doppia L lato labbri
2Ldx	= Doppia L lato costole	C	= C
Cdx	= C destra	Circ.	= Circolare
Circ. cava	= Circolare cava	I	= I
L	= L	Ldx	= L destra
Om	= Omega	PG	= PiGreco
Pr	= Poligono regolare	Prc	= Poligono regolare cavo
Qc	= Per coordinate	Q	= Inerzie assegnate
R	= Rettangolare	Rc	= Rettangolare cava
T	= T	U	= U
Ur	= U rovescia	V	= V
Vr	= V rovescia	Z	= Z
Zdx	= Z destra	Ts	= T stondata
Ls	= L stondata	Cs	= C stondata
Is	= I stondata	Dis	= Disegnata

**Mem.** : Membratura

G = Generica  
T = Trave  
P = Pilastro

**Ver.** : Verifica prevista

N = Nessuna  
C = Cemento armato  
A = Acciaio

**B/Nv/Area** : Base superiore / Numero di vertici / Area

**H/R/Jx** : Altezza parte sup. / Raggio / Mom. d'inerzia intorno all'asse X

**b/s/Jy** : Base inferiore / Spessore ala / Mom. d'inerzia intorno all'asse Y

**h/a/Jz** : Altezza parte inf. / Spessore anima / Mom. d'inerzia intorno all'asse Z

**D/C** : Distanza / Ala

**Mat.** : Numero del materiale

**Crit.** : Criterio di progetto

Sez.	Comm.	Tipo	Me	Ver.	B	H	s	R	Ma	C
					<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		
1		Rc	P	A	30.00	30.00	0.60		2	1
2		Rc	T	A	30.00	15.00	0.60		2	1
3		Cir.c	P	A			0.40	4.50	2	1

#### 10.1.1.4 Elenco vincoli aste

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt
															<kg/cm<
1	Inc+Inc	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

#### 10.1.1.5 Elenco aste

**Asta** : Numero dell'asta

**N1** : Nodo iniziale

**N2** : Nodo finale

**Sez.** : Numero della sezione

**Va** : Numero del vincolo asta  
**Par.** : Numero dei parametri aggiuntivi  
**Rot.** : Rotazione  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2  
**Dz1** : Scost. filo fisso Z1  
**Dz2** : Scost. filo fisso Z2

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot. <grad>	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Dz1 <cm>	Dz2 <cm>
0	16	6	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	14	3	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	6	11	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	49	47	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	3	9	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	52	50	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	47	48	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	38	36	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	50	51	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	36	37	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
1	1	2	1	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	45	6	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	6	2	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2	3	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	3	47	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	47	50	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	50	36	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	36	46	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00

### 10.1.1.6 Elenco tipi elementi bidimensionali

**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**Comm.** : Commento  
**Tipo** : Tipologia  
**F** : Flessionale  
**M** : Membranale  
**W-RC** : Winkler resistente solo a compressione  
**W-RTC** : Winkler resistente a trazione e a compressione  
**Uso** : Utilizzo  
**G** : Generico  
**P** : Parete  
**S** : Soletta/Platea  
**N** : Nucleo  
**M** : Muratura  
**L** : Pilastro  
**Mat.** : Numero del materiale  
**Crit.** : Numero del criterio di progetto  
**Spess.** : Spessore  
**Kt** : Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Tb	Comm.	Tipo	Uso	Mat.	Crit.	Spess.	Kt <kg/cmc>
1	Cartello	F	G		2	30/10	

### 10.1.1.7 Elenco elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale  
**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**N1** : Nodo 1  
**N2** : Nodo 2

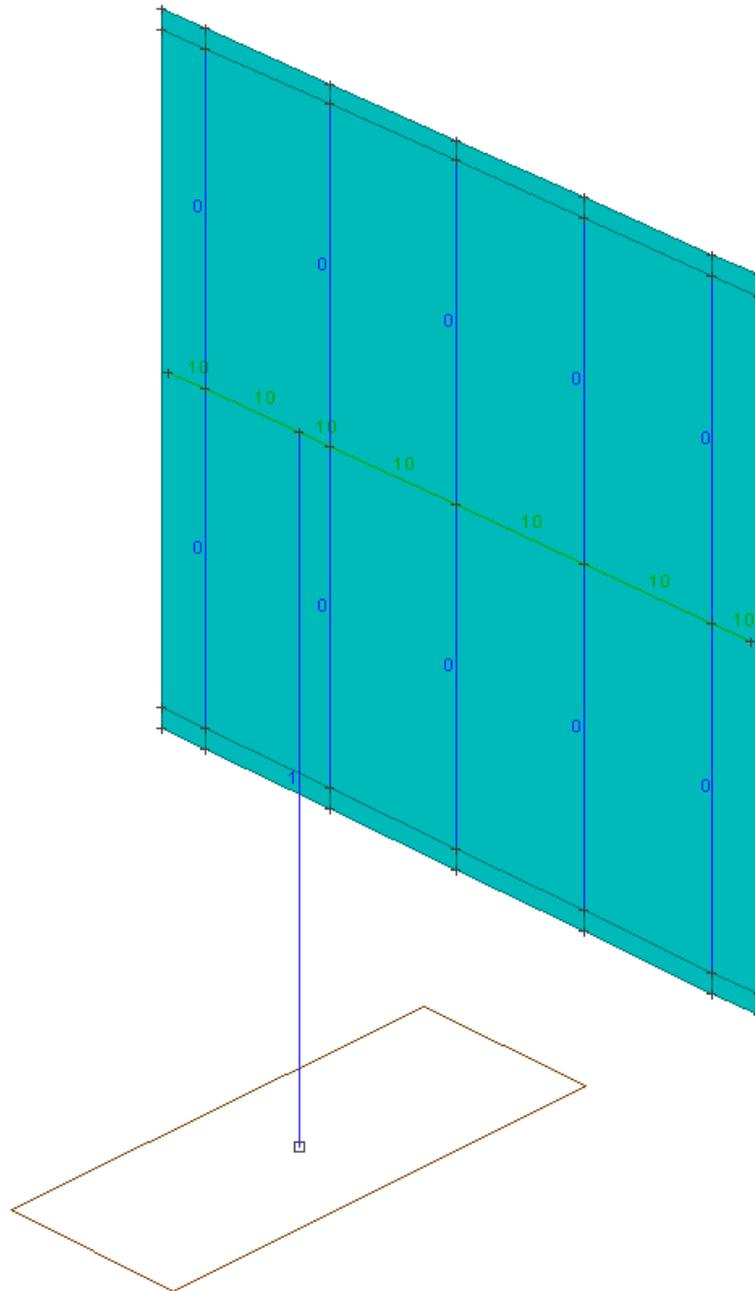
**N3** : Nodo 3  
**N4** : Nodo 4  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2

Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>
0	1	22	21	16	17	11	24.00	24.00	0	1	17	16	11	12	11	24.00	24.00
0	1	51	37	41	54	11	24.00	24.00	0	1	12	11	26	27	11	24.00	24.00
0	1	9	48	53	24	11	24.00	24.00	0	1	48	51	54	53	11	24.00	24.00
0	1	14	49	48	9	11	24.00	24.00	0	1	19	55	49	14	11	24.00	24.00
0	1	43	44	42	38	11	24.00	24.00	0	1	56	43	38	52	11	24.00	24.00
0	1	55	56	52	49	11	24.00	24.00	0	1	37	39	40	41	11	24.00	24.00
0	1	38	42	39	37	11	24.00	24.00	0	1	49	52	51	48	11	24.00	24.00
0	1	52	38	37	51	11	24.00	24.00	0	1	21	19	14	16	11	24.00	24.00
0	1	16	14	9	11	11	24.00	24.00	0	1	11	9	24	26	11	24.00	24.00

Di seguito è riportato lo schema prospettico del modello di calcolo strutturale con indicazione della posizione e numerazione dei nodi e delle aste.

## SCHEMA DI CALCOLO

### Numerazione delle aste



#### 10.1.1.8 Elenco tipi plinti

**TI** : Numero del tipo plinto

**Tipo** : Tipologia

**Gra** : Gradoni

**Pir** : Piramidale  
**T3** : Triangolare 3 pali  
**T3B** : Triangolare 3 pali + bicchiere  
**R** : Rettangolare  
**RB** : Rettangolare + bicchiere  
**R1** : Rettangolare 1 palo  
**R1B** : Rettangolare 1 palo + bicchiere  
**R2x** : Rettangolare 2 pali dir. X  
**R2xB** : Rettangolare 2 pali dir. X + bicchiere  
**R2y** : Rettangolare 2 pali dir. Y  
**R2B** : Rettangolare 2 pali dir. Y + bicchiere  
**R4** : Rettangolare 4 pali  
**R4B** : Rettangolare 4 pali + bicchiere  
**P5** : Pentagonale 5 pali  
**P5B** : Pentagonale 5 pali + bicchiere  
**E6** : Esagonale 6 pali  
**E6B** : Esagonale 6 pali + bicchiere

**Comm.** : Commento

**A1** : Prima dimensione plinto in dir. X  
**A2** : Seconda dimensione plinto in dir. X  
**B1** : Prima dimensione plinto in dir. Y  
**B2** : Seconda dimensione plinto in dir. Y  
**H1** : Altezza parte inferiore plinto  
**c1** : Allargamento magrone in dir. X  
**c2** : Allargamento magrone in dir. Y  
**h** : Altezza magrone  
**Crit.** : Numero del criterio di progetto

Tl	Tipo	Tp	Comm.	A1 <m>	A2 <m>	B1 <m>	B2 <m>	H1 <m>	c1 <m>	c2 <m>	h <m>	Crit.
1	R	--		0.60	0.60	1.45	1.45	1.50	0.15	0.15	0.15	1

### 10.1.1.9 Elenco plinti

**L** : Plinto  
**TI** : Numero del tipo plinto  
**Nodo** : Nodo plinto

L	TI	Nodo
1	1	1

## 10.1.2 CARICHI SULLA STRUTTURA

### 10.1.2.1 Elenco carichi aste

ELENCO CARICHI DISTRIBUITI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta  
**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta  
**P/S** : PP se il carico è dovuto al peso proprio dell'asta altrimenti rappresenta il numero del tipo di solaio di provenienza  
**T** : se il carico è proveniente da un solaio rappresenta il tipo di carico:permanente(P) occidentale (A)  
**DC** : direzione del carico:  
 XL,YL,ZL secondo gli assi X,Y,Z locali  
 XG,YG,ZG secondo gli assi X,Y,Z globali

**Xi,Xf** : ascissa iniziale e finale del carico (m)

**Qi,Qf** : valore del carico in Xi e Xf (kg/m)

#### ELENCO CARICHI CONCENTRATI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta

**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta

**D** : direzione locale (L) o globale (G)

**X** : ascissa del carico (m)

**PX,PY,PZ** : componenti X Y Z della forza applicata (kg)

**MX,MY,MZ** : componenti X Y Z del momento applicato (kgm)

#### ELENCO CARICHI TERMICI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta

**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta

**DT** : dilatazione termica uniforme (gradi)

**GY,GZ** : gradienti di temperatura (gradi/m)

#### CONDIZIONE DI CARICO 1: PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>	Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>
1	1	2	--	PP	ZG	0.00	55.39	3.45	55.39	10	45	6	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.25	41.26
10	6	2	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.65	41.26	10	2	3	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.20	41.26
10	3	47	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.85	41.26	10	47	50	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.85	41.26
10	50	36	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.85	41.26	10	36	46	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.25	41.26
20	16	6	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48	20	6	11	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48
21	14	3	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48	21	3	9	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48
22	49	47	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48	22	47	48	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48
23	52	50	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48	23	50	51	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48
24	38	36	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48	24	36	37	--	PP	ZG	0.00	8.48	1.65	8.48

#### CONDIZIONE DI CARICO 2: AZIONE DEL VENTO - CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>
1	1	2	--	M	YG	0.00	50.61	3.45	50.61

### 10.1.2.2 Elenco carichi elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale

**N1** : Nodo1

**N2** : Nodo2

**N3** : Nodo3

**N4** : Nodo4

**T** : Tipo di carico

**PP** : Peso proprio

**M** : Manuale

**DC** : Direzione del carico

**G** : secondo gli assi Globali

**L** : secondo gli assi Locali

**Qx** : Carico in dir. X

**Qy** : Carico in dir. Y

**Qz** : Carico in dir. Z

#### CONDIZIONE DI CARICO 1: PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CARICHI UNIFORMI

Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>	Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>
------	----	----	----	----	---	----	---------------	---------------	---------------	------	----	----	----	----	---	----	---------------	---------------	---------------

0 22 21 16 17 PP G	0.00	0.00	10.01	0 17 16 11 12 PP G	0.00	0.00	10.01
0 51 37 41 54 PP G	0.00	0.00	10.01	0 12 11 26 27 PP G	0.00	0.00	10.01
0 9 48 53 24 PP G	0.00	0.00	10.01	0 48 51 54 53 PP G	0.00	0.00	10.01
0 14 49 48 9 PP G	0.00	0.00	10.01	0 19 55 49 14 PP G	0.00	0.00	10.01
0 43 44 42 38 PP G	0.00	0.00	10.01	0 56 43 38 52 PP G	0.00	0.00	10.01
0 55 56 52 49 PP G	0.00	0.00	10.01	0 37 39 40 41 PP G	0.00	0.00	10.01
0 38 42 39 37 PP G	0.00	0.00	10.01	0 49 52 51 48 PP G	0.00	0.00	10.01
0 52 38 37 51 PP G	0.00	0.00	10.01	0 21 19 14 16 PP G	0.00	0.00	10.01
0 16 14 9 11 PP G	0.00	0.00	10.01	0 11 9 24 26 PP G	0.00	0.00	10.01

## CONDIZIONE DI CARICO 2: AZIONE DEL VENTO - CARICHI UNIFORMI

Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>	Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>
0 22 21 16 17 M G	0.00	168.70	0.00	0 17 16 11 12 M G	0.00	168.70	0.00												
0 51 37 41 54 M G	0.00	168.70	0.00	0 12 11 26 27 M G	0.00	168.70	0.00												
0 9 48 53 24 M G	0.00	168.70	0.00	0 48 51 54 53 M G	0.00	168.70	0.00												
0 14 49 48 9 M G	0.00	168.70	0.00	0 19 55 49 14 M G	0.00	168.70	0.00												
0 43 44 42 38 M G	0.00	168.70	0.00	0 56 43 38 52 M G	0.00	168.70	0.00												
0 55 56 52 49 M G	0.00	168.70	0.00	0 37 39 40 41 M G	0.00	168.70	0.00												
0 38 42 39 37 M G	0.00	168.70	0.00	0 49 52 51 48 M G	0.00	168.70	0.00												
0 52 38 37 51 M G	0.00	168.70	0.00	0 21 19 14 16 M G	0.00	168.70	0.00												
0 16 14 9 11 M G	0.00	168.70	0.00	0 11 9 24 26 M G	0.00	168.70	0.00												

### 10.1.2.3 Elenco masse nodi

**Nodo** = Numero del nodo

**Mo** = Massa orizzontale

**Mz** = Massa in dir. Z

Nodo	Mo <KG>	Mz <KG>									
2	11.53	11.53	3	3.63	3.63	6	3.32	3.32	9	2.19	2.19
11	1.71	1.71	12	0.26	0.26	14	2.19	2.19	16	1.71	1.71
17	0.26	0.26	19	0.04	0.04	21	0.03	0.03	22	0.01	0.01
24	0.04	0.04	26	0.03	0.03	27	0.01	0.01	36	3.74	3.74
37	1.71	1.71	38	1.71	1.71	39	0.26	0.26	40	0.01	0.01
41	0.03	0.03	42	0.26	0.26	43	0.03	0.03	44	0.01	0.01
45	0.53	0.53	46	0.53	0.53	47	5.00	5.00	48	2.19	2.19
49	2.19	2.19	50	5.00	5.00	51	2.19	2.19	52	2.19	2.19
53	0.04	0.04	54	0.04	0.04	55	0.04	0.04	56	0.04	0.04

## 10.1.3 ANALISI STATICO-DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA

### 10.1.3.1 Spostamenti nodali

**Nodo** : numero del nodo

**CC** : numero della combinazione delle CCE

**SX,SY,SZ** : spostamenti dei nodi (cm)

**RX,RY,RZ** : rotazioni dei nodi (radianti)

**±SXd,±SYd,±SZd** : componenti dinamiche degli spostamenti nodali (cm)

**±RXd,±RYd,±RZd** : componenti dinamiche delle rotazioni nodali (radianti)

Nodo	CC	Sx <cm>	Sy <cm>	Sz <cm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>	Nodo	CC	Sx <cm>	Sy <cm>	Sz <cm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
2	1	0.12	-2.37	-0.00	0.0101	0.0000	-0.0105	2	2	0.16	-1.58	-0.00	0.0067	0.0000	-0.0070
2	3	0.16	-2.37	-0.00	0.0101	0.0000	-0.0105	2	4	0.12	-1.58	-0.00	0.0067	0.0000	-0.0070
2	5	0.12	-0.32	-0.00	0.0013	0.0000	-0.0014	2	6	0.12	0.00	-0.00	0.0000	0.0000	0.0000
3	1	0.12	-2.58	-0.01	0.0101	0.0000	-0.0105	3	2	0.16	-1.72	-0.02	0.0067	0.0000	-0.0070
3	3	0.16	-2.58	-0.02	0.0101	0.0000	-0.0105	3	4	0.12	-1.72	-0.01	0.0067	0.0000	-0.0070
3	5	0.12	-0.34	-0.01	0.0013	0.0000	-0.0014	3	6	0.12	0.00	-0.01	0.0000	0.0000	0.0000
6	1	0.12	-1.69	0.05	0.0101	0.0000	-0.0104	6	2	0.16	-1.13	0.06	0.0067	0.0000	-0.0070
6	3	0.16	-1.69	0.06	0.0101	0.0000	-0.0104	6	4	0.12	-1.13	0.05	0.0067	0.0000	-0.0070
6	5	0.12	-0.23	0.05	0.0013	0.0000	-0.0014	6	6	0.12	0.00	0.05	0.0000	0.0000	0.0000
9	1	0.25	-6.59	-0.02	0.0323	0.0000	-0.0106	9	2	0.32	-4.39	-0.02	0.0216	0.0000	-0.0070

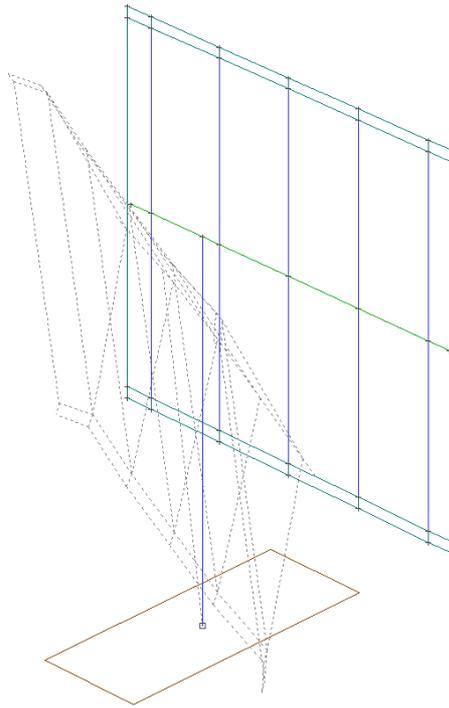
9 3	0.32	-6.59	-0.02	0.0323	0.0000	-0.0106	9 4	0.25	-4.39	-0.02	0.0216	0.0000	-0.0070
9 5	0.25	-0.88	-0.02	0.0043	0.0000	-0.0014	9 6	0.25	0.00	-0.02	0.0000	0.0000	0.0000
11 1	0.25	-5.36	0.05	0.0291	0.0000	-0.0084	11 2	0.32	-3.57	0.06	0.0194	0.0000	-0.0056
11 3	0.32	-5.36	0.06	0.0291	0.0000	-0.0084	11 4	0.25	-3.57	0.05	0.0194	0.0000	-0.0056
11 5	0.25	-0.71	0.05	0.0039	0.0000	-0.0011	11 6	0.25	0.00	0.05	0.0000	0.0000	0.0000
12 1	0.25	-13.82	0.07	0.0185	0.0000	0.4257	12 2	0.32	-9.21	0.09	0.0124	0.0000	0.2838
12 3	0.32	-13.82	0.09	0.0185	0.0000	0.4257	12 4	0.25	-9.21	0.07	0.0124	0.0000	0.2838
12 5	0.25	-1.84	0.07	0.0025	0.0000	0.0568	12 6	0.25	0.00	0.07	0.0000	0.0000	0.0000
14 1	-0.00	-3.26	-0.02	-0.0121	0.0000	-0.0106	14 2	-0.01	-2.17	-0.02	-0.0081	0.0000	-0.0070
14 3	-0.01	-3.26	-0.02	-0.0121	0.0000	-0.0106	14 4	-0.00	-2.17	-0.02	-0.0081	0.0000	-0.0070
14 5	-0.00	-0.43	-0.02	-0.0016	0.0000	-0.0014	14 6	-0.00	0.00	-0.02	0.0000	0.0000	0.0000
16 1	-0.00	-2.03	0.05	-0.0089	0.0000	-0.0084	16 2	-0.01	-1.35	0.06	-0.0059	0.0000	-0.0056
16 3	-0.01	-2.03	0.06	-0.0089	0.0000	-0.0084	16 4	-0.00	-1.35	0.05	-0.0059	0.0000	-0.0056
16 5	-0.00	-0.27	0.05	-0.0012	0.0000	-0.0011	16 6	-0.00	0.00	0.05	0.0000	0.0000	0.0000
17 1	-0.00	-10.48	0.07	0.0016	0.0000	0.4257	17 2	-0.01	-6.99	0.09	0.0011	0.0010	0.2838
17 3	-0.01	-10.48	0.09	0.0016	0.0010	0.4257	17 4	-0.00	-6.99	0.07	0.0011	0.0000	0.2838
17 5	-0.00	-1.40	0.07	0.0000	0.0000	0.0568	17 6	-0.00	0.00	0.07	0.0000	0.0000	0.0000
19 1	-0.01	-3.51	-0.02	-0.0327	0.0000	0.0203	19 2	-0.02	-2.34	-0.02	-0.0218	0.0000	0.0135
19 3	-0.02	-3.51	-0.02	-0.0327	0.0000	0.0203	19 4	-0.01	-2.34	-0.02	-0.0218	0.0000	0.0135
19 5	-0.01	-0.47	-0.02	-0.0044	0.0000	0.0027	19 6	-0.01	0.00	-0.02	0.0000	0.0000	0.0000
21 1	-0.01	-2.14	0.05	-0.0068	0.0000	0.1512	21 2	-0.02	-1.43	0.06	-0.0045	0.0000	0.1008
21 3	-0.02	-2.14	0.06	-0.0068	0.0000	0.1512	21 4	-0.01	-1.43	0.05	-0.0045	0.0000	0.1008
21 5	-0.01	-0.29	0.05	0.0000	0.0000	0.0202	21 6	-0.01	0.00	0.05	0.0000	0.0000	0.0000
22 1	-0.01	-10.38	0.07	0.0196	0.0000	0.3833	22 2	-0.02	-6.92	0.09	0.0130	0.0000	0.2555
22 3	-0.02	-10.38	0.09	0.0196	0.0000	0.3833	22 4	-0.01	-6.92	0.07	0.0130	0.0000	0.2555
22 5	-0.01	-1.38	0.07	0.0026	0.0000	0.0511	22 6	-0.01	0.00	0.07	0.0000	0.0000	0.0000
24 1	0.26	-7.04	-0.02	0.0529	0.0000	0.0203	24 2	0.33	-4.69	-0.02	0.0353	0.0000	0.0135
24 3	0.33	-7.04	-0.02	0.0529	0.0000	0.0203	24 4	0.26	-4.69	-0.02	0.0353	0.0000	0.0135
24 5	0.26	-0.94	-0.02	0.0071	0.0000	0.0027	24 6	0.26	0.00	-0.02	0.0000	0.0000	0.0000
26 1	0.26	-5.68	0.05	0.0270	0.0000	0.1512	26 2	0.33	-3.78	0.06	0.0180	0.0000	0.1008
26 3	0.33	-5.68	0.06	0.0270	0.0000	0.1512	26 4	0.26	-3.78	0.05	0.0180	0.0000	0.1008
26 5	0.26	-0.76	0.05	0.0036	0.0000	0.0202	26 6	0.26	0.00	0.05	0.0000	0.0000	0.0000
27 1	0.26	-13.92	0.07	0.0000	0.0000	0.3833	27 2	0.33	-9.28	0.09	0.0000	0.0000	0.2555
27 3	0.33	-13.92	0.09	0.0000	0.0000	0.3833	27 4	0.26	-9.28	0.07	0.0000	0.0000	0.2555
27 5	0.26	-1.86	0.07	0.0000	0.0000	0.0511	27 6	0.26	0.00	0.07	0.0000	0.0000	0.0000
36 1	0.12	-5.72	-0.21	0.0101	0.0000	-0.0129	36 2	0.16	-3.81	-0.28	0.0067	0.0000	-0.0086
36 3	0.16	-5.72	-0.28	0.0101	0.0000	-0.0129	36 4	0.12	-3.81	-0.21	0.0067	0.0000	-0.0086
36 5	0.12	-0.76	-0.21	0.0013	0.0000	-0.0017	36 6	0.12	0.00	-0.21	0.0000	0.0000	0.0000
37 1	0.25	-9.38	-0.21	0.0291	0.0000	-0.0150	37 2	0.32	-6.26	-0.28	0.0194	0.0000	-0.0100
37 3	0.32	-9.38	-0.28	0.0291	0.0000	-0.0150	37 4	0.25	-6.26	-0.21	0.0194	0.0000	-0.0100
37 5	0.25	-1.25	-0.21	0.0039	0.0000	-0.0020	37 6	0.25	0.00	-0.21	0.0000	0.0000	0.0000
38 1	-0.00	-6.05	-0.21	-0.0089	0.0000	-0.0150	38 2	-0.01	-4.04	-0.28	-0.0059	0.0000	-0.0100
38 3	-0.01	-6.05	-0.28	-0.0089	0.0000	-0.0150	38 4	-0.00	-4.04	-0.21	-0.0059	0.0000	-0.0100
38 5	-0.00	-0.81	-0.21	-0.0012	0.0000	-0.0020	38 6	-0.00	0.00	-0.21	0.0000	0.0000	0.0000
39 1	0.25	-18.54	-0.24	0.0185	0.0000	-0.4491	39 2	0.32	-12.36	-0.31	0.0124	0.0000	-0.2994
39 3	0.32	-18.54	-0.31	0.0185	0.0000	-0.4491	39 4	0.25	-12.36	-0.24	0.0124	0.0000	-0.2994
39 5	0.25	-2.47	-0.24	0.0025	0.0000	-0.0599	39 6	0.25	0.00	-0.24	0.0000	0.0000	0.0000
40 1	0.26	-18.64	-0.24	0.0000	0.0000	-0.4067	40 2	0.33	-12.43	-0.31	0.0000	0.0000	-0.2711
40 3	0.33	-18.64	-0.31	0.0000	0.0000	-0.4067	40 4	0.26	-12.43	-0.24	0.0000	0.0000	-0.2711
40 5	0.26	-2.49	-0.24	0.0000	0.0000	-0.0542	40 6	0.26	0.00	-0.24	0.0000	0.0000	0.0000
41 1	0.26	-9.70	-0.21	0.0270	0.0000	-0.1746	41 2	0.33	-6.47	-0.28	0.0180	0.0010	-0.1164
41 3	0.33	-9.70	-0.28	0.0270	0.0010	-0.1746	41 4	0.26	-6.47	-0.21	0.0180	0.0000	-0.1164
41 5	0.26	-1.29	-0.21	0.0036	0.0000	-0.0233	41 6	0.26	0.00	-0.21	0.0000	0.0000	0.0000
42 1	-0.00	-15.21	-0.24	0.0016	0.0000	-0.4491	42 2	-0.01	-10.14	-0.31	0.0011	0.0000	-0.2994
42 3	-0.01	-15.21	-0.31	0.0016	0.0000	-0.4491	42 4	-0.00	-10.14	-0.24	0.0011	0.0000	-0.2994
42 5	-0.00	-2.03	-0.24	0.0000	0.0000	-0.0599	42 6	-0.00	0.00	-0.24	0.0000	0.0000	0.0000
43 1	-0.01	-6.17	-0.21	-0.0068	0.0000	-0.1746	43 2	-0.02	-4.11	-0.28	-0.0045	0.0010	-0.1164
43 3	-0.02	-6.17	-0.28	-0.0068	0.0010	-0.1746	43 4	-0.01	-4.11	-0.21	-0.0045	0.0000	-0.1164
43 5	-0.01	-0.82	-0.21	0.0000	0.0000	-0.0233	43 6	-0.01	0.00	-0.21	0.0000	0.0000	0.0000
44 1	-0.01	-15.11	-0.24	0.0195	0.0000	-0.4067	44 2	-0.02	-10.07	-0.31	0.0130	0.0000	-0.2711
44 3	-0.02	-15.11	-0.31	0.0195	0.0000	-0.4067	44 4	-0.01	-10.07	-0.24	0.0130	0.0000	-0.2711
44 5	-0.01	-2.01	-0.24	0.0026	0.0000	-0.0542	44 6	-0.01	0.00	-0.24	0.0000	0.0000	0.0000
45 1	0.12	-1.43	0.07	0.0101	0.0000	-0.0104	45 2	0.16	-0.95	0.09	0.0067	0.0000	-0.0070
45 3	0.16	-1.43	0.09	0.0101	0.0000	-0.0104	45 4	0.12	-0.95	0.07	0.0067	0.0000	-0.0070
45 5	0.12	-0.19	0.07	0.0013	0.0000	-0.0014	45 6	0.12	0.00	0.07	0.0000	0.0000	0.0000
46 1	0.12	-6.04	-0.23	0.0101	0.0000	-0.0129	46 2	0.16	-4.03	-0.30	0.0067	0.0000	-0.0086
46 3	0.16	-6.04	-0.30	0.0101	0.0000	-0.0129	46 4	0.12	-4.03	-0.23	0.0067	0.0000	-0.0086
46 5	0.12	-0.81	-0.23	0.0013	0.0000	-0.0017	46 6	0.12	0.00	-0.23	0.0000	0.0000	0.0000
47 1	0.12	-3.56	-0.08	0.0101	0.0000	-0.0121	47 2	0.16	-2.37	-0.11	0.0067	0.0010	-0.0081
47 3	0.16	-3.56	-0.11	0.0101	0.0010	-0.0121	47 4	0.12	-2.37	-0.08	0.0067	0.0000	-0.0081
47 5	0.12	-0.47	-0.08	0.0013	0.0000	-0.0016	47 6	0.12	0.00	-0.08	0.0000	0.0000	0.0000
48 1	0.25	-7.57	-0.08	0.0324	0.0000	-0.0121	48 2	0.32	-5.04	-0.11	0.0216	0.0000	-0.0081
48 3	0.32	-7.57	-0.11	0.0324	0.0000	-0.0121	48 4	0.25	-5.04	-0.08	0.0216	0.0000	-0.0081
48 5	0.25	-1.01	-0.08	0.0043	0.0000	-0.0016	48 6	0.25	0.00	-0.08	0.0000	0.0000	0.0000
49 1	-0.00	-4.24	-0.08	-0.0122	0.0000	-0.0121	49 2	-0.01	-2.82	-0.11	-0.0081	0.0000	-0.0081
49 3	-0.01	-4.24	-0.11	-0.0122	0.0000	-0.0121	49 4	-0.00	-2.82	-0.08	-0.0081	0.0000	-0.0081
49 5	-0.00	-0.56	-0.08	-0.0016	0.0000	-0.0016	49 6	-0.00	0.00	-0.08	0.0000	0.0000	0.0000
50 1	0.12	-4.62	-0.15	0.0101	0.0000	-0.0128	50 2	0.16	-3.08	-0.19	0.0067	0.0010	-0.0085
50 3	0.16	-4.62	-0.19	0.0101	0.0010	-0.0128	50 4	0.12	-3.08	-0.15	0.0067	0.0000	-0.0085
50 5	0.12	-0.62	-0.15	0.0013	0.0000	-0.0017	50 6	0.12	0.00	-0.15	0.0000	0.0000	0.0000
51 1	0.25	-8.63	-0.15	0.0323	0.0000	-0.0127	51 2	0.32	-5.75	-0.19	0.0216	0.0000	-0.0085
51 3	0.32	-8.63	-0.19	0.0323	0.0000	-0.0127	51 4	0.25	-5.75	-0.15	0.0216	0.0000	-0.0085

51 5	0.25	-1.15	-0.15	0.0043	0.0000	-0.0017	51 6	0.25	0.00	-0.15	0.0000	0.0000	0.0000
52 1	-0.00	-5.29	-0.15	-0.0121	0.0000	-0.0127	52 2	-0.01	-3.53	-0.19	-0.0081	0.0000	-0.0085
52 3	-0.01	-5.29	-0.19	-0.0121	0.0000	-0.0127	52 4	-0.00	-3.53	-0.15	-0.0081	0.0000	-0.0085
52 5	-0.00	-0.71	-0.15	-0.0016	0.0000	-0.0017	52 6	-0.00	0.00	-0.15	0.0000	0.0000	0.0000
53 1	0.26	-7.99	-0.08	0.0457	0.0000	-0.0122	53 2	0.33	-5.32	-0.11	0.0305	0.0010	-0.0081
53 3	0.33	-7.99	-0.11	0.0457	0.0010	-0.0122	53 4	0.26	-5.32	-0.08	0.0305	0.0000	-0.0081
53 5	0.26	-1.06	-0.08	0.0061	0.0000	-0.0016	53 6	0.26	0.00	-0.08	0.0000	0.0000	0.0000
54 1	0.26	-9.08	-0.15	0.0529	0.0000	-0.0438	54 2	0.33	-6.05	-0.19	0.0353	0.0010	-0.0292
54 3	0.33	-9.08	-0.19	0.0529	0.0010	-0.0438	54 4	0.26	-6.05	-0.15	0.0353	0.0000	-0.0292
54 5	0.26	-1.21	-0.15	0.0071	0.0000	-0.0058	54 6	0.26	0.00	-0.15	0.0000	0.0000	0.0000
55 1	-0.01	-4.45	-0.08	-0.0255	0.0000	-0.0122	55 2	-0.02	-2.97	-0.11	-0.0170	0.0010	-0.0081
55 3	-0.02	-4.45	-0.11	-0.0255	0.0010	-0.0122	55 4	-0.01	-2.97	-0.08	-0.0170	0.0000	-0.0081
55 5	-0.01	-0.59	-0.08	-0.0034	0.0000	-0.0016	55 6	-0.01	0.00	-0.08	0.0000	0.0000	0.0000
56 1	-0.01	-5.54	-0.15	-0.0327	0.0000	-0.0438	56 2	-0.02	-3.69	-0.19	-0.0218	0.0010	-0.0292
56 3	-0.02	-5.54	-0.19	-0.0327	0.0010	-0.0438	56 4	-0.01	-3.69	-0.15	-0.0218	0.0000	-0.0292
56 5	-0.01	-0.74	-0.15	-0.0044	0.0000	-0.0058	56 6	-0.01	0.00	-0.15	0.0000	0.0000	0.0000

Di seguito si riporta lo schema della deformata strutturale nelle CC più significative:

## DEFORMATA STRUTTURALE

### MONOPALO "B"



**CCE 4**

#### 10.1.3.2 Tensioni sul terreno

Le tensioni sul terreno vengono determinate mediante il modello tridimensionale in cui il plinto di fondazione è schematizzato con elementi bidimensionali. Si utilizza la CC GEO.

Si riporta il tipo e l'elenco degli elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale  
**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**N1** : Nodo 1  
**N2** : Nodo 2  
**N3** : Nodo 3  
**N4** : Nodo 4  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2

- ELENCO TIPI ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Tb	Comm.	Tipo	Us	Mat.	Crit.	Spess.	kt
						<cm>	<kg/cm<sup>2</sup>>
2		W-RTC	S		1	150.00	0.696

- ELENCO ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1	Dy2	Kt	Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1	Dy2	Kt
							<cm>	<cm>	<kg/cm<sup>2</sup>>								<cm>	<cm>	<kg/cm<sup>2</sup>>
1	2	64	63	1	58	11	0.00	0.00	0.70	1	2	63	62	57	1	11	0.00	0.00	0.70
1	2	58	1	60	61	11	0.00	0.00	0.70	1	2	1	57	59	60	11	0.00	0.00	0.70

Si riportano le tensioni sul terreno:

**Nodo** : Numero del nodo  
**CC** : Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 $\sigma_t$  : Tensione sul terreno

• ANALISI STATICA

Nodo	CC	$\sigma_t$									
		<kg/cm<sup>2</sup>>			<kg/cm<sup>2</sup>>			<kg/cm<sup>2</sup>>			<kg/cm<sup>2</sup>>
1	1	0.39	57	1	0.43	58	1	0.35	59	1	-0.00
60	1	-0.04	61	1	-0.08	62	1	0.87	63	1	0.83
64	1	0.78									

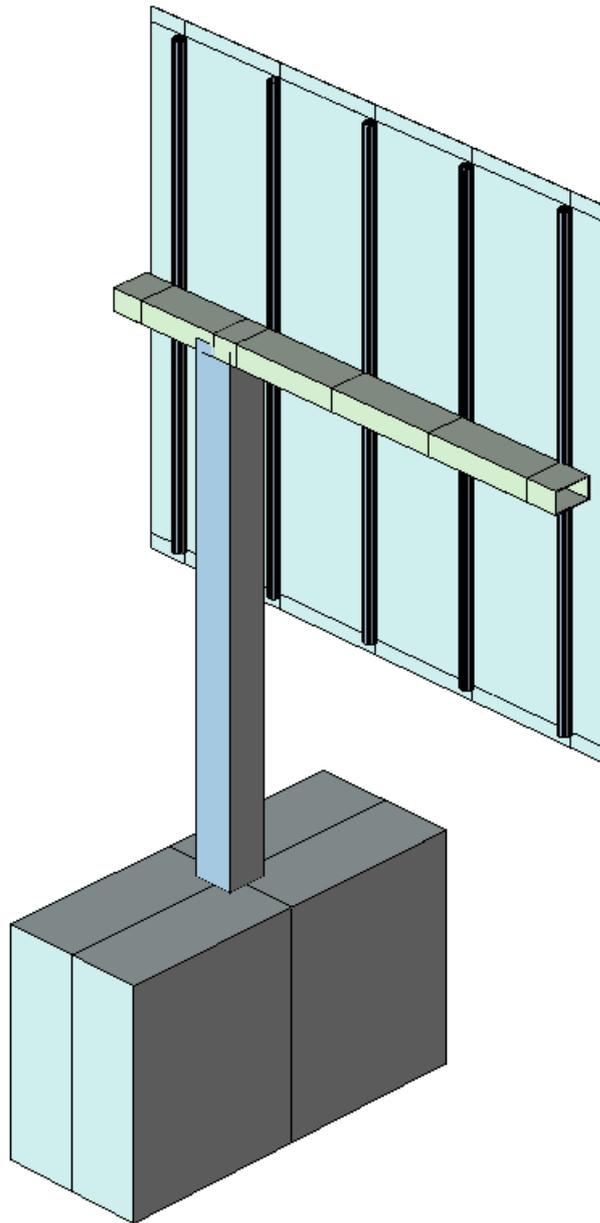
• ANALISI SISMICA

Nodo	CC	$\sigma_t$									
		<kg/cm<sup>2</sup>>			<kg/cm<sup>2</sup>>			<kg/cm<sup>2</sup>>			<kg/cm<sup>2</sup>>
1	1	0.39	1	2	0.39	1	3	0.39	1	4	0.39
1	5	0.39	1	6	0.39	1	7	0.39	1	8	0.39
57	1	0.53	57	2	0.53	57	3	0.35	57	4	0.35
57	5	0.47	57	6	0.41	57	7	0.47	57	8	0.41
58	1	0.26	58	2	0.26	58	3	0.44	58	4	0.44
58	5	0.32	58	6	0.38	58	7	0.32	58	8	0.38
59	1	0.54	59	2	0.52	59	3	0.36	59	4	0.33
59	5	0.50	59	6	0.45	59	7	0.43	59	8	0.37
60	1	0.40	60	2	0.38	60	3	0.40	60	4	0.38
60	5	0.43	60	6	0.43	60	7	0.36	60	8	0.36
61	1	0.27	61	2	0.25	61	3	0.45	61	4	0.43
61	5	0.36	61	6	0.41	61	7	0.28	61	8	0.34
62	1	0.52	62	2	0.54	62	3	0.33	62	4	0.36
62	5	0.43	62	6	0.37	62	7	0.50	62	8	0.45
63	1	0.38	63	2	0.40	63	3	0.38	63	4	0.40
63	5	0.36	63	6	0.36	63	7	0.43	63	8	0.43
64	1	0.25	64	2	0.27	64	3	0.43	64	4	0.45
64	5	0.28	64	6	0.34	64	7	0.36	64	8	0.41

Di seguito si riportano lo schema del modello tridimensionale del monopalo "B" con i bidimensionali in fondazione e lo schema delle tensioni sul terreno, con la relativa numerazione dei nodi in fondazione, nelle condizioni di carico più gravose dovute all' azione del vento (CC1-GEO).

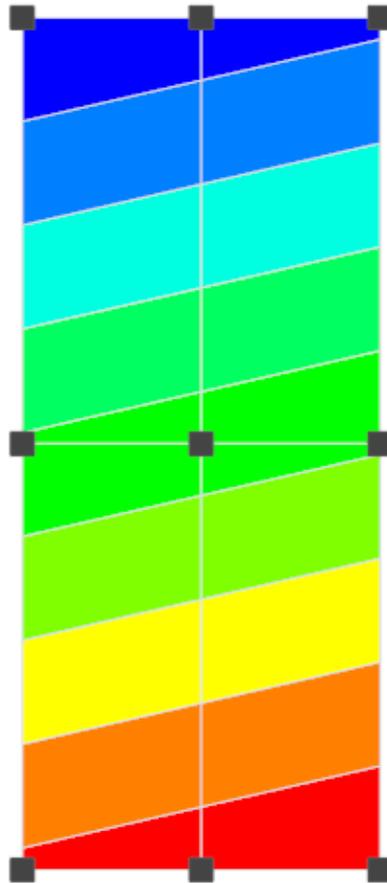
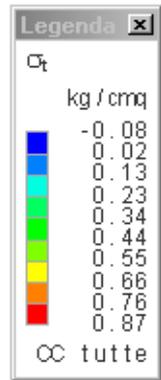
## MODELLO TRIDIMENSIONALE

MONOPALO "B"



**TENSIONI SUL TERRENO E NUM. NODI FONDAZIONE**

MONOPALO "B" – CC 1 GEO



### 10.1.3.3 Reazioni vincolari

**Nodo** : numero del nodo  
**CC** : numero della combinazione delle CCE  
**RX,RY,RZ** : reazioni vincolari (forze) (kg)  
**MX,MY,MZ** : reazioni vincolari (momenti) (kgm)  
**±RXd,±RYd,±RZd** : componenti dinamiche delle reazioni vincolari (forze) (kg)  
**±MXd,±MYd,±MZd** : componenti dinamiche delle reazioni vincolari (momenti) (kgm)

#### • Reazioni vincolari – SLU - STATICO

Nodo	CC	Rx <kg>	Ry <kg>	Rz <kg>	Mx <kgm>	My <kgm>	Mz <kgm>
1	1	0.00	3798.91	590.65	-12654.70	-436.89	3719.82
1	2	0.00	2532.61	767.84	-8436.45	-567.95	2479.88
1	3	0.00	3798.91	767.84	-12654.70	-567.95	3719.82
1	4	0.00	2532.61	590.65	-8436.45	-436.89	2479.88
1	5	0.00	506.52	590.65	-1687.29	-436.89	495.98
1	6	0.00	0.00	590.65	0.00	-436.89	0.00

#### • Reazioni vincolari – SLU - SISMICA

Nodo	CC	Rx <kg>	Ry <kg>	Rz <kg>	Mx <kgm>	My <kgm>	Mz <kgm>
1	1	-254.79	-76.44	590.65	287.38	-1394.82	-65.97
1	2	-254.79	76.44	590.65	-287.38	-1394.82	65.97
1	3	254.79	-76.44	590.65	287.38	521.05	-65.97
1	4	254.79	76.44	590.65	-287.38	521.05	65.97
1	5	-76.44	-254.79	590.65	957.94	-724.27	-219.89
1	6	76.44	-254.79	590.65	957.94	-149.51	-219.89
1	7	-76.44	254.79	590.65	-957.94	-724.27	219.89
1	8	76.44	254.79	590.65	-957.94	-149.51	219.89

### 10.1.3.4 Sollecitazioni aste

**Asta** : numero dell'asta  
**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta  
**CC** : numero della combinazione delle CCE  
**x,xi,xc,xf** : coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale per la quale vengono riportate le sollecitazioni  
**N** : sforzo normale (kg)  
**TY,TZ** : taglio in direzione Y e Z (kg)  
**MZ,MY** : momento flettente intorno all'asse Z (piano XY) o Y (piano XZ) (kgm)  
**MX** : momento torcente (intorno all'asse X) (kgm)  
**±Nd** : componente dinamica dello sforzo normale (kg)  
**±TYd,±TZd** : componente dinamica del taglio in direzione Y e Z (kg)  
**±MZd,±MYd** : componente dinamica del momento flettente intorno all'asse Z (piano XY) o Y (piano XZ) (kgm)  
**±MXd** : componente dinamica del momento torcente (intorno all'asse X) (kgm)

Nota: le sollecitazioni sono riferite agli assi locali dell'asta; le convenzioni sui segni sono quelle adottate normalmente in ingegneria:

- sforzo normale N positivo se di trazione
- taglio all'inizio dell'asta positivo se equiverso all'asse locale a cui si riferisce; di segno opposto all'altro estremo
- momento flettente MY negativo se tende le fibre dalla parte positiva dell'asse Z; analogamente per MZ
- momento torcente MX positivo se le sezioni della trave ruotano in senso antiorario (asse Z che ruota)

sull'asse Y)

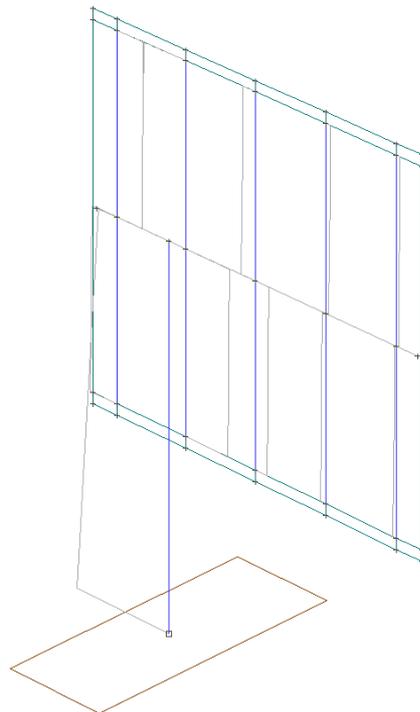
Asta	N1	N2	X <cm>	N <kg>	CC	Ty <kg>	CC	Mz <kgm>	CC	Tz <kg>	CC	My <kgm>	CC	Mx <kgm>	CC	
1	1	2	Max	0.00	-590.65	1	3798.91	1	0.00	6	0.00	1	-436.89	1	0.00	6
1	1	2	Max	337.50	-403.71	1	3542.70	1	0.00	6	0.00	1	-436.89	1	0.00	6
1	1	2	Min.	0.00	-767.84	2	0.00	6	-12654.70	1	0.00	1	-567.95	2	-3719.82	1
1	1	2	Min.	337.50	-524.82	2	0.00	6	-265.70	1	0.00	1	-567.95	2	-3719.82	1
10	45	6	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.00	1	0.00	1
10	45	6	Max	20.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-8.46	1	-0.87	1	0.00	1
10	45	6	Min.	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.00	1
10	45	6	Min.	20.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-11.00	2	-1.13	2	0.00	1
10	6	2	Max	4.50	0.00	1	0.00	6	0.00	6	320.56	2	14.23	2	0.00	1
10	6	2	Max	50.00	0.00	1	0.00	6	0.00	6	296.15	2	154.53	2	0.00	1
10	6	2	Min.	4.50	0.00	1	-643.83	1	-67.93	1	246.58	1	10.95	1	0.00	1
10	6	2	Min.	50.00	0.00	1	-643.83	1	-360.88	1	227.81	1	118.87	1	0.00	1
10	2	3	Max	15.00	0.00	1	2898.87	1	0.00	6	820.97	2	-189.12	1	0.00	1
10	2	3	Max	15.50	0.00	1	2898.87	1	0.00	6	820.70	2	-185.96	1	0.00	1
10	2	3	Min.	15.00	0.00	1	0.00	6	-3742.44	1	631.51	1	-245.86	2	0.00	1
10	2	3	Min.	15.50	0.00	1	0.00	6	-3727.95	1	631.31	1	-241.75	2	0.00	1
10	3	47	Max	4.50	0.00	1	2147.60	1	0.00	6	281.64	2	-139.09	1	0.00	1
10	3	47	Max	80.50	0.00	1	2147.60	1	0.00	6	240.88	2	17.74	2	0.00	1
10	3	47	Min.	4.50	0.00	1	0.00	6	-3500.10	1	216.65	1	-180.82	2	0.00	1
10	3	47	Min.	80.50	0.00	1	0.00	6	-1867.92	1	185.29	1	13.64	1	0.00	1
10	47	50	Max	4.50	0.00	1	1395.04	1	0.00	6	-1.49	1	23.58	2	0.00	1
10	47	50	Max	80.50	0.00	1	1395.04	1	0.00	6	-32.84	1	6.62	2	0.00	1
10	47	50	Min.	4.50	0.00	1	0.00	6	-1708.50	1	-1.93	2	18.14	1	0.00	1
10	47	50	Min.	80.50	0.00	1	0.00	6	-648.26	1	-42.70	2	5.09	1	0.00	1
10	50	36	Max	4.50	0.00	1	643.82	1	0.00	6	14.10	2	4.26	2	0.00	1
10	50	36	Max	30.79					-258.65	2		6.12	2			
10	50	36	Max	80.50	0.00	1	643.82	1	0.00	6	-20.51	1	-0.39	1	0.00	1
10	50	36	Min.	4.50	0.00	1	0.00	6	-557.24	1	10.85	1	3.28	1	0.00	1
10	50	36	Min.	30.79					-387.97	1		4.71	1			
10	50	36	Min.	80.50	0.00	1	0.00	6	-67.93	1	-26.66	2	-0.51	2	0.00	1
10	36	46	Max	4.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	11.00	2	-0.87	1	0.00	1
10	36	46	Max	20.90								-0.03	1			
10	36	46	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.00	2	0.00	1
10	36	46	Min.	4.50	0.00	1	0.00	1	0.00	1	8.46	1	-1.13	2	0.00	1
10	36	46	Min.	20.90								-0.04	2			
10	36	46	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	2	0.00	1	0.00	1
20	16	6	Max	0.00	-140.88	1	0.00	6	0.00	6	0.85	2	-0.54	1	0.00	6
20	16	6	Max	157.50	-127.52	1	0.00	6	0.00	6	0.85	2	0.65	2	0.00	6
20	16	6	Min.	0.00	-183.15	2	-321.92	1	-0.39	1	0.66	1	-0.70	2	-19.48	1
20	16	6	Min.	157.50	-165.78	2	-321.92	1	-507.41	1	0.66	1	0.50	1	-19.48	1
20	6	11	Max	7.50	165.78	2	321.92	1	0.00	6	0.85	2	-0.50	1	19.48	1
20	6	11	Max	165.00	183.15	2	321.92	1	0.00	6	0.85	2	0.70	2	19.48	1
20	6	11	Min.	7.50	127.52	1	0.00	6	-507.41	1	0.66	1	-0.65	2	0.00	6
20	6	11	Min.	165.00	140.88	1	0.00	6	-0.39	1	0.66	1	0.54	1	0.00	6
21	14	3	Max	0.00	252.16	2	0.00	6	0.00	6	5.15	2	-2.18	1	0.38	1
21	14	3	Max	157.50	269.53	2	0.00	6	0.00	6	5.15	2	5.28	2	0.38	1
21	14	3	Min.	0.00	193.97	1	-375.63	1	-1.00	1	3.96	1	-2.84	2	0.00	6
21	14	3	Min.	157.50	207.33	1	-375.63	1	-592.63	1	3.96	1	4.06	1	0.00	6
21	3	9	Max	7.50	-207.33	1	375.63	1	0.00	6	5.15	2	-4.06	1	0.00	6
21	3	9	Max	165.00	-193.97	1	375.63	1	0.00	6	5.15	2	2.84	2	0.00	6
21	3	9	Min.	7.50	-269.53	2	0.00	6	-592.63	1	3.96	1	-5.28	2	-0.38	1
21	3	9	Min.	165.00	-252.16	2	0.00	6	-1.00	1	3.96	1	2.18	1	-0.38	1
22	49	47	Max	0.00	104.03	2	0.00	6	0.00	6	-1.76	1	1.32	2	0.00	1
22	49	47	Max	157.50	121.40	2	0.00	6	0.00	6	-1.76	1	-1.76	1	0.00	1
22	49	47	Min.	0.00	80.03	1	-376.28	1	-1.02	1	-2.29	2	1.02	1	0.00	6
22	49	47	Min.	157.50	93.39	1	-376.28	1	-593.66	1	-2.29	2	-2.28	2	0.00	6
22	47	48	Max	7.50	-93.39	1	376.28	1	0.00	6	-1.76	1	2.28	2	0.00	6
22	47	48	Max	165.00	-80.03	1	376.28	1	0.00	6	-1.76	1	-1.02	1	0.00	6
22	47	48	Min.	7.50	-121.40	2	0.00	6	-593.66	1	-2.29	2	1.76	1	-0.00	1
22	47	48	Min.	165.00	-104.03	2	0.00	6	-1.02	1	-2.29	2	-1.32	2	-0.00	1
23	52	50	Max	0.00	-35.21	1	0.00	6	0.00	6	-0.43	1	0.38	2	0.00	6
23	52	50	Max	157.50	-21.85	1	0.00	6	0.00	6	-0.43	1	-0.38	1	0.00	6
23	52	50	Min.	0.00	-45.77	2	-375.61	1	-1.00	1	-0.56	2	0.29	1	-0.36	1
23	52	50	Min.	157.50	-28.40	2	-375.61	1	-592.59	1	-0.56	2	-0.49	2	-0.36	1
23	50	51	Max	7.50	28.40	2	375.61	1	0.00	6	-0.43	1	0.49	2	0.36	1
23	50	51	Max	165.00	45.77	2	375.61	1	0.00	6	-0.43	1	-0.30	1	0.36	1
23	50	51	Min.	7.50	21.85	1	0.00	6	-592.59	1	-0.56	2	0.38	1	0.00	6
23	50	51	Min.	165.00	35.21	1	0.00	6	-1.01	1	-0.56	2	-0.38	2	0.00	6
24	38	36	Max	0.00	-27.85	1	0.00	6	0.00	6	0.04	2	-0.02	1	19.48	1

24	38	36	Max	157.50	-14.48	1	0.00	6	0.00	6	0.04	2	0.04	2	19.48	1
24	38	36	Min.	0.00	-36.20	2	-321.91	1	-0.39	1	0.03	1	-0.02	2	0.00	6
24	38	36	Min.	157.50	-18.83	2	-321.91	1	-507.40	1	0.03	1	0.03	1	0.00	6
24	36	37	Max	7.50	18.83	2	321.91	1	0.00	6	0.04	2	-0.03	1	0.00	6
24	36	37	Max	165.00	36.20	2	321.91	1	0.00	6	0.04	2	0.02	2	0.00	6
24	36	37	Min.	7.50	14.48	1	0.00	6	-507.40	1	0.03	1	-0.04	2	-19.48	1
24	36	37	Min.	165.00	27.85	1	0.00	6	-0.39	1	0.03	1	0.02	1	-19.48	1

Di seguito è riportato lo schema prospettico del modello di calcolo strutturale, con la visualizzazione dei diagrammi dello sforzo normale, del taglio e del momento flettente per le due condizioni di carico più gravose, ossia quella dovuta all'azione del vento CC3, allo SLU.

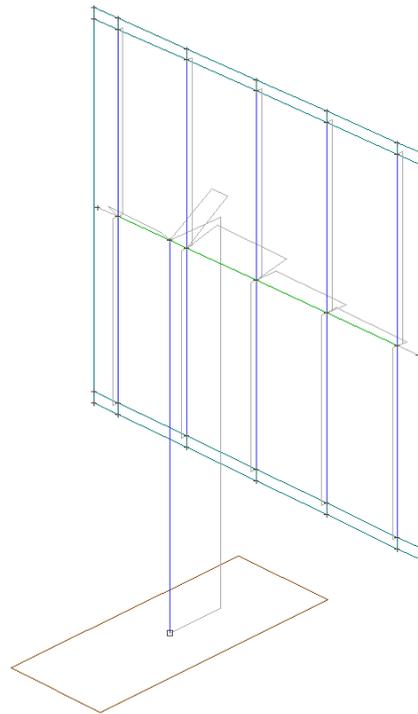
**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi delle sforzo normale nelle CCE 3*



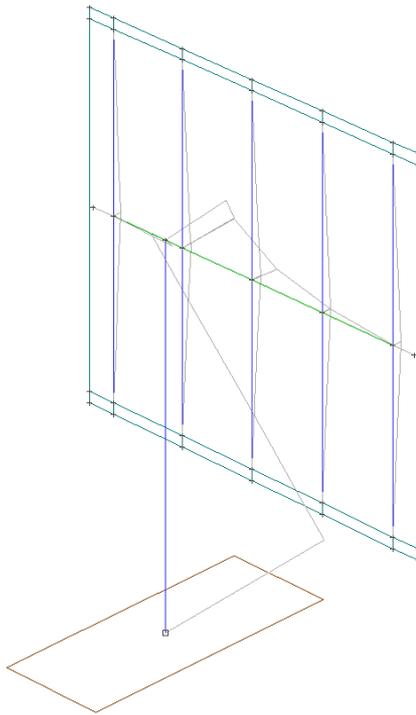
**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi del taglio nelle CCE 3*



**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi del momento flettente nelle CCE 3*



## 10.1.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ

### 10.1.4.1 Montanti in acciaio

Sez.	= Numero della sezione
Cod.	= Codice
Tipo	= Tipologia
	2C = Doppia C lato labbri
	2Cdx = Doppia C lato costola
	2I = Doppia I

	2L	= Doppia L lato labbri
	2Ldx	= Doppia L lato costole
	C	= C
	Cdx	= C destra
	Cir.	= Circolare
	Cir.c	= Circolare cava
	I	= I
	L	= L
	Ldx	= L destra
	Om.	= Omega
	Pg	= Pi greco
	Pr	= Poligono regolare
	Prc	= Poligono regolare cavo
	Pc	= Per coordinate
	Ia	= Inerzie assegnate
	R	= Rettangolare
	Rc	= Rettangolare cava
	T	= T
	U	= U
	Ur	= U rovescia
	V	= V
	Vr	= V rovescia
	Z	= Z
	Zdx	= Z destra
	Ts	= T stondata
	Ls	= L stondata
	Cs	= C stondata
	Is	= I stondata
	Dis.	= Disegnata
D	<cm>	= Distanza
Area	<cmq>	= Area
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse z
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in direz y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in direz z
J $\Phi$	<cm6>	= Costante di ingobbamento
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N,Ed	<kg>	= Forza assiale di calcolo
M,Ed	<kgm>	= Momento flettente di calcolo
Nc,Rd	<kg>	= Resistenza a compressione
My,c,Rd	<kgm>	= Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y
Linfl		= lunghezza libera d'inflessione
$\lambda$		= Snellezza per inflessione
Ncr	<kg>	= Sforzo normale critico euleriano
$\lambda^*$		= Snellezza adimensionale
Curva		= Curva di instabilità adottata
$\Phi$		= Coefficiente $\Phi$
$\chi$ ,min		= Coefficiente $\chi$ di riduzione per instabilità
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<kg>	= Sforzo normale
T	<kg>	= Taglio agente
M	<kgm>	= Momento agente
Mx	<kgm>	= Momento torcente intorno all'asse X
$\sigma_N$	<kg/cmq>	= Tensione normale per sforzo normale
$\sigma_M$	<kg/cmq>	= Tensione normale per momento flettente
$\tau$	<kg/cmq>	= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
Nb,Rd	<kg>	= Resistenza all'instabilità
fz,L	<cm>	= Freccia in direzione Z locale
fz,G	<cm>	= Freccia in direzione Z globale

CARATTERISTICHE PROFILATI UTILIZZATI:

Sez.	Cod.	Tip	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wymin	Wzmin
			<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm4>	<cm4>	<cm>	<cm>	<cmc>	<cmc>
1 Rc	0.3x0.3x0.01	P Rc	--	70.56	70.56	70.56	10169.10	10169.10	12.01	12.01	677.94	677.94
2 Rc	0.3x0.15x0.01	T Rc	--	52.56	52.56	52.56	2130.13	6278.95	6.37	10.93	284.02	418.60
3 Cir.c	D=90/4	P Cir.c	--	10.81	10.81	10.81	100.13	100.13	3.04	3.04	22.25	22.25

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	J0
		<cmc>	<cmc>	<cmq>	<cmq>	<cm6>
1 Rc	0.3x0.3x0.01	P	778.03	778.03	35.28	35.28
2 Rc	0.3x0.15x0.01	T	316.33	513.43	17.52	35.04
3 Cir.c	D=90/4	P	28.88	28.88	6.88	6.88

Asta n. 1 (1 2) Rc 0.3x0.3x0.01 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 4  
Sollecitazioni: N=-767.84 M<sub>y</sub>=567.95 T<sub>y</sub>=3798.91 M<sub>z</sub>=-12654.70 M<sub>x</sub>=-3719.82  
Caratteristiche sezione ridotta: A<sub>rid</sub>=66.655500 W<sub>y,rid</sub>=676.44 W<sub>z,rid</sub>=584.82  
e<sub>N,y</sub>=0.86 ΔM<sub>z,Ed</sub>=6.61 e<sub>N,z</sub>=0.01 ΔM<sub>y,Ed</sub>=0.10  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=2237.84 σ<sub>M</sub>=0.00 τ=358.63 σ<sub>max</sub>=2237.84  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=19.28 σ<sub>M</sub>=0.00 τ=479.73 τ<sub>max</sub>=479.73  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=2237.84 σ<sub>M</sub>=0.00 τ=358.63 σ<sub>ID,max</sub>=2322.45

Asta n. 10 (2 3) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.15 - Classe 3  
Sollecitazioni: T<sub>z</sub>=820.97 M<sub>y</sub>=245.86 T<sub>y</sub>=2898.87 M<sub>z</sub>=-3742.44  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=0.00 σ<sub>M</sub>=-980.61 τ=0.00 σ<sub>max</sub>=-980.61  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=0.00 σ<sub>M</sub>=79.64 τ=98.78 τ<sub>max</sub>=98.78  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=0.00 σ<sub>M</sub>=-980.61 τ=0.00 σ<sub>ID,max</sub>=980.61

Asta n. 20 (6 11) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=165.78 T=321.92 M=507.41 M<sub>x</sub>=19.48  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=15.34 σ<sub>M</sub>=2280.43 τ=43.78 σ<sub>max</sub>=2295.77  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=15.34 σ<sub>M</sub>=-0.00 τ=103.26 τ<sub>max</sub>=103.26  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=15.34 σ<sub>M</sub>=2280.43 τ=43.78 σ<sub>ID,max</sub>=2297.02

Asta n. 21 (14 3) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=1.58 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=269.53 T=375.67 M=592.65  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=24.94 σ<sub>M</sub>=2663.53 τ=0.00 σ<sub>max</sub>=2688.47  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=24.94 σ<sub>M</sub>=-0.00 τ=69.42 τ<sub>max</sub>=69.42  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=24.94 σ<sub>M</sub>=2663.53 τ=0.00 σ<sub>ID,max</sub>=2688.47

Asta n. 22 (47 48) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-121.40 T=376.29 M=593.67  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=-11.23 σ<sub>M</sub>=-2668.10 τ=0.00 σ<sub>max</sub>=-2679.33  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=-11.23 σ<sub>M</sub>=-0.00 τ=69.54 τ<sub>max</sub>=69.54  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=-11.23 σ<sub>M</sub>=-2668.10 τ=0.00 σ<sub>ID,max</sub>=2679.33

Asta n. 23 (50 51) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.07 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=28.40 T=375.61 M=592.59  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=2.63 σ<sub>M</sub>=2663.26 τ=0.00 σ<sub>max</sub>=2665.89  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=2.63 σ<sub>M</sub>=-0.00 τ=69.41 τ<sub>max</sub>=69.41  
Tensioni: σ<sub>N</sub>=2.63 σ<sub>M</sub>=2663.26 τ=0.00 σ<sub>ID,max</sub>=2665.89

Asta n. 24 (38 36) Cir.c D=90/4 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=1.58 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-18.83 T=321.91 M=507.40 M<sub>x</sub>=19.48  
Tensioni:  $\sigma_N$ =-1.74  $\sigma_M$ =-2280.40  $\tau$ =43.78  $\sigma_{max}$ =-2282.14  
Tensioni:  $\sigma_N$ =-1.74  $\sigma_M$ =-0.00  $\tau$ =103.26  $\tau_{max}$ =103.26  
Tensioni:  $\sigma_N$ =-1.74  $\sigma_M$ =-2280.40  $\tau$ =43.78  $\sigma_{ID,max}$ =2283.40

### 10.1.4.2 Armature plinti

**Caso** : Caso di verifica  
**CC** : Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
**Az** : Azioni ed effetti sul plinto  
**RVN** : Reazioni vincolari agenti  
**ECC** : Effetti dovuti all'eccentricità  
**PP** : Effetti dovuti al peso proprio  
**SVR** : Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno  
**TOT** : Azioni totali di calcolo  
**N** : Sforzo normale  
**Tx** : Taglio in dir. X  
**Ty** : Taglio in dir. Y  
**Mx** : Momento intorno all'asse X  
**My** : Momento intorno all'asse Y  
 **$\sigma_t$**  : Tensione sul terreno  
**Cmb** : Tipo di combinazione di carico  
**Ind** : Indefinito  
**Tamm** : Calcolo con tensioni ammissibili  
**SLU** : Stato limite ultimo  
**SLU S** : Stato limite ultimo (azione sismica)  
**SLE R** : Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
**SLE F** : Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
**SLE Q** : Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
**FtirX** = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X  
**Afx** = Area di ferro nel fondo in dir. X  
**FDtirX** = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X  
**FtirY** = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y  
**Afy** = Area di ferro nel fondo in dir. Y  
**FDtirY** = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y  
 **$\sigma_f X$**  = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. X  
 **$\sigma_f Y$**  = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. Y

#### Plinto montante 1

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti  
Azioni ed effetti comuni

Az	N	Mx	My
	<kg>	<kgm>	<kgm>
PP	13050.00	0.00	0.00
SVR	0.00		

Stato Limite Ultimo - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX	Afx	FDtirX	FtirY	Afy	FDtirY
			<kg>	<cmq>	<kg>	<kg>	<cmq>	<kg>
1	1	SLU	293.30	15.83	61957.70	121.37	12.06	47205.90
2	2	SLU	381.29	15.83	61957.70	157.78	12.06	47205.90

Stato Limite Esercizio - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX	Af <sub>x</sub>	σ <sub>fX</sub>	FtirY	Af <sub>y</sub>	σ <sub>fY</sub>
			<kg>	<cmq>	<kg/cmq>	<kg>	<cmq>	<kg/cmq>
4	4	SLE R	293.30	15.83	18.52	121.37	12.06	10.06

Verifiche effettuate

Caso	Tipo
1	σ <sub>t min</sub> (max compr.)
2	SLU N cost - min sic.
4	C.Rare - σ <sub>f max</sub> (max traz.)

### 10.1.4.3 Piastre di base ed ancoraggi

Le sollecitazioni più gravose, dovute alla CC1 (agli SLU), derivanti dal Monopalo "B" e trasferite alle opere di ancoraggio di base sono le seguenti:

$$N = 590.65 \text{ kg}$$

$$T_y = 3799.0 \text{ kg}$$

$$M_x = 12655.0 \text{ kgm}$$

$$M_y = 436.89 \text{ kgm}$$

$$M_z = 3720.0 \text{ kgm}$$

Le caratteristiche geometriche della sezione sono:

Piastra 600x600 sp.=20mm

Bulloni 8M24 classe 8.8

Si eseguono le verifiche agli "Stati limite" secondo la seguente normativa "DM 14 Gennaio 2008".

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s}$$

dove:

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.25.

Per i bulloni (alta resistenza classe 8.8 per le viti e classe 8 per i dadi) si ottiene:

$$f_{yd} = 640 / 1.25 = 512.0 \text{ N/mm}^2,$$

$$f_{d,N} = 560 / 1.25 = 448.0 \text{ N/mm}^2,$$

$$f_{d,V} = 396 / 1.25 = 316.8 \text{ N/mm}^2.$$

Per gli acciai degli accessori metallici delle barriere, come piastre, rosette e fazzoletti (utilizzando un acciaio Fe 430) si ottiene:

$$f_{yd} = 275 / 1.25 = 220.0 \text{ N/mm}^2.$$

La resistenza di calcolo del calcestruzzo  $f_{cd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_{m,c}$$

dove:

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2;$$

$\gamma_{m,c}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.5.

Pertanto si ottiene:

$$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2.$$

Poiché la piastra è simmetrica, si svolge la verifica per il  $M_x$  poiché risulta la condizione più gravosa che si viene a determinare, pertanto se viene verificata sarà automaticamente controllato il caso di  $M_y$ .

La posizione dell'asse neutro è stata verificata risolvendo la seguente cubica:

$$y^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{B}{2}\right) y^2 + 6n \cdot \frac{A_f}{A} d \cdot y - 6n \frac{A_f}{A} d \cdot h = 0$$

dove:

y = posizione dell'asse neutro dal bordo compresso

e = M/N eccentricità

A, B = dimensione della piastra di base rispettivamente pari a 60 cm e 60 cm

A<sub>f</sub> = area totale della sezione dei bulloni tesi, valutata in corrispondenza del gambo pari a 10.59 cm<sup>2</sup>

n = coefficiente di omogeneizzazione pari a 15

d = e+h-B/2 distanza tra l'area dei fori e il punto di applicazione dello sforzo normale

h = distanza tra l'asse dei fori e il bordo compresso della piastra pari a 52.5 cm

Sostituendo si ha pertanto:

$$y = 14.40 \text{ cm}$$

Si ha inoltre che la tensione di compressione massima agente nel cls.  $\sigma_{N,M}$  è:

$$\sigma_{N,M} = \frac{N}{A \left(\frac{y}{2}\right) - (h-y)m \cdot \frac{A_f}{y}} = 6.2 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$$

e la tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo  $\sigma_b$  è:

$$\sigma_b = \frac{n \cdot \sigma_{N,M}}{y} (h-y) = 248.0 \text{ N/mm}^2 < f_{d,N}$$

Per cui, indicato con  $n_b$  il numero dei bulloni tesi (pari in questo caso a 3), lo sforzo di trazione  $N_b$  agente su ciascun bullone sarà:

$$N_b = \frac{A_f}{n_b} \sigma_b = 87.4 \text{ kN}$$

#### 10.1.4.4 Verifica dei tirafondi

Per bulloni sollecitati a trazione da una forza N, la tensione risulta (trascurando lo sforzo di trazione derivante dal M<sub>y</sub>):

$$\sigma_b = N/A_{res} = 248.0 \text{ N/mm}^2 < f_{d,N} = 448.0 \text{ N/mm}^2.$$

Per il taglio si ottiene:

$$T_b = T/n_b = 37990.0 / 8 = 4749.0 \text{ N}$$

Il momento torcente determina uno sforzo di taglio nei bulloni pari a:

$$T_{bMT} = M_z/bx n_b = 3720.0/0.45 \times 8 = 1033.0 \text{ kg};$$

Il taglio totale è dato da:

$$T_b = 4749.0 + 10330.0 = 15079.0 \text{ N};$$

da cui è possibile determinare la tensione massima di taglio  $\tau_{max}$  sul bullone

$$\tau_{max} = T_b / A = 15079.0 / 353 = 42.7 \text{ N/mm}^2 < f_{d,V} = 316.8 \text{ N/mm}^2$$

L'unione è verificata se è soddisfatta la seguente espressione:

$$\left(\frac{\tau_{max}}{f_{d,V}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{max}}{f_{d,N}}\right)^2 < 1$$

$$\left(\frac{42.7}{316.8}\right)^2 + \left(\frac{248.0}{448.0}\right)^2 = 0.33 < 1$$

#### 10.1.4.5 Verifica della lunghezza dei tirafondi

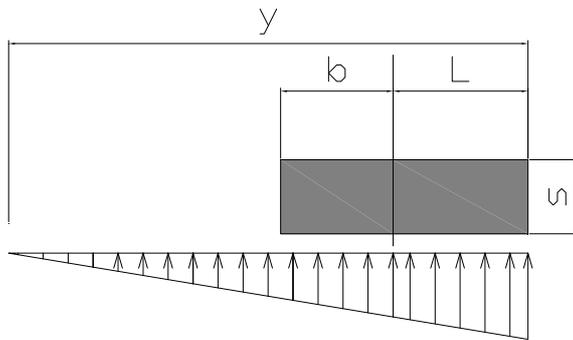
La lunghezza dei tirafondi ( $L = 60$  cm) viene verificata secondo la seguente formula, verificando l'aderenza:

$$\tau_{ad} = N_b / (\pi \phi L) = 87400 / \pi \cdot 24 \cdot 600 = 1.93 \text{ N/mm}^2 < f_{bd}$$

Si adotta, quindi, una lunghezza del tirafondo pari a 60 cm (considerando comunque che alla base del tirafondo vengono predisposti dei barrotti i quali non sono stati considerate nel calcolo, a favore di sicurezza, ma che contribuiscono all'aderenza).

#### 10.1.4.6 Verifica della piastra di base

La verifica si effettua su una piastra di base avente dimensioni 600x600 mm, spessore pari a  $s=20$  mm, distanza dell'asse dei bulloni dal bordo pari a  $b = 75$  mm e costole di irrigidimento come da elaborati grafici.



La massima tensione sul calcestruzzo è:

$$\sigma_{N,M} = 6.2 \text{ N/mm}^2$$

La tensione di compressione nel cls in corrispondenza della sezione di minima resistenza della piastra di base (sezione in asse ai bulloni) sarà:

$$\sigma_{c,b} = \sigma_{N,M} \times [(y - b)/y] = 6.2 \times (144.0 - 75)/144.0 = 3.0 \text{ N/mm}^2$$

La tensione media risulta pari a:

$$\sigma_{c,media} = (\sigma_{N,M} + \sigma_{c,b})/2 = 4.6 \text{ N/mm}^2$$

Viene verificata la sezione di piastra in corrispondenza dei bulloni (sezione minima di resistenza della piastra quella in asse ai bulloni), avente le seguenti caratteristiche (depurando l'area dai fori):

$$A_{net} = (A - n_b \times \phi_{foro}) \times s = (600 - 3 \times 25.5) \times 20 = 10470 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dove } b_{netta} = (A - n_b \times \phi_{foro}) = 523.5 \text{ mm}$$

$$W = (1/6) b_{netta} \times s^2 = 1/6 \times 523.5 \times 20^2 = 34900 \text{ mm}^3$$

In cui  $n_b$  è pari al numero dei bulloni sulla fila di verifica e  $\phi_{foro}$  è pari a diametro del foro del tirafondo.

$$s = 20 \text{ mm}$$

$$\phi_{foro} = 25.5 \text{ mm}$$

Il carico agente risulta pari a

$$q = \sigma_{c,media} \cdot b_{netta} = 4.6 \times 523.5 = 2408.0 \text{ N/mm}$$

Il momento flettente ed il taglio corrispondenti allo schema statico di mensola incastrata in asse bulloni e caricata con un carico uniformemente distribuito pari a  $q$ , in corrispondenza della sezione di verifica, risultano quindi pari a:

$$M = q \cdot L^2/2 = 1/2 \times 2408.0 \times 75^2 = 6772500 \text{ Nmm}$$

$$T = q \cdot L = 2408.0 \times 75 = 180600 \text{ N}$$

In cui  $L = 75\text{mm}$  è pari alla distanza asse foro-bordo piastra.

Si ha:

$$\sigma_{a,\max} = M_{\max}/W = 194.0 \text{ N/mm}^2 < f_{yd} = 220.0 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau_{a,\max} = T_{\max}/A_t = 17.25 \text{ N/mm}^2 < \tau_{yd} = 127.0 \text{ N/mm}^2.$$

La verifica di resistenza è soddisfatta se risulta verificata la seguente espressione:

$$\sigma_{id} = (\sigma_{a,\max}^2 + 3 \cdot \tau_{a,\max}^2)^{1/2} = 196.3 \text{ N/mm}^2 < f_{yd}$$

#### • Verifica al rifollamento

La tensione di rifollamento  $\sigma_{rif}$  sulla lamiera di spessore  $s = 20 \text{ mm}$ , alla quale è applicato il taglio  $T$  risulta:

$$\sigma_{rif} = \frac{T}{\phi \cdot s}$$

$$T = 15079.0 \text{ N}$$

$$\sigma_{rif} = 15079.0 / (24 \cdot 20) = 31.4 \text{ N/mm}^2 \ll \alpha \cdot f_{yd}$$

$$\text{dove } \alpha = a/\phi \leq 2.5 \rightarrow 75/24 = 3.13 \rightarrow \alpha = 2.5$$

### 10.1.5 LIMITI DI DEFORMABILITÀ

I limiti di deformabilità variano in funzione del tipo di cartello da applicare sul monopalo, poiché variano di conseguenza alcune grandezze relative alla struttura principale; pertanto si esegue il calcolo nel caso di cartello avente la massima superficie utile esposta al vento, pari a  $14.0\text{mq}$ .

Per il calcolo dei limiti agli spostamenti si dovrebbe far riferimento alle combinazioni di carico agli Stati Limite di Esercizio per la combinazione frequente delle azioni (CC5), ma poiché, l'unica azione variabile agente è quella dovuta alla pressione o depressione del vento, a favore di sicurezza, verrà considerata la condizione di carico 4, cioè quella che prevede l'intera pressione del vento sui cartelli del monopalo, senza coefficienti riduttivi. Il valore utilizzato per il limite massimo della deformazione elastica della struttura di sostegno dovuta ai carichi di progetto dovrà essere inferiore o uguale ad  $1/150$  della massima altezza della struttura di sostegno e verrà confrontato con uno spostamento pari a quello di calcolo.

Pertanto si ha che:

- lo spostamento assoluto della testa del montante principale (nodo 2), in direzione Verticale (Z) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 0.0012 \text{ cm} \leq 1/150 \times 345 = 2.30 \text{ cm}$$

- mentre lo spostamento assoluto della testa del montante (nodo 2), in direzione trasversale (Y) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 1.58 \text{ cm} \leq 1/150 \times 345 = 2.30 \text{ cm}.$$

- lo spostamento assoluto delle parti finali del trasverso principale (nodi 46), in direzione verticale (Z) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 0.23 \text{ cm} \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

- mentre lo spostamento assoluto delle parti finali del trasverso principale (nodo 46), in direzione orizzontale (Y), ottenuto come differenza tra lo spostamento del nodo finale del trasverso, n° 46, e lo spostamento in testa del montante, nodo 2, (quest'ultimo ricavato come somma degli effetti alla traslazione ed alla rotazione del nodo stesso) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{\max} = (\delta_t - \delta_p - r\alpha) = (4.03 - 1.58 - 0.00701 \times 300) \cong 0.35 \text{ cm} \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

Lo stesso spostamento calcolato per la CC5 e senza depurarlo dello spostamento del nodo 2 è pari a :

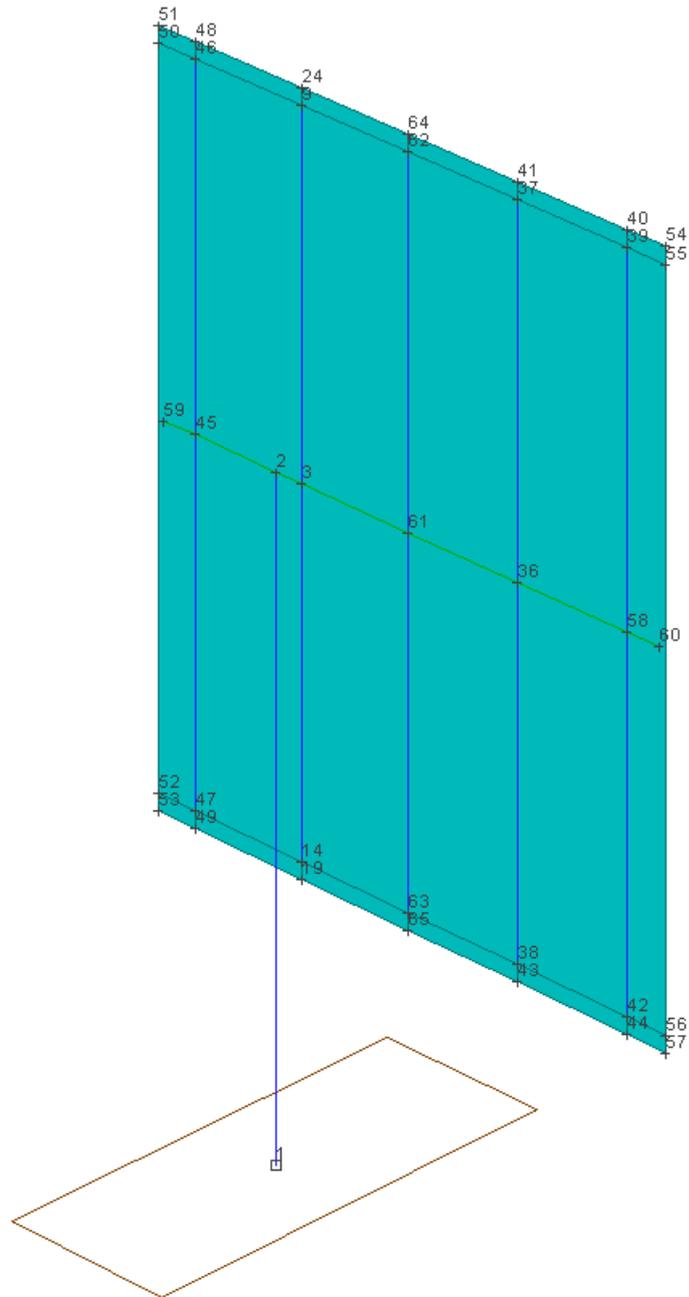
$$\Delta_{\max} = 0.81 \text{ cm} \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

Tali calcoli non prendono in considerazione le costoline d'irrigidimento poste al piede del montante, quindi possono essere considerati conservativi.



# SCHEMA DI CALCOLO

## Numerazione dei nodi



### 11.1.1.3 Elenco sezioni

**Sez.** : Numero della sezione

**Comm.** : Commento

**Tipo** : Tipologia

2C	= Doppia C lato labbri	2Cdx	= Doppia C lato costola
2I	= Doppia I	2L	= Doppia L lato labbri
2Ldx	= Doppia L lato costole	C	= C
Cdx	= C destra	Circ.	= Circolare
Circ. cava	= Circolare cava	I	= I
L	= L	Ldx	= L destra
Om	= Omega	PG	= PiGreco
Pr	= Poligono regolare	Prc	= Poligono regolare cavo
Qc	= Per coordinate	Q	= Inerzie assegnate
R	= Rettangolare	Rc	= Rettangolare cava
T	= T	U	= U
Ur	= U rovescia	V	= V
Vr	= V rovescia	Z	= Z
Zdx	= Z destra	Ts	= T stondata
Ls	= L stondata	Cs	= C stondata
Is	= I stondata	Dis	= Disegnata

**Mem.** : Membratura

G = Generica  
T = Trave  
P = Pilastro

**Ver.** : Verifica prevista

N = Nessuna  
C = Cemento armato  
A = Acciaio

**B/Nv/Area** : Base superiore / Numero di vertici / Area

**H/R/Jx** : Altezza parte sup. / Raggio / Mom. d'inerzia intorno all'asse X

**b/s/Jy** : Base inferiore / Spessore ala / Mom. d'inerzia intorno all'asse Y

**h/a/Jz** : Altezza parte inf. / Spessore anima / Mom. d'inerzia intorno all'asse Z

**D/C** : Distanza / Ala

**Mat.** : Numero del materiale

**Crit.** : Criterio di progetto

Sez.	Comm.	Tipo	Me	Ver.	B	H	s	R	Ma	C	Ccol
					<cm>	<cm>	<cm>	<cm>			
1		Rc	P	A	30.00	30.00	0.80		2	1	1
2		Rc	T	A	30.00	15.00	0.60		2	1	1
3		Cir.c	P	A			0.71	4.50	2	1	1

#### 11.1.1.4 Elenco vincoli aste

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt
															<kg/cm<sup>2</sup>>
1	Inc+Inc	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

#### 11.1.1.5 Elenco aste

**Asta** : Numero dell'asta

**N1** : Nodo iniziale

**N2** : Nodo finale

**Sez.** : Numero della sezione

**Va** : Numero del vincolo asta  
**Par.** : Numero dei parametri aggiuntivi  
**Rot.** : Rotazione  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2  
**Dz1** : Scost. filo fisso Z1  
**Dz2** : Scost. filo fisso Z2

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot. <grad>	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Dz1 <cm>	Dz2 <cm>
0	47	45	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	14	3	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	63	61	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	45	46	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	38	36	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	3	9	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	42	58	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	61	62	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	36	37	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
0	58	39	3	1		0.00	55	19.00	19.00	0.00	0.00
1	1	2	1	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	59	45	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	45	2	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	2	3	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	3	61	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	61	36	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	36	58	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00
10	58	60	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00

#### 11.1.1.6 Elenco tipi elementi bidimensionali

**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**Comm.** : Commento  
**Tipo** : Tipologia  
**F** : Flessionale  
**M** : Membranale  
**W-RC** : Winkler resistente solo a compressione  
**W-RTC** : Winkler resistente a trazione e a compressione  
**Uso** : Utilizzo  
**G** : Generico  
**P** : Parete  
**S** : Soletta/Platea  
**N** : Nucleo  
**M** : Muratura  
**L** : Pilastro  
**Mat.** : Numero del materiale  
**Crit.** : Numero del criterio di progetto  
**Spess.** : Spessore  
**Kt** : Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Tb	Comm.	Tipo	Uso	Mat.	Crit.	Spess.	Kt <kg/cm>
1	Cartello	F	G		2	30/10	

#### 11.1.1.7 Elenco elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale  
**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**N1** : Nodo 1  
**N2** : Nodo 2

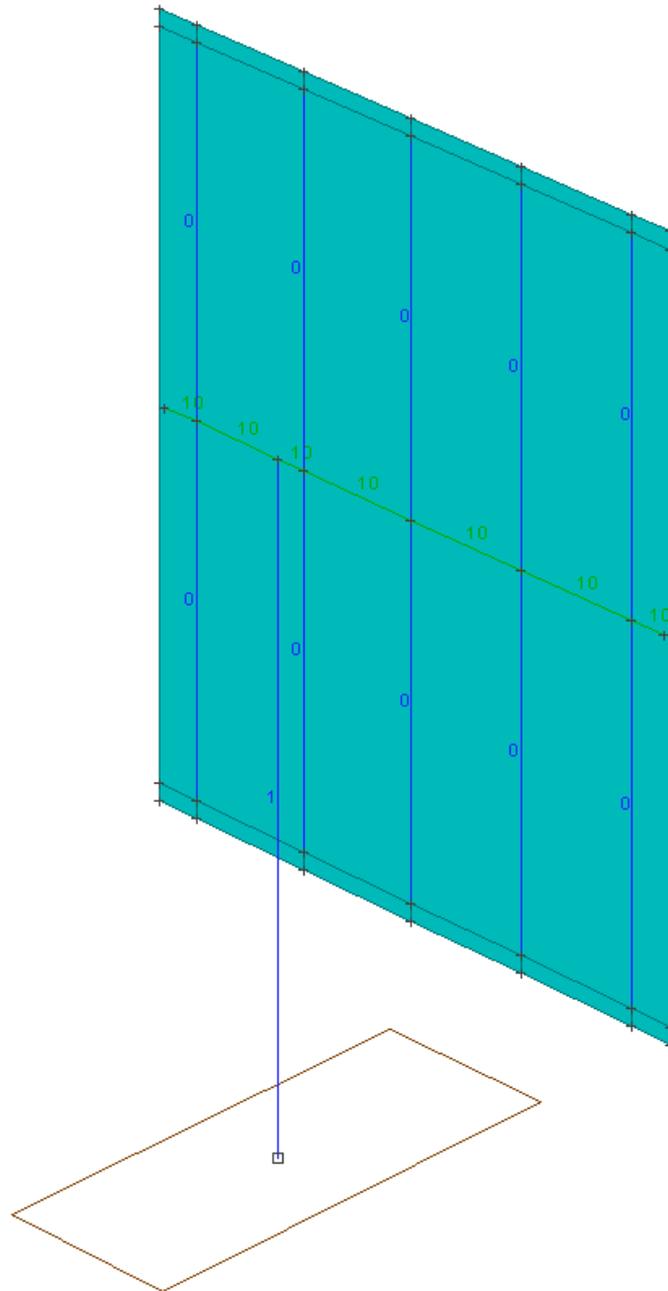
**N3** : Nodo 3  
**N4** : Nodo 4  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2

Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>
0	1	47	14	9	46	11	24.00	24.00	0	1	46	9	24	48	11	24.00	24.00
0	1	49	19	14	47	11	24.00	24.00	0	1	19	65	63	14	11	24.00	24.00
0	1	43	44	42	38	11	24.00	24.00	0	1	9	62	64	24	11	24.00	24.00
0	1	14	63	62	9	11	24.00	24.00	0	1	37	39	40	41	11	24.00	24.00
0	1	38	42	39	37	11	24.00	24.00	0	1	39	55	54	40	11	24.00	24.00
0	1	42	56	55	39	11	24.00	24.00	0	1	44	57	56	42	11	24.00	24.00
0	1	65	43	38	63	11	24.00	24.00	0	1	62	37	41	64	11	24.00	24.00
0	1	63	38	37	62	11	24.00	24.00	0	1	50	46	48	51	11	24.00	24.00
0	1	52	47	46	50	11	24.00	24.00	0	1	53	49	47	52	11	24.00	24.00

Di seguito è riportato lo schema prospettico del modello di calcolo strutturale con indicazione della posizione e numerazione dei nodi e delle aste.

## SCHEMA DI CALCOLO

### Numerazione delle aste



#### 11.1.1.8 Elenco tipi plinti

**TI** : Numero del tipo plinto

**Tipo** : Tipologia

**Gra** : Gradoni

**Pir** : Piramidale  
**T3** : Triangolare 3 pali  
**T3B** : Triangolare 3 pali + bicchiere  
**R** : Rettangolare  
**RB** : Rettangolare + bicchiere  
**R1** : Rettangolare 1 palo  
**R1B** : Rettangolare 1 palo + bicchiere  
**R2x** : Rettangolare 2 pali dir. X  
**R2xB** : Rettangolare 2 pali dir. X + bicchiere  
**R2y** : Rettangolare 2 pali dir. Y  
**R2B** : Rettangolare 2 pali dir. Y + bicchiere  
**R4** : Rettangolare 4 pali  
**R4B** : Rettangolare 4 pali + bicchiere  
**P5** : Pentagonale 5 pali  
**P5B** : Pentagonale 5 pali + bicchiere  
**E6** : Esagonale 6 pali  
**E6B** : Esagonale 6 pali + bicchiere

**Comm.** : Commento

**A1** : Prima dimensione plinto in dir. X  
**A2** : Seconda dimensione plinto in dir. X  
**B1** : Prima dimensione plinto in dir. Y  
**B2** : Seconda dimensione plinto in dir. Y  
**H1** : Altezza parte inferiore plinto  
**c1** : Allargamento magrone in dir. X  
**c2** : Allargamento magrone in dir. Y  
**h** : Altezza magrone  
**Crit.** : Numero del criterio di progetto

Tl	Tipo	Tp	Comm.	A1 <m>	A2 <m>	B1 <m>	B2 <m>	H1 <m>	c1 <m>	c2 <m>	h <m>	Crit.
1	R	--		0.65	0.65	1.55	1.55	1.70	0.15	0.15	0.15	1

### 11.1.1.9 Elenco plinti

**L** : Plinto  
**TI** : Numero del tipo plinto  
**Nodo** : Nodo plinto

L	TI	Nodo
1	1	1

## 11.1.2 CARICHI SULLA STRUTTURA

### 11.1.2.1 Elenco carichi aste

ELENCO CARICHI DISTRIBUITI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta  
**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta  
**P/S** : PP se il carico è dovuto al peso proprio dell'asta altrimenti rappresenta il numero del tipo di solaio di provenienza  
**T** : se il carico è proveniente da un solaio rappresenta il tipo di carico:permanente(P) occidentale (A)  
**DC** : direzione del carico:  
 XL,YL,ZL secondo gli assi X,Y,Z locali  
 XG,YG,ZG secondo gli assi X,Y,Z globali

**Xi,Xf** : ascissa iniziale e finale del carico (m)

**Qi,Qf** : valore del carico in Xi e Xf (kg/m)

#### ELENCO CARICHI CONCENTRATI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta

**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta

**D** : direzione locale (L) o globale (G)

**X** : ascissa del carico (m)

**PX,PY,PZ** : componenti X Y Z della forza applicata (kg)

**MX,MY,MZ** : componenti X Y Z del momento applicato (kgm)

#### ELENCO CARICHI TERMICI SULLE ASTE

**Asta** : numero dell'asta

**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta

**DT** : dilatazione termica uniforme (gradi)

**GY,GZ** : gradienti di temperatura (gradi/m)

#### CONDIZIONE DI CARICO 1: PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>	Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>
1	1	2	--	PP	ZG	0.00	73.35	3.95	73.35	10	59	45	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.25	41.26
10	45	2	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.65	41.26	10	2	3	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.20	41.26
10	3	61	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.85	41.26	10	61	36	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.85	41.26
10	36	58	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.85	41.26	10	58	60	--	PP	ZG	0.00	41.26	0.25	41.26
20	47	45	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52	20	45	46	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52
21	14	3	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52	21	3	9	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52
22	63	61	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52	22	61	62	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52
23	38	36	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52	23	36	37	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52
24	42	58	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52	24	58	39	--	PP	ZG	0.00	14.52	2.15	14.52

#### CONDIZIONE DI CARICO 2: AZIONE DEL VENTO - CARICHI DISTRIBUITI

Asta	N1	N2	S	T	DC	Xi <m>	Qi <kg/m>	Xf <m>	Qf <kg/m>
1	1	2	--	M	YG	0.00	50.61	3.95	50.61

#### 11.1.2.2 Elenco carichi elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale

**N1** : Nodo1

**N2** : Nodo2

**N3** : Nodo3

**N4** : Nodo4

**T** : Tipo di carico

**PP** : Peso proprio

**M** : Manuale

**DC** : Direzione del carico

**G** : secondo gli assi Globali

**L** : secondo gli assi Locali

**Qx** : Carico in dir. X

**Qy** : Carico in dir. Y

**Qz** : Carico in dir. Z

#### CONDIZIONE DI CARICO 1: PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CARICHI UNIFORMI

Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>	Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>
------	----	----	----	----	---	----	---------------	---------------	---------------	------	----	----	----	----	---	----	---------------	---------------	---------------

0 47 14 9 46 PP G	0.00	0.00	10.01	0 46 9 24 48 PP G	0.00	0.00	10.01
0 49 19 14 47 PP G	0.00	0.00	10.01	0 19 65 63 14 PP G	0.00	0.00	10.01
0 43 44 42 38 PP G	0.00	0.00	10.01	0 9 62 64 24 PP G	0.00	0.00	10.01
0 14 63 62 9 PP G	0.00	0.00	10.01	0 37 39 40 41 PP G	0.00	0.00	10.01
0 38 42 39 37 PP G	0.00	0.00	10.01	0 39 55 54 40 PP G	0.00	0.00	10.01
0 42 56 55 39 PP G	0.00	0.00	10.01	0 44 57 56 42 PP G	0.00	0.00	10.01
0 65 43 38 63 PP G	0.00	0.00	10.01	0 62 37 41 64 PP G	0.00	0.00	10.01
0 63 38 37 62 PP G	0.00	0.00	10.01	0 50 46 48 51 PP G	0.00	0.00	10.01
0 52 47 46 50 PP G	0.00	0.00	10.01	0 53 49 47 52 PP G	0.00	0.00	10.01

## CONDIZIONE DI CARICO 2: AZIONE DEL VENTO - CARICHI UNIFORMI

Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>	Bid.	N1	N2	N3	N4	T	DC	Qx <kg/mq>	Qy <kg/mq>	Qz <kg/mq>
0 47 14 9 46 M G	0.00	168.70	0.00	0 46 9 24 48 M G	0.00	168.70	0.00												
0 49 19 14 47 M G	0.00	168.70	0.00	0 19 65 63 14 M G	0.00	168.70	0.00												
0 43 44 42 38 M G	0.00	168.70	0.00	0 9 62 64 24 M G	0.00	168.70	0.00												
0 14 63 62 9 M G	0.00	168.70	0.00	0 37 39 40 41 M G	0.00	168.70	0.00												
0 38 42 39 37 M G	0.00	168.70	0.00	0 39 55 54 40 M G	0.00	168.70	0.00												
0 42 56 55 39 M G	0.00	168.70	0.00	0 44 57 56 42 M G	0.00	168.70	0.00												
0 65 43 38 63 M G	0.00	168.70	0.00	0 62 37 41 64 M G	0.00	168.70	0.00												
0 63 38 37 62 M G	0.00	168.70	0.00	0 50 46 48 51 M G	0.00	168.70	0.00												
0 52 47 46 50 M G	0.00	168.70	0.00	0 53 49 47 52 M G	0.00	168.70	0.00												

### 11.1.2.3 Elenco masse nodi

**Nodo** = Numero del nodo

**Mo** = Massa orizzontale

**Mz** = Massa in dir. Z

Nodo	Mo <KG>										
2	16.55	3	5.39	9	3.50	14	3.50	19	0.04	24	0.04
36	6.76	37	3.50	38	3.50	39	2.88	40	0.03	41	0.04
42	2.88	43	0.04	44	0.03	45	5.07	46	2.88	47	2.88
48	0.03	49	0.03	50	0.34	51	0.01	52	0.34	53	0.01
54	0.01	55	0.34	56	0.34	57	0.01	58	5.49	59	0.53
60	0.53	61	6.76	62	3.50	63	3.50	64	0.04	65	0.04

## 11.1.3 ANALISI STATICO-DEFORMATIVA DELLA STRUTTURA

### 11.1.3.1 Spostamenti nodali

**Nodo** : numero del nodo

**CC** : numero della combinazione delle CCE

**SX,SY,SZ** : spostamenti dei nodi (cm)

**RX,RY,RZ** : rotazioni dei nodi (radianti)

**±SXd,±SYd,±SZd** : componenti dinamiche degli spostamenti nodali (cm)

**±RXd,±RYd,±RZd** : componenti dinamiche delle rotazioni nodali (radianti)

Nodo	CC	Sx <cm>	Sy <cm>	Sz <cm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>	Nodo	CC	Sx <cm>	Sy <cm>	Sz <cm>	Rx <rad>	Ry <rad>	Rz <rad>
2	1	0.19	-3.48	-0.00	0.0130	0.0000	-0.0119	2	2	0.25	-2.32	-0.00	0.0087	0.0013	-0.0079
2	3	0.25	-3.48	-0.00	0.0130	0.0013	-0.0119	2	4	0.19	-2.32	-0.00	0.0087	0.0000	-0.0079
2	5	0.19	-0.46	-0.00	0.0017	0.0000	-0.0016	2	6	0.19	0.00	-0.00	0.0000	0.0000	0.0000
3	1	0.19	-3.73	-0.02	0.0130	0.0011	-0.0126	3	2	0.25	-2.49	-0.03	0.0087	0.0014	-0.0084
3	3	0.25	-3.73	-0.03	0.0130	0.0014	-0.0126	3	4	0.19	-2.49	-0.02	0.0087	0.0011	-0.0084
3	5	0.19	-0.50	-0.02	0.0017	0.0011	-0.0017	3	6	0.19	0.00	-0.02	0.0000	0.0011	0.0000
9	1	0.45	-11.30	-0.03	0.0463	0.0012	-0.0127	9	2	0.58	-7.53	-0.03	0.0308	0.0015	-0.0084
9	3	0.58	-11.30	-0.03	0.0463	0.0015	-0.0127	9	4	0.45	-7.53	-0.03	0.0308	0.0012	-0.0084
9	5	0.45	-1.51	-0.03	0.0062	0.0012	-0.0017	9	6	0.45	0.00	-0.03	0.0000	0.0012	0.0000
14	1	-0.06	-5.71	-0.03	-0.0202	0.0012	-0.0127	14	2	-0.08	-3.80	-0.03	-0.0135	0.0015	-0.0084
14	3	-0.08	-5.71	-0.03	-0.0202	0.0015	-0.0127	14	4	-0.06	-3.80	-0.03	-0.0135	0.0012	-0.0084
14	5	-0.06	-0.76	-0.03	-0.0027	0.0012	-0.0017	14	6	-0.06	0.00	-0.03	0.0000	0.0012	0.0000

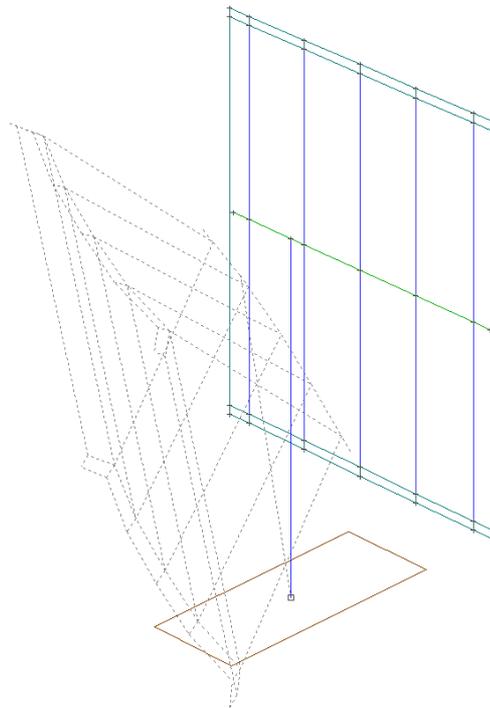
19 1	-0.08	-6.03	-0.03	-0.0410	0.0012	0.0159	19 2	-0.10	-4.02	-0.03	-0.0273	0.0015	0.0106
19 3	-0.10	-6.03	-0.03	-0.0410	0.0015	0.0159	19 4	-0.08	-4.02	-0.03	-0.0273	0.0012	0.0106
19 5	-0.08	-0.80	-0.03	-0.0055	0.0012	0.0021	19 6	-0.08	0.00	-0.03	0.0000	0.0012	0.0000
24 1	0.46	-11.89	-0.03	0.0670	0.0012	0.0159	24 2	0.60	-7.93	-0.03	0.0447	0.0015	0.0106
24 3	0.60	-11.89	-0.03	0.0670	0.0015	0.0159	24 4	0.46	-7.93	-0.03	0.0447	0.0012	0.0106
24 5	0.46	-1.59	-0.03	0.0089	0.0012	0.0021	24 6	0.46	0.00	-0.03	0.0000	0.0012	0.0000
36 1	0.19	-6.23	-0.23	0.0130	0.0012	-0.0158	36 2	0.25	-4.16	-0.30	0.0087	0.0016	-0.0105
36 3	0.25	-6.23	-0.30	0.0130	0.0016	-0.0158	36 4	0.19	-4.16	-0.23	0.0087	0.0012	-0.0105
36 5	0.19	-0.83	-0.23	0.0017	0.0012	-0.0021	36 6	0.19	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
37 1	0.45	-13.80	-0.23	0.0463	0.0012	-0.0158	37 2	0.58	-9.20	-0.30	0.0308	0.0016	-0.0105
37 3	0.58	-13.80	-0.30	0.0463	0.0016	-0.0158	37 4	0.45	-9.20	-0.23	0.0308	0.0012	-0.0105
37 5	0.45	-1.84	-0.23	0.0062	0.0012	-0.0021	37 6	0.45	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
38 1	-0.06	-8.21	-0.23	-0.0202	0.0012	-0.0158	38 2	-0.08	-5.47	-0.30	-0.0135	0.0016	-0.0105
38 3	-0.08	-8.21	-0.30	-0.0202	0.0016	-0.0158	38 4	-0.06	-5.47	-0.23	-0.0135	0.0012	-0.0105
38 5	-0.06	-1.09	-0.23	-0.0027	0.0012	-0.0021	38 6	-0.06	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
39 1	0.45	-14.49	-0.33	0.0415	0.0012	-0.0182	39 2	0.58	-9.66	-0.43	0.0277	0.0016	-0.0121
39 3	0.58	-14.49	-0.43	0.0415	0.0016	-0.0182	39 4	0.45	-9.66	-0.33	0.0277	0.0012	-0.0121
39 5	0.45	-1.93	-0.33	0.0055	0.0012	-0.0024	39 6	0.45	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
40 1	0.46	-14.92	-0.33	0.0393	0.0012	-0.1752	40 2	0.60	-9.95	-0.43	0.0262	0.0016	-0.1168
40 3	0.60	-14.92	-0.43	0.0393	0.0016	-0.1752	40 4	0.46	-9.95	-0.33	0.0262	0.0012	-0.1168
40 5	0.46	-1.99	-0.33	0.0052	0.0012	-0.0234	40 6	0.46	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
41 1	0.46	-14.39	-0.23	0.0671	0.0012	-0.0445	41 2	0.60	-9.59	-0.30	0.0447	0.0016	-0.0296
41 3	0.60	-14.39	-0.30	0.0671	0.0016	-0.0445	41 4	0.46	-9.59	-0.23	0.0447	0.0012	-0.0296
41 5	0.46	-1.92	-0.23	0.0089	0.0012	-0.0059	41 6	0.46	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
42 1	-0.06	-8.89	-0.33	-0.0155	0.0012	-0.0182	42 2	-0.08	-5.93	-0.43	-0.0103	0.0016	-0.0121
42 3	-0.08	-8.89	-0.43	-0.0155	0.0016	-0.0182	42 4	-0.06	-5.93	-0.33	-0.0103	0.0012	-0.0121
42 5	-0.06	-1.19	-0.33	-0.0021	0.0012	-0.0024	42 6	-0.06	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
43 1	-0.08	-8.54	-0.23	-0.0410	0.0012	-0.0445	43 2	-0.10	-5.69	-0.30	-0.0274	0.0016	-0.0296
43 3	-0.10	-8.54	-0.30	-0.0410	0.0016	-0.0445	43 4	-0.08	-5.69	-0.23	-0.0274	0.0012	-0.0296
43 5	-0.08	-1.14	-0.23	-0.0055	0.0012	-0.0059	43 6	-0.08	0.00	-0.23	0.0000	0.0012	0.0000
44 1	-0.08	-9.07	-0.33	-0.0132	0.0012	-0.1752	44 2	-0.10	-6.05	-0.43	-0.0088	0.0016	-0.1168
44 3	-0.10	-9.07	-0.43	-0.0132	0.0016	-0.1752	44 4	-0.08	-6.05	-0.33	-0.0088	0.0012	-0.1168
44 5	-0.08	-1.21	-0.33	-0.0018	0.0012	-0.0234	44 6	-0.08	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
45 1	0.19	-2.72	0.07	0.0130	0.0012	-0.0117	45 2	0.25	-1.81	0.09	0.0087	0.0015	-0.0078
45 3	0.25	-2.72	0.09	0.0130	0.0015	-0.0117	45 4	0.19	-1.81	0.07	0.0087	0.0012	-0.0078
45 5	0.19	-0.36	0.07	0.0017	0.0012	-0.0016	45 6	0.19	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
46 1	0.45	-9.61	0.07	0.0415	0.0012	-0.0096	46 2	0.58	-6.41	0.10	0.0277	0.0015	-0.0064
46 3	0.58	-9.61	0.10	0.0415	0.0015	-0.0096	46 4	0.45	-6.41	0.07	0.0277	0.0012	-0.0064
46 5	0.45	-1.28	0.07	0.0055	0.0012	-0.0013	46 6	0.45	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
47 1	-0.06	-4.02	0.07	-0.0155	0.0012	-0.0096	47 2	-0.08	-2.68	0.10	-0.0103	0.0015	-0.0064
47 3	-0.08	-4.02	0.10	-0.0155	0.0015	-0.0096	47 4	-0.06	-2.68	0.07	-0.0103	0.0012	-0.0064
47 5	-0.06	-0.54	0.07	-0.0021	0.0012	-0.0013	47 6	-0.06	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
48 1	0.46	-10.05	0.07	0.0393	0.0012	0.1474	48 2	0.60	-6.70	0.10	0.0262	0.0015	0.0983
48 3	0.60	-10.05	0.10	0.0393	0.0015	0.1474	48 4	0.46	-6.70	0.07	0.0262	0.0012	0.0983
48 5	0.46	-1.34	0.07	0.0052	0.0012	0.0197	48 6	0.46	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
49 1	-0.08	-4.20	0.07	-0.0132	0.0012	0.1474	49 2	-0.10	-2.80	0.10	-0.0088	0.0015	0.0983
49 3	-0.10	-4.20	0.10	-0.0132	0.0015	0.1474	49 4	-0.08	-2.80	0.07	-0.0088	0.0012	0.0983
49 5	-0.08	-0.56	0.07	-0.0018	0.0012	0.0197	49 6	-0.08	0.00	0.07	0.0000	0.0012	0.0000
50 1	0.45	-18.00	0.11	0.0322	0.0012	0.4228	50 2	0.58	-12.00	0.14	0.0214	0.0016	0.2819
50 3	0.58	-18.00	0.14	0.0322	0.0016	0.4228	50 4	0.45	-12.00	0.11	0.0214	0.0012	0.2819
50 5	0.45	-2.40	0.11	0.0043	0.0012	0.0564	50 6	0.45	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
51 1	0.46	-18.23	0.11	0.0140	0.0012	0.3813	51 2	0.60	-12.15	0.14	0.0093	0.0016	0.2542
51 3	0.60	-18.23	0.14	0.0140	0.0016	0.3813	51 4	0.46	-12.15	0.11	0.0093	0.0012	0.2542
51 5	0.46	-2.43	0.11	0.0019	0.0012	0.0508	51 6	0.46	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
52 1	-0.06	-12.40	0.11	-0.0061	0.0012	0.4228	52 2	-0.08	-8.27	0.14	-0.0041	0.0016	0.2819
52 3	-0.08	-12.40	0.14	-0.0061	0.0016	0.4228	52 4	-0.06	-8.27	0.11	-0.0041	0.0012	0.2819
52 5	-0.06	-1.65	0.11	0.0000	0.0012	0.0564	52 6	-0.06	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
53 1	-0.08	-12.38	0.11	0.0120	0.0012	0.3813	53 2	-0.10	-8.25	0.14	0.0080	0.0016	0.2542
53 3	-0.10	-12.38	0.14	0.0120	0.0016	0.3813	53 4	-0.08	-8.25	0.11	0.0080	0.0012	0.2542
53 5	-0.08	-1.65	0.11	0.0016	0.0012	0.0508	53 6	-0.08	0.00	0.11	0.0000	0.0012	0.0000
54 1	0.46	-23.94	-0.37	0.0140	0.0012	-0.4090	54 2	0.60	-15.96	-0.48	0.0093	0.0015	-0.2727
54 3	0.60	-23.94	-0.48	0.0140	0.0015	-0.4090	54 4	0.46	-15.96	-0.37	0.0093	0.0012	-0.2727
54 5	0.46	-3.19	-0.37	0.0019	0.0012	-0.0545	54 6	0.46	0.00	-0.37	0.0000	0.0012	0.0000
55 1	0.45	-23.70	-0.37	0.0322	0.0012	-0.4506	55 2	0.58	-15.80	-0.48	0.0214	0.0016	-0.3004
55 3	0.58	-23.70	-0.48	0.0322	0.0016	-0.4506	55 4	0.45	-15.80	-0.37	0.0214	0.0012	-0.3004
55 5	0.45	-3.16	-0.37	0.0043	0.0012	-0.0601	55 6	0.45	0.00	-0.37	0.0000	0.0012	0.0000
56 1	-0.06	-18.11	-0.37	-0.0061	0.0012	-0.4506	56 2	-0.08	-12.07	-0.48	-0.0041	0.0016	-0.3004
56 3	-0.08	-18.11	-0.48	-0.0061	0.0016	-0.4506	56 4	-0.06	-12.07	-0.37	-0.0041	0.0012	-0.3004
56 5	-0.06	-2.41	-0.37	0.0000	0.0012	-0.0601	56 6	-0.06	0.00	-0.37	0.0000	0.0012	0.0000
57 1	-0.08	-18.08	-0.37	0.0120	0.0012	-0.4090	57 2	-0.10	-12.05	-0.48	0.0080	0.0015	-0.2727
57 3	-0.10	-18.08	-0.48	0.0120	0.0015	-0.4090	57 4	-0.08	-12.05	-0.37	0.0080	0.0012	-0.2727
57 5	-0.08	-2.41	-0.37	0.0016	0.0012	-0.0545	57 6	-0.08	0.00	-0.37	0.0000	0.0012	0.0000
58 1	0.19	-7.59	-0.33	0.0130	0.0012	-0.0161	58 2	0.25	-5.06	-0.43	0.0087	0.0016	-0.0107
58 3	0.25	-7.59	-0.43	0.0130	0.0016	-0.0161	58 4	0.19	-5.06	-0.33	0.0087	0.0012	-0.0107
58 5	0.19	-1.01	-0.33	0.0017	0.0012	-0.0021	58 6	0.19	0.00	-0.33	0.0000	0.0012	0.0000
59 1	0.19	-2.43	0.10	0.0130	0.0012	-0.0117	59 2	0.25	-1.62	0.13	0.0087	0.0015	-0.0078
59 3	0.25	-2.43	0.13	0.0130	0.0015	-0.0117	59 4	0.19	-1.62	0.10	0.0087	0.0012	-0.0078
59 5	0.19	-0.32	0.10	0.0017	0.0012	-0.0016	59 6	0.19	0.00	0.10	0.0000	0.0012	0.0000
60 1	0.19	-8.00	-0.36	0.0130	0.0012	-0.0161	60 2	0.25	-5.33	-0.47	0.0087	0.0016	-0.0107
60 3	0.25	-8.00	-0.47	0.0130	0.0016	-0.0161	60 4	0.19	-5.33	-0.36	0.0087	0.0012	-0.0107
60 5	0.19	-1.07	-0.36	0.0017	0.0012	-0.0021	60 6	0.19	0.00	-0.36	0.0000	0.0012	0.0000
61 1	0.19	-4.92	-0.13	0.0130	0.0012	-0.0148	61 2	0.25	-3.28	-0.17	0.0087	0.0016	-0.0099

61 3	0.25	-4.92	-0.17	0.0130	0.0016	-0.0148	61 4	0.19	-3.28	-0.13	0.0087	0.0012	-0.0099
61 5	0.19	-0.66	-0.13	0.0017	0.0012	-0.0020	61 6	0.19	0.00	-0.13	0.0000	0.0012	0.0000
62 1	0.45	-12.50	-0.13	0.0464	0.0012	-0.0148	62 2	0.58	-8.33	-0.17	0.0309	0.0016	-0.0099
62 3	0.58	-12.50	-0.17	0.0464	0.0016	-0.0148	62 4	0.45	-8.33	-0.13	0.0309	0.0012	-0.0099
62 5	0.45	-1.67	-0.13	0.0062	0.0012	-0.0020	62 6	0.45	0.00	-0.13	0.0000	0.0012	0.0000
63 1	-0.06	-6.90	-0.13	-0.0203	0.0012	-0.0148	63 2	-0.08	-4.60	-0.17	-0.0136	0.0016	-0.0099
63 3	-0.08	-6.90	-0.17	-0.0203	0.0016	-0.0148	63 4	-0.06	-4.60	-0.13	-0.0136	0.0012	-0.0099
63 5	-0.06	-0.92	-0.13	-0.0027	0.0012	-0.0020	63 6	-0.06	0.00	-0.13	0.0000	0.0012	0.0000
64 1	0.46	-13.06	-0.13	0.0596	0.0012	-0.0149	64 2	0.60	-8.71	-0.17	0.0398	0.0016	-0.0100
64 3	0.60	-13.06	-0.17	0.0596	0.0016	-0.0149	64 4	0.46	-8.71	-0.13	0.0398	0.0012	-0.0100
64 5	0.46	-1.74	-0.13	0.0080	0.0012	-0.0020	64 6	0.46	0.00	-0.13	0.0000	0.0012	0.0000
65 1	-0.08	-7.20	-0.13	-0.0336	0.0012	-0.0149	65 2	-0.10	-4.80	-0.17	-0.0224	0.0016	-0.0100
65 3	-0.10	-7.20	-0.17	-0.0336	0.0016	-0.0149	65 4	-0.08	-4.80	-0.13	-0.0224	0.0012	-0.0100
65 5	-0.08	-0.96	-0.13	-0.0045	0.0012	-0.0020	65 6	-0.08	0.00	-0.13	0.0000	0.0012	0.0000

Di seguito si riporta lo schema della deformata strutturale nelle CC più significative:

## DEFORMATA STRUTTURALE

### MONOPALO "C"



**CCE 4**

#### 11.1.3.2 Tensioni sul terreno

Le tensioni sul terreno vengono determinate mediante il modello tridimensionale in cui il plinto di fondazione è schematizzato con elementi bidimensionali. Si utilizza la CC GEO.

Si riporta il tipo e l'elenco degli elementi bidimensionali

**Bid.** : Numero del muro/elemento bidimensionale  
**Tb** : Numero del tipo muro/elemento bidimensionale  
**N1** : Nodo 1  
**N2** : Nodo 2  
**N3** : Nodo 3  
**N4** : Nodo 4  
**FF** : Filo fisso  
**Dy1** : Scost. filo fisso Y1  
**Dy2** : Scost. filo fisso Y2

- ELENCO TIPI ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Tb	Comm.	Tipo	Usa	Mat.	Crit.	Spess.	kt
						<cm>	<kg/cm<sup>q</sup>>
2		W-RTC	S		1	170.00	0.660

- ELENCO ELEMENTI BIDIMENSIONALI

Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1	Dy2	Kt	Bid.	Tb	N1	N2	N3	N4	FF	Dy1	Dy2	Kt
							<cm>	<cm>	<kg/cm<sup>q</sup>>								<cm>	<cm>	<kg/cm<sup>q</sup>>
1	2	71	72	1	67	11	0.00	0.00	0.66	1	2	72	73	66	1	11	0.00	0.00	0.66
1	2	67	1	69	70	11	0.00	0.00	0.66	1	2	1	66	68	69	11	0.00	0.00	0.66

Si riportano le tensioni sul terreno:

**Nodo** : Numero del nodo  
**CC** : Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 $\sigma_t$  : Tensione sul terreno

• ANALISI STATICA

Nodo	CC	$\sigma_t$									
		<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>
1	1	0.45	66	1	0.49	67	1	0.40	68	1	-0.03
69	1	-0.07	70	1	-0.11	71	1	0.92	72	1	0.96
73	1	1.00									

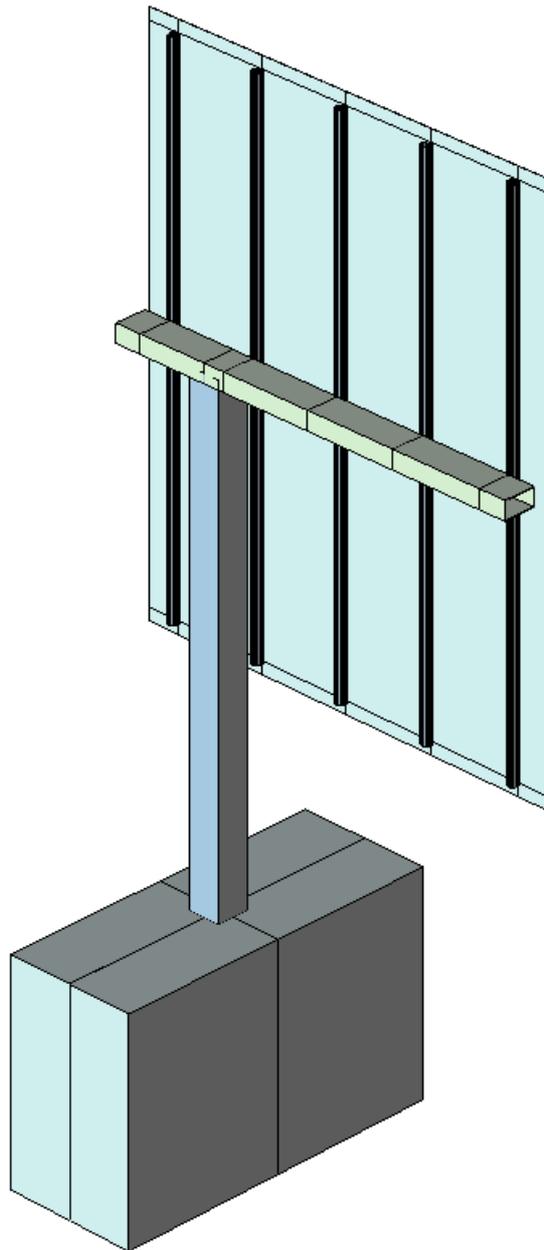
• ANALISI SISMICA

Nodo	CC	$\sigma_t$									
		<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>			<kg/cm<sup>q</sup>>
1	1	0.44	1	2	0.44	1	3	0.44	1	4	0.44
1	5	0.44	1	6	0.44	1	7	0.44	1	8	0.44
66	1	0.59	66	2	0.59	66	3	0.38	66	4	0.38
66	5	0.52	66	6	0.45	66	7	0.52	66	8	0.45
67	1	0.30	67	2	0.30	67	3	0.51	67	4	0.51
67	5	0.37	67	6	0.44	67	7	0.37	67	8	0.44
68	1	0.60	68	2	0.58	68	3	0.39	68	4	0.36
68	5	0.56	68	6	0.50	68	7	0.47	68	8	0.41
69	1	0.46	69	2	0.43	69	3	0.46	69	4	0.43
69	5	0.49	69	6	0.49	69	7	0.40	69	8	0.40
70	1	0.31	70	2	0.28	70	3	0.52	70	4	0.50
70	5	0.42	70	6	0.48	70	7	0.33	70	8	0.39
71	1	0.28	71	2	0.31	71	3	0.50	71	4	0.52
71	5	0.33	71	6	0.39	71	7	0.42	71	8	0.48
72	1	0.43	72	2	0.46	72	3	0.43	72	4	0.46
72	5	0.40	72	6	0.40	72	7	0.49	72	8	0.49
73	1	0.58	73	2	0.60	73	3	0.36	73	4	0.39
73	5	0.47	73	6	0.41	73	7	0.56	73	8	0.50

Di seguito si riportano lo schema del modello tridimensionale del monopalo "C" con i bidimensionali in fondazione e lo schema delle tensioni sul terreno, con la relativa numerazione dei nodi in fondazione, nelle condizioni di carico più gravose dovute all'azione del vento (CC1 - GEO).

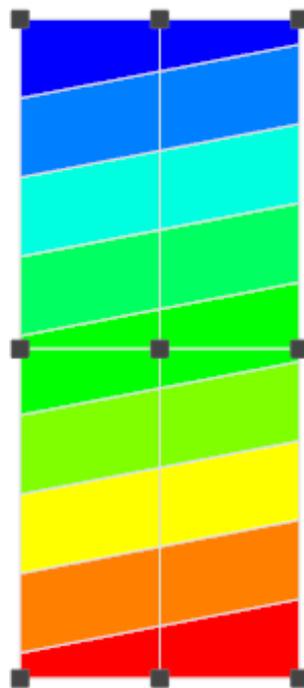
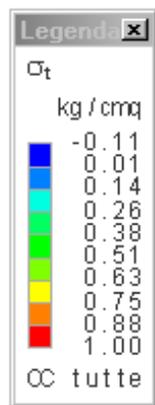
## MODELLO TRIDIMENSIONALE

MONOPALO "C"



TENSIONI SUL TERRENO E NUM. NODI FONDAZIONE

MONOPALO "C"



### 11.1.3.3 Reazioni vincolari

- Nodo** : numero del nodo  
**CC** : numero della combinazione delle CCE  
**RX,RY,RZ** : reazioni vincolari (forze) (kg)  
**MX,MY,MZ** : reazioni vincolari (momenti) (kgm)  
**±RXd,±RYd,±RZd** : componenti dinamiche delle reazioni vincolari (forze) (kg)  
**±MXd,±MYd,±MZd** : componenti dinamiche delle reazioni vincolari (momenti) (kgm)

#### • Reazioni vincolari – CC STATICA

Nodo	CC	Rx <kg>	Ry <kg>	Rz <kg>	Mx <kgm>	My <kgm>	Mz <kgm>
1	1	0.00	4855.43	942.89	-18578.70	-685.81	4782.00
1	2	0.00	3236.95	1225.75	-12385.80	-891.55	3188.00
1	3	0.00	4855.43	1225.75	-18578.70	-891.55	4782.00
1	4	0.00	3236.95	942.89	-12385.80	-685.81	3188.00
1	5	0.00	647.39	942.89	-2477.16	-685.81	637.60
1	6	0.00	0.00	942.89	0.00	-685.81	0.00

#### • Reazioni vincolari – CC SISMICA

Nodo	CC	Rx <kg>	Ry <kg>	Rz <kg>	Mx <kgm>	My <kgm>	Mz <kgm>
1	1	-378.94	-113.68	895.55	505.16	-2338.74	-97.70
1	2	-378.94	113.68	895.55	-505.16	-2338.74	97.70
1	3	378.94	-113.68	895.55	505.16	1028.97	-97.70
1	4	378.94	113.68	895.55	-505.16	1028.97	97.70
1	5	-113.68	-378.94	895.55	1683.86	-1160.04	-325.66
1	6	113.68	-378.94	895.55	1683.86	-149.73	-325.66
1	7	-113.68	378.94	895.55	-1683.86	-1160.04	325.66
1	8	113.68	378.94	895.55	-1683.86	-149.73	325.66

### 11.1.3.4 Sollecitazioni aste

- Asta** : numero dell'asta  
**N1,N2** : nodo iniziale e finale dell'asta  
**CC** : numero della combinazione delle CCE  
**x,xi,xc,xf** : coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale per la quale vengono riportate le sollecitazioni  
**N** : sforzo normale (kg)  
**TY,TZ** : taglio in direzione Y e Z (kg)  
**MZ,MY** : momento flettente intorno all'asse Z (piano XY) o Y (piano XZ) (kgm)  
**MX** : momento torcente (intorno all'asse X) (kgm)  
**±Nd** : componente dinamica dello sforzo normale (kg)  
**±TYd,±TZd** : componente dinamica del taglio in direzione Y e Z (kg)  
**±MZd,±MYd** : componente dinamica del momento flettente intorno all'asse Z (piano XY) o Y (piano XZ) (kgm)  
**±MXd** : componente dinamica del momento torcente (intorno all'asse X) (kgm)

Nota: le sollecitazioni sono riferite agli assi locali dell'asta; le convenzioni sui segni sono quelle adottate normalmente in ingegneria:

- sforzo normale N positivo se di trazione
- taglio all'inizio dell'asta positivo se equiverso all'asse locale a cui si riferisce; di segno opposto all'altro estremo
- momento flettente MY negativo se tende le fibre dalla parte positiva dell'asse Z; analogamente per MZ
- momento torcente MX positivo se le sezioni della trave ruotano in senso antiorario (asse Z che ruota sull'asse Y)

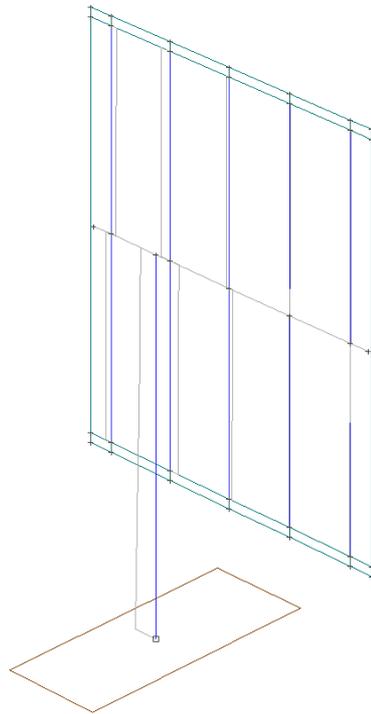
Asta	N1	N2		X <cm>	N <kg>	CC	Ty <kg>	CC	Mz <kgm>	CC	Tz <kg>	CC	My <kgm>	CC	Mx <kgm>	CC
1	1	2	Max	0.00	-942.89	1	4854.76	1	0.00	6	0.00	1	-685.81	1	0.00	6
1	1	2	Max	316.00					-2414.70	4			-685.81	4		
1	1	2	Max	395.00	-653.15	1	4554.89	1	0.00	6	0.00	1	-685.81	1	0.00	6
1	1	2	Min.	0.00	-1225.75	2	0.00	6	-18584.10	1	0.00	1	-891.55	2	-4782.64	1
1	1	2	Min.	316.00					-2414.70	2			-891.55	2		
1	1	2	Min.	395.00	-849.10	2	0.00	6	-0.00	1	0.00	1	-891.55	2	-4782.64	1
10	59	45	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.00	2	0.00	1
10	59	45	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-10.31	1	-1.29	1	0.00	1
10	59	45	Min.	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
10	59	45	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-13.41	2	-1.68	2	0.00	1
10	45	2	Max	0.00	0.00	1	0.00	6	0.00	6	591.30	2	0.51	2	0.00	1
10	45	2	Max	65.00	0.00	1	0.00	6	0.00	6	556.44	2	373.52	2	0.00	1
10	45	2	Min.	0.00	0.00	1	-828.72	1	-49.68	1	454.85	1	0.39	1	0.00	1
10	45	2	Min.	65.00	0.00	1	-828.72	1	-588.35	1	428.03	1	287.33	1	0.00	1
10	2	3	Max	0.00	0.00	1	3726.18	1	0.00	6	1405.54	2	-398.49	1	0.00	1
10	2	3	Max	20.00	0.00	1	3726.18	1	0.00	6	1394.81	2	-183.07	1	0.00	1
10	2	3	Min.	0.00	0.00	1	0.00	6	-5370.99	1	1081.18	1	-518.03	2	0.00	1
10	2	3	Min.	20.00	0.00	1	0.00	6	-4625.75	1	1072.93	1	-238.00	2	0.00	1
10	3	61	Max	0.00	0.00	1	2761.19	1	0.00	6	332.64	2	-171.84	1	0.00	1
10	3	61	Max	85.00	0.00	1	2761.19	1	0.00	6	287.05	2	39.97	2	0.00	1
10	3	61	Min.	0.00	0.00	1	0.00	6	-4624.37	1	255.88	1	-223.40	2	0.00	1
10	3	61	Min.	85.00	0.00	1	0.00	6	-2277.36	1	220.81	1	30.75	1	0.00	1
10	61	36	Max	0.00	0.00	1	1793.60	1	0.00	6	-10.03	1	33.59	2	0.00	1
10	61	36	Max	85.00	0.00	1	1793.60	1	0.00	6	-45.10	1	3.12	2	0.00	1
10	61	36	Min.	0.00	0.00	1	0.00	6	-2277.34	1	-13.04	2	25.84	1	0.00	1
10	61	36	Min.	85.00	0.00	1	0.00	6	-752.78	1	-58.64	2	2.40	1	0.00	1
10	36	58	Max	0.00	0.00	1	828.78	1	0.00	6	18.41	2	2.07	2	0.00	1
10	36	58	Max	34.00					-314.90	2			5.23	2		
10	36	58	Max	85.00	0.00	1	828.78	1	0.00	6	-20.91	1	-1.27	1	0.00	1
10	36	58	Min.	0.00	0.00	1	0.00	6	-754.13	1	14.16	1	1.59	1	0.00	1
10	36	58	Min.	34.00					-472.35	1			4.02	1		
10	36	58	Min.	85.00	0.00	1	0.00	6	-49.67	1	-27.18	2	-1.65	2	0.00	1
10	58	60	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	13.41	2	-1.29	1	0.00	1
10	58	60	Max	20.00									-0.05	1		
10	58	60	Max	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.00	2	0.00	1
10	58	60	Min.	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	10.31	1	-1.68	2	0.00	1
10	58	60	Min.	20.00									-0.07	2		
10	58	60	Min.	25.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	2	0.00	1	0.00	1
20	47	45	Max	0.00	-263.79	1	0.00	6	0.00	6	1.07	2	-0.93	1	0.00	6
20	47	45	Max	215.00	-232.58	1	0.00	6	0.00	6	1.07	2	1.09	2	0.00	6
20	47	45	Min.	0.00	-342.93	2	-414.36	1	-0.39	1	0.82	1	-1.21	2	-24.84	1
20	47	45	Min.	215.00	-302.36	2	-414.36	1	-891.26	1	0.82	1	0.84	1	-24.84	1
20	45	46	Max	0.00	302.36	2	414.36	1	0.00	6	1.07	2	-0.84	1	24.84	1
20	45	46	Max	215.00	342.93	2	414.36	1	0.00	6	1.07	2	1.21	2	24.84	1
20	45	46	Min.	0.00	232.58	1	0.00	6	-891.26	1	0.82	1	-1.09	2	0.00	6
20	45	46	Min.	215.00	263.79	1	0.00	6	-0.39	1	0.82	1	0.93	1	0.00	6
21	14	3	Max	0.00	490.51	2	0.00	6	0.00	6	5.10	2	-2.81	1	0.69	1
21	14	3	Max	215.00	531.09	2	0.00	6	0.00	6	5.10	2	7.30	2	0.69	1
21	14	3	Min.	0.00	377.32	1	-482.50	1	-1.00	1	3.92	1	-3.66	2	0.00	6
21	14	3	Min.	215.00	408.53	1	-482.50	1	-1038.36	1	3.92	1	5.62	1	0.00	6
21	3	9	Max	0.00	-408.53	1	482.50	1	0.00	6	5.10	2	-5.62	1	0.00	6
21	3	9	Max	215.00	-377.32	1	482.50	1	0.00	6	5.10	2	3.66	2	0.00	6
21	3	9	Min.	0.00	-531.09	2	0.00	6	-1038.36	1	3.92	1	-7.30	2	-0.69	1
21	3	9	Min.	215.00	-490.51	2	0.00	6	-1.00	1	3.92	1	2.82	1	-0.69	1
22	63	61	Max	0.00	109.47	2	0.00	6	0.00	6	-1.79	1	1.80	2	0.01	1
22	63	61	Max	215.00	150.05	2	0.00	6	0.00	6	-1.79	1	-2.46	1	0.01	1
22	63	61	Min.	0.00	84.21	1	-483.80	1	-1.02	1	-2.32	2	1.39	1	0.00	6
22	63	61	Min.	215.00	115.42	1	-483.80	1	-1041.18	1	-2.32	2	-3.19	2	0.00	6
22	61	62	Max	0.00	-115.42	1	483.80	1	0.00	6	-1.79	1	3.19	2	0.00	6
22	61	62	Max	215.00	-84.21	1	483.80	1	0.00	6	-1.79	1	-1.39	1	0.00	6
22	61	62	Min.	0.00	-150.05	2	0.00	6	-1041.18	1	-2.32	2	2.46	1	-0.01	1
22	61	62	Min.	215.00	-109.47	2	0.00	6	-1.02	1	-2.32	2	-1.80	2	-0.01	1
23	38	36	Max	0.00	-60.84	1	0.00	6	0.00	6	-0.34	1	0.41	2	0.00	6
23	38	36	Max	215.00	-29.63	1	0.00	6	0.00	6	-0.34	1	-0.40	1	0.00	6
23	38	36	Min.	0.00	-79.09	2	-482.41	1	-1.00	1	-0.44	2	0.32	1	-0.68	1
23	38	36	Min.	215.00	-38.52	2	-482.41	1	-1038.18	1	-0.44	2	-0.52	2	-0.68	1
23	36	37	Max	0.00	38.52	2	482.41	1	0.00	6	-0.34	1	0.52	2	0.68	1
23	36	37	Max	215.00	79.09	2	482.41	1	0.00	6	-0.34	1	-0.32	1	0.68	1
23	36	37	Min.	0.00	29.63	1	0.00	6	-1038.18	1	-0.44	2	0.40	1	0.00	6
23	36	37	Min.	215.00	60.84	1	0.00	6	-1.00	1	-0.44	2	-0.41	2	0.00	6

24	42	58	Max	0.00	-46.82	1	0.00	6	0.00	6	-0.01	1	0.02	2	24.84	1
24	42	58	Max	215.00	-15.61	1	0.00	6	0.00	6	-0.01	1	-0.01	1	24.84	1
24	42	58	Min.	0.00	-60.87	2	-414.39	1	-0.39	1	-0.02	2	0.02	1	0.00	6
24	42	58	Min.	215.00	-20.30	2	-414.39	1	-891.32	1	-0.02	2	-0.01	2	0.00	6
24	58	39	Max	0.00	20.30	2	414.39	1	0.00	6	-0.01	1	0.01	2	0.00	6
24	58	39	Max	215.00	60.87	2	414.39	1	0.00	6	-0.01	1	-0.02	1	0.00	6
24	58	39	Min.	0.00	15.61	1	0.00	6	-891.32	1	-0.02	2	0.01	1	-24.84	1
24	58	39	Min.	215.00	46.82	1	0.00	6	-0.39	1	-0.02	2	-0.02	2	-24.84	1

Di seguito è riportato lo schema prospettico del modello di calcolo strutturale, con la visualizzazione dei diagrammi dello sforzo normale, del taglio e del momento flettente per le due condizioni di carico più gravose, ossia quella dovuta all'azione del vento CC3, allo SLU.

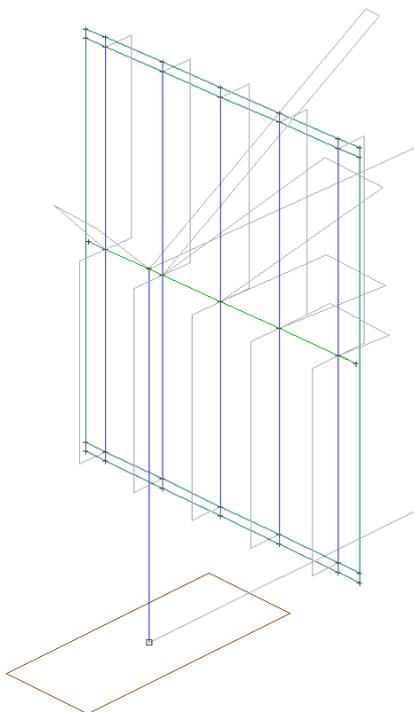
**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi delle sforzo normale nelle CCE 3*



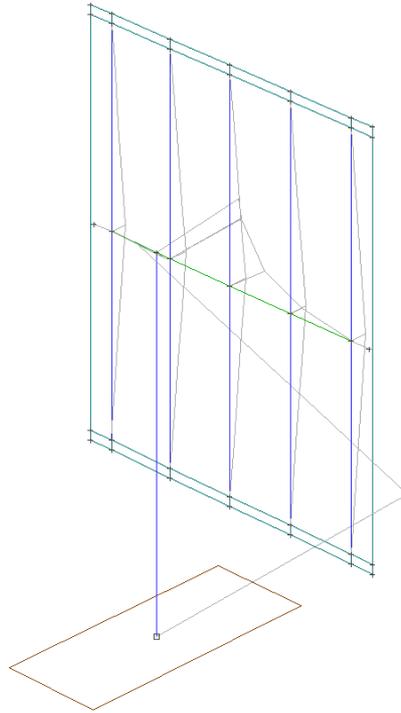
**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi del taglio nelle CCE 3*



**SCHEMA DI CALCOLO**

*Diagrammi del momento flettente nelle CCE 3*



## 11.1.4 VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITÀ

### 11.1.4.1 Montanti in acciaio

Sez. = Numero della sezione  
Cod. = Codice  
Tipo = Tipologia  
2C = Doppia C lato labbri  
2Cdx = Doppia C lato costola  
2I = Doppia I

		2L	= Doppia L lato labbri
		2Ldx	= Doppia L lato costole
		C	= C
		Cdx	= C destra
		Cir.	= Circolare
		Cir.c	= Circolare cava
		I	= I
		L	= L
		Ldx	= L destra
		Om.	= Omega
		Pg	= Pi greco
		Pr	= Poligono regolare
		Prc	= Poligono regolare cavo
		Pc	= Per coordinate
		Ia	= Inerzie assegnate
		R	= Rettangolare
		Rc	= Rettangolare cava
		T	= T
		U	= U
		Ur	= U rovescia
		V	= V
		Vr	= V rovescia
		Z	= Z
		Zdx	= Z destra
		Ts	= T stondata
		Ls	= L stondata
		Cs	= C stondata
		Is	= I stondata
		Dis.	= Disegnata
D	<cm>		= Distanza
Area	<cmq>		= Area
Anet	<cmq>		= Area netta per compressione
Aeff	<cmq>		= Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>		= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>		= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>		= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>		= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>		= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>		= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Wy,plas	<cmc>		= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse y
Wz,plas	<cmc>		= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse z
Atag,y	<cmq>		= Area resistente a taglio in direz y
Atag,z	<cmq>		= Area resistente a taglio in direz z
J $\Phi$	<cm6>		= Costante di ingobbamento
CC			= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
N,Ed	<kg>		= Forza assiale di calcolo
M,Ed	<kgm>		= Momento flettente di calcolo
Nc,Rd	<kg>		= Resistenza a compressione
My,c,Rd	<kgm>		= Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y
Linfl			= lunghezza libera d'inflessione
$\lambda$			= Snellezza per inflessione
Ncr	<kg>		= Sforzo normale critico euleriano
$\lambda^*$			= Snellezza adimensionale
Curva			= Curva di instabilità adottata
$\Phi$			= Coefficiente $\Phi$
$\chi$ ,min			= Coefficiente $\chi$ di riduzione per instabilità
Xl	<m>		= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
N	<kg>		= Sforzo normale
T	<kg>		= Taglio agente
M	<kgm>		= Momento agente
Mx	<kgm>		= Momento torcente intorno all'asse X
$\sigma_N$	<kg/cmq>		= Tensione normale per sforzo normale
$\sigma_M$	<kg/cmq>		= Tensione normale per momento flettente
$\tau$	<kg/cmq>		= Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
Nb,Rd	<kg>		= Resistenza all'instabilità
fz,L	<cm>		= Freccia in direzione Z locale
fz,G	<cm>		= Freccia in direzione Z globale

CARATTERISTICHE PROFILATI UTILIZZATI:

Sez.	Cod.	Tip	D	Area	Anet	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wymin	Wzmin
			<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm4>	<cm4>	<cm>	<cm>	<cmq>	<cmq>
1	Rc 0.3x0.3x0.01	P Rc	--	93.44	93.44	93.44	13288.40	13288.40	11.93	11.93	885.89	885.89
2	Rc 0.3x0.15x0.01	T Rc	--	52.56	52.56	52.56	2130.13	6278.95	6.37	10.93	284.02	418.60
3	Cir.c D=90/7	P Cir.c	--	18.49	18.49	18.49	160.01	160.01	2.94	2.94	35.56	35.56

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	J0
		<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cm6>
1	Rc 0.3x0.3x0.01	P	1023.42	1023.42	46.72	46.72
2	Rc 0.3x0.15x0.01	T	316.33	513.43	17.52	35.04
3	Cir.c D=90/7	P	47.72	47.72	11.77	11.77

Asta n. 1 (1 2) Rc 0.3x0.3x0.01 P Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 4  
Sollecitazioni:  $N=-1225.75$   $M_y=891.55$   $T_y=4854.76$   $M_z=-18584.10$   $M_x=-4782.64$   
Caratteristiche sezione ridotta:  $A_{rid}=92.295200$   $W_{y,rid}=885.66$   $W_{z,rid}=859.05$   
 $e_{N,y}=0.18$   $\Delta M_{z,Ed}=2.22$   $e_{N,z}=0.00$   $\Delta M_{y,Ed}=0.04$   
Tensioni:  $\sigma_N=2251.24$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=350.57$   $\sigma_{max}=2251.24$   
Tensioni:  $\sigma_N=88.94$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=467.42$   $\tau_{max}=467.42$   
Tensioni:  $\sigma_N=2251.24$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=350.57$   $\sigma_{ID,max}=2331.69$

Asta n. 10 (59 45) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 2 Xl=0.25 - Classe 4  
Sollecitazioni:  $T_z=-13.41$   $M_y=1.68$   
Caratteristiche sezione ridotta:  $W_{y,rid}=233.42$   
 $e_{N,z}=0.62$   $\Delta M_{y,Ed}=0.00$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.72$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=0.72$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.05$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=0.83$   $\tau_{max}=0.83$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.05$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=0.83$   $\sigma_{ID,max}=1.44$

Asta n. 10 (45 2) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.65 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $T_z=556.44$   $M_y=-373.52$   $T_y=-828.72$   $M_z=-588.35$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=272.07$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=272.07$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-134.93$   $\tau=34.45$   $\tau_{max}=34.45$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=272.07$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=272.07$

Asta n. 10 (2 3) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $T_z=1405.54$   $M_y=518.03$   $T_y=3726.18$   $M_z=-5370.99$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-1465.49$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-1465.49$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=167.80$   $\tau=126.99$   $\tau_{max}=126.99$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-1465.49$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=1465.49$

Asta n. 10 (3 61) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $T_z=332.64$   $M_y=223.40$   $T_y=2761.19$   $M_z=-4624.37$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-1183.39$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-1183.39$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=72.36$   $\tau=94.08$   $\tau_{max}=94.08$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-1183.39$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=1183.39$

Asta n. 10 (61 36) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $T_z=-13.04$   $M_y=-33.59$   $T_y=1793.60$   $M_z=-2277.34$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=555.87$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=555.87$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-10.88$   $\tau=61.11$   $\tau_{max}=61.11$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=555.87$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=555.87$

Asta n. 10 (36 58) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $T_z=18.41$   $M_y=-2.07$   $T_y=828.78$   $M_z=-754.13$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=180.89$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=180.89$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=-0.67$   $\tau=28.24$   $\tau_{max}=28.24$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.00$   $\sigma_M=180.89$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=180.89$

Asta n. 10 (58 60) Rc 0.3x0.15x0.01 T Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 2 Xl=0.00 - Classe 4  
Sollecitazioni:  $T_z=13.41$   $M_y=1.68$   
Caratteristiche sezione ridotta:  $W_{y,rid}=233.42$   
 $e_{N,z}=0.62$   $\Delta M_{y,Ed}=0.00$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.72$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=0.72$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.05$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=0.83$   $\tau_{max}=0.83$   
Tensioni:  $\sigma_N=0.05$   $\sigma_M=0.00$   $\tau=0.83$   $\sigma_{ID,max}=1.44$

Asta n. 20 (47 45) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=2.15 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $N=-302.36$   $T=414.36$   $M=891.26$   $M_x=-24.84$   
Tensioni:  $\sigma_N=-16.35$   $\sigma_M=-2506.45$   $\tau=34.93$   $\sigma_{max}=-2522.80$   
Tensioni:  $\sigma_N=-16.35$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=79.53$   $\tau_{max}=79.53$   
Tensioni:  $\sigma_N=-16.35$   $\sigma_M=-2506.45$   $\tau=34.93$   $\sigma_{ID,max}=2523.53$

Asta n. 20 (45 46) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $N=302.36$   $T=414.36$   $M=891.26$   $M_x=24.84$   
Tensioni:  $\sigma_N=16.35$   $\sigma_M=2506.45$   $\tau=34.93$   $\sigma_{max}=2522.81$   
Tensioni:  $\sigma_N=16.35$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=79.53$   $\tau_{max}=79.53$   
Tensioni:  $\sigma_N=16.35$   $\sigma_M=2506.45$   $\tau=34.93$   $\sigma_{ID,max}=2523.53$

Asta n. 21 (14 3) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=2.15 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $N=531.09$   $T=482.52$   $M=1038.39$   
Tensioni:  $\sigma_N=28.72$   $\sigma_M=2920.23$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=2948.95$   
Tensioni:  $\sigma_N=28.72$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=51.94$   $\tau_{max}=51.94$   
Tensioni:  $\sigma_N=28.72$   $\sigma_M=2920.23$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=2948.95$

Asta n. 21 (3 9) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $N=-531.09$   $T=482.52$   $M=1038.39$   
Tensioni:  $\sigma_N=-28.72$   $\sigma_M=-2920.22$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-2948.94$   
Tensioni:  $\sigma_N=-28.72$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=51.94$   $\tau_{max}=51.94$   
Tensioni:  $\sigma_N=-28.72$   $\sigma_M=-2920.22$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=2948.94$

Asta n. 22 (63 61) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=2.15 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $N=150.05$   $T=483.80$   $M=1041.18$   
Tensioni:  $\sigma_N=8.11$   $\sigma_M=2928.08$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=2936.20$   
Tensioni:  $\sigma_N=8.11$   $\sigma_M=-0.00$   $\tau=52.07$   $\tau_{max}=52.07$   
Tensioni:  $\sigma_N=8.11$   $\sigma_M=2928.08$   $\tau=0.00$   $\sigma_{ID,max}=2936.20$

Asta n. 22 (61 62) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni:  $N=-150.05$   $T=483.80$   $M=1041.18$   
Tensioni:  $\sigma_N=-8.11$   $\sigma_M=-2928.08$   $\tau=0.00$   $\sigma_{max}=-2936.20$

Tensioni:  $\sigma_N = -8.11$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 52.07$   $\tau_{max} = 52.07$   
Tensioni:  $\sigma_N = -8.11$   $\sigma_M = -2928.08$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{ID, max} = 2936.20$

Asta n. 23 (38 36) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=2.15 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-38.52 T=482.41 M=1038.18  
Tensioni:  $\sigma_N = -2.08$   $\sigma_M = -2919.64$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{max} = -2921.72$   
Tensioni:  $\sigma_N = -2.08$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 51.92$   $\tau_{max} = 51.92$   
Tensioni:  $\sigma_N = -2.08$   $\sigma_M = -2919.64$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{ID, max} = 2921.72$

Asta n. 23 (36 37) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=38.52 T=482.41 M=1038.18  
Tensioni:  $\sigma_N = 2.08$   $\sigma_M = 2919.64$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{max} = 2921.73$   
Tensioni:  $\sigma_N = 2.08$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 51.92$   $\tau_{max} = 51.92$   
Tensioni:  $\sigma_N = 2.08$   $\sigma_M = 2919.64$   $\tau = 0.00$   $\sigma_{ID, max} = 2921.73$

Asta n. 24 (42 58) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=2.15 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=-20.30 T=414.39 M=891.32  $M_x = 24.84$   
Tensioni:  $\sigma_N = -1.10$   $\sigma_M = -2506.64$   $\tau = 34.92$   $\sigma_{max} = -2507.74$   
Tensioni:  $\sigma_N = -1.10$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 79.53$   $\tau_{max} = 79.53$   
Tensioni:  $\sigma_N = -1.10$   $\sigma_M = -2506.64$   $\tau = 34.92$   $\sigma_{ID, max} = 2508.47$

Asta n. 24 (58 39) Cir.c D=90/7 P Crit. 1

-----  
- Verifica in termini tensionali (4.2.5) - CC 3 Xl=0.00 - Classe 3  
Sollecitazioni: N=20.30 T=414.39 M=891.32  $M_x = -24.84$   
Tensioni:  $\sigma_N = 1.10$   $\sigma_M = 2506.64$   $\tau = 34.92$   $\sigma_{max} = 2507.73$   
Tensioni:  $\sigma_N = 1.10$   $\sigma_M = -0.00$   $\tau = 79.53$   $\tau_{max} = 79.53$   
Tensioni:  $\sigma_N = 1.10$   $\sigma_M = 2506.64$   $\tau = 34.92$   $\sigma_{ID, max} = 2508.46$

#### 11.1.4.2 Armature plinti

**Caso** : Caso di verifica  
**CC** : Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
**Az** : Azioni ed effetti sul plinto  
**RVN** : Reazioni vincolari agenti  
**ECC** : Effetti dovuti all'eccentricità  
**PP** : Effetti dovuti al peso proprio  
**SVR** : Effetti dovuti ai sovraccarichi e al peso del terreno  
**TOT** : Azioni totali di calcolo  
**N** : Sforzo normale  
**Tx** : Taglio in dir. X  
**Ty** : Taglio in dir. Y  
**Mx** : Momento intorno all'asse X  
**My** : Momento intorno all'asse Y  
 **$\sigma_t$**  : Tensione sul terreno  
**Cmb** : Tipo di combinazione di carico  
**Ind** : Indefinito  
**Tamm** : Calcolo con tensioni ammissibili  
**SLU** : Stato limite ultimo  
**SLU S** : Stato limite ultimo (azione sismica)  
**SLE R** : Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
**SLE F** : Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
**SLE Q** : Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
**FtirX** = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X  
**Afx** = Area di ferro nel fondo in dir. X

**FDtirX** = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. X  
**FtirY** = Forza complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y  
**Afy** = Area di ferro nel fondo in dir. Y  
**FDtirY** = Forza resistente complessiva di tiro nell'armatura di fondo in dir. Y  
 $\sigma_f X$  = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. X  
 $\sigma_f Y$  = Tensione nell'armatura nel fondo in dir. Y

#### Plinto montante 1

Le tensioni sul terreno vengono calcolate oltre che per l'effetto delle reazioni vincolari anche considerando i seguenti effetti  
Azioni ed effetti comuni

Az	N	Mx	My
	<kg>	<kgm>	<kgm>

PP	17127.50	0.00	0.00
SVR	0.00		

Stato Limite Ultimo - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX	Af <sub>x</sub>	FDtirX	FtirY	Af <sub>y</sub>	FDtirY
			<kg>	<cmq>	<kg>	<kg>	<cmq>	<kg>

1	1	SLU	440.20	16.96	66383.20	184.60	12.06	47205.90
2	2	SLU	572.26	16.96	66383.20	239.98	12.06	47205.90

Stato Limite Esercizio - Verifiche armatura fondo

Caso	CC	TCC	FtirX	Af <sub>x</sub>	$\sigma_{fX}$	FtirY	Af <sub>y</sub>	$\sigma_{fY}$
			<kg>	<cmq>	<kg/cmq>	<kg>	<cmq>	<kg/cmq>

4	4	SLE R	440.20	16.96	25.95	184.60	12.06	15.30
---	---	-------	--------	-------	-------	--------	-------	-------

Verifiche effettuate

Caso	Tipo
------	------

1	$\sigma_t$ min (max compr.)
2	SLU N cost - min sic.
4	C.Rare - $\sigma_f$ max (max traz.)

#### 11.1.4.3 Piastre di base ed ancoraggi

Le sollecitazioni più gravose, dovute alla CC1 (agli SLU), derivanti dal Monopalo "C" e trasferite alle opere di ancoraggio di base sono le seguenti:

N = 943.0 kg

T<sub>y</sub> = 4855.0 kg

M<sub>x</sub> = 18579.0 kgm

M<sub>y</sub> = 686.0 kgm

M<sub>z</sub> = 4782.0 kgm

Le caratteristiche geometriche della sezione sono:

Piastra 600x600 sp.=25mm

Bulloni 8M24 classe 8.8

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s}$$

dove:

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.25.

Si eseguono le verifiche agli "Stati limite" secondo la seguente normativa "DM 14 Gennaio 2008".

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m,s}$$

dove:

$f_{yk}$  = tensione caratteristica di snervamento;

$\gamma_{m,s}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.25.

Per i bulloni (alta resistenza classe 8.8 per le viti e classe 8 per i dadi) si ottiene:

$$\begin{aligned} f_{yd} &= 640 / 1.25 = 512.0 \text{ N/mm}^2, \\ f_{d,N} &= 560 / 1.25 = 448.0 \text{ N/mm}^2, \\ f_{d,V} &= 396 / 1.25 = 316.8 \text{ N/mm}^2. \end{aligned}$$

Per gli acciai degli accessori metallici delle barriere, come piastre, rosette e fazzoletti (utilizzando un acciaio Fe 430) si ottiene:

$$f_{yd} = 275 / 1.25 = 220.0 \text{ N/mm}^2.$$

La resistenza di calcolo del calcestruzzo  $f_{cd}$  è definita mediante l'espressione:

$$f_{cd} = 0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{ck} / \gamma_{m,c}$$

dove:

$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$ ;

$\gamma_{m,c}$  = coefficiente di sicurezza del materiale, pari in questo caso a 1.5.

Pertanto si ottiene:

$$f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2.$$

Poiché la piastra è simmetrica, si svolge la verifica per il  $M_x$  poiché risulta la condizione più gravosa che si viene a determinare, pertanto se viene verificata sarà automaticamente controllato il caso di  $M_y$ .

La posizione dell'asse neutro è stata verificata risolvendo la seguente cubica:

$$y^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{B}{2}\right) y^2 + 6n \cdot \frac{A_f}{A} d \cdot y - 6n \cdot \frac{A_f}{A} d \cdot h = 0$$

dove:

y = posizione dell'asse neutro dal bordo compresso

e = M/N eccentricità pari

A, B = dimensione della piastra di base rispettivamente pari a 60 cm e 60 cm

$A_f$  = area totale della sezione dei bulloni tesi, valutata in corrispondenza del gambo pari a 10.59 cm<sup>2</sup>

n = coefficiente di omogeneizzazione pari a 15

d = e+h-B/2 distanza tra l'area dei fori e il punto di applicazione dello sforzo normale

h = distanza tra l'asse dei fori e il bordo compresso della piastra pari a 52.5 cm

Sostituendo si ha pertanto:

$$y = 14.38 \text{ cm}$$

Si ha inoltre che la tensione di compressione massima agente nel cls.  $\sigma_{N,M}$  è:

$$\sigma_{N,M} = \frac{N}{A\left(\frac{y}{2}\right) - (h-y)m \cdot \frac{A_f}{y}} = 9.13 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} = 14.11 \text{ N/mm}^2$$

e la tensione nei bulloni in corrispondenza del gambo  $\sigma_b$  è:

$$\sigma_b = \frac{n \cdot \sigma_{N,M}}{y} (h - y) = 363.0 \text{ N/mm}^2 < f_{d,N}$$

Per cui, indicato con  $n_b$  il numero dei bulloni tesi (pari in questo caso a 3), lo sforzo di trazione  $N_b$  agente su ciascun bullone sarà:

$$N_b = \frac{A_r}{n_b} \sigma_b = 129.0 \text{ kN}$$

#### 11.1.4.4 Verifica dei tirafondi

Per bulloni sollecitati a trazione da una forza  $N$ , la tensione risulta (trascurando lo sforzo normale derivante dal  $M_y$ ):

$$\sigma_b = N/A_{res} = 363.0 \text{ N/mm}^2 < f_{d,N} = 448.0 \text{ N/mm}^2.$$

Per il taglio si ottiene:

$$T_b = T/n_b = 48550.0 / 8 = 6069.0 \text{ N}$$

Il momento torcente determina uno sforzo di taglio nei bulloni pari a:

$$T_{bMT} = M_z/bx n_b = 4782.0/0.45x8 = 1328.0 \text{ kg};$$

Il taglio totale è dato da:

$$T_b = 6069.0 + 13280.0 = 19349.0 \text{ N};$$

da cui è possibile determinare la tensione massima di taglio  $\tau_{max}$  sul bullone

$$\tau_{max} = T_b / A = 19349.0 / 353 = 54.8 \text{ N/mm}^2 < f_{d,V} = 316.8 \text{ N/mm}^2$$

L'unione è verificata se è soddisfatta la seguente espressione:

$$\left( \frac{\tau_{max}}{f_{d,V}} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_{max}}{f_{d,N}} \right)^2 < 1$$

$$\left( \frac{54.8}{316.8} \right)^2 + \left( \frac{363.0}{448.0} \right)^2 = 0.69 < 1$$

#### 11.1.4.5 Verifica della lunghezza dei tirafondi

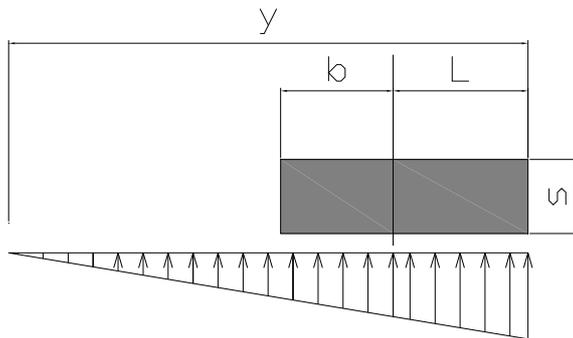
La lunghezza dei tirafondi ( $L = 60 \text{ cm}$ ) viene verificata secondo la seguente formula, verificando l'aderenza:

$$\tau_{ad} = N_b / (\pi \phi L) = 129000 / \pi \cdot 24 \cdot 600 = 2.85 \text{ N/mm}^2 < f_{bd}$$

Si adotta, quindi, una lunghezza del tirafondo pari a  $60 \text{ cm}$  (considerando comunque che alla base del tirafondo vengono predisposti dei barrotti i quali non sono stati considerate nel calcolo, a favore di sicurezza, ma che contribuiscono all'aderenza).

#### 11.1.4.6 Verifica della piastra di base

La verifica si effettua su una piastra di base avente dimensioni  $600 \times 600 \text{ mm}$ , spessore pari a  $s = 25 \text{ mm}$ , distanza dell'asse dei bulloni dal bordo pari a  $b = 75 \text{ mm}$  e costole di irrigidimento come da elaborati grafici.



La massima tensione sul calcestruzzo è:

$$\sigma_{N,M} = 9.1 \text{ N/mm}^2$$

La tensione di compressione nel cls in corrispondenza della sezione di minima resistenza della piastra di base (sezione in asse ai bulloni) sarà:

$$\sigma_{c,b} = \sigma_{N,M} \times [(y - b)/y] = 9.1 \times (143.8 - 75)/143.8 = 4.4 \text{ N/mm}^2$$

La tensione media risulta pari a:

$$\sigma_{c,media} = (\sigma_{N,M} + \sigma_{c,b})/2 = 6.8 \text{ N/mm}^2$$

Viene verificata la sezione di piastra in corrispondenza dei bulloni (sezione minima di resistenza della piastra quella in asse ai bulloni), avente le seguenti caratteristiche (depurando l'area dai fori):

$$A_{net} = (A - n_b \times \phi_{foro}) \times s = (600 - 3 \times 25.5) \times 25 = 13087.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dove } b_{netta} = (A - n_b \times \phi_{foro}) = 523.5 \text{ mm}$$

$$W = (1/6) b_{netta} \times s^2 = 1/6 \times 523.5 \times 25^2 = 54531.25 \text{ mm}^3$$

In cui  $n_b$  è pari al numero dei bulloni sulla fila di verifica e  $\phi_{foro}$  è pari a diametro del foro del tirafondo.

$$s = 25 \text{ mm}$$

$$\phi_{foro} = 25.5 \text{ mm}$$

Il carico agente risulta pari a

$$q = \sigma_{c,media} \cdot b_{netta} = 6.8 \times 523.5 = 3560.0 \text{ N/mm}$$

Il momento flettente ed il taglio corrispondenti allo schema statico di mensola incastrata in asse bulloni e caricata con un carico uniformemente distribuito pari a  $q$ , in corrispondenza della sezione di verifica, risultano quindi pari a:

$$M = q \cdot L^2/2 = 1/2 \times 3560.0 \times 75^2 = 10012500.0 \text{ Nmm}$$

$$T = q \cdot L = 3560.0 \times 75 = 267000.0 \text{ N}$$

In cui  $L = 75 \text{ mm}$  è pari alla distanza asse foro-bordo piastra.

Si ha:

$$\sigma_{a,max} = M_{max}/W = 183.6 \text{ N/mm}^2 < f_{yd} = 220.0 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau_{a,max} = T_{max}/A_t = 20.4 \text{ N/mm}^2 < \tau_{yd} = 127.0 \text{ N/mm}^2.$$

La verifica di resistenza è soddisfatta se risulta verificata la seguente espressione:

$$\sigma_{id} = (\sigma_{a,max}^2 + 3 \cdot \tau_{a,max}^2)^{1/2} = 187.0 \text{ N/mm}^2 < f_{yd}$$

- **Verifica al rifollamento**

La tensione di rifollamento  $\sigma_{rif}$  sulla lamiera di spessore  $s = 25 \text{ mm}$ , alla quale è applicato il taglio  $T$  risulta:

$$\sigma_{rif} = \frac{T}{\phi \cdot s}$$

$$T = 19349.0 \text{ N}$$

$$\sigma_{rif} = 19349.0 / (24 \cdot 25) = 32.3 \text{ N/mm}^2 \ll \alpha \cdot f_{yd}$$

$$\text{dove } \alpha = a/\phi \leq 2.5 \rightarrow 75/25 = 3.0 \rightarrow \alpha = 2.5$$

### 11.1.5 LIMITI DI DEFORMABILITÀ

I limiti di deformabilità variano in funzione del tipo di cartello da applicare sul monopalo, poiché variano di conseguenza alcune grandezze relative alla struttura principale; pertanto si esegue il calcolo nel caso di cartello avente la massima superficie utile esposta al vento, pari a 18.0mq.

Per il calcolo dei limiti agli spostamenti si dovrebbe far riferimento alle combinazioni di carico agli Stati Limite di Esercizio per la combinazione frequente delle azioni (CC5), ma poiché, l'unica azione variabile agente è quella dovuta alla pressione o depressione del vento, a favore di sicurezza, verrà considerata la condizione di carico 4, cioè quella che prevede l'intera pressione del vento sui cartelli del monopalo, senza coefficienti riduttivi. Il valore utilizzato per il limite massimo della deformazione elastica della struttura di sostegno dovuta ai carichi di progetto dovrà essere inferiore o uguale ad 1/150 della massima altezza della struttura di sostegno e verrà confrontato con uno spostamento pari a quello di calcolo.

Pertanto si ha che:

- lo spostamento assoluto della testa del montante principale (nodo 2), in direzione Verticale (Z) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{max} = \delta_t \cong 0.0016 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 395 = 2.63 \text{ cm}$$

- mentre lo spostamento assoluto della testa del montante (nodo 2), in direzione trasversale (Y) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{max} = \delta_t \cong 2.32 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 395 = 2.63 \text{ cm.}$$

- lo spostamento assoluto delle parti finali del trasverso principale (nodo 60), in direzione verticale (Z) risulta essere, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{max} = \delta_t \cong 0.36 \text{ cm} \quad \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

- mentre lo spostamento assoluto delle parti finali del trasverso principale (nodo 60), in direzione orizzontale (Y), ottenuto come differenza tra lo spostamento del nodo finale del trasverso, n° 60, e lo spostamento in testa del montante, nodo 2, per la condizioni di carico 4 (CC4), pari a:

$$\Delta_{max} = (\delta_t - \delta_p - r\alpha) = (5.33 - 2.32 - 0.00790 \times 300) \cong 0.64 \text{ cm} \leq 1/150 \times 300 = 2.00 \text{ cm}$$

Tali calcoli non prendono in considerazione le costoline d'irrigidimento poste al piede del montante, quindi possono essere considerati conservativi.